

E.N.S.T

المدرسة الوطنية للتكنولوجيا
Ecole Nationale Supérieure de Technologie



Department of Industrial
Engineering & Maintenance

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure de technologie

Département : Génie Industriel Et Maintenance

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Ingénieur d'état

Domaine – **Sciences et technologie**

Filière – **Electromécanique**

Spécialité – **Mécatronique**

- Thème -

**Etude Hardware et Software d'un nouveau DCS
pour le terminal de départ GPL
SidiArcine**

Réalisé par

BOUTEMEUR Dina

YOUCEF KHOUDJA Mohamed Yassine

Les membres de Jury :

Mme. GHAZI Nawel (MAA)	Président
Mr. AMRANE Ahmed (MCB)	Encadrant
Mr. Chabane Ali (Docteur)	Co-Encadrant
Mr. MELZIRedha (Solution Engineering Architect)	Promoteur entreprise
Mr. REZGUI Wail (MCB)	Examineur

Alger, le 06/07/2022

Année universitaire 2021–2022

Dédicace

À mes parents, Aïda et Djamel

Qui ont toujours cru en moi et encouragé à réaliser mes passions, pour tout l'amour, les sacrifices, et l'éducation dont ils m'ont fait part. Je compte toujours vous rendre encore plus fiers.

À mes chères sœurs, Lynda et Sarah, et mon cousin Kocéïla

Pour les conseils, l'encouragement et la bonne humeur que j'ai toujours retrouvée chaque fois que j'en avais besoin.

À toute ma famille

Pour le soutien, la bienveillance, la générosité et l'amour que vous m'avez toujours apportés.

À mon chat Bichou

Pour ton amour, ta douceur et ta présence dans chaque moment pour me tenir compagnie, en prenant place devant mon PC.

À Ouassim

Cette personne qui a toujours été là pour moi dans le meilleur et le pire, et qui m'a toujours soutenu et encouragé à réaliser mes rêves et les passions.

À mes amis

Pour tous les bons moments et rires qu'on a partagés, grâce à vous mes années à l'université sont des souvenirs inoubliables.

À mon binôme

Pour sa patience et son travail.

Enfin, À moi-même.

Dina

Dédicace

*Je dédie ce travail, bien que modeste, à mes très chers parents, ma **Mère** qui a toujours prié pour mon succès et m'a fait sentir l'amour et la tendresse depuis ma naissance, et mon **Père**, mon premier professeur, mon ami, mon exemple, la personne qui a fait de moi l'homme que je suis aujourd'hui, à ma tante **Nihel**, ma confidente et son mari **Khaled**, que je considère plus qu'un oncle, les deux ont toujours été là pour moi durant ces années d'études et ont tous les deux contribué à mon succès, à ma tante **Fadhila** et bien sûr à mon **Grand-père**, que dieu te garde pour nous, ainsi que mes **Grands-parents** que dieu leurs accorde miséricorde.*

*Ma petite sœur **Djoumana** qui est ma fierté, mon grand frère **Wassim** qui m'épaule dans les moments durs, et ainsi que mon cher cousin **Aniss**, mon bras droit et mon meilleur ami.*

*Je dédie également ce travail à mes amis, commençant par ceux que je respecte le plus et considère comme des grands frères, **Mohamed** et **Sifou**, un vrai Plaisir de vous avoir dans ma vie et d'apprendre de vous, à **Rafik** la personne la plus gentil que je connaisse, **Riadh** qui a tout fait pour m'aider à réussir, ainsi que tous mes **Proches** à Blida qui attendent impatiemment mon succès, et aussi à mes **Camarades** de l'ENST, précisément ceux avec qui j'ai passé ces trois dernières années, jours et nuits, à l'école ou à la résidence universitaire, mes frères d'armes.*

*Et bien sûr, je dédie ce travail qui est le nôtre, à mon binôme **Dina**, la meilleure des coéquipières, à notre amie **Kahina**, et aussi à **Taoues**, une fille fabuleuse qui m'a aidé et qui a été là pour moi durant cette longue année. Que dieu vous garde tous pour moi.*

Yassine

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience d'accomplir ce projet de fin d'étude. Notre plus haute gratitude va à nos parents, qui nous ont exprimé toute la reconnaissance pour la patience, l'aide, le réconfort et les encouragements qu'ils nous ont apportés durant ce long cycle de travail. Nous adressons nos plus vifs remerciements à nos Encadrants Mr AMRANE et surtout Mr CHABANE qui nous ont accompagné tout au long de notre projet avec leurs conseils avisés et les informations précieuses qu'ils nous ont partagées avec nous afin de mener à bien ce travail.

Nous remercions également toute l'équipe SPA Siemens, plus particulièrement notre promoteur Mr MELZI ainsi que Mr MOSELM de nous avoir procuré un thème pour notre projet fin d'étude, et bien sûr au stagiaire SABRI.

Nous adressons nos remerciements aux membres de jury, madame, et monsieur, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre projet.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, dans les différentes écoles où nous sommes passés. Nous remercions enfin tous nos amis et camarades de promotion ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation et à la réalisation de ce travail.

ملخص

يتم إدارة أنبوب نقل غاز البترول المسال من الجزائر إلى البليدة من نافثال بواسطة نظام تحكم عفا عليه الزمن الآن. سيتألف عملنا من تحليل مختل لفهم المشكلة بشكل كامل ، من أجل اقتراح ترحيل البرامج على أساس المنصة الصناعية من أجل تنفيذ هذا العمل ، قمنا بتطوير تحليل وظيفي لمحطة المغادرة مما مكننا من فهم مكونات PCS7 مع الأجهزة. متوافق مع 0.0 وتشغيل النظام بشكل كامل ، مما يسمح لنا باقتراح حل أتمتة للموقع بأكمله. أخيرًا ، قمنا بتصميم واجهة إشراف عبر مستكشف من أجل تصور محطة المغادرة والتحكم فيها لقيادة بسيطة وأمنة. WINCC

الكلمات المفتاحية:

الأنابيب خطوط مراقبة ، القابلة المنطقية التحكم وحدة ، PCS7

Résumé

Le pipe de transport GPL Alger- Blida de NAFTAL est géré par un système de contrôle désormais obsolète, Notre travail consistera en une analyse dysfonctionnelle pour bien comprendre la problématique, afin de proposer une modernisation software en se basant sur la plateforme industrielle de Siemens PCS7 V9.0 avec le matériel hardware compatible avec PCS7. Afin de réaliser ce travail, nous avons élaboré une analyse fonctionnelle du terminal de départ, ce qui nous a permis de bien comprendre les composants et le fonctionnement du système, nous permettant de proposer une solution d'automatisation de l'ensemble du site. Enfin, nous avons conçu une interface de supervision via le WINCC explorer afin de visualiser et commander le terminal de départ pour une conduite simple et sécurisée.

Mots clés:

PCS7, Automatisation, automate programmable industriel, supervision pipeline

Abstract

NAFTAL's Algiers-Blida LPG transport pipe is managed by a now obsolete control system. Our work will consist of a dysfunctional analysis to fully understand the problem, in order to propose a software migration based on the Siemens PCS7 V9 industrial platform. 0.0 with hardware compatible with PCS7. In order to carry out this work, we developed a functional analysis of the departure terminal, which enabled us to fully understand the components and the operation of the system, allowing us to propose an automation solution for the entire site. Finally, we designed a supervision interface via the WINCC explorer in order to visualize and control the departure terminal for simple and secure driving.

Keywords:

PCS7, Automation, programmable logic controller, pipeline supervision

Liste des figures

Figure I.1 : Salle de contrôle DCS	6
Figure I.2 : Architecture DCS	7
Figure I.3 : SIMATIC PCS7	8
Figure I.4 : Cycle de fonctionnement d'un API	8
Figure I.5 : Architecture d'un API	9
Figure II.1 : Diagramme pieuvre	20
Figure II.2 : Diagramme FAST	20
Figure II.3 : Schéma électrique du système	21
Figure II.4 : Débitmètre MV 8 multi-variable vortex	22
Figure II.5 : Capteur et transmetteur de pression	22
Figure II.6 : Capteur et transmetteur de température SITRANS TS500	23
Figure II.7 : Schéma GRAFCET cas parfait	27
Figure II.8 : Architecture d'automatisation du process	29
Figure II.9 : CPU 410_5H	30
Figure II.10 : CP 443-1	31
Figure II.11 : PS 407 10A	32
Figure II.12 : ET 200 SP HA	32
Figure II.13 : DI 32x24VDC	33
Figure II.14 : DQ 32x24VDC/0.5A	33
Figure II.15 : AI 16XI 2-Wire HART HA	33
Figure II.16 : AQ 8XI HART HA	33
Figure II.17 : IM-155-6 PN	33

Figure II.18 : SITOP PSU300S 24V/10 A	34
Figure II.19 : Couplage anneau	35
Figure II.20 : Couplage en R1	35
Figure II.21 : Anneau MRP	36
Figure II.22 : SIMATIC PCS7	37
Figure III.1: Les étapes de création du Multiprojet	39
Figure III.2: Configuration du réseau pour les CPU	40
Figure III.3: Introduction de la périphérie décentralisée	41
Figure III.4: Configuration des adresses IP	41
Figure III.5: Ajout des modules d'entrées/sorties	42
Figure III.6: Configuration de la topologie	42
Figure III.7: Configuration de la station OS-Server	43
Figure III.8: Paramétrage du réseau avec l'outil Netpro	43
Figure III.9: Importation des mnémoniques	44
Figure III.10: liste des mnémoniques	44
Figure III.11: Les modèles choisis de la bibliothèque	45
Figure III.12: Vue technologique sur dossier hiérarchiques « synoptique »	46
Figure III.13: Vue technologique sur dossier hiérarchique « séquence »	46
Figure III.14: Diagramme CFC d'un moteur représentatif d'une pompe	47
Figure III.15: Bloc vanne manuelle HV 01	50
Figure III.16: Bloc de la vanne motorisée MOV01	51
Figure III.17: Programmation de la commande OUV/FER de la MOV01	52
Figure III.18: Bloc interlock de la MOV 01	53
Figure III.19: Entrées verrouillage et protection dans la MOV 01	54

Figure III.20: Bloc pompe P10.....	54
Figure III.21: Bloc interlock de la pompe.....	55
Figure III.22: Bloc Protections moteur.....	56
Figure III.23: Bloc des temporisateurs.....	57
Figure III.24: Fonctionnement du temporisateur dans le Mode 2.....	58
Figure III.25: Fonctionnement du temporisateur dans le Mode 2.....	58
Figure III.26: Polygone de calcul et comparaison de PASPmin.....	59
Figure III.27: Bloc de variable analogique FT 01.....	60
Figure III.28: Bloc de variable numérique Niveau sphère	60
Figure III.29: Code couleur des LEDs des blocs numériques.....	60
Figure III.30: Bloc de la vanne de régulation.....	61
Figure III.31: Bloc du régulateur de pression et du debit	62
Figure III.32: Sélecteur du produit et du choix d'arrivée	63
Figure III.33: Sélecteur du choix de la pompe.....	63
Figure III.34: Sélection mode Auto/Man.....	64
Figure III.35: Préparation des Actions dans le diagramme SFC.....	65
Figure III.36: Programmation des transitions dans le diagramme SFC.....	66
Figure III.37: Simulation avec S7 PLCSIM.....	67
Figure IV.1: WinCC Graphics Designer.....	67
Figure IV.2: Vue synoptique.....	71
Figure IV.3: Bloc d'affichage de la pompe.....	72
Figure IV.4: Bloc d'affichage de la vanne.....	72
Figure IV.5: Vue des blocs Protections/Interlock/ permet.....	73
Figure IV.6: Bloc d'affichage de la valeur analogique.....	73

Figure IV.7: Bloc d’affichage de la valeur numérique.....	74
Figure IV.8 : Vanne Ouverte/ Pompe en marche.....	74
Figure IV.9 : Vanne Fermée/ pompe à l’arrêt (avec verrouillage).....	75
Figure IV.10 : Arrêt d’urgence.....	75
Figure IV.11 : Vue séquence.....	76
Figure IV.12 : Blocs d’affichages des sélections.....	76
Figure IV.13 : Blocs d’affichages des séquences.....	76
Figure IV.14 : Vues des Alarmes.....	77
Figure IV.15 : RESOLUTIONS D’AFFICHAGE.....	77
Figure IV.16 : Paramètres d’affichages.....	78
Figure IV.17 : Insertion du mot de passe.....	78

Liste des Tableaux

Tableau II.1: AMDE du système actuel	27
Tableau II.2: Interprétation des fonctions du diagramme pieuvre	32
Tableau II.3: Configuration de chaque station	44
Tableau II.4: Bilan de consommation	44
Tableau II.5: Bilan des E/S	45
Tableau II.6: Bilan énergétique des stations ET 200SP HA	46
Tableau III.1: Choix des blocs APL utilisés pour chaque Objet	59
Tableau III.2: Entrée des verrouillages dans le bloc interlock de la MOV0	63
Tableau III.3: Entrées de verrouillage	66
Tableau III.4: Entrées de Protections Dans le bloc interlock	67
Tableau III.5: Modes de fonctionnement des blocs	75

Table des matières

Table des matières

Liste des Abréviations.....	xi
Introduction générale	1
❖ Organisation mémoire.....	2
1 Introduction.....	4
2 Systèmes automatisés.....	4
2.1 Définition.....	4
2.2 Classification des systèmes	5
2.2.1 Variables logiques - Systèmes automatisés à logique combinatoire.....	5
2.2.2 Variables logiques - Systèmes automatisés à logique séquentielle.....	5
2.2.3 Variables analogiques ou numériques - Systèmes automatisés continus.....	5
2.2.4 Systèmes automatisés asservis	5
3 Système numérique de contrôle-commande	5
Système numérique de contrôle-commande	5
3.1 Architecture	6
4 Système SCADA.....	7
4.1 Fonction de supervision.....	7
5 Les Automates Programmables Industriels.....	8
5.1 Généralités sur les API.....	8
5.1.1 Définition	8
5.1.2 ARCHITECTEUR DES AUTOMATES	8
5.1.3 ASPECT EXTERIEUR DES API.....	9
5.1.4 Fonctionnement d'un API.....	10
6 Définition analyse Dysfonctionnelle.....	10

Table des matières

6.1	La méthode AMDE	10
6.2	Objectif de l'AMDE	10
6.3	Démarche à suivre	11
7	Définition Analyse fonctionnelle	11
7.1	Pourquoi faire une analyse fonctionnelle	11
8	Conclusion	12
		13
1	Introduction	14
2	Problématique	14
2.1	Les automates de SIEMENS	14
2.2	La gamme SIMATIC 5.....	15
2.3	L'Automate programmable Industriel actuel (S5-135)	15
3	Analyse dysfonctionnelle répondant à la problématique	16
3.1	Tableau AMDE du système	16
3.2	Interprétation	18
4	Analyse Fonctionnelle.....	18
4.1	Analyse fonctionnelle externe	18
4.2	Analyse fonctionnelle interne.....	20
5	Composants du système	21
5.1	Les capteurs	22
5.1.1	Débitmètre :	22
5.1.2	Capteur et transmetteur de pression [14]	22
5.1.3	Capteur et transmetteur de température	23
5.1.4	Indicateur et transmetteur de niveau	23
5.2	Les actionneurs.....	24
5.2.1	Les vannes.....	24

Table des matières

5.2.2	Les pompe	24
6	Etude du fonctionnement du process	24
6.1	Séquence de démarrage	25
6.1.1	Choix fonctionnel.....	25
6.1.2	Démarrage	25
6.1.3	Choix du produit	25
6.1.4	Choix de la pompe (étape d'expédition)	26
6.2	Séquence d'arrêt	26
6.3	Schéma représentatif du SFC	27
6.4	Modes opératoire spéciaux.....	28
6.4.1	Système de raclage.....	28
6.4.2	Système de purge	28
6.4.3	Système de régulation	28
7	Architecture d'automatisation proposée	28
8	Configuration HARDWARE	30
8.1	Choix de l'API.....	30
8.1.1	Choix de l'automate : Présentation de la gamme d'automate S7_400	30
8.1.2	CPU 410_5H	30
8.1.3	Processeur de communication CP.....	31
8.1.4	Alimentation PS	31
9	Périphérique décentralisé : PROFINET ET 200 SP HA.....	32
9.1	Détermination des modules	32
9.2	Bilan de consommation de courant	33
9.3	Configuration de la périphérie: PROFINET I/O	34
10	Choix de la plateforme : SIMATIC PCS 7	36
11	Logiciel de supervision WinCC explorer.....	36

Table des matières

12	Conclusion	36
		37
1	Introduction.....	38
2	Configuration matérielle	38
2.1	Configuration de la station AS	38
2.2	Configuration de la station OS-Server	41
2.3	Paramétrage de réseau (Netpro)	41
3	Mnémoniques.....	42
4	Bibliothèque APL	43
5	Mise au point de la programmation pour le contrôle	44
6	Diagramme CFC	45
6.1	Vanne manuelle (exemple pris: HV1).....	48
6.2	Vanne motorisée (exemple pris : MOV1)	49
6.3	Pompe (Exemple pris : P10).....	52
6.4	Temporisateurs	56
6.5	Polygone (Exemple pris : PASPmin).....	57
6.6	Valeur Analogique (débit FT01)	58
6.7	Valeur numérique (Niveau sphère)	59
6.8	Vanne de régulation (PCV01)	60
6.9	Régulateur PID	60
6.10	Sélection	61
6.11	Modes de fonctionnements des blocs MOVs et Pompes.....	63
7	SFC.....	64
7.1	Exemple sur la programmation des commandes	64
7.2	Exemple de programmation d'une transition	65
8	Simulation	65

Table des matières

9	Conclusion	66
1	Introduction.....	68
2	Développement des vues :.....	68
2.1	Vue synoptique.....	69
2.1.1	Bloc Pompe/Vanne	70
2.1.2	Bloc mesure Analogique et numérique.....	72
2.1.3	Etats des blocks.....	73
2.2	Vue séquence.....	73
2.2.1	Les blocs d’affichage des sélections	74
2.2.2	Bloc d’affichage des séquences de process.....	75
2.3	Vue Alarmes.....	75
3	RUNTIME	76
3.1	Ajuster la résolution en 1920*1080 selon la résolution de l’écran d’affichage	76
3.2	Ajuster les paramètres d’affichage	77
3.3	Lancer le RUNTIME :.....	77
3.4	Insérer le mot de passe	77
4	Conclusion :	77
	Conclusion générale	78
	Historique.....	85
	Activité.....	85

Liste des Abréviations

SPA :	Société par actions
GPL :	Gaz de pétrole liquéfié
TD-ALG :	Terminal de départ ALGER
MOV :	Motor Operated Valve / Vanne motorisée
HV :	Hand Valve / Vanne manuelle
PT :	Pressure transmitter / Transmetteur de pression
FT :	Flow transmitter / Transmetteur de débit
TT :	Transmetteur de température
API :	Automate Programmable Industriel
TOR :	Tout ou rien
CP :	Processeur de communication
DCS :	Distributed control system / Système numérique de contrôle-commande
OS :	Système opérateur
AS :	Système d'automatisation
ES :	Système d'ingénierie
PS :	Power Supply
AS-H :	Système d'automatisation haute disponibilité
SCADA:	Supervisory Control And Data Acquisition
E/S :	Entrées/Sorties
HW :	Hardware

Introduction générale

Introduction générale

Un pipeline est un moyen de transport de matériaux fluides, s'effectuant au moyen de canalisations constituant généralement un réseau. Au sens large, la canalisation est une installation utilisée pour le transport de marchandises, du point de réception au point de livraison. Le pipeline est un conduit souterrain ou aérien, ces derniers sont généralement constitués de tubes en acier soudés bout à bout qui sont revêtus à l'extérieur ou même à l'intérieur et enterrés dans la terre. Ces canalisations sont coûteuses et difficiles à construire selon la nature de la zone qu'elles traversent, qu'elle soit en zone à risque sismique ou politiquement instable. Contrairement à leur investissement initial, leur utilité est relativement peu coûteuse par rapport à d'autres formes de transport concurrentes [1].

Les pipelines servent à transporter différents types de produit: Eau, Gaz, Pétrole... Le réseau du pipe de gaz en Algérie est très vaste, allant d'inter-wilayas, interpays, à intercontinental, ce qui fait que la maintenance de ces pipes est très importante pour la sécurité et l'économie du pays, sachant que l'Algérie occupe la 7ème place Mondiale d'exportation du gaz et la 1ère en Afrique [2].

Dans notre projet, nous allons étudier un pipe de transport à gaz GPL qui a été construit par NAFTAL, La canalisation commence par le Terminal Départ Sidi Arcine (Alger) et se termine dans le Terminal Arrivée de Beni Tamou (Blida). Cette canalisation est une structure enterrée dont la profondeur varie de 1.5 à 1.8 m, ayant une longueur d'environ 45 Km.

Le long du pipe est constitué de plusieurs matériel et instrumentations ; Vannes, Pompes, capteurs... L'alimentation peut parvenir soit du port d'Alger, soit des bacs de stockages, transportant deux différents types de produit : Propane ou bien Butane.

Le domaine de la sécurité a toujours attiré l'attention de la communauté scientifique et a canalisé les efforts de l'industrie privée ainsi que des institutions et organisations publiques pour rendre le monde plus sûr. Lorsqu'on parle de pipeline en générale, c'est un système dont la surveillance et la sécurité est d'une importance nationale, les accidents qui surviennent de ces derniers touchent aussi bien l'environnement, l'économie, mais aussi la sécurité des personnes.

Dans notre projet, nous allons nous focaliser sur le terminal de départ d'Alger seulement. L'équipement actuel utilisé est le SINAUT ST-101 avec l'automate programmable S5-135. Ce dernier étant très ancien (programmé avec STEP 5), ce qui rend la maintenance et l'intervention en cas de défaillance très difficile pour cause ; l'obsolescence de ce dernier. La capacité de supervision est aussi très obsolète conduisant à des incidents d'envergure, comme celle au niveau des stations intermédiaires situées entre Blida et Alger ayant engendré une explosion.

Introduction générale

Les incidents causés par les pipes à gaz sont de très haute envergure, généralement pour cause de pression/température non supervisé ou d'autres éléments internes et externes. Cela nuit tout d'abord à l'environnement et l'écosystème, mais aussi les personnes qui travaillent sur les sites. Il faut prendre en compte que l'arrêt de la transportation pour cause d'accident, touche énormément aussi l'économie.

La société NAFTAL, responsable donc des pipelines et du transport du GPL même, a donc sollicité SIEMENS afin d'étudier le système et de proposer une solution innovante, adéquate avec les demandes faites, et qui surtout réduira les risques d'incident en offrant une bonne supervision en créant littéralement un poste pour cela, et en facilitant l'utilisation de la commande du système.

Durant ce mémoire, une étude sera faite afin de proposer le matériel HARDWARE, incluant l'automate nécessaire et adéquat pour la programmation à l'aide du PCS7, recommandé pour ces systèmes larges d'industrie de process, ce qui permettra de faciliter l'automatisation de la séquence et le posage des conditions et restriction préventives, à l'aide des bibliothèques intégrés. Ce dernier aura pour but d'offrir une nouvelle interface de commande via le WinCC (en plus de l'ancien pupitre) pour une meilleure supervision, en ayant un poste de supervision qui aura accès à tout l'historique des alarmes et la visualisation du système via l'interface, assurant donc sécurité et facilité d'utilisation.

❖ Organisation mémoire

- ✓ Le premier chapitre débutera les notions fondamentales sur les DCS, les automates, ainsi que les définitions des outils utilisés pour l'étude du système.
- ✓ Dans le deuxième chapitre, nous ferons une analyse dysfonctionnelle, suivi d'une analyse fonctionnelle afin de bien comprendre les composants et le fonctionnement du système, et ainsi proposer le matériel HARDWARE adéquat au projet.
- ✓ Le troisième chapitre comportera les étapes de programmation dans le PCS7, passant par tous les étapes de création de projet, de configuration matérielle, et la programmation des blocs et des séquences.
- ✓ Le quatrième et dernier chapitre portera sur la simulation et la mise en marche du programme, illustrant les différentes vues de supervision.

I Notions fondamentales

1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons voir les notions fondamentales nécessaires pour la réalisation de ce travail, et nous déterminerons ainsi les différents outils à utiliser afin de faire l'étude du fonctionnement de notre système.

2 Systèmes automatisés

2.1 Définition

L'automatisation d'un système consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir-faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur la matière d'œuvre, afin d'élaborer le produit final. Parmi les objectifs de l'automatisation on peut citer : réalisation des tâches répétitives, sécurité, économie des matières premières et l'énergie, augmentation de la productivité et plus d'adaptation à des contextes particuliers (flexibilité). Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC) et une partie opérative (PO). Pour faire fonctionner ce système, l'opérateur va donner des consignes à la PC. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la PO. Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC, par un retour d'information, qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé [4].

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

Chaque chaîne fonctionnelle d'un système correspond **une chaîne d'information** et **une chaîne d'énergie**. L'**automatique** s'intéresse à la **chaîne d'information**. Les systèmes automatisés vont alors être classés en fonction de la nature des informations de commande ou de mesure, et également en fonction de la nature du traitement de ces informations.

On distingue deux types d'informations : **analogiques et discrètes** (logiques).

2.2 Classification des systèmes

2.2.1 Variables logiques - Systèmes automatisés à logique combinatoire

Pour un tel système les sorties dépendent exclusivement d'une combinaison des entrées, sans prendre en compte "l'histoire" du système. A un état d'entrées, correspond un et un seul état en sortie. Aucune mémoire des états précédents des entrées et des sorties n'est conservée. L'information logique est traitée de manière instantanée.

2.2.2 Variables logiques - Systèmes automatisés à logique séquentielle

Qualifié de système à mémoire généralisée, les sorties du système sont élaborées à partir d'un ensemble de signaux logiques, mais dépendent aussi de la chronologie des événements logiques. "L'histoire" du système est prise en compte.

En effet les états précédents des entrées et des sorties sont mémorisés, et influent sur l'évolution du système. A une combinaison d'entrées, peuvent correspondre plusieurs combinaisons des sorties.

2.2.3 Variables analogiques ou numériques - Systèmes automatisés continus

Les signaux traités sont analogiques ou numériques, et leurs valeurs ne peuvent être prédéterminées. Les sorties (asservies ou non) sont des grandeurs continues pour un processus donné.

2.2.4 Systèmes automatisés asservis

Pour de tels systèmes une mesure de la sortie est réalisée en permanence et sa valeur comparée à l'entrée (sortie souhaitée) puis corrigée. Ces systèmes permettent d'obtenir toutes les caractéristiques nécessaires aujourd'hui dans beaucoup de systèmes pluri-techniques [Rapidité, Précision, Stabilité]. Les asservissements sont classés en deux familles : les systèmes régulateurs et les systèmes asservis suiveurs. Ce système est utilisé dans notre cas pour faire la régulation du débit et la pression.

3 Système numérique de contrôle-commande

Système numérique de contrôle-commande ou DCS (distributed control system) destiné aux usines ou process industriels dont les éléments de commande sont distribués ou géo-répartis. Doté d'une interface homme-machine centralisée pour la supervision et d'un réseau de communication numérique. L'avantage de ces systèmes est leur modularité, qui permet de les installer et de les modifier

facilement. On peut retrouver les DCS dans les industries de raffinage, dans l'industrie pétrolière, dans les stations de production d'énergie, dans les cimenteries, dans l'industrie pharmaceutique... [5]

Les contrôleurs DCS sont répartis géographiquement et fonctionnellement à travers le système et ils communiquent entre eux et avec les terminaux de l'opérateur, les terminaux de supervision pour effectuer toutes les fonctions de contrôle nécessaires pour une grande usine / processus. Le DCS convient le mieux à une installation comportant un grand nombre **de boucles de commande continues**, de **fonctions de commande spéciales**, de **variables de processus** et d'**alarmes**. La plupart des architectures DCS sont généralement similaires dans leur conception et leur présentation. Les consoles de l'opérateur sont connectées à des contrôleurs logés dans des cabines de commande grâce à un système de communication numérique, rapide et de haute intégrité. Le contrôle est distribué par le système de communication puissant et sécurisé. Les entrées de processus sont connectées aux contrôleurs directement ou via des systèmes de bus IO tels que Profibus, Foundation FieldBus, et ainsi de suite. Certains systèmes utilisent également des systèmes de bus de terrain propriétaires. [6]



Figure I.1 : Salle de contrôle DCS

3.1 Architecture

L'attribut clé d'un DCS est sa fiabilité en raison de la distribution du traitement de contrôle autour des nœuds dans le système. Cela atténue une défaillance d'un seul processeur. Cette répartition de la puissance de calcul locale sur les baies de connexion de champ d'entrées-sorties (E / S) sur le terrain garantit également des temps de traitement rapides du contrôleur, l'architecture est comme suit :

- Le niveau 0 contient les appareils de terrain tels que les capteurs et actionneurs
- Le niveau 1 contient les modules d'entrées-sorties (E / S) industrialisés et leurs processeurs électroniques distribués associés.
- Le niveau 2 contient les ordinateurs de supervision, qui collectent des informations à partir des nœuds du processeur sur le système et fournissent les écrans de contrôle de l'opérateur.
- Le niveau 3 est le niveau de contrôle de la production, qui ne contrôle pas directement le processus, mais qui concerne le suivi des objectifs de production et de surveillance.
- Le niveau 4 est le niveau d'ordonnancement de la production.

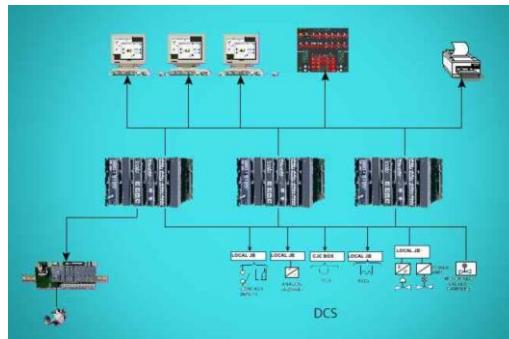


Figure I.2: Architecture DCS

4 Système SCADA

Un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA, Supervisory Control And Data Acquisition) désigne une catégorie de logiciels destinés au contrôle de processus et à la collecte de données en temps réel de sites distants, en vue de contrôler des équipements et des conditions d'exploitation. Les systèmes SCADA comprennent des composants matériels et logiciels. Les composants matériels collectent les données et les rassemblent sur un ordinateur équipé d'un logiciel SCADA. L'ordinateur traite alors ces données et les présente en temps opportun [7].

4.1 Fonction de supervision

- L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique...)
- La visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée de contrôle du processus, avec une mise en évidence des anomalies alarmes) –

- La collecte d'informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants (machines, ateliers, usines...) et leur archivage –
- L'aide à l'opérateur dans son travail (séquence d'actions/batch, recette/receipe) et dans ses décisions (propositions de paramètres, signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d'un problème, ...)
- Fournir des données pour l'atteinte des objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité...)

5 Les Automates Programmables Industriels

5.1 Généralités sur les API

5.1.1 Définition

Un automate programmable est un système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement et ambiance industriel sévères. Il utilise une mémoire programme pour le stockage interne des instructions utilisées aux fins de la mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que : des fonctions logiques, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander, au moyen des entrées/sorties (de type tout/rien ou analogiques), de divers types de machines ou de processus.

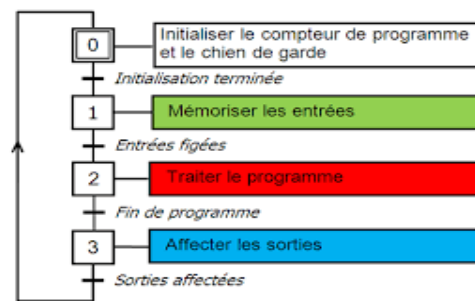


Figure I.4: Cycle de fonctionnement d'un API

L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisé dans toutes leurs fonctions prévues. Sa programmation se fait à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme, qui facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

5.1.2 ARCHITECTEUR DES AUTOMATES

Il existe certaines caractéristiques importantes qui distinguent l'architecture du processeur d'un automate programmable et celle d'un ordinateur à usage général.

Tout d'abord, contrairement aux ordinateurs, les automates programmables sont conçus pour résister aux conditions difficiles de l'environnement industriel. Un automate bien conçu peut-être placé dans une zone avec d'importantes quantités : de bruit électrique, des interférences électromagnétiques, des vibrations et d'humidité sans condensation.

Une deuxième distinction des automates est que leurs matériels et logiciels sont conçus pour une utilisation facile par les électriciens et les techniciens. Les interfaces matérielles pour la connexion d'appareils de terrain sont en réalité partie de l'automate lui-même et se connectent facilement. Les circuits d'interface modulaires et autodiagnostic sont en mesure d'identifier les dysfonctionnements et, d'ailleurs, ils sont facilement enlevés et remplacés. En outre, la programmation du logiciel utilise des symboles traditionnels relais d'échelle, ou d'autres langues apprises facilement, qui sont familières au personnel de l'usine. Alors que les ordinateurs sont des machines informatiques complexes capables d'exécuter plusieurs programmes ou tâches simultanément et dans n'importe quel ordre. La norme PLC exécute un programme unique dans un mode séquentiel ordonné de la première à la dernière instruction.

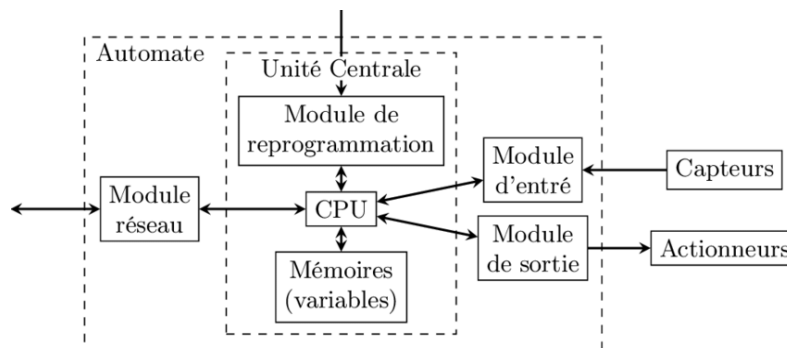


Figure 1.5: Architecture d'un automate

5.1.3 ASPECT EXTERIEUR DES API

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

- Type compact : on distinguera les modules de programmation (ex: LOGO de Siemens), des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, ajout d'entrées/ sorties analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement, destinés à la commande de petits automatismes.

- Type modulaire : le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "Fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissants, où la capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

5.1.4 Fonctionnement d'un API

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- Traitement interne : l'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN/STOP.) ;
- Lecture des entrées : l'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées ;
- Exécution du programme : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties ;
- Ecriture des sorties : l'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

6 Définition analyse Dysfonctionnelle

Cette démarche permet de déterminer (en exploitant les caractéristiques des composants, du Système), leurs modes de défaillances, Elle est généralement utilisée de façon préventive, mais dans notre cas, nous allons l'utiliser pour mettre en avant tous les défauts et défaillances de notre système, afin de proposer un nouveau système qui permettra de réduire ces derniers voire carrément supprimer ces types de dysfonctionnements ou d'erreurs [9].

6.1 La méthode AMDE

L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets est une méthode proactive permettant de découvrir les défaillances des processus d'entreprise. Cette méthode est généralement réalisée au cours de la phase de conception ou lors de la proposition de modifications d'un processus existant (comme dans notre cas).

6.2 Objectif de l'AMDE

Cette dernière, étant une méthode structurée et systématique, nous permettra de :

- Déterminer les points faibles du système étudié en recherchant les causes initiales des défaillances de chaque composant
- Définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances dans le but de réduire leurs effets
- L'AMDE permet d'apporter des modifications lors de la mise en place du nouveau système

6.3 Démarche à suivre

L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets est une approche qualitative pour les études de sûreté dans différents domaines. En effet cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets.

Dans notre cas, nous allons l'utiliser sur un système (process) existant, afin de mettre en avant et connaître tous les défauts, afin de proposer une solution adéquate. Cela passera par :

- Connaître les éléments (fonctions et constituants) les plus importants
- Découvrir, évaluer et classer les faiblesses, les anomalies et les dysfonctionnements de système
- Gérer les points critiques et remettre en cause même la conception de système
- Proposer la solution ou les mesures corrective

7 Définition Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une méthode structurée qui consiste à étudier et à spécifier les données et fonctions offertes. C'est une investigation méthodique de toutes les composantes du besoin des utilisateurs. En se posant les bonnes questions et en utilisant les outils nécessaires, cela facilite de manière explicite, l'étude et l'atteinte d'une solution convenable [10].

7.1 Pourquoi faire une analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle va nous permettre de penser et de raisonner systématiquement les problèmes en séparant les objectifs des moyens. Cette phase est essentielle pour permettre de trouver la solution qui convient aux besoins et aux demandes des utilisateurs. La démarche est généralement conduite en mode projet et peut être utilisée pour créer ou améliorer (dans notre cas) un produit. Le contexte de l'analyse fonctionnelle se justifie par la volonté de clarifier le besoin client, peu importe le sujet et la nature de son besoin. Cette démarche va être établit selon la norme NF EN 16271 [11].

8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu connaître la notion d'api et de découvrir les notions fondamentales nécessaires. Dans le prochain chapitre, nous allons faire une analyse dysfonctionnelle de notre système pour y tirer la source de la problématique, suivi d'une analyse fonctionnelle afin de déterminer l'automate idéal ainsi que la configuration hardware/software adéquate avec notre système.

II Etude du fonctionnement et choix matériels

1 Introduction

Après avoir étudié les notions fondamentales, nous allons commencer à étudier notre système actuel et tirer les défauts et défaillances qui ont conduit à la demande de mise en place d'un nouveau matériel moderne, qui sera capable de surmonter les problèmes cités précédemment, qui offrira aux utilisateurs une solution technologique performante et plus commode.

Nous allons aussi passer par l'analyse fonctionnelle, en utilisant les outils nécessaires qui nous permettront de mieux comprendre le fonctionnement du système ainsi que le processus d'exécution, afin d'établir la solution adéquate en proposant le nouveau matériel ainsi que la configuration nécessaire, afin d'assurer la mise en marche (dans les meilleures conditions) de ce dernier.

2 Problématique

La société **NAFTAL** détentrice de cette ligne, dont la commande et la supervision se fait à l'aide de la gamme d'automate S5-135, a exprimée des problèmes affectant le fonctionnement du système, notamment des difficultés dans l'obtention des pièces de rechange du à l'obsolescence de ces derniers étant très anciens . Voulant venir à bout de ce problème et améliorer son système. **NAFTAL**, a donc sollicitée **SIEMENS** afin d'étudier le système et de proposer une solution innovante qui permettra de **moderniser ses installations** selon les demandes faites, et qui surtout réduira les risques d'incident en offrant une bonne supervision, et en facilitant la commande du système.

Le pipe étudié consiste au transport par canalisation du Gaz Pétrole Liquéfié (GPL) par pipeline en aciers depuis leurs centres en vrac de SidiArcine vers le centre emplisseur Benitamou sur une distance de 45Km. L'épaisseur du tube varie entre 6,35 et 7,80 mm. Le pipeline a un diamètre de 10 pouces (273,1 mm) et est utilisé pour livrer le GPL au centre de vrac de Blida [3].

La canalisation est sectionnée en 4 tronçons par 3 postes de sectionnement situé respectivement dans les zones ; Baba Ali, Tassala El Merdja et Boufarik dans l'ordre. C'est une structure enterrée dont la profondeur varie de 1.5 à 1.8 m et protégée contre la corrosion. Ce type de pipeline est fabriqué à partir de tube sans soudure laminé à chaud [2]. La canalisation commence par le Terminal Départ Centre Vrac SidiArcine, amenant le gaz soit directement du port, soit à partir du stockage dans les 2 sphères respectives du Butane et Propane.

2.1 Les automates de SIEMENS

Le groupe Siemens propose aujourd'hui des milliers des solutions d'automatismes aux plus

grandes industries et usines à travers le monde (Tenant compte que plus 75% des industriels utilisent les automates SIEMENS). On peut catégoriser les automates Siemens par gamme. Le portefeuille des automates Siemens est libellé sous le nom SIMATIC. Cela comporte aussi bien les petits automates servant à réaliser des tâches logiques simples, mais aussi d'autres automates destinés aux systèmes plus complexes.

Depuis des années maintenant, SIEMENS conçoit les Automates de pointe, en passant par la gamme SIMATIC 3 jusqu'à la gamme SIMATIC 7. L'automate dernier cri actuelle est le S7_1500. Néanmoins, les automates tels que le S7_400 ou le S7_1200, restent toujours d'actualité, le choix varie donc selon le programme et le type de projet [8].

2.2 La gamme SIMATIC 5

Les automates Siemens de la gamme S5 ont été lancés en 1979 en remplacement des automates de la gamme S3. Ils ont fait objet d'équipement à des milliers d'usines et leurs systèmes automatisés à travers le monde. Aujourd'hui encore il existe des installations automatisées qui sont commandées par des automates de la gamme S5. La programmation se faisait à l'aide de STEP 5, sur le système d'exploitation de l'époque MS-DOS, puis sous Windows XP.

En Octobre 2020, la disponibilité des pièces de rechange de cet Automate fut estompée, ce qui a qualifié le produit au stade d'obsolescence, 40 ans après sa création. C'est pour cette raison majeur, que la migration vers la nouvelle gamme S7 a été fortement conseillée [8].

2.3 L'Automate programmable Industriel actuel (S5-135)

L'automate S5-135 fait partie de la gamme SINAUT ST1. Il convient et au rayon d'action le plus simple et il est conçu uniquement pour l'emploi en tant que sous-station. Son répertoire de fonctionnement permet le traitement de tâche de télé conduite, la constitution de commande logique avec fonction de temporisation et de comptage à cycle traitement simple de valeur de mesure. Ayant une technique de circuit CMOS et microprocesseurs, ce dernier est aussi capable d'effectuer des opérations binaires, de mémorisation, ainsi que l'appel de blocs fonctionnels et de blocs de données avec un temps d'exécution assez bas (0.07 ms).

Afin de mieux connaître et éclairer les défauts de notre système avec cet automate et de déterminer les raisons pour lesquelles nous voulons effectuer une migration vers une gamme d'automate plus récente, nous allons faire une analyse dysfonctionnelle du système actuel

3 Analyse dysfonctionnelle répondant à la problématique

3.1 Tableau AMDE du système

Le tableau (**Tableau II.1**) présente la méthode AMDE appliqué à notre système actuel :

Fonction Principale	Sous-systèmes	Fonctions des sous-systèmes	Modes de défaillance (MdF)	Causes	Effets
Commande et supervision du Pipeline au terminale de départ	Poste de commande (pupitre)	- Commander le système via les boutons et l'IHM ainsi que Superviser le processus du système à l'aide des voyants	- Perturbation dans la transmission du signal de commande	- Système usée - Lenteur du temps de réponse - Problème électrique générale	-Endommagement du matériel -Arrêt du processus, perte en cout /temps
			- Absence d'archivage d'alarmes et de l'historique	- Méthode de supervision ancienne et inefficace	
			- Défaillance générale et arrêt de fonctionnement	- Défaillance au niveau du fonctionnement de l'API - Désynchronisation avec l'API (Problème software)	
	Capteurs (pression/température/débit)	- Informer sur la pression et servir d'entrée à l'automate	- Dysfonctionnement du capteur et absence de transmission du signal	- Impact de l'ambiance industrielle dégradante sur le matériel et sa vitesse/précision - Technologie vétuste dégradé non remplaçable par de nouvelles technologies en raison de l'API obsolète utilisé	-Indications de données étonnées -Provocation d'incident majeur à cause d'une hausse de pression de gaz non détectée
			- Détection de pression de gaz erroné dans le cas d'une hausse de température	- Incapacité à prendre en compte la pression mise par le gaz évaporé à cause de la hausse de température	

		- Informer sur la température et servir d'entrée à l'automate	- Dysfonctionnement du capteur et absence de transmission du signal	- Impact de l'environnement industrielle dégradant sur le matériel/ Connecteurs - Technologie vétuste dégradé non remplaçable par de nouvelles technologies en raison de l'API obsolète utilisé	-Indication de données erronées entraînant l'erreur d'autres capteurs
		- Informer sur le débit et servir d'entrée à l'automate	- Dysfonctionnement du capteur et absence de transmission du signal	- Impact de l'ambiance industrielle dégradante - Technologie vétuste dégradé non remplaçable par de nouvelles technologies en raison de l'API obsolète utilisé - Incapacité de mesure du débit du gaz évaporée	-Indication de données erronées provoquant une mauvaise régulation du débit
	L'API S5_135	- Traiter les données entrées et commander via les sorties en mode Manuel/ Automatique	- Arrêt de fonctionnement de l'API ou de la CPU	- API utilisé obsolète et difficile à réparer/ maintenir - Erreur dans le programme de calcul ou de commande	-Arrêt totale du processus, coutant en temps et en argent
			- Problème au niveau matériel HARDWARE	- Obsolescence du matériel	

Tableau II.1: AMDE du système actuel

3.2 Interprétation

A ce titre le tableau AMDE nous a permis de faire une analyse systématique et qualitative pour analyser le processus du système afin de détecter les défaillances :

- Défaillances HARDWARE
- Défaillances SOFTWARE

Sachant bien que les défaillances HARDWARE sont délicates, donc ils nécessitent souvent des remplacements par un autre composant, donc la nécessité de disponibilité de la pièce de rechange. Par contre la défaillance SOFTWARE impose la connaissance de l'API ainsi que le programme qu'utilise l'automate, qui à ce jour est considérée obsolète par l'entreprise créatrice de ce dernier. Il est donc difficile d'effectuer des Operations de remplacement ou de maintenance.

D'une part, dans la partie HARDWARE, le matériel ainsi que l'instrumentation utilisé sont dans un état en constante dégradation à cause du temps et de l'ambiance industrielle, ces derniers sont aussi impossibles à remplacer par des technologies innovantes et plus robuste, pour la simple raison que l'automate utilisé, étant issue d'une gamme ancienne, n'est compatible avec la technologie récente.

D'autre part, les techniques de supervision sont aussi bien vétustes, causant des problèmes et des incidents de haute dangerosité.

Pour conclure, l'AMDE est une méthode difficile à entreprendre mais indispensable dans les projets qui mettent en œuvre des techniques novatrices, des coûts importants, des besoins de fiabilités extrêmes et apporte une meilleure connaissance du système.

L'action corrective qui est proposée est d'effectuer une migration vers un nouvel automate plus performant et plus robuste, qui permettra aussi le remplacement par un matériel et instruments innovants et plus précis, tout en offrant une interface de commande et de supervision moderne et plus sûr pour notre système en offrant les données nécessaires requis par l'utilisateur (alarmes, historique...)

4 Analyse Fonctionnelle

4.1 Analyse fonctionnelle externe

Dans cette démarche, nous allons faire l'établissement des relations entre le système et son environnement extérieur, afin de mieux calibrer nos choix en fonction des nécessités.

Nous allons utiliser le diagramme pieuvre, qui est un outil très utile à l'analyse, il offre la possibilité de représenter les fonctions de service. Cela veut dire qu'il permet d'identifier les fonctions essentielles et secondaires d'un système, et la réaction de ces fonctions avec leur milieu extérieur.

Dans un diagramme pieuvre, le produit ou le service concerné se trouve au centre du graphe et les éléments du milieu extérieur sont autour de lui. Ces différents éléments sont reliés entre eux avec des lignes en fonction de leurs rôles.

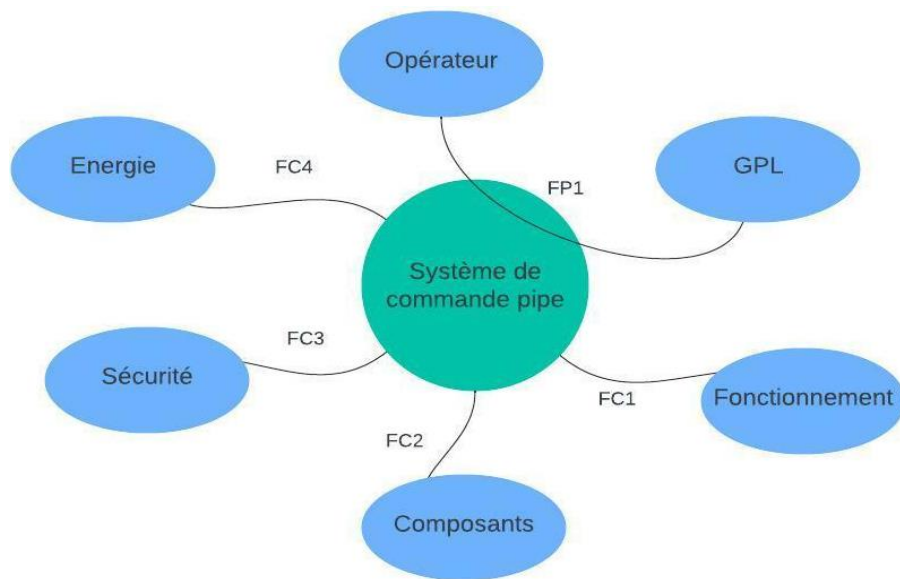


Figure II.1: Diagramme pieuvre

Interprétation :

Notation	Type	Fonction
FP1	Fonction principale	Commander le transport du GPL dans le pipeline
FC1	Fonction contrainte	Programmer la séquence de commande
FC2	Fonction contrainte	Communiquer les instructions avec les composants
FC3	Fonction contrainte	Faire la supervision et gérer les alarmes
FC4	Fonction contrainte	Alimenter les composants du système de commande en énergie électrique

Tableau II.2: Interprétation des fonctions du diagramme pieuvre

Cette étape étant achevée, nous pouvons d'ores et déjà commencer à lister le matériel HARDWARE nécessaire à notre système. Mais avant cela, Passons maintenant à l'analyse interne, afin d'établir les composants interne du pipeline.

4.2 Analyse fonctionnelle interne

Cette partie va nous aider à déterminer l'utilité des composants de notre système et pour cela, nous avons choisi d'utiliser la méthode FAST (FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE).

C'est Une technique permettant de représenter sous forme de diagramme les relations logiques existant entre les fonctions d'un sujet, en répondant aux questions "comment" et "pourquoi".

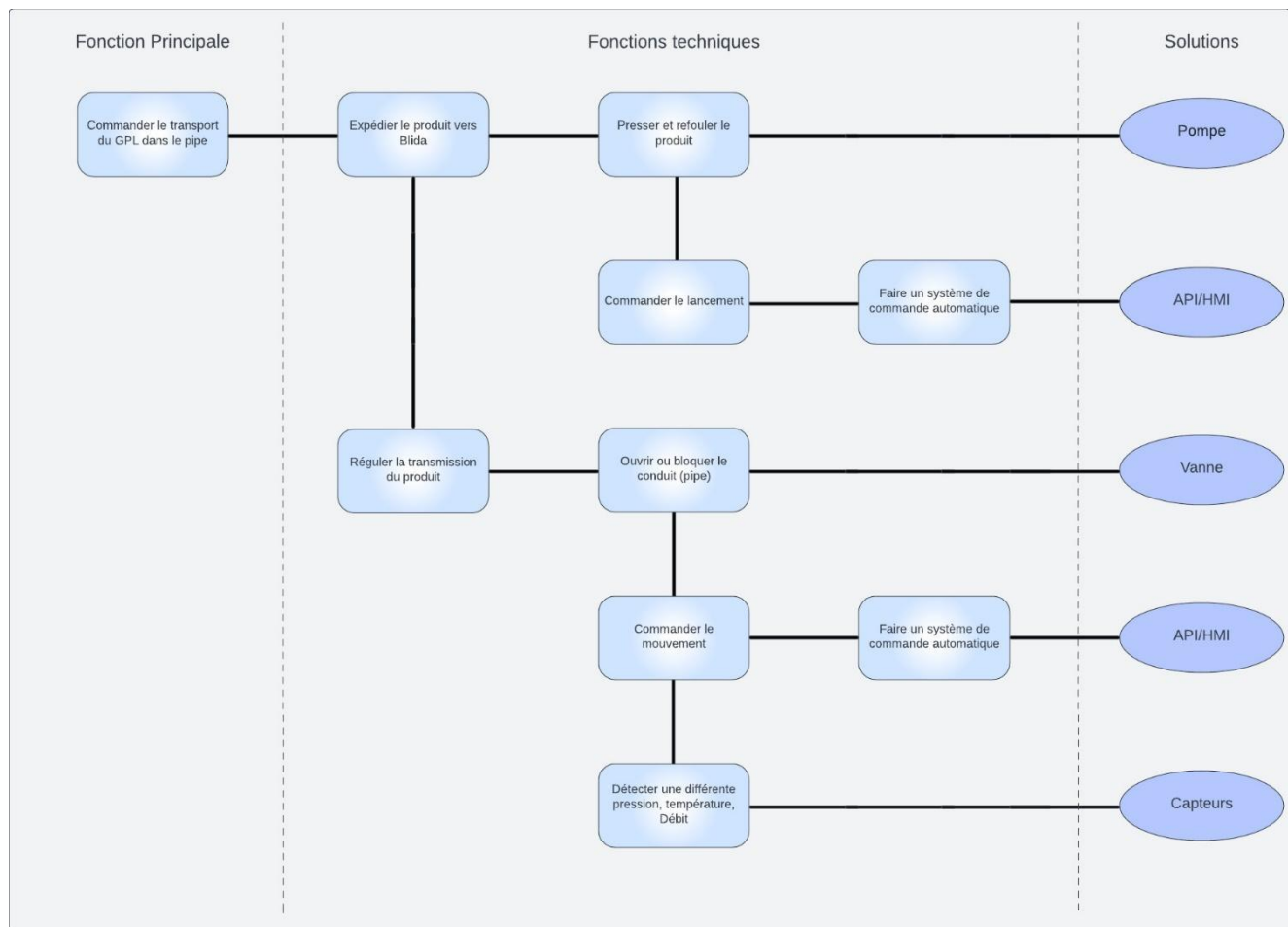


Figure II.2: Diagramme FAST

La lecture du diagramme se fait de gauche à droite en répondant à la question "comment", et l'inverse pour le "pourquoi".

Après avoir effectué cette analyse, nous avons donc compris l'ampleur de l'importance des composants qui constituent notre système et pouvons déduire la fonction de chaque composant à partir du schéma complet de ce dernier.

5 Composants du système

Le terminale de départ du pipeline comportent les composants électromécaniques qui déterminent les entrées et sorties de notre système : [12]

Terminale de départ SIDI-ARCINE

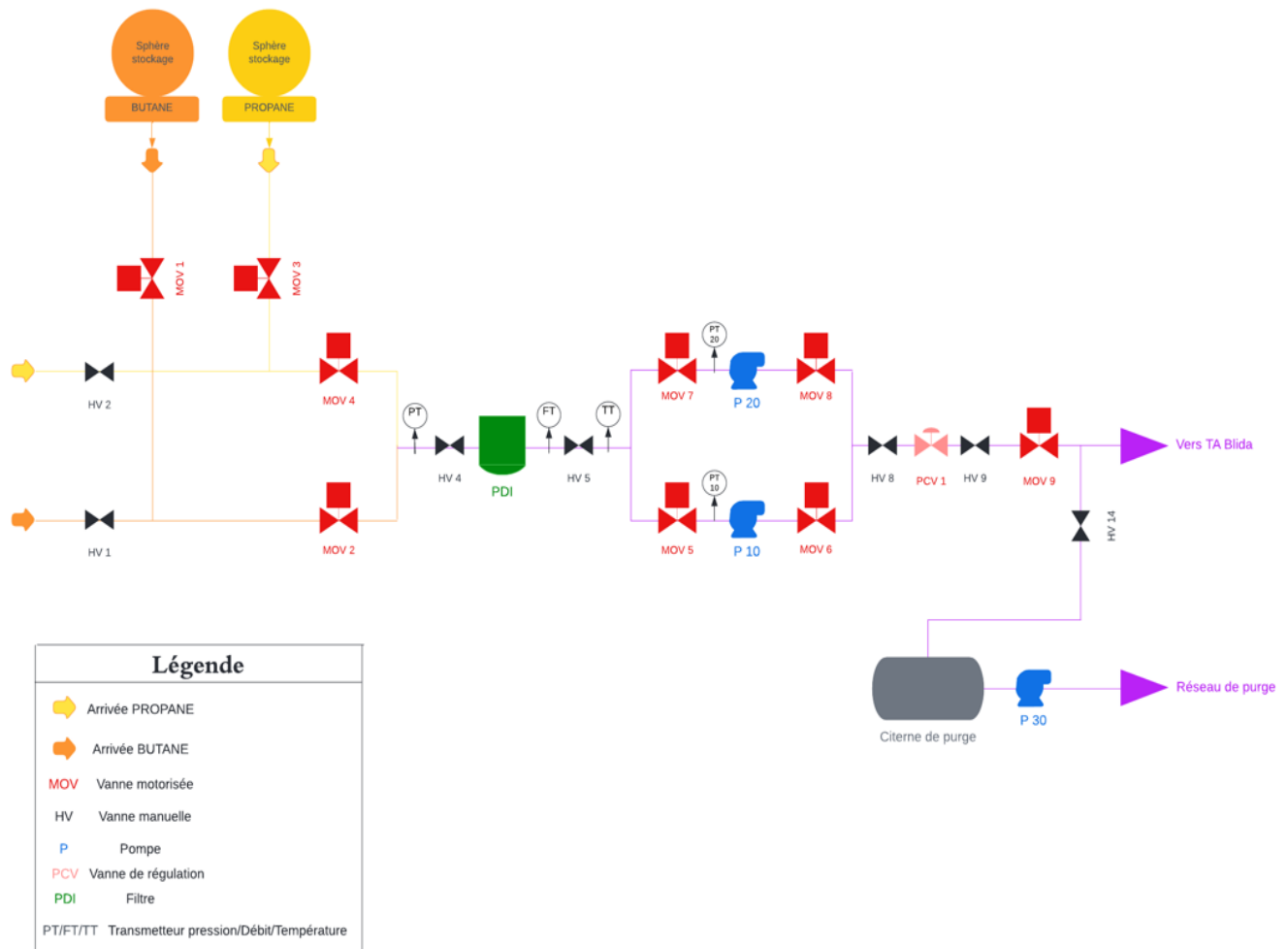


Figure II.3: Schéma électrique du système

5.1 Les capteurs

5.1.1 Débitmètre :

Le modèle MV82 Multi-variable vortex, avec mesure de masse avec compensation de pression et de température, fonctionne sur le principe du vortex généré et de la relation entre vortex et débit, il est spécialisé dans la mesure de vapeur, de gaz et de liquide de faible viscosité.

Un fluide s'écoulant avec une certaine vitesse et traversant un obstacle fixe génère des tourbillons. La génération de tourbillons est connue sous le nom de tourbillons de Karman. La fréquence de détachement des tourbillons est une fonction linéaire directe de la vitesse du fluide et la fréquence dépend de la forme et de la largeur de la face du corps bluffant. [13]



Figure II.4: Débitmètre MV8 Multi-variable vortex

Les avantages de ce type de débitmètre :

- Compensation de pression et de température intégrée
- 4-20mA, avec impulsion optionnelle
- Large plage de température jusqu'à des températures très élevées (jusqu'à 240 °C).
- Aucune pièce mobile, aucune abrasion, aucune pièce d'usure à l'intérieur.

5.1.2 Capteur et transmetteur de pression [14]

SITRANS P320 issue de la marque SIEMENS, le premier transmetteur de pression sur le marché à proposer la fonction Remote Safety Handling (télémanipulation de sécurité). La télémanipulation de sécurité des appareils permet de gagner énormément de temps ; lors de la mise en service, il est possible de le faire depuis le poste de contrôle, ce qui réduit le temps de mise en service, en particulier dans les applications requérant une sécurité fonctionnelle (comme dans l'industrie chimique, pétrole et gaz ainsi que la production d'électricité).

L'avantage de ce type de transmetteur, c'est le fait d'avoir un intervalle de maintenance très réduit, ce qui réduit par conséquent le coût. Le temps de réponse réduit de l'appareil optimise l'efficacité

du processus, le système de commande peut donc réagir bien plus vite aux modifications dans l'environnement d'application.

- Plage de mesure: [-0.97 bar; 63 bar]
- Signal: 4-20 mA
- Précision: 0.065%
- Température ambiante: entre -40°C et 85°C
- Alimentation 24V



Figure II.5: Capteur et transmetteur de pression

Les mêmes types de capteurs sont utilisés dans différents endroits au long du pipe (devant les pompes, la vanne de régulation ...).

5.1.3 Capteur et transmetteur de température

SITRANS TS500 issue de SIEMENS, Capteur de température en conception modulaire, doigt de gant tubulaire. [15]



Figure II.6: Capteur et transmetteur de température SITRANS TS500

- Plage de mesure entre -50°C et 400°C, avec une précision de Class B.
- Condition environnementale de fonctionnement: entre -45°C et 85°C
- Protection: IP66, IP68

5.1.4 Indicateur et transmetteur de niveau

Celui-ci se trouve à l'intérieur de la citerne de purge ainsi que les bacs de stockage, donnant un signal numérique, en cas de niveau haut, ou bas.

5.2 Les actionneurs

5.2.1 Les vannes

Dans notre système nous avons plusieurs vannes présentes qui servent à différents rôles, selon leurs types, on en compte:

a) Vannes motorisées (MOV)

On y compte neufs dans le terminal de départ, ces vannes TOR sont contrôlables électriquement localement ou à distance via l'interface de commande.

b) Vannes manuelles (HV)

Celles-ci s'ouvrent et se referment manuellement seulement à l'aide du volant.

c) Vanne de régulation (PCV)

Cette dernière se focalise sur la régulation du débit du fluide via l'automate, en effet son ouverture/fermeture se fait en prenant compte des entrées des capteurs (pression, débit...).

5.2.2 Les pompe

Ces derniers assurent l'expédition du carburant via deux chemins différents, en fournissent une pression suffisante en convertissant l'énergie mécanique provenant du moteur en énergie cinétique puis en pression. Celle placé au-dessus de la citerne de purge pompe lorsque le produit atteint le seuil maximal de la citerne.

6 Etude du fonctionnement du process

Le démarrage du transfert sera lancés à partir de la salle de contrôle du Terminal de Départ d'Alger, les carburants seront acheminés et expédiés selon les deux séquences suivantes :

- Séquence de démarrage.
- Séquence d'arrêt.

6.1 Séquence de démarrage

6.1.1 Choix fonctionnel

1. Mode automatique : Tous les équipements ainsi que les actions et mouvements de plusieurs vannes sont commandés automatiquement selon le choix de l'opérateur, en effet la sélection d'un produit et le choix d'une des pompes principales provoquent la mise en marche des vannes à moteur, des pompes... en une séquence programmée de démarrage et d'arrêt [16].

2. Mode manuel : Les équipements sont ainsi commandés manuellement par l'opérateur à partir de l'interface de commande. L'ensemble des mesures de sécurités et équipements sont actifs pour assister l'opérateur. Les séquences réalisées par l'opérateur sont vérifiées par l'automate grâce aux verrouillages.

3. Mode local : Les équipements sont commandés localement sans sécurité liée à la séquence.

6.1.2 Démarrage

Les conditions qui doivent être assurées sont:

- Les vannes manuelles HV04-05-08-09 doivent être ouvertes
- La protection des pompes assurées

L'opérateur appuie sur le bouton START pour transmettre le signal de mise en marche. Une fois cela assuré, les pompes mises à l'arrêt ainsi que toutes les vannes motorisées seront fermées. Ce qui permettra de procéder à la prochaine étape.

6.1.3 Choix du produit

Dans notre système, nous avons 4 sources ; Butane et propane, provenant soit directement du port, soit du bac de stockage. L'une de ces 4 cas de figures sera donc appliquée :

- Butane stocké: la vanne manuelle HV01 doit être fermée, une fois cela assuré par le feedback, la vanne motorisée MOV01 s'ouvrira puis la MOV02, tout en verrouillant la vanne MOV 04.
- Propane stocké: la vanne manuelle HV02 doit être fermée, une fois cela assuré par le feedback, la vanne motorisée MOV03 s'ouvrira puis la MOV04, tout en verrouillant la vanne MOV 02.

- Butane port: la vanne manuelle HV01 doit être ouverte, la vanne motorisée MOV02 s'ouvrira, tout en verrouillant les vannes MOV 02 et MOV 04.
- Propane port: la vanne manuelle HV02 doit être ouverte, la vanne motorisée MOV04 s'ouvrira, tout en verrouillant les vannes MOV 03 et MOV 02.

L'étape du choix de la source étant effectué, l'opérateur procédera donc au choix de la pompe.

6.1.4 Choix de la pompe (étape d'expédition)

L'opérateur choisira l'une des deux pompes P10 ou P20, et selon son choix, les actions qui suivront seront comme le suit:

- Pompe P10: Les vannes motorisées MOV05 et MOV06 s'ouvriront, tout en verrouillant les deux vannes MOV07 et MOV 08.
- Pompe P20: Les vannes motorisées MOV07 et MOV08 s'ouvriront, tout en verrouillant les deux vannes MOV05 et MOV 06.

Une fois l'ouverture des vannes assurée par le signal feedback, le système procédera donc à la vérification des pressions devant les pompes, via les capteurs PT10 et PT20 respectifs pour chaque pompe (selon celle choisie). Dans le cas d'une pression d'entrée trop faible qui est en dessous d'une pression minimale bien définie, et ceci pendant 30 sec. La pompe principale est mise hors et le système passera en séquence d'arrêt. Dans le cas normal, le système procédera à l'ouverture de la vannes motorisée MOV09, ainsi que les vannes MOV 100, MOV 110, MOV 120 et MOV 200, se situant dans les stations intermédiaires ou à Blida, et de façon séquentielle en s'assurant du feedback à chaque fois.

6.2 Séquence d'arrêt

La séquence d'arrêt se lance qu'après un démarrage, et celle-ci peut être lancée sous différentes conditions:

- En cas du choix de l'opérateur (Bouton STOP, Arrêt d'urgence)
- Feedback sur l'ouverture des vannes motorisées non reçu Durant 60 secs.
- Arrêt de la pompe mise en marche, à cause d'une protection, déclenchement d'une alarme, pression trop faible ...

Dans ce cas, la séquence sera déclenchée, ce qui engendrera la fermeture de toutes les vannes motorisées ainsi que des pompes.

6.3 Schéma représentatif du SFC

La modélisation graphique qui suit représente le fonctionnement des systèmes dans les conditions parfaits (le GRAPHCET représentant la séquence d'arrêt se trouve dans l'**annexe B**)

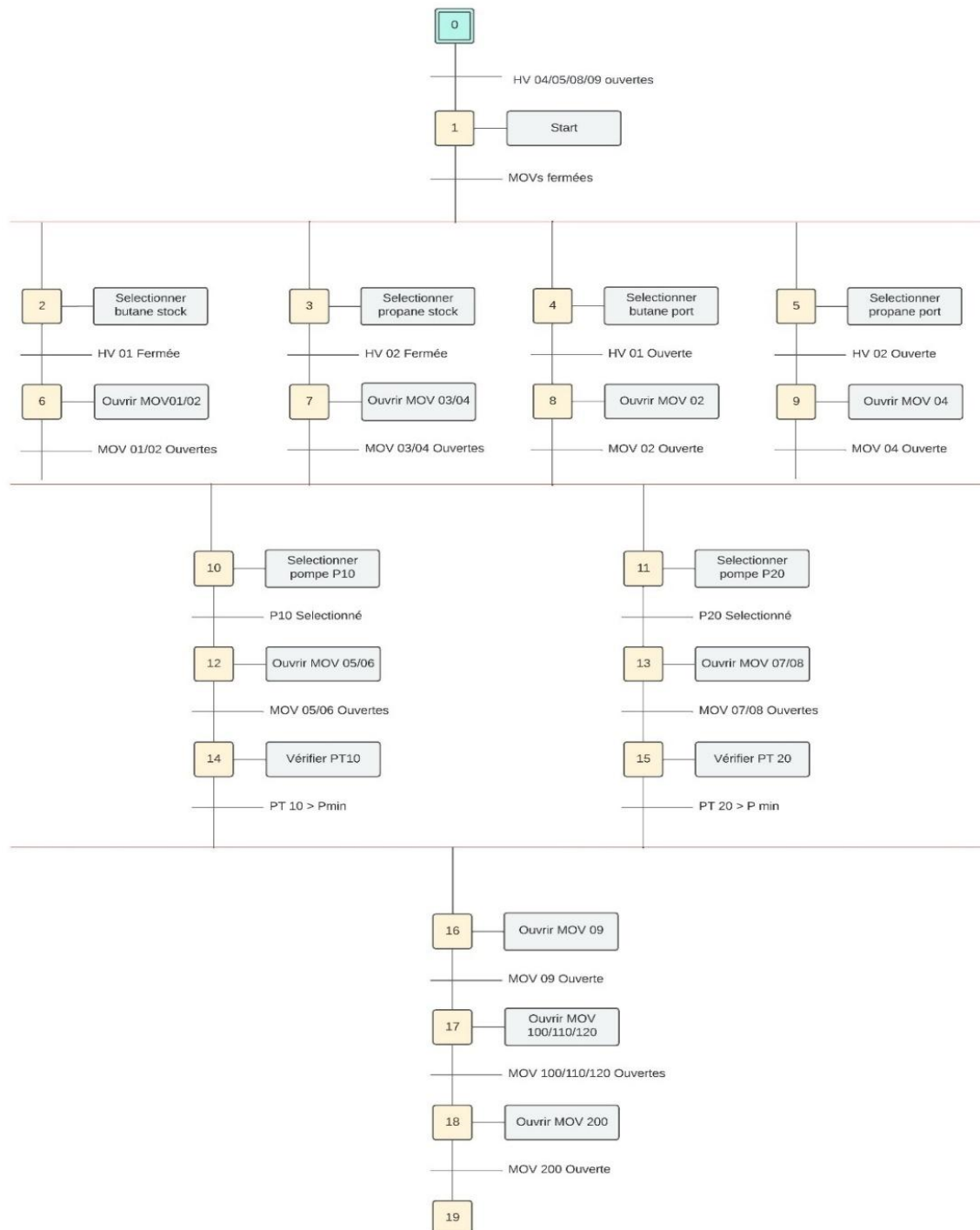


Figure II.7: Schéma SFC cas parfait

6.4 Modes opératoire spéciaux

6.4.1 Système de raclage

C'est un système pour la maintenance des canalisations qui permet de se débarrasser de toute forme de pollution à l'intérieur de ces dernières. La séquence d'envoi du racleur est manuelle en local. Ce dernier est détecté par un capteur indiquant son passage, transmettant ainsi le signal afin d'informer l'opérateur de sa présence ou son absence dans la gare.

6.4.2 Système de purge

La récupération des rejets de carburants issus à partir des différentes installations sera canalisée vers un stockage conçu à cet effet (citerne de purge). Au seuil maximum détecté par le capteur installé, la pompe P30 de purge se déclenche automatiquement pendant 30 secs.

La mise en arrêt se fait automatiquement une fois les 30 secondes passées et le niveau est au seuil minimum. Ce processus de déclenchement peut être activé manuellement par l'opérateur.

6.4.3 Système de régulation

L'objectif étant de contrôler la valeur du débit et de la pression et de la maintenir à une certaine consigne. Ce qui permettra d'envoyer la quantité de produit voulu, tout en maintenant le même débit durant tout le processus. Mais aussi, assurer la possibilité d'envoi en maintenant la pression minimale requise pour le fonctionnement des pompes. Cela se fait en fermant ou ouvrant la vanne de régulation selon la variation de la température, pression et débit voulu.

7 Architecture d'automatisation proposée

L'architecture d'automatisme adoptée pour notre projet est illustrée dans la figure ci-dessous, elle est structurée selon un système de contrôle distribué appelé DCS (Distributed Control System), qui est un système de contrôle de processus hautement évolutif avec de nombreuses topologies basées sur la redondance, des fonctions matérielles et logicielles en option.

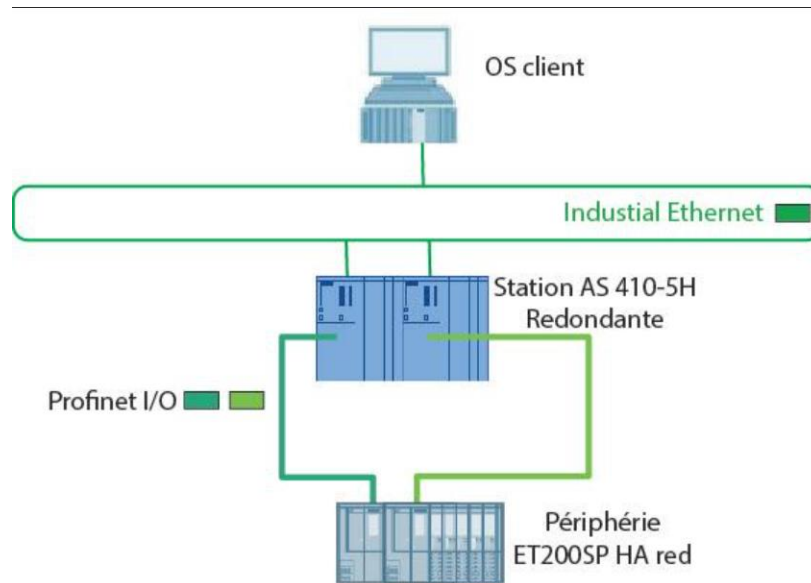


Figure II.8: Architecture d'automatisation du process

- 1. OS serveur-client :** Le système multiposte se compose de postes de conduite (mode multi client OS) qui reçoivent des données (données de projets, valeurs de processus, archives, alarmes et messages) d'un serveur OS redondant.
- 2. Système d'ingénierie (ES) :** C'est la station dans laquelle le programme API et la supervision SCADA seront développés et modifiés.
- 3. Système d'automatisation (AS) :** Il est composé d'une CPU S410-5H redondante. Le choix d'un système redondant nous permet d'assurer la fiabilité et la sûreté du fonctionnement du système, et aussi la disponibilité.
- 4. Stations de périphéries déportées :** Elle est composée de périphérie ET200SP HA Red.
- 5. Réseau de communication :** Il regroupe le terminal bus qui sera dédié aux échanges entre les serveurs et les clients, le plant bus qui assura les échanges entre le système d'automatisation, la station engineering et OS serveur et aussi le PROFINET I/O pour une communication avec les périphéries ET200SP HA.

8 Configuration HARDWARE

8.1 Choix de l'API

8.1.1 Choix de l'automate : Présentation de la gamme d'automate S7_400

Le S7-400 a été conçu pour les solutions système dans les domaines de la fabrication et de l'automatisation des processus. Ce contrôleur de processus est idéal pour les tâches gourmandes en données, particulièrement typiques de l'industrie de processus.

Grâce à sa grande évolutivité, le SIMATIC S7-400 offre une solution sur mesure pour presque toutes les tâches, qu'il s'agisse d'une application SIMATIC PCS 7 complexe ou d'une application classique STEP 7 ou TIA Portal. Les CPU de la gamme S7-400 disposent d'une mémoire de travail, et d'un bon temps d'exécution répondant aux exigences des industries de process.

Le système d'automatisation SIMATIC S7 400 est particulièrement adapté aux projets à long terme dans les secteurs de la chimie, de l'énergie ou des infrastructures.

8.1.2 CPU 410_5H

Avec ses deux ports Ethernet, les architectures flexibles S1, S2 et même R1 PROFINET sont faciles à mettre en œuvre. Grâce à sa gamme de fonctions étendue, Ce dernier convient également aux solutions d'automatisation standard sans personnel, à haute disponibilité ou de sécurité.

Polyvalent dans son utilisation, il dispose d'un système d'automatisation exclusif utilisable dans tous les domaines, ce dernier simplifie considérablement la sélection, la configuration et la planification du système d'automatisation ainsi que l'inventaire des pièces de rechange.

- 2 interfaces Ethernet/PROFINET disponibles
- Extension de capacité en ligne par incréments de 100 PO
- Max 9 tâches de processus peuvent être définies manuellement
- Température ambiante allant jusqu'à 70 °C



Figure II.9: CPU 410_5H

Les avantages du CPU 410-5H:

- Une plate-forme matérielle pour toutes les applications, Par conséquent, la configuration et la planification du système d'automatisation sont simplifiées
- Réduction des coûts des stocks de pièces de rechange ou de remplacement

- Coûts d'investissements plus bas
- Augmentation de la disponibilité

Spécialement conçu pour le système de supervision SIMATIC PCS 7, ses performances, sa fiabilité, sa robustesse, sa disponibilité, sa polyvalence, ainsi que les caractéristiques techniques les plus adéquates pour le processus étudié dans le cadre de notre projet [17].



Figure II.10: CP 443-1

8.1.3 Processeur de communication CP

Le système d'automatisation est connecté à OS-Serveur via le Plant-bus. La connexion à un bus d'installation redondant et à haute disponibilité est mise en œuvre avec un processeur de communication (CP) Ethernet de type CP 443-1.

Le tableau suivant (Tableau II.2) donne la liste des éléments de chaque station AS 410-5H :

Module	Nombre	Référence
SIMATIC S7-400, Power supply PS 407 10 A	1	6ES7407-0KA02-0AA0
SIMATIC PCS 7 CPU 410-5H	1	6ES7410-5HX08-0AB0
SIMATIC S7-400, Coupling module CP 443-1	1	6GK7 443-1EX20-0XE
Cables fibre optique	2	6GK1901-0DA20-0AA0
Synchronisation module	1	6ES7960-1AA06-0XA0
Racks	2	6ES7400-2JA10-0AA0

Tableau II.3: Configuration de chaque station

8.1.4 Alimentation PS

Pour choisir une alimentation, nous avons établi un bilan de consommation en courant pour la station S7-410-5H illustré dans le **Tableau II.3** :

Module	Consommation en courant	Nombre
CPU 410-5H	2.4 A	1
CP 443-1	1.4 A	1
TOTAL	3.8 A	

Tableau II.4: Bilan de consommation

Le choix s'est donc porté sur un module d'alimentation PS-407 10A afin d'alimenter la CPU et le CP. Les principales caractéristiques de cette PS :

- **Tension d'alimentation** : 120/230 V AC/DC
- **Tension de sortie** : 5 / 24V
- **Courant de sortie** : Pour bus de fond de panier (5 V DC), max 10 A, pour bus de fond de panier (24 V DC), max 1 A.



Figure II.11: PS 407 10A

9 Périphérique décentralisé : PROFINET ET 200 SP HA

Un module d'entrées/sorties décentralisées est un module autonome qui comporte des entrées/sorties. Il permet d'étendre le nombre d'entrées/sorties d'un automate et de commander à distance les E/S du module décentralisé [18] [19].

Le choix s'est porté sur la périphérie ET 200SP HA Red, pour sa vitesse étant donné l'envergure et les risques que présente le projet, sa résistance dans le milieu industriel de flexibilité, de capacité en temps réel et de robustesse, et répond également aux exigences particulières de l'industrie des procédés en matière de haute disponibilité : [20]



Figure II.12: ET 200SP HA

- Redondance sur l'interface PROFINET (S2 ou R1)
- Embase avec redondance E/S intégrée
- Remplacement à chaud en cours de fonctionnement
- Extension de la station possible en cours de fonctionnement

Le SIMATIC ET 200 SP HA Red est parfaitement adapté aux exigences de l'industrie de process. Sa conception permet jusqu'à un maximum de 56 modules d'E/S par station. Une concentration élevée jusqu'à 32 canaux sur un module de seulement 22,5 cm de largeur permettant une économie maximale. Ce dernier dispose aussi de possibilités de raccordement flexibles et de haute disponibilité grâce à des connecteurs PROFINET redondants, la redondance qui est nécessaire pour le projet.

9.1 Détermination des modules

En faisant d'abord le bilan des entrées sorties de notre système, nous pourrions déterminer le type et nombre de modules nécessaire :

Signal	Entrées	Nombre
Entrées	Numérique	120
Entrées	Analogique	8
Sorties	Numérique	110
Sorties	Analogique	1
Totale: 239		

Tableau II.5: Bilan des E/S

Le bilan total des entrées/sorties du process étant achevé en prenant en compte les E/S du diagnostic, nous pouvons choisir les modules entrées/sorties des modules ET200SP HA red adéquat à notre projet:

- 4 modules de 32 entrées numériques ,24V DC (6DL1131-6BL00-0PH) (**Figure II.13**)
- 4 modules de 32 sorties numériques ,24V DC/0.5 A (6DL1132-6BL00-0PH1) (**Figure II.14**)
- Un module de 16 entrées analogiques 24V DC/0.5A (6DL1134-6TH00-0PH1) (**Figure II.15**)
- Un module de 8 sorties analogiques 24V DC (6DL1135-6TF00-0PH1) (**Figure II.16**)
- Un module d'interface IM-155-6 PN utilisés (6DL1155-6AU00-0PM0) (**Figure II.17**)

**Figure II.13: DI 32x24VDC****Figure II.14: DQ32x24VDC/0.5A****Figure II.15: AI 16XI 2-Wire HART HA****Figure II.16: AO 8XI HART HA****Figure II.17: IM-155-6 PN**

9.2 Bilan de consommation de courant

Afin de pouvoir établir le bilan énergétique qui suit, nous avons utilisé le TIA SELECTION TOOL, le support en ligne de SIEMENS, dans lequel nous introduisons nos modules afin d'obtenir la consommation de chaque module en courant [21].

Module	Nombre	Consommation [A]		Consommation Total [A]	
		Min	Max	Min	Max
DI 32x24 VDC/ 0.5 A	4	4x0.0115	4x0.15	0.046	0.6
DO 32x24 VDC/ 0.5 A	4	4x0.06	4x0.07	0.24	0.28
AI 16XI 2- Wire HART HA	1	1x0.08	1x0.09	0.08	0.09
AQ 8XI HART HA	1	1x0.23	1x0.35	0.23	0.35
IM-155-6 PN	1	1x.07	1x0.07	0.07	0.07

Tableau II.6: Bilan énergétique des stations ET 200SP HA

Après avoir établi le bilan énergétique des stations ET 200SP HA (IM et les Modules E/S), nous avons opté pour l'utilisation d'une alimentation SITOP PSU200M.



Figure II.18: SITOP PSU300S 24 V/10 A

9.3 Configuration de la périphérie: PROFINET I/O

PROFINET (process Field Network) est une norme de communication basée sur Ethernet industriel offrant une vaste gamme d'applications. Le bus de terrain utilise TCP/IP et les normes de technologie de l'information, permettent un traitement en temps réel et l'intégration de systèmes de bus de terrain. Elle offre aussi plusieurs choix de configuration pour une meilleure flexibilité, disponibilité ainsi qu'une redondance évolutive.

Dans notre projet le choix du système de redondance et de la topologie du réseau, c'est porté vers un couplage en R1 avec topologie anneau:

- 1- Le couplage anneau est illustré dans la figure en dessous: [20]



Figure II.19: Couplage anneau

Ce dernier permet la combinaison avec la redondance du système.

- Un max de 50 appareils I/O, avec un temps de reconfiguration jusqu'à 200ms.
- Tous les appareils dans le couplage anneau doivent prendre en charge le MRP

Les avantages de cette configuration :

- Un système redondant ayant en plus cette topologie augmente considérablement la disponibilité.
- Dans les structures en anneau, la voie de signal est également maintenue, même après l'interruption d'un câble de transmission à n'importe quel niveau de l'anneau.

2- Couplage en R1 illustré comme suit:

Les deux modules d'interface de l'appareil R1 communiquent chacun avec un contrôleur I/O. Deux coupleurs sont utilisés pour relier la périphérie au système. Les coupleurs sont reliés au régulateur (CPU) correspondant du système à haute disponibilité. Dans L'environnement PROFINET IO ce type de liaison est appelé "PROFINET redondant (R1)". [20]

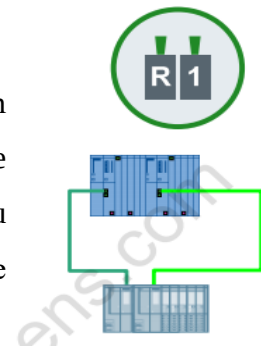


Figure II.20: Couplage en R1

3- Connexion d'un appareil de périphérie décentralisée redondante dans l'AS redondant via des anneaux avec MRP [20].

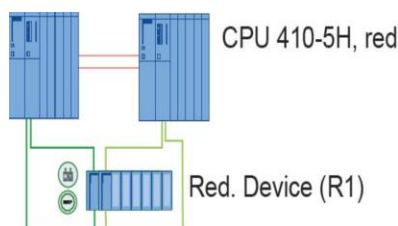


Figure II.21: Anneau MRP

10 Choix de la plateforme : SIMATIC PCS 7

Notre choix de programmation s'est porté vers le logiciel PCS 7 de par sa diversité fonctionnelle, sa flexibilité et ses performances. Ce dernier offre le potentiel nécessaire à la réalisation de solutions innovantes à la hauteur des exigences de l'industrie de process.

Grâce à sa gestion des données, sa communication et sa configuration homogènes, il offre une base ouverte pour les solutions d'automatisation. PCS 7 nous permet donc de créer des solutions personnalisées et spécifiques à un projet, adaptées à des exigences spécifiques.



Figure II.22: SIMATIC PCS7

La version utilisée sera SIMATIC PCS 7 V 9.0

11 Logiciel de supervision WinCC explorer

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine.

Le logiciel “WinCC explorer”, est un système HMI Performant utilisé sous Microsoft Windows. Ce dernier constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et la machine (installation/processus). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par les automates programmables industrielles, il établit par conséquent une communication entre WinCC et l'opérateur d'une part et entre WinCC et les stations de commande.

12 Conclusion

Le choix du matériel et de la configuration HARDWARE étant achevé après avoir bien décortiqué le fonctionnement du système. Nous pouvons passer maintenant au programme, qui sera PCS7, passant de la création du projet jusqu'à la programmation.

III Développement Software de la solution d'automatisation

1 Introduction

Après le travail effectué en amont qui consiste au choix des éléments de la station de commandes et l'établissement des organigrammes de fonctionnement de l'installation, Nous passons maintenant au développement du programme en choisissant le logiciel le plus adéquat et le plus convenable à notre projet.

2 Configuration matérielle

Avant toute chose, il faudra créer un multi-projet sur PCS 7. L'assistant "Nouveau projet" est la méthode recommandée car ce dernier fournit une assistance pas à pas pour créer un nouveau projet. L'assistant PCS 7 crée automatiquement divers objets en fonction des paramètres que nous définissons spécifiquement (CPU, nombre de CP...). Un multi-projet contient un projet AS et un projet OS et une bibliothèque, une fois créé, nous passons à la configuration matérielle [20].

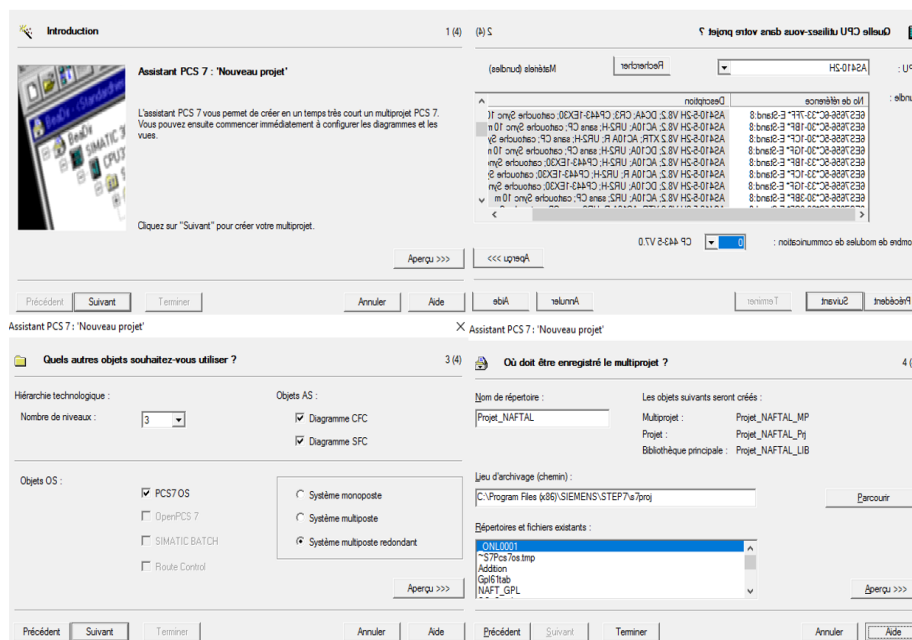
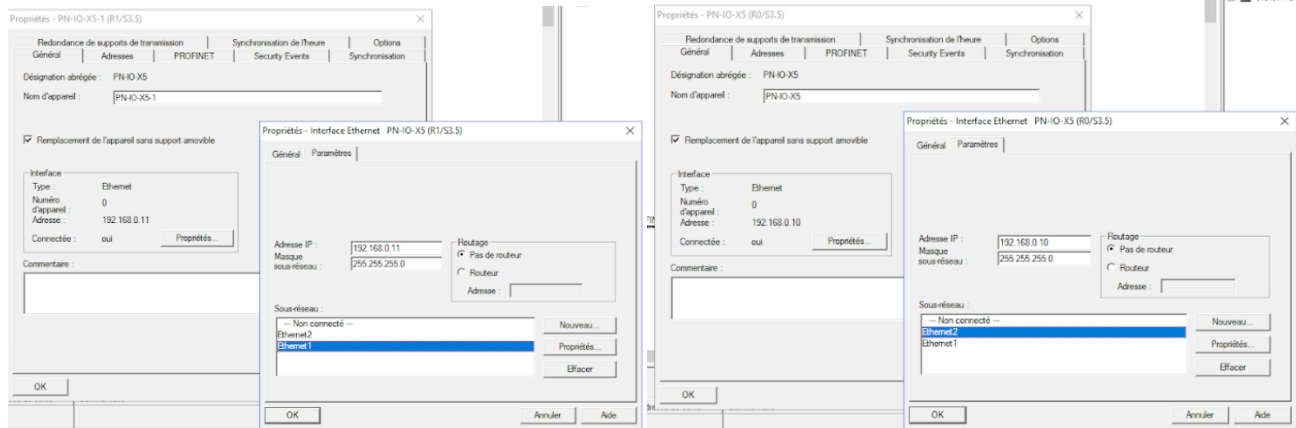


Figure III.2: Les étapes de création du Multi-projet

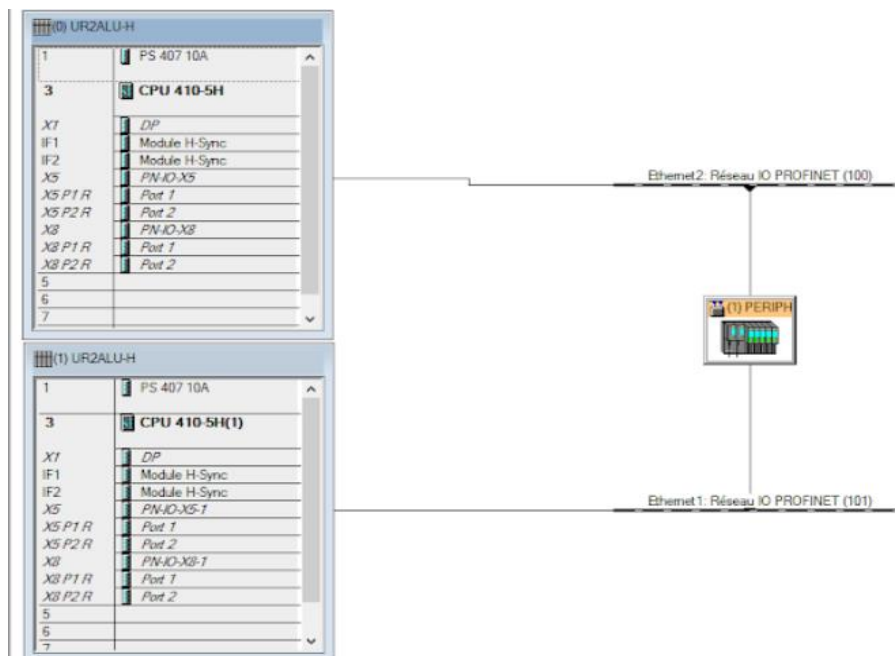
2.1 Configuration de la station AS

Nous allons maintenant ajouter la périphérie avec les modules d'E/S en affectant à chaque variable son mnémonique. Aussi nous ajouterons un CP-443-1 dans chaque rack pour connecter la Station 410-5H avec le OS-Serveur et OS-Serveur Redondant via un Plant-Bus [22].

1- Configuration du réseau pour les CPU [23]

**Figure III.3:** Configuration du réseau pour les CPU

2- Introduction de la périphérie décentralisée

**Figure III.4:** Introduction de la périphérie décentralisée

3- Configuration des adresses IP

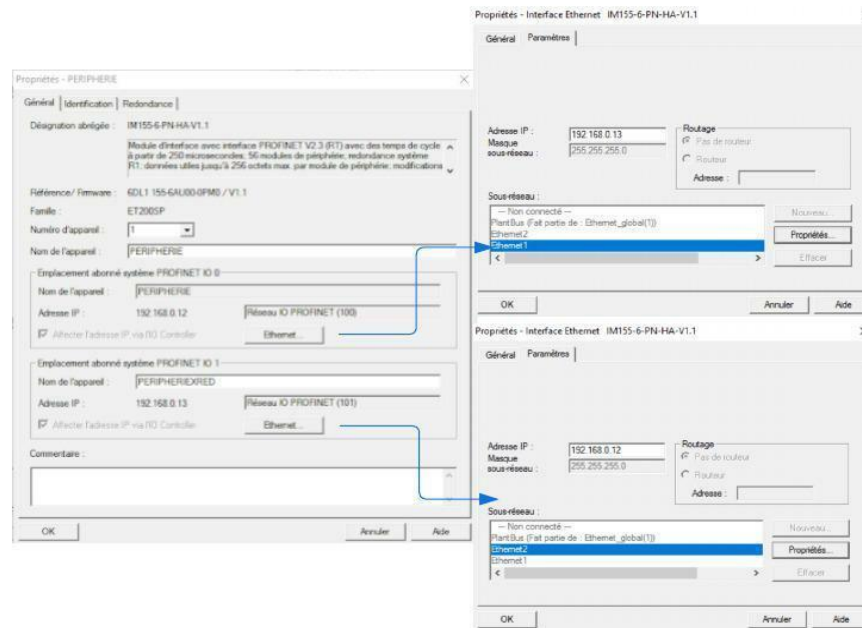


Figure III.5: Configuration des adresses IP

4- Ajout des modules E/S [18] :

Emplacement	Module	Référence	Adresse E	Adresse S	Adresse de diagnostic	Redondance	Commentaire
0	PERIPHERIE	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
X1 P1 R	Port 1 R45	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
X1 P2 R	Port 2 R45	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
1	PERIPHERIE RED	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
X1 P1 R	Port 1 R45	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
X1 P2 R	Port 2 R45	6ES7 155-6A00-0P00			16.357*		
2	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	0...7				
3	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	8...15				
4	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	16...23				
5	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	24...31				
6	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	32...39	0.0...3.7			
7	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	40...43	8.0...11.7			
8	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	44...47	12.0...15.7			
9	D132 x 24V DC HA	6ES7 131-6B00-0PH1	48...51				
10	AI16 x 12-wire HART HA	6ES7 131-6B00-0PH1	512...516				
11	AI16 x 12-wire HART HA	6ES7 131-6B00-0PH1	517...521				

Figure III.6: Ajout des modules d'entrées/sorties

5- Configuration de la topologie choisie, qui est anneau dans notre cas [20]:

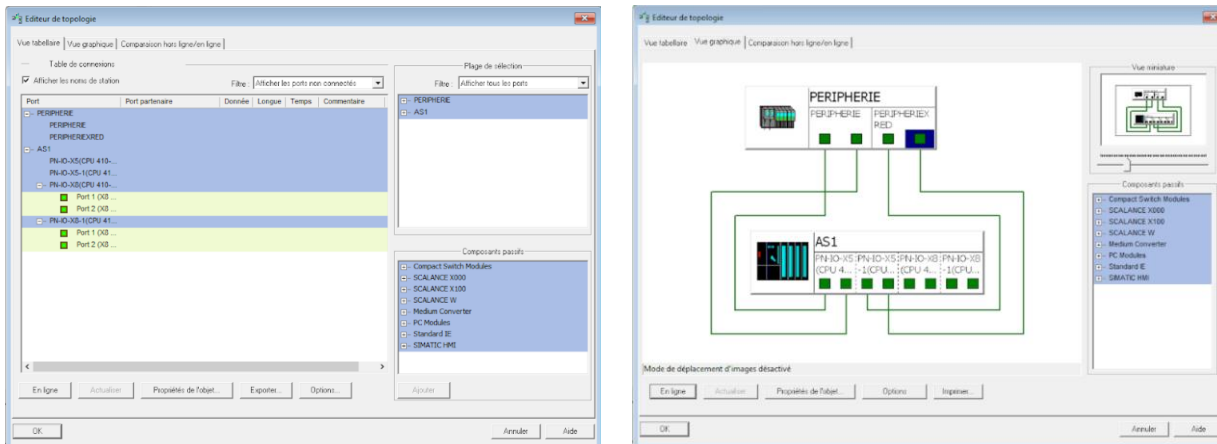


Figure III.7: Configuration de la topologie

2.2 Configuration de la station OS-Server

La station OS-Serveur doit être connectée avec la station AS-H via le réseau “PlantBus” pour cela nous allons ajouter IE general [23].

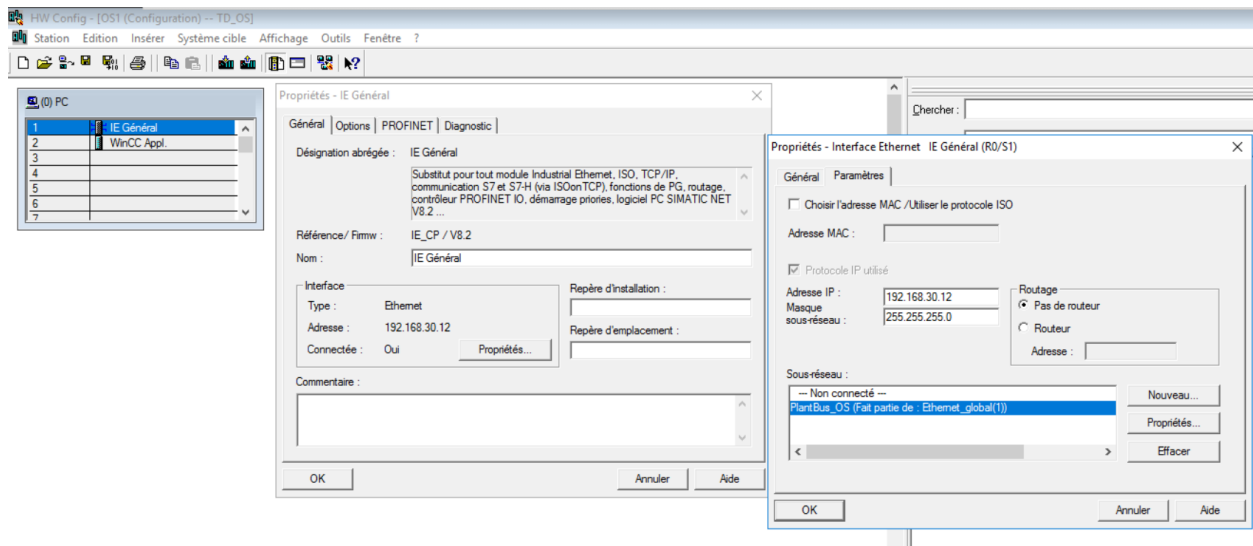


Figure III.8: Configuration de la station OS-Server

2.3 Paramétrage de réseau (Netpro)

L’outil Netpro se trouve sur le projet AS, afin de configurer le réseau qui sera comme suit:

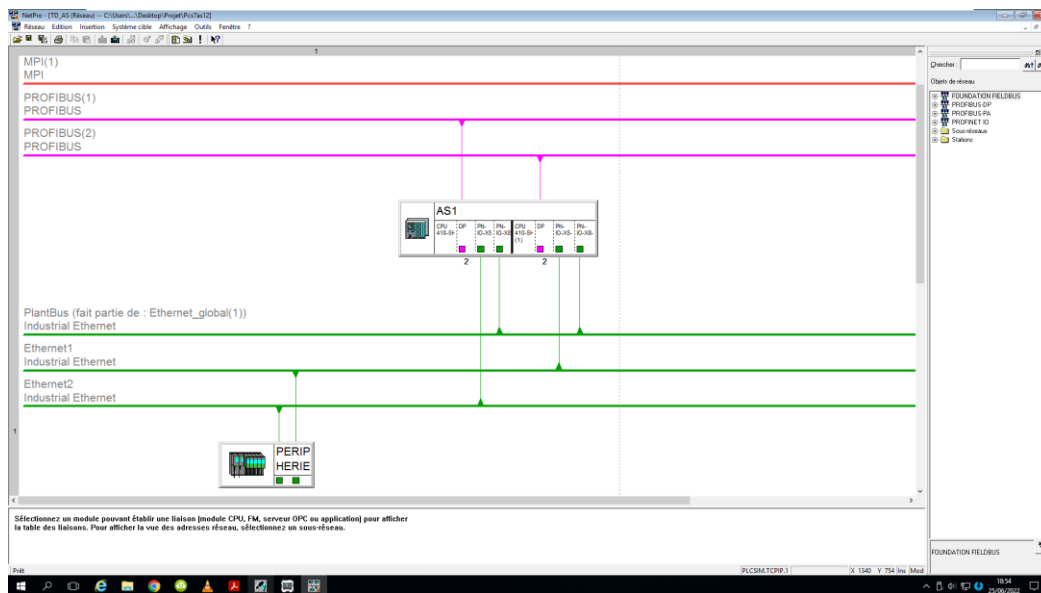


Figure III.9: Paramétrage du réseau avec l'outil Netpro

3 Mnémoniques

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'automate ; l'emploi des mnémoniques à la place des adresses améliore considérablement la lisibilité clarté d'un programme. (toute la table se trouve en **annexe D**).

Le bilan des entrées sorties se fait sur la table Excel à partir du schéma électrique de la station Alger [24] , en attribuant les mnémoniques, les adresses, le type de données ainsi que les commentaires. Une fois que cela est fait (généralement sur Excel), nous pouvons importer le tableau sur le logiciel comme suit :

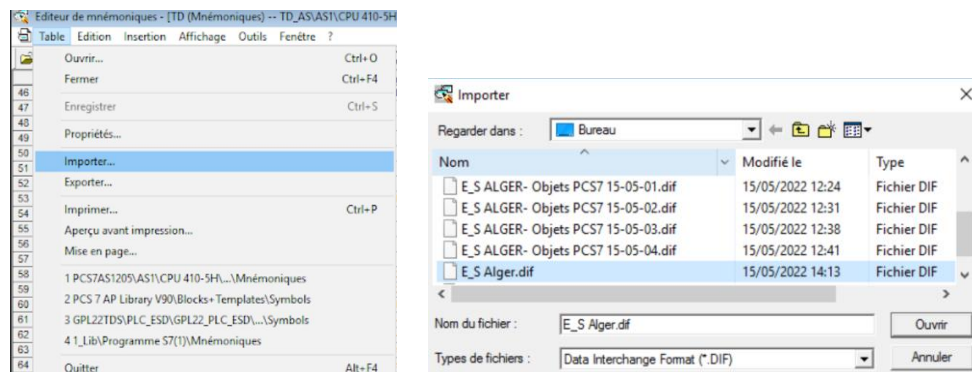


Figure III.10: Importation des mnémoniques

La table prend forme comme l'illustration ci-dessous qui représente une partie de cette dernière:

	Etat	Mnémonique	Opérat.	Type de do	Commentaire
1		CO_MOV01	A 0.0	BOOL	COMMANDE MOV 01 OUVERTURE
2		CF_MOV01	A 0.1	BOOL	COMMANDE MOV 01 FERMETURE
3		CO_MOV02	A 0.2	BOOL	COMMANDE MOV 02 OUVERTURE
4		CF_MOV02	A 0.3	BOOL	COMMANDE MOV 02 FERMETURE
5		CO_MOV03	A 0.4	BOOL	COMMANDE MOV 03 OUVERTURE
6		CF_MOV03	A 0.5	BOOL	COMMANDE MOV 03 FERMETURE
7		CO_MOV04	A 0.6	BOOL	COMMANDE MOV 04 OUVERTURE
8		CF_MOV04	A 0.7	BOOL	COMMANDE MOV 04 FERMETURE
9		CO_MOV05	A 1.0	BOOL	COMMANDE MOV 05 OUVERTURE
10		CF_MOV05	A 1.1	BOOL	COMMANDE MOV 05 FERMETURE
11		CO_MOV06	A 1.2	BOOL	COMMANDE MOV 06 OUVERTURE
12		CF_MOV06	A 1.3	BOOL	COMMANDE MOV 06 FERMETURE
13		CO_MOV07	A 1.4	BOOL	COMMANDE MOV 07 OUVERTURE
14		CF_MOV07	A 1.5	BOOL	COMMANDE MOV 07 FERMETURE
15		CO_MOV08	A 1.6	BOOL	COMMANDE MOV 08 OUVERTURE
16		CF_MOV08	A 1.7	BOOL	COMMANDE MOV 08 FERMETURE
17		CO_MOV09	A 2.0	BOOL	COMMANDE MOV 09 OUVERTURE
18		CF_MOV09	A 2.1	BOOL	COMMANDE MOV 09 FERMETURE
19		CM_P10	A 2.2	BOOL	POMPE P10 MARCHER (ARRETER)
20		CM_P20	A 2.4	BOOL	POMPE P20 MARCHER (ARRETER)
21		CM_P30	A 2.6	BOOL	POMPE P30 MARCHER (ARRETER)
22		C_ODS	A 3.0	BOOL	Operation de secours
23		C_MAN	A 3.1	BOOL	MANUEL
24		C_AUTO	A 3.2	BOOL	AUTOMATIQUE
25		C_KLX	A 3.3	BOOL	KLXION
26		C_MF	A 3.4	BOOL	automatic ver. MF
27		C-DBLC	A 3.5	BOOL	Deblocage COMMUTAT BUTANE-MF
28		C_ADU	A 3.7	BOOL	Arret d'urgence
29		SSO_MOV01	A 4.0	BOOL	MOV 01 OUVERTE
30		SSF_MOV01	A 4.1	BOOL	MOV 01 FERMEE
31		SSO_MOV02	A 4.2	BOOL	MOV 02 OUVERTE
32		SSF_MOV02	A 4.3	BOOL	MOV 02 FERMEE
33		SSO_MOV03	A 4.4	BOOL	MOV 03 OUVERTE

Figure III.11: liste des mnémoniques

4 Bibliothèque APL

Bibliothèque de processus avancés APL V9, contenant des blocs (FC, FB), un sous-dossier “Templates” qui affiche les modèles types (vanne motorisée, moteur...) prédéfinis pour les fonctions de contrôle des appareils, testés et organisés dans cette bibliothèque.

Donc, au lieu de créer notre propre logique, qui servira par exemple pour ouvrir une vanne ou démarrer un moteur, Il est très recommandé toujours d'utiliser les blocs logiques disponibles dans la bibliothèque APL PCS 7 V9, qui est l'un des atouts du PCS7 pour lequel on l'a choisi.

Nous procédons à la sélection de tous les modèles qu'on a besoin et on les glisse vers “Solutions types” dans la bibliothèque de notre projet dans la vue technologique. A partir de là, plusieurs objets (vannes, moteurs ...) peuvent être créés, devenant des CFC en glissant chaque modèle vers le dossier hiérarchisé voulu. Dans notre projet, nous utiliserons ces blocs et ces modèles [25]:

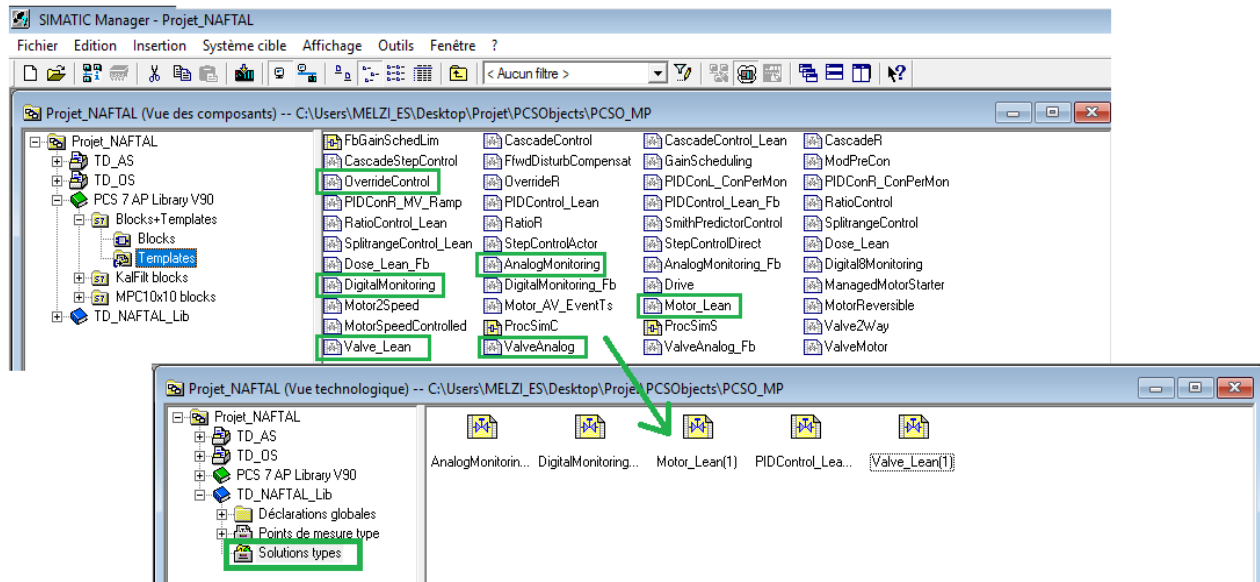


Figure III.12: Les modèles choisis de la bibliothèque

5 Mise au point de la programmation pour le contrôle

Le développement du programme se fait principalement dans “la vue technologique” du SIMATIC MANAGER. En effet, après avoir configuré l’ensemble des stations de commandes et déclarer toutes les variables utilisées dans la table mnémonique, nous développons le programme d’automatisation du fonctionnement de l’installation.

A cet effet, nous insérons un dossier hiérarchique dans **TD_AS** (nom du dossier :TD_ SIDI-REZINE) qui représente le terminal de départ d’ALGER. Afin d’organiser notre travail, nous lui avons associée deux (2) dossiers hiérarchiques :

- a- **Synoptique** : contient tous les programmes de gestion (actionneurs, capteur analogique et numérique, Temporisateur, comparateur) [20].

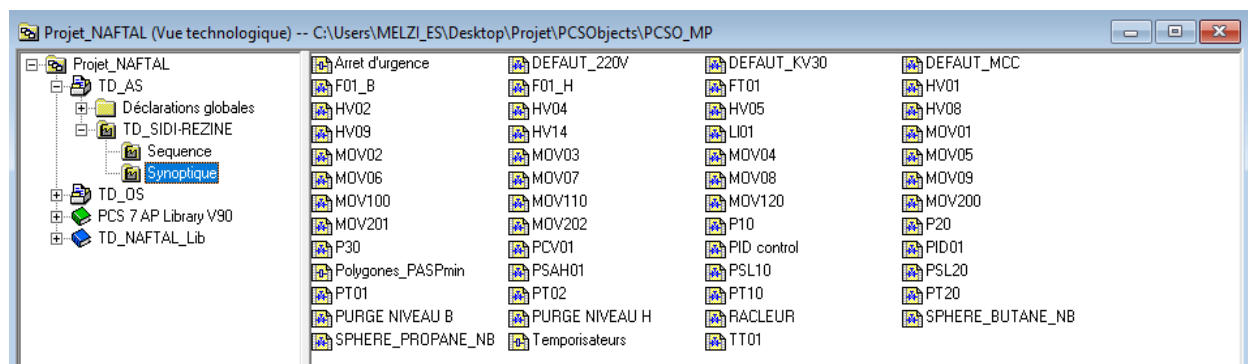


Figure III.13: Vue technologique sur dossier hiérarchiques « synoptique »

- b- Séquence :** contient tous les programmes de gestion des choix des pompes, du produit à expédier et de la provenance du produit ainsi que la séquence SFC.

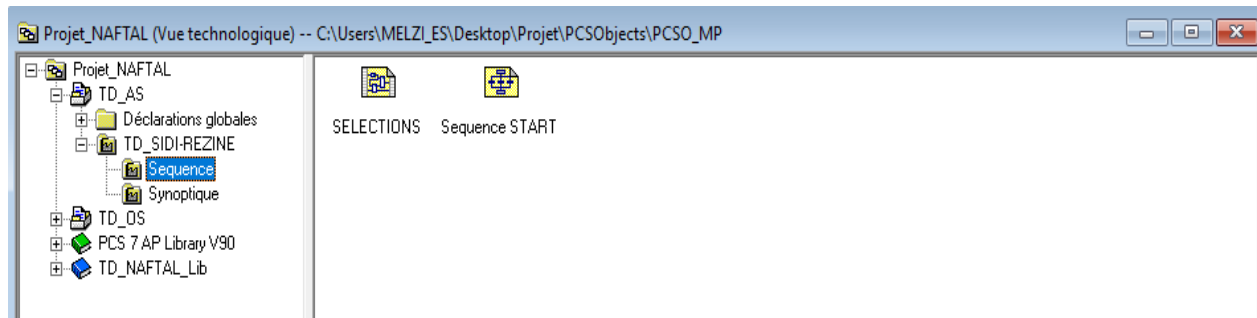


Figure III.14: Vue technologique sur dossier hiérarchique « séquence »

Chacun de ces dossiers contient des diagrammes CFC et SFC développées, nous passons maintenant à la réalisation et programmation de ces derniers.

6 Diagramme CFC

CFC (Continuous Function Chart) est un éditeur graphique basé sur le progiciel STEP7. Chaque diagramme comprend jusqu'à 26 partitions de diagramme contenant chacune 6 feuilles, une feuille se compose d'une surface de travail centrale et de marges contenant les renvois à d'autres feuilles et diagrammes [26].

On positionne sur la zone travail les blocs ou d'autres diagrammes et nous les interconnectons. Toutes les tâches que nous réalisons dans l'éditeur CFC sont automatiquement enregistrées. Dans la vue d'ensemble (vue graphique), on peut afficher toutes les feuilles. Comme exemple, la Figure qui suit illustre un diagramme CFC du moteur de la première pompe P10. Le bloc “Motor” est utilisé pour commander et contrôler la pompe d'expédition.

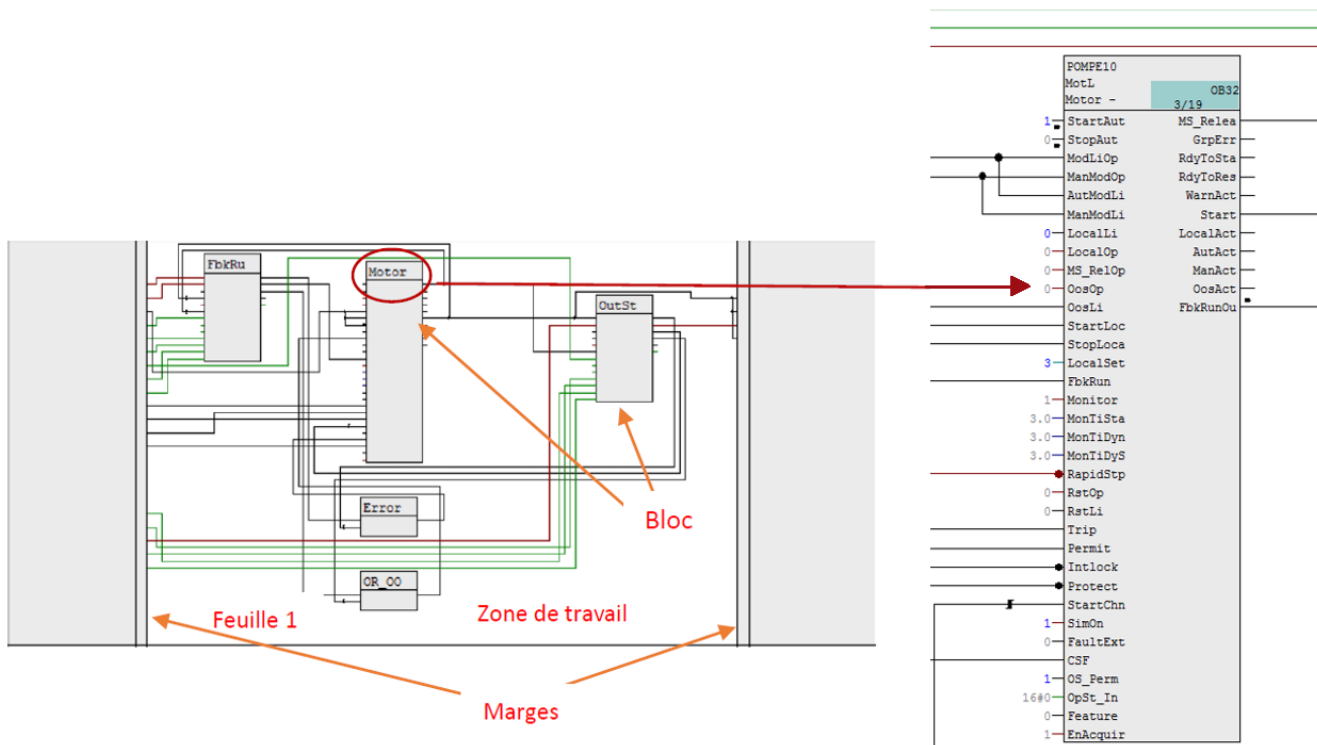


Figure III.15: Diagramme CFC d'un moteur représentatif d'une pompe

Objet	Diagrammes CFC	Blocks utilisés	Commentaires
Vanne Manuelle	HV1 /HV2/ /HV4/HV5/H8/H9/H1 4	Template APL: Valve_Lean	-Programmée en mode local -Pas de block interlock, permit, Protect
Vanne motorisée	MOV01/ MOV02/ MOV03/ MOV04/ MOV05/ MOV06/ MOV07/ MOV08/ MOV09	Template APL: Valve_Lean	En plus de blocks principaux, configurer les protections, interlock, Trip, Permit, arrêt d'urgence, Défauts MOV,
Pompes	P10/ P20/ P30	Template APL: Motor_Lean	En plus de blocks principaux, configurer les protections, interlock, Trip, Permit, arrêt d'urgence,
Variable numériques	FT01/TT01 / LI01/ PT01/ PT02/ PT10/ PT20	Template APL: AnalogMonitoring	On configure dans le bloc, les E/S, les unités de mesures, les échelles de mesures

Variables analogiques	F01_B/ F01_H/ PSAH01/ PSL10/ PSL20/ PURGE NIVEAU B/ PURGE NIVEAU H/ SPHERE_BUTANE_ NB/ SPHERE_PROPANE_ NB/ RACLEUR	Template APL: DigitalMonitoring	Configurer la couleur, les E/S
Temporisateurs	Temporisateur pour la citerne de purge, Surveillance PASP minimum P10, P20	TimerP	Afin de temporiser une opération, pour une durée déterminée selon le mode sélectionné
Polygones PASPmin	Polygones PASPmin	Polygon/ Sela02In/ CompAn02	Son rôle étant de calculer la pression minimale, la comparer aux pressions d'aspiration des pompes selon le fluide sélectionné.
Arrêt d'urgence	Commande Arrêt d'urgence	Pcs7DiIn	Pour des raisons de sécurité l'entrée 0 est considérée comme activation de l'arrêt d'urgence. il provoque l'arrêt rapide des pompes et des vannes et leurs retour à l'état normale jusqu'à après acquittement
Régulation PID	PID	Template APL: Override_Control	Il est constitué de 2 régulateurs ; Le "main" pour régler le débit, et le "Limitation" pour régler la pression.
Vanne de régulation	PCV01	VlvAnL	Cette vanne fonctionne avec une entrée analogique venant du régulateur

Tableau III.1: Choix des blocs APL utilisés pour chaque Objet

Dans cette partie nous allons parler de la programmation des objets, des blocs utilisés, et des différentes E/S. Nous prendrons un seul exemple de chaque groupe de composants [25]. Mais d'abord nous allons parler de l'un des blocs Channel les plus utilisés, et les plus importants :

a- Pcs7DiIn/ Pcs7AnIn

Ce bloc est utilisé pour les applications suivantes :

- Traitement du signal d'une valeur d'entrée TOR/analogique d'un module d'entrées TOR SM S7-300/400
- Traitement des voies d'entrée redondantes utilisé afin d'adapter le signal d'entrée des entrées
- Ce bloc permet aussi la simulation des valeurs d'entrées.

Il est utilisé pour chaque entrée numérique.

b- Pcs7DiOu/ Pcs7AnOu

Ce bloc est utilisé pour les applications suivantes :

- Traitement de signal d'une valeur de sortie TOR/analogique de modules de sorties TOR SM S7-300/400.
- Traitement des voies de sortie redondantes.

6.1 Vanne manuelle (exemple pris: HV1)

Comme nous allons utiliser les block « Valve_Lean » nous devons les programmer de telle sorte qu'ils représentent des vannes manuelles.

a- Mettre le bloc sur le monde local

Les vannes manuelles doivent être forcée en mode local, car ne peuvent pas être commandées ni en mode automatique ou manuel, seul l'opérateur peut modifier leur état en mode local.

Pour ce faire nous allons forcer les paramètres d'entrée interconnectés du block Valve_Lean comme suit :

- **LocalLi = 1** , 1=Local mode : Local operation by field signal
- **LocalSetting = 1** ou **LocalSetting = 2**, Local Mode behavior

b- Programmer la surveillance du Feedback :

En utilisant des blocks « PCS7DiIn » pour les entrées de l'état de la vanne :

- **SEO_HV01** : Signal d'entrée vanne HV01 ouverte
- **SEF_HV01** : Signal d'entrée vanne HV01 Fermée

Qui seront connecté respectivement aux paramètres d'entrée interconnectés **FbkOpen** et **FbkClose** du block Vanne_Lean.

Les sorties **FbkOpenOut** et **FbkCloseOut** du block Vanne_Lean sont utilisées comme entrées vers des verrouillages des vannes ou pompes, Mais peuvent aussi être utilisées pour commander les LED dans les pupitres, Afin de visualiser l'état de la vanne.

Figure III.16 : Block vanne manuelle HV01

6.2 Vanne motorisée (exemple pris : MOV1)

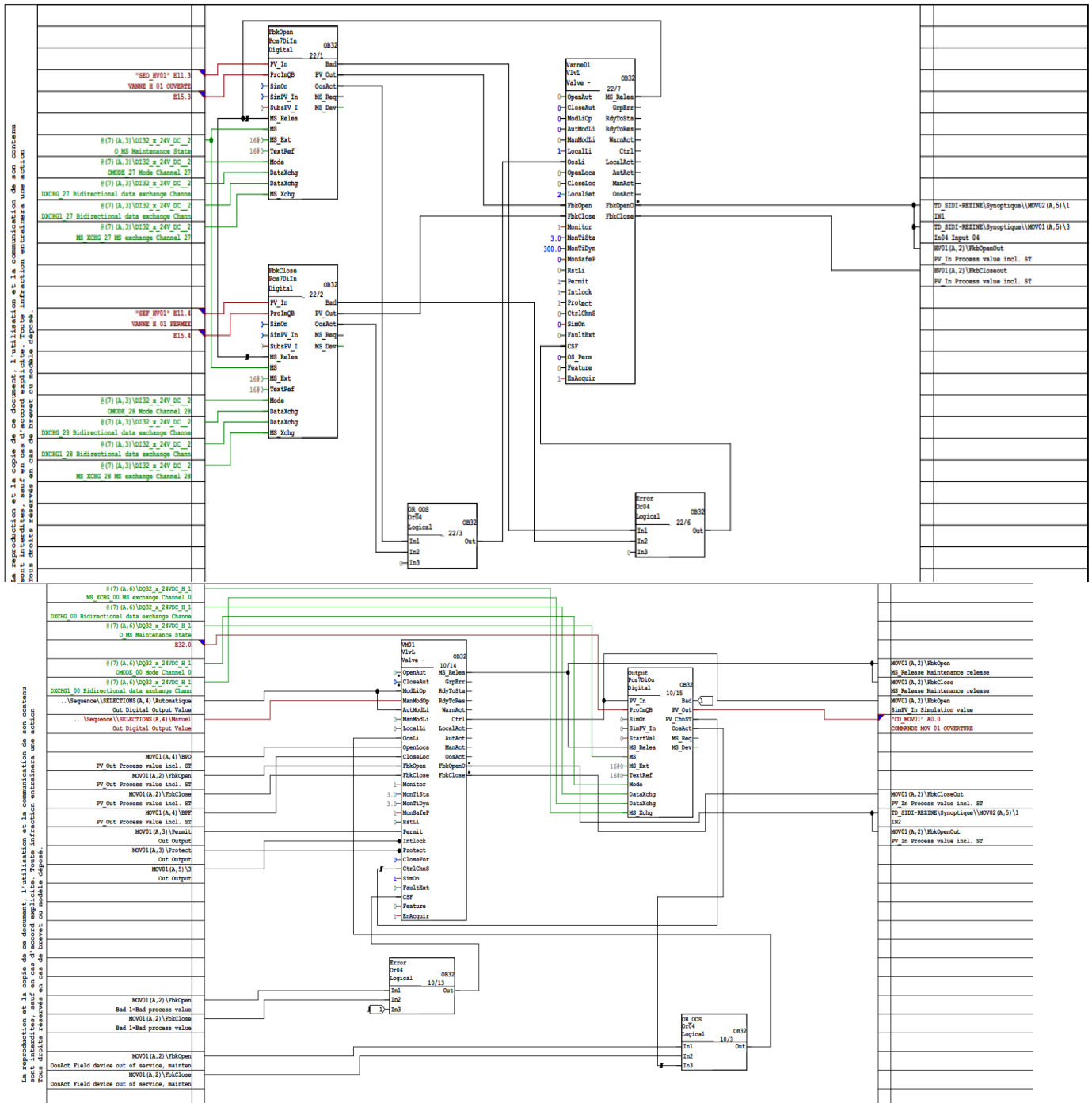


Figure III.17: Block de la vanne motorisée MOV01

a- Sélection du Mode de fonctionnement

Les entrées **ModLiOP / ManModOp / AytModLi** sont utilisées pour sélectionner les modes de fonctionnement automatique ou manuel de la vanne, à partir d'un sélecteur.

Plus de détails sur la sélection du mode opératoire dans la partie du block sélection.

b- Commande d'ouverture/Fermeture

La commande d'ouverture et fermeture de la vanne à partir du block se fait via la sortie interconnectée : **Ctrl** : Control output qui sera relié à l'entrée numérique de la vanne : **CO_MOV01** Passant par le block "PCS7DiOu".

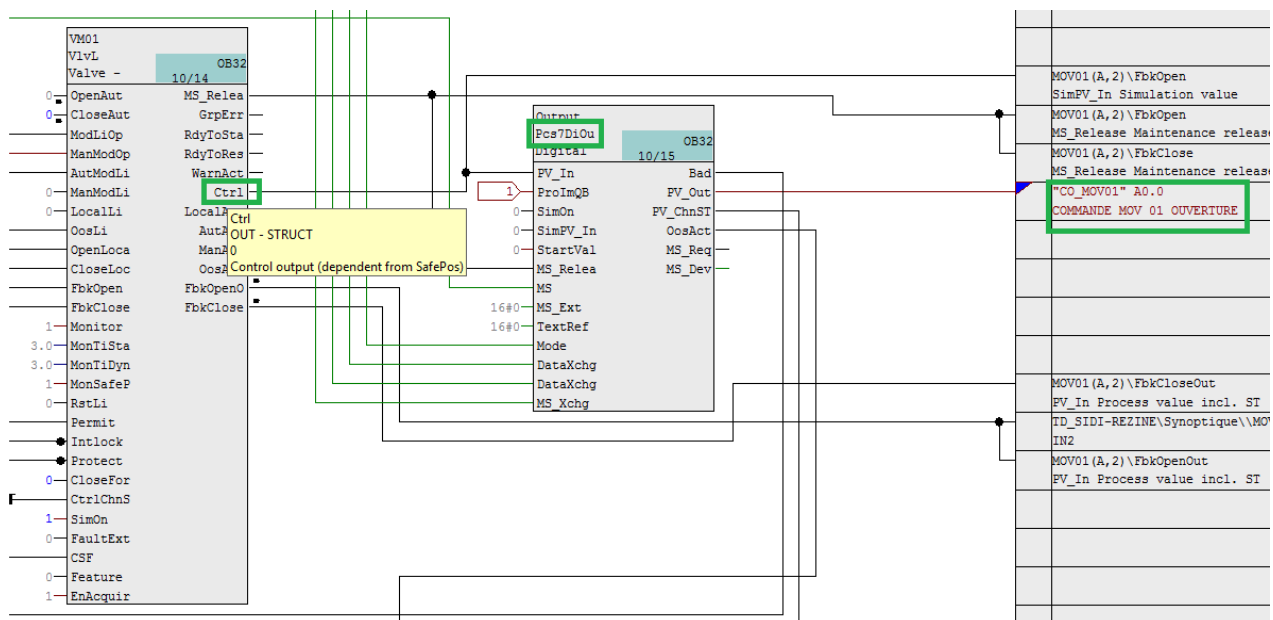


Figure III.18: Programmation de la commande OUV/FER de la MOV01

c- Feedback

Le même principe que pour HV01.

d- Verrouillage

Nous utiliserons le bloc : "Intlk08". Le bloc sert à calculer un verrouillage standardisé pouvant être affiché sur l'OS. Il existe plusieurs types de blocs selon le nombre d'entrées ; Intlk02, Intlk04, Intlk08, Intlk16.

Pour le bloc « Intlk08 » il est possible de fournir 8 signaux d'entrée au maximum pouvant être combinés entre eux par une logique binaire AND ou OR paramétrable. Nous avons utilisé la logique binaire OR.

L'état du signal de sortie est également déterminé. On peut associer à chaque valeur d'entrée une valeur analogique avec état de signal et unité pour l'indication dans le bloc d'affichage.

Le paramètre de sortie Out indique l'état actuellement présent. Dans notre cas nous avons inversé, afin de se faciliter les calculs en utilisant la logique binaire OR ; ce qui donne :

- Out = 0: état bon
- Out = 1: verrouillage

Verrouillage	Entrées
Sélection Arrivée Butane port	Int1
Sélection Arrivée Propane port	Int2
Sélection Arrivée Propane stock	Int3
HV01 Ouverte	Int4
MOV02 et MOV04 simultanément ouvertes	Int5 (sortie du bloc logique AND)
Arrêt d'urgence	Int6
Sphère Butane niveau bas	Int7

Tableau III.2: Entrée des verrouillage dans le bloc interlock de la MOV01

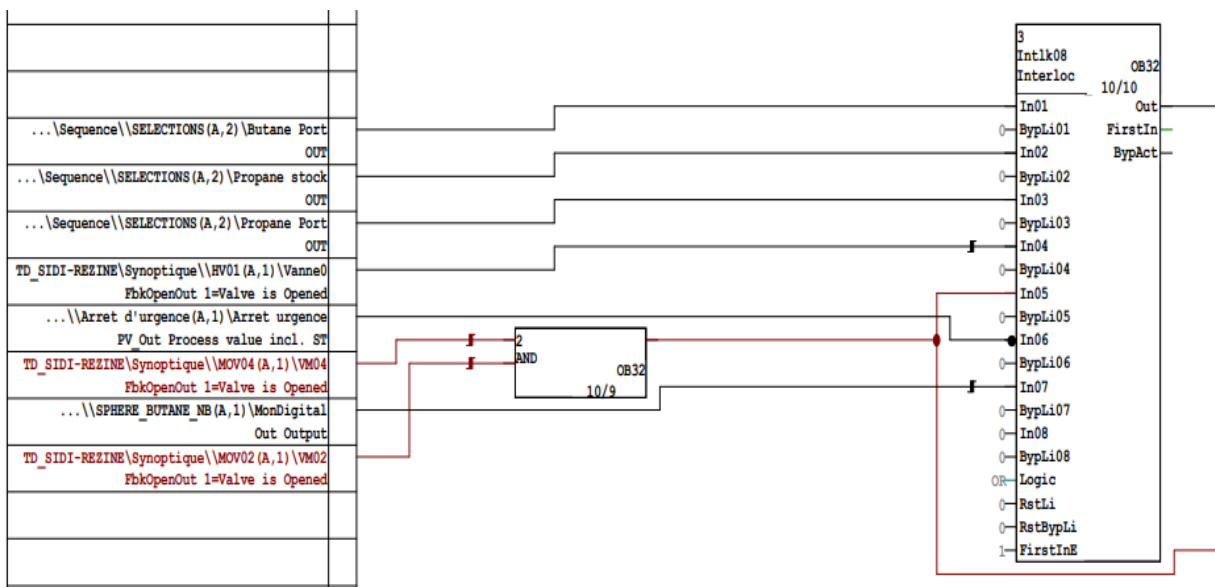
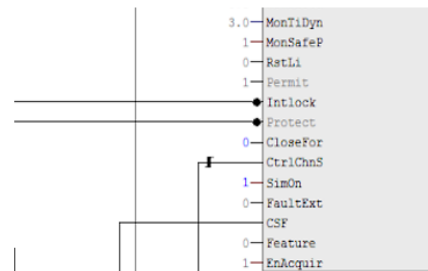


Figure III.19: Block Interlock de la MOV01

La sortie du bloc **Intlk08** sera connectée au paramètre d'entrée **Interlock** du bloc principal avec une inversion de la valeur d'entrée. **Car:** 1=Valve is not interlocked, 0=Valve is interlocked

e- Protection

Nous avons une seule entrée de protection qui est le défaut de la vanne : **DEF_MOV01** ; qui sera directement connectée au paramètre d'entrée "**Protect**" du bloc principal avec une inversion de la valeur d'entrée.

*Figure III.20: Entrées Verrouillage et protection dans la MOV01*

La même programmation s'applique pour les 8 autres vannes motorisées avec différentes modifications : verrouillages, E/S, Protections ...

6.3 Pompe (Exemple pris : P10)

Le Bloc "**Motor**" qui représente la pompe, est illustré comme suit :

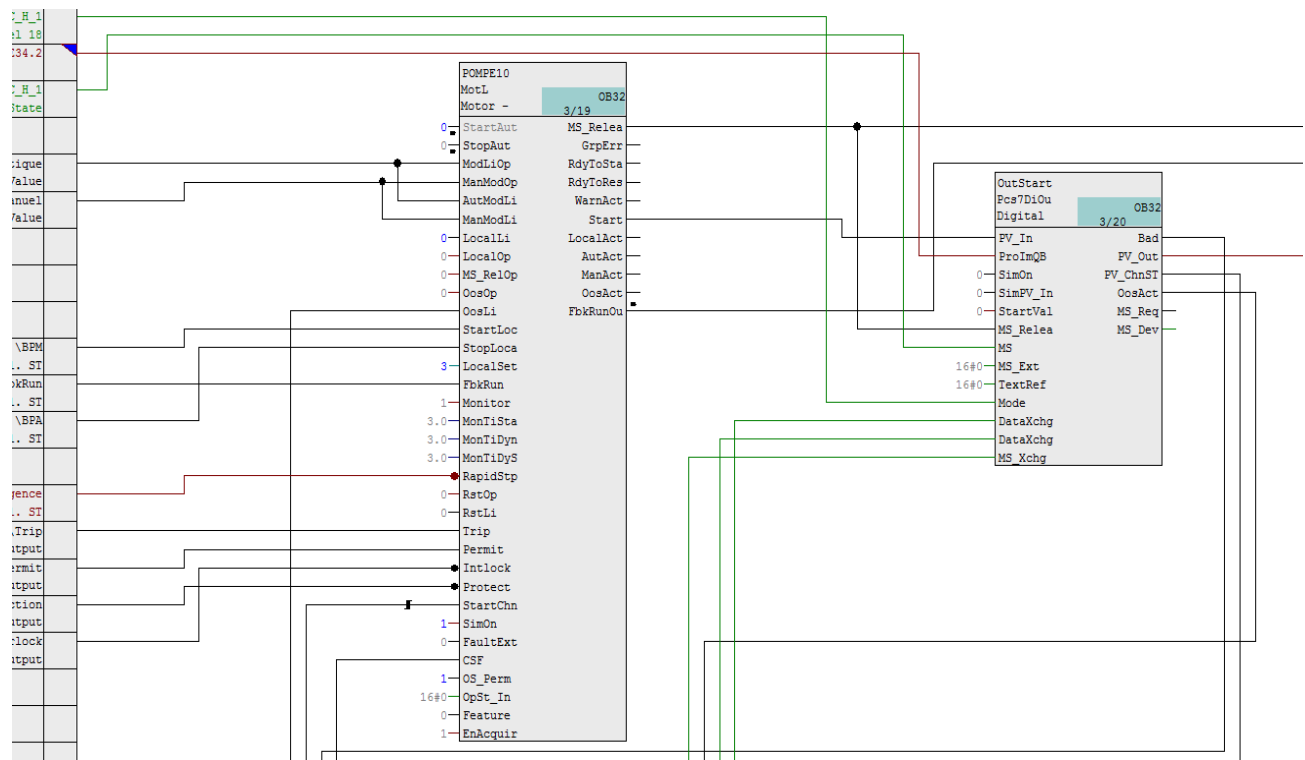


Figure III.21: Bloc pompe P10

a- Mode de fonctionnement

Pour configurer les différents modes de fonctionnement nous avons utilisés les entrées interconnectables du bloc pompe suivantes : **ModLiOp/ ManModOp/ AutModLi/ ManModLi** [25].

b- Commande de la pompe

Afin de commander la pompe à partir de son bloc, en mode manuel ou automatique, la sortie interconnectée « **Start** » du bloc MotL de la pompe 10 est utilisée et connectée à l'entrée **CMP10** (commande marche P10) de la pompe. Passant par un bloc « Pcs7DiOu ».

c- Feedback visualisation et surveillance

On utilise les connecteurs d'entrée : **FbkRun** et de sortie **FbkRunOut**. Même principe avec la HV01.

d- Les différentes protections/ verrouillages

Nous avons plusieurs types de protections pour les Pompe P10 et P20. Le but des protections pour la pompe est de la protection et la prévention des endommagements et dégâts de la pompe et de tout le pipe, mais aussi afin de maintenir la durée de vie du moteur le plus longtemps possible.

- 1) *Verrouillages* : Nous utiliserons le bloc **Intlk08**, les différents verrouillages sont énumérés ci-joint dans le tableau

Verrouillages	Entrées
P20 en marche	Int1
MOV05 fermée	Int2
MOV06 fermée	Int3
MOV07 Ouverte	Int4
MOV08 Ouverte	Int5
P20 sélectionnée	Int6
PASP avant pompe 10 basses	Int7

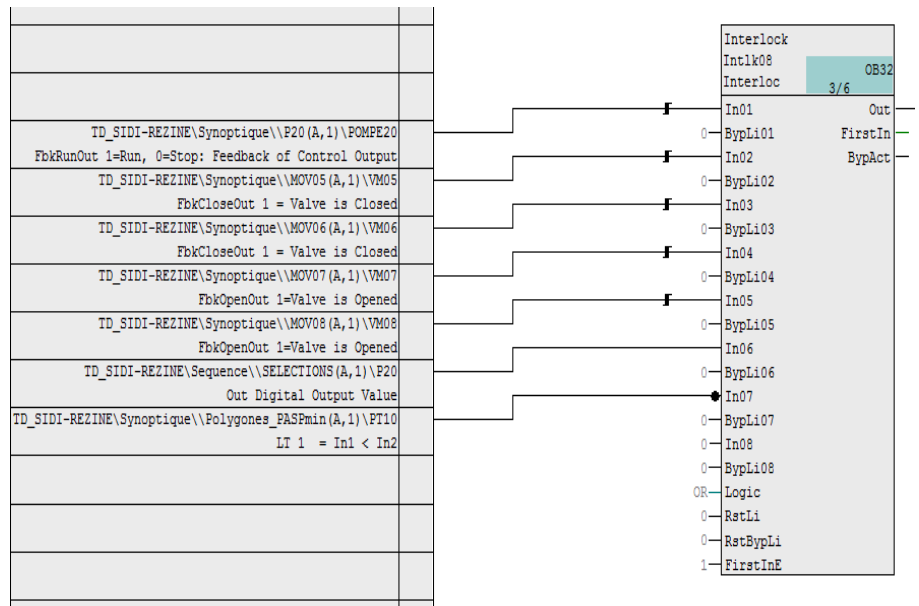


Tableau III.3: Entrées de verrouillage dans le bloc interlock

Figure III.22: Block interlock de la pompe

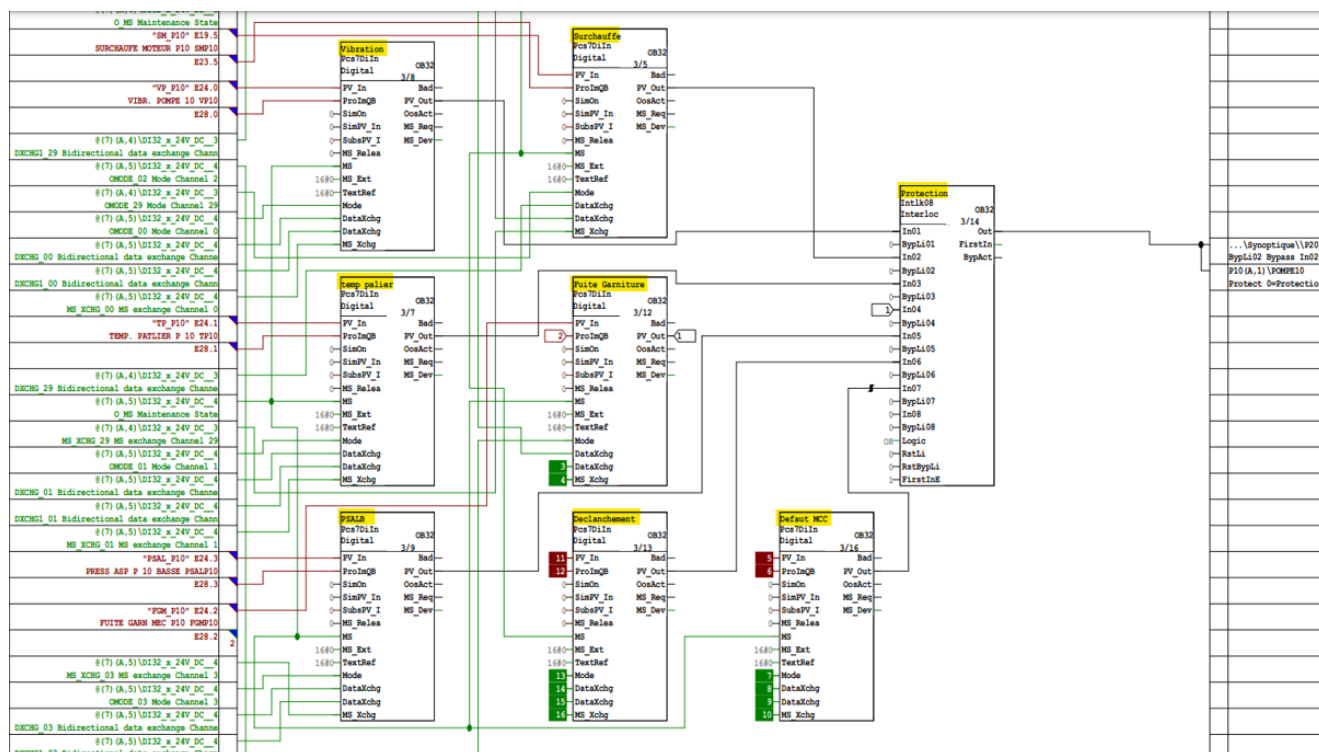


Figure III.23: Bloc Protections moteur

- 2) *Protection électrique* : Pour la protection électrique nous utiliserons le connecteur d'entrée « **Trip** » du bloc principal de la pompe. (Bloc en annexe)
- 3) *Protection Permit* : Nous utiliserons le connecteur d'entrée « **Permit** » du block principal de la pompe. Principe du type de protection Permit : l'entrée permit ne permet pas d'activer la pompe au démarrage. (Bloc en annexe)
- 4) *Autres Protections* : Nous utiliserons le connecteur d'entrée « **Protect** » du block principal de la pompe. Avec : 0=Protection activée ; 1= Protection désactivée

Nous avons 7 protections pour la pompe :

Protection	Entrées	Protection	Entrées
Vibration	Int1	Fuite garniture	Int4
Surchauffe	Int2	PSALB	Int5
Temp-Palier	Int3	Déclanchement	Int6
Défaut mcc	Int7	//	//

Tableau III.4: Entrées de Protections

e- Arrêt d'urgence de la pompe

L'arrêt d'urgence des pompes se fait via l'entrée interconnectée :

- **RapidStp**, 1= Motor Rapide stop commande.

Cette entrée permet de verrouiller la pompe et la mettre à l'arrêt ; même si l'entrée redeviens à 0, jusqu'à **acquiescement**.

- On utilise le block **Pcs7DiIn** pour connecter le signal d'entrée **BP_ADU** (Bouton poussoir Arrêt d'urgence) à l'entrée **RapidStp**.

Pour des raisons de sécurité (court-circuit, signal ne passe pas) nous prenons l'entrée :

- **BP_ADU** = 0 comme déclenchement de l'arrêt d'urgence.
- **BP_ADU** = 1 comme état normal.

6.4 Temporisateurs

Nous aurons besoins de 3 temporisations :

- Deux temporisateurs, Un temporisateur pour le calcul et la comparaison de la pression d'aspiration **PASP (PT10, PT20)** avant chaque pompe (P10, P20) avec La pression minimal dans le pipe. Temps d'attente = 30 secondes.
- Un temporisateur pour l'ouverture de la pompe de la citerne automatiquement pendant 30 seconds si le niveau haut est atteint.

Pour ce faire nous utiliserons le block CFC **TimerP**. Il sert à la transmission temporisée d'un événement d'activation ou de désactivation via le paramètre de sortie Out [25].

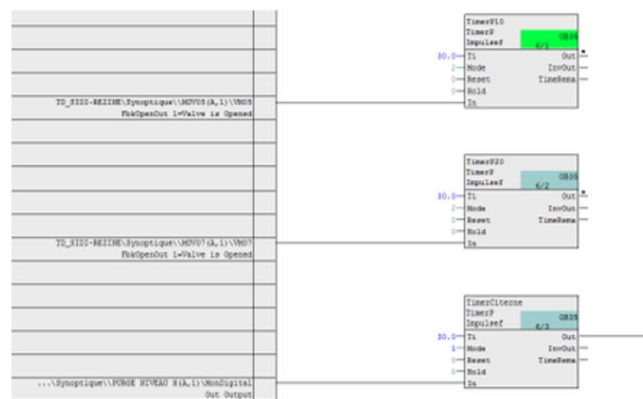


Figure III.24: Bloc temporisateur

Le block a plusieurs modes de fonctionnement [25]:

- 1- Pour la temporisation des calculs PASP, Nous utiliserons le mode = 2

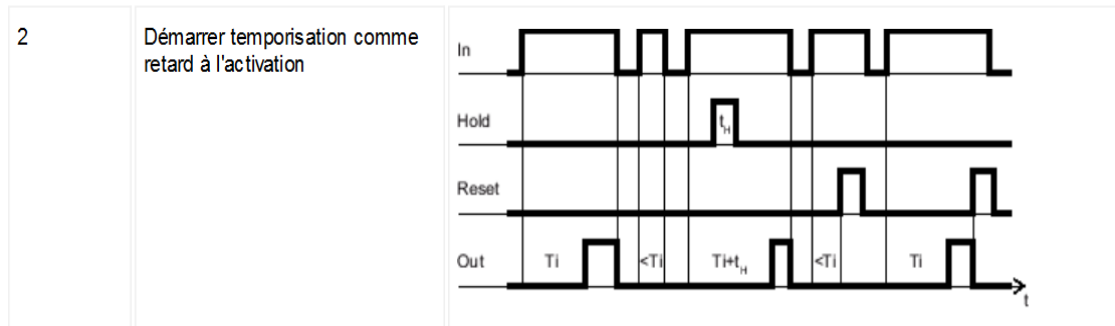


Figure III.25: Fonctionnement du temporisateur dans le Mode 2

On met $T_i=30s$, après la fin des 30 le signal de sortie block la pompe.

- 2- Pour la temporisation de P30 pour le dégazage de la citerne, Nous utiliserons le mode=1

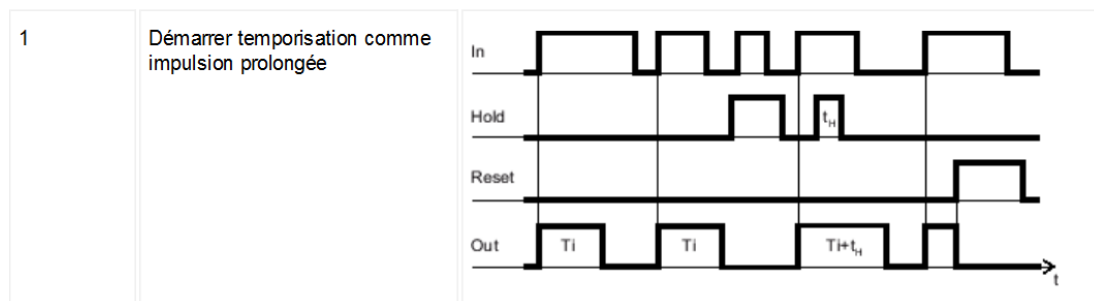


Figure III.26: Fonctionnement du temporisateur dans le Mode 1

Il démarre la pompe à $T=0$, et l'arrête après $T_i=30s$

6.5 Polygone (Exemple pris : PASPmin)

Le rôle de cet objet est de calculer la pression d'aspiration minimum admissible et la comparer aux pressions d'aspiration PT10/PT20 avant chaque pompe, en utilisant comme variable la température du pipe **TT01**, les polygones du butane ou propane selon la sélection du fluide passant dans le pipe.

Les blocs utilisés pour les programmations

- Les polygones Butane/ Propane => block **Polygon**
- La sélection => block **SelA02In**
- La comparaison avec PT10/PT20 => Block **CompAn02** (compare 2 valeurs analogiques avec sortie numérique)

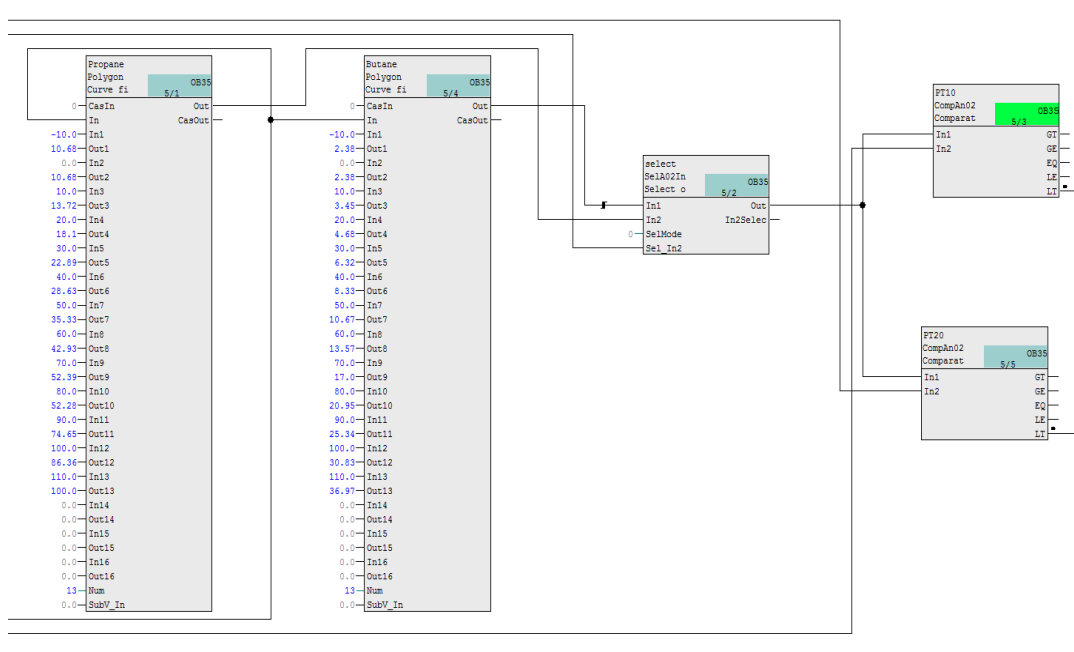


Figure III.27: Polygone de calcul et comparaison des PASPmin

6.6 Valeur Analogique (débit FT01)

Afin de visualiser les valeurs analogiques nous utiliserons le bloc “**MonAnL**”. Il permet de visualiser un point de mesure analogique en surveillant ses valeurs limites, L'augmentation du signal est également surveillée. En cas de violations des limites ou si l'augmentation du signal ne correspond pas aux exigences, des alarmes sont générées et émises.

Nous programmerons comme suit:

- Les **valeurs limites** (échelles) via le connecteur de paramètres d'entrées **PV_OpScale** (**High** = 250 ; **Low**= 0).
- L'unité de mesure, **PV_Unit**=1349 => m³/h.

Pour choisir l'unité, nous utiliserons le tableau des unités de mesure dans l'APL

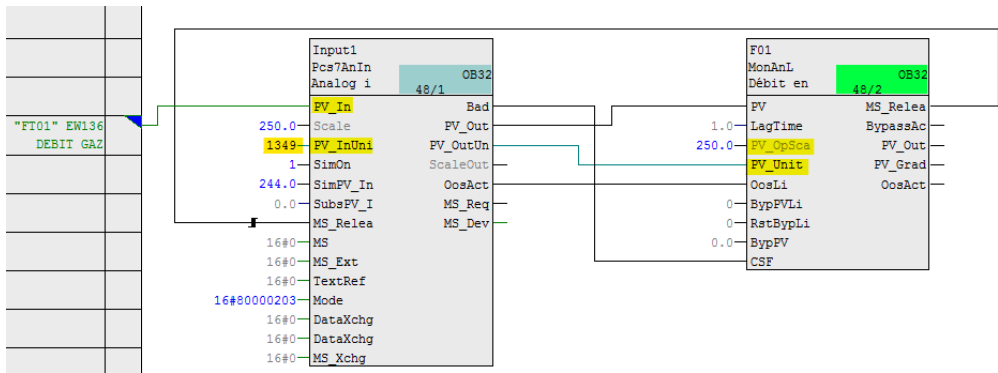


Figure III.28: Bloc de la variable analogique FT01

6.7 Valeur numérique (Niveau sphère)

Pour la surveillance d'un point de mesure TOR nous utilisons le bloc “MonDiL”.

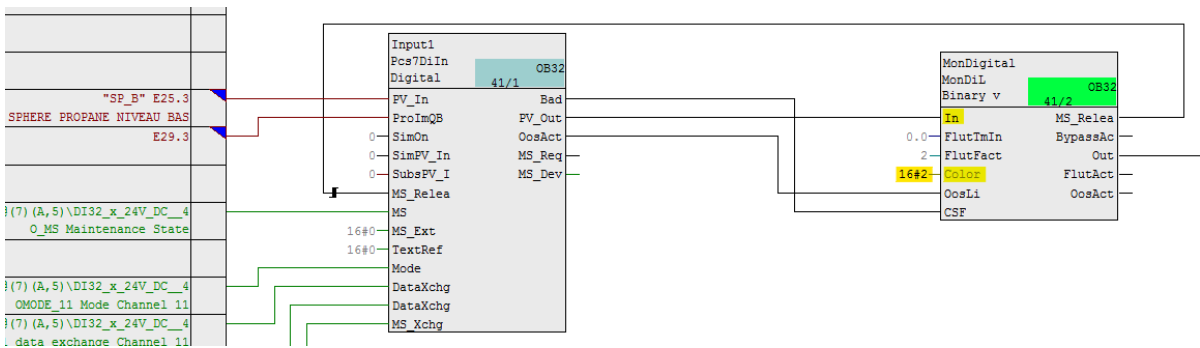


Figure III.29: Bloc de la variable Numérique Niveau sphère

Nous pouvons modifier la couleur du LED via le connecteur d'entrée **Color**. En utilisant le code couleur suivant :

Color	Couleur pour la signalisation d'état dans l'icône de bloc :
0	valeur par défaut
1	rouge (alarme)
2	jaune (alerte)
3	bleu (tolérance)
4	noir (message système)
5	vert clair (message du processus)
6	violet (requête d'intervention)

Figure III.30: Code couleur des LED des blocs numériques

6.8 Vanne de régulation (PCV01)

Nous avons utilisé le bloc : **VlvAnL** de la bibliothèque APL (**Détails en Annexe C**) [27].

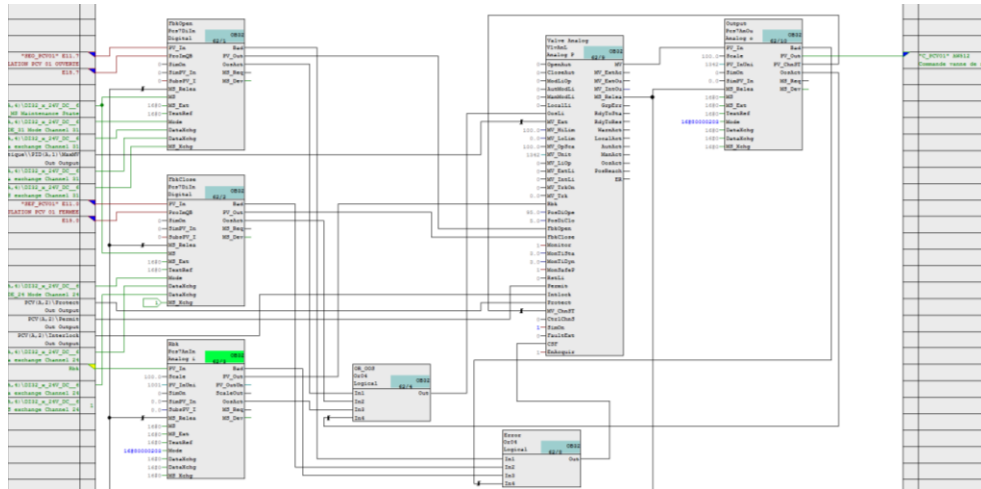


Figure III.31: Bloc de la vanne de régulation

6.9 Régulateur PID

La régulation de Débit/Pression nécessite la régulation de débit et de pression des carburants sortant du terminal, donc nous devons réguler le débit et la pression pour une même vanne, c'est la "régulation auto-sélectrice". Dans une régulation autosélectrice, deux ou plus de régulateurs doivent se partager un actionneur commun et en fonction de l'état instantanée du processus, il est décidé, à chaque cycle, qu'elle régulateurs aura effectivement accès à l'actionneur, c'est-à-dire les différents régulateurs prennent mutuellement le relais. L'objectif principal de cette régulation est d'atteindre un débit paramétré par l'opérateur, mais pour des raisons de sécurité, la pression doit toujours être maintenue dans des limites données [28].

Afin de réaliser cette régulation nous avons utilisé le modèle "OverRide Contr" fourni dans la bibliothèque APL PCS 7 V9 [29]; un modèle type qui contient :

- Deux pilotes d'entrées analogique « PCS7AnIn » pour lire les valeurs arrivées du débitmètre (noté FT01) et du capteur de pression (noté PT02).
- Un bloc **PID Main** (principale) qui sert à calculer la valeur manipulée (MV) afin d'atteindre le **débit** désiré.
- Un bloc **PID LIM** qui sert à calculer la valeur MV afin de maintenir la **pression** dans la limite donnée.

- Un bloc de comparaison qui sert à comparer les deux valeurs manipulées (MV) par les deux PID. La valeur la plus petite sera retenue.
- Un pilote sortie analogique « PCS7AnOu » qui reçoit à son entrée le MV choisi et qui le convertit en signal 4-20mA pour manipuler la vanne de régulation (PCV).

Plus de détails se trouve au niveau de l'annexe C.

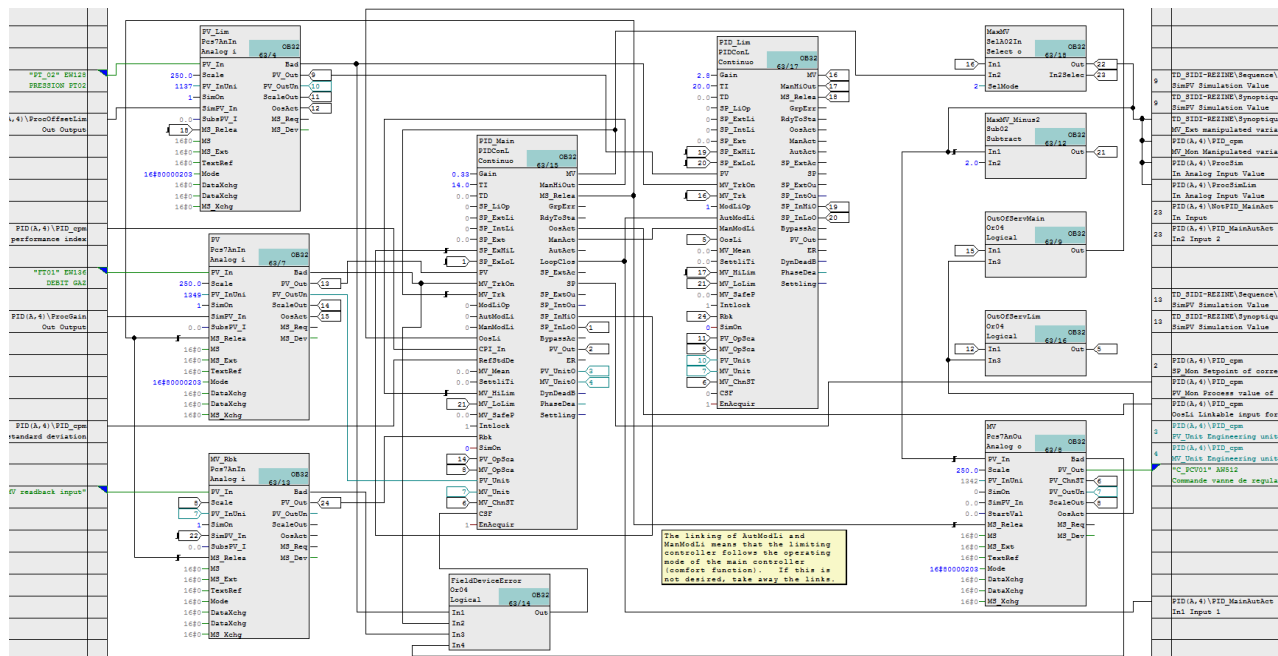


Figure III.32: Bloc du régulateur Pression et débit

6.10 Sélection

Afin que le process du pipe fonctionne correctement et pour que la séquence automatique puisse se dérouler l'opérateur a différentes sélections à faire [25] [20] :

- Sélection du choix du produit Butane/propane
- Sélection de l'arrivée du produit Stock (Sphères)/ Port

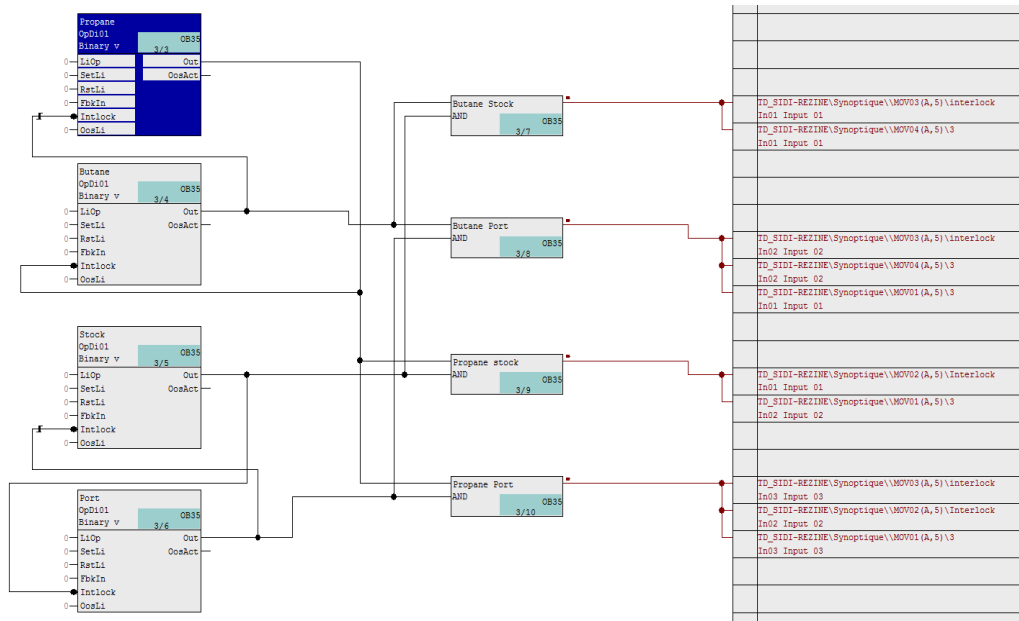


Figure III.33: *Sélecteurs du produit et du choix d'arrivée*

- Sélection choix de la pompe P10/P20.

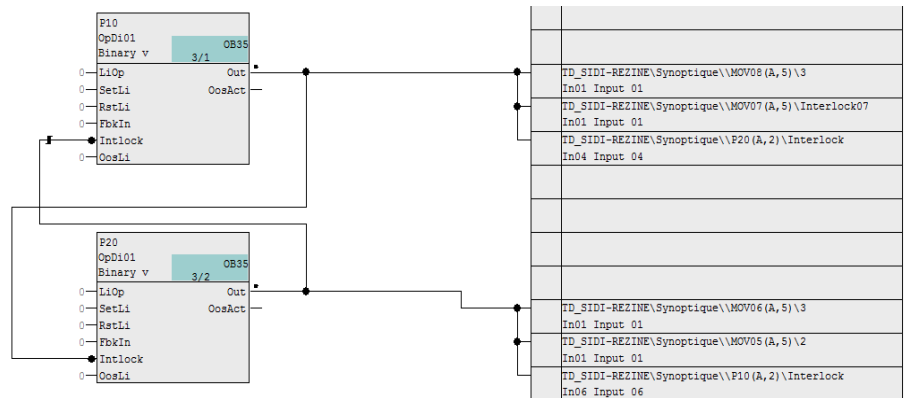


Figure III.34: *Sélecteurs du choix de la pompe*

- Mode de fonctionnement Auto/manu

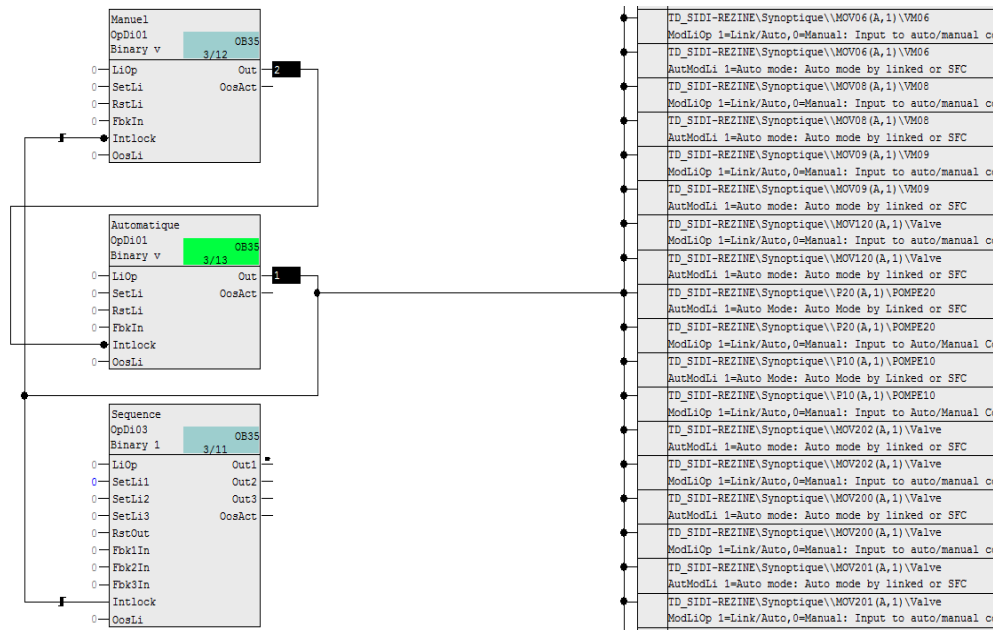


Figure III.35: Selection mode Auto/Man

Pour ce faire nous utiliserons des blocks de type **OpDi01**. Les sorties de sélection serviront d'interlock pour les actionneurs à verrouiller.

6.11 Modes de fonctionnements des blocs MOVs et Pompes

L'opérateur aura le choix de les faire fonctionner selon deux modes différents Manuel et automatique, et pourra effectuer les actions illustrées dans le tableau ci-dessous [20] :

Mode	Objet	Action
Automatique	Vanne	Ouvrir (OpenAut = 1)
		Fermer (CloseAut = 1)
	Pompe	Démarrage (StartAut = 1)
		Arrêt (StopAut = 1)
Manuel	Vanne	Ouvrir (OpenMan = 1)
		Fermer" (CloseMan = 1)
	Pompe	Démarrage" (StartMan = 1)
		Arrêt" (StopMan = 1)

Tableau III.5: Modes de fonctionnement des blocs

Pour sélectionner le mode via des interconnexions, il faut configurer les entrées ModLiOp/ ManModLi/ AutoModLi / ManModOp/AutoModOp [25].

7 SFC

Un contrôle séquentiel est un contrôleur avec une séquence pas à pas qui passe d'un état à l'autre en fonction des conditions. Le SFC (Sequential Function Chart) est un contrôle séquentiel qui est utilisé pour contrôler et traiter sélectivement les fonctions d'automatisation de base (généralement créées avec CFC) via l'état de fonctionnement et les changements d'état.

Une commande séquentielle permet de structurer des processus de production en les décomposant en une séquence d'étapes consécutives. Ces étapes définissent les actions à exécuter et donc les opérations qui doivent se dérouler dans l'installation industrielle (par exemple : mettre le moteur en marche, ouvrir la vanne...) Le passage d'une étape à la suivante est déclenché par une transition dont la réceptivité définit des conditions de franchissement (par exemple débit atteint, vanne ouverte...). (Toute la séquence en **Annexe E**)

7.1 Exemple sur la programmation des commandes

Il existe 3 types d'étapes pour la commande [30]:

- **Initialisation** : les actions configurées ici sont exécutées une fois, lors de la transition de l'étape précédente vers cette étape.
- **Traitement** : les actions configurées ici sont exécutées pour chaque cycle, jusqu'à ce que les conditions de l'étape suivante soient satisfaites
- **Fin** : les actions configurées ici sont exécutées une fois, lors de la transition de cette étape vers la suivante

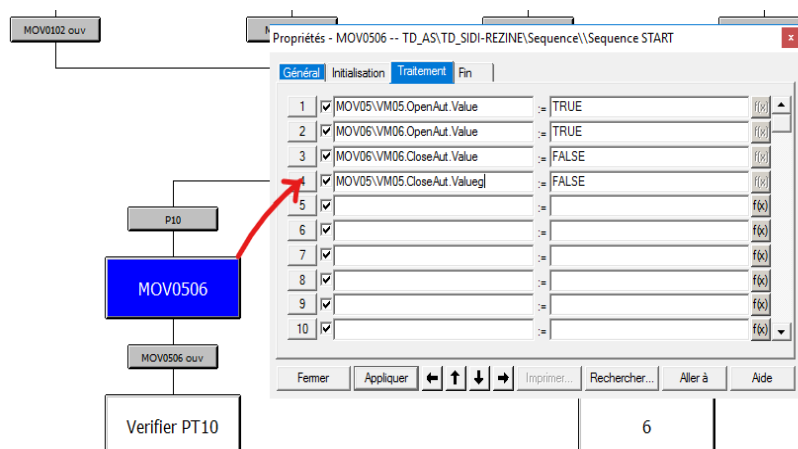


Figure III.36: Programmation des Actions dans le diagramme SFC

7.2 Exemple de programmation d'une transition

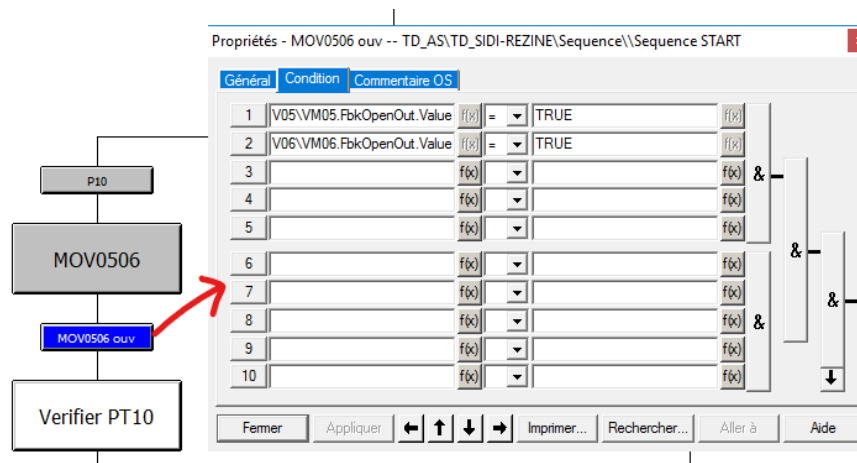


Figure III.37: Programmation des transitions dans le diagramme SFC

Notre séquence est composée de deux graphes :

- 1- Démarrage : Afin d'ouvrir les vannes, et mettre en marche les pompes
- 2- Arrêt : Afin de fermer les vannes et mettre en stop les pompes

Chaque graphe de séquence contient ses conditions de démarrages.

8 Simulation

S7 PLCSIM SIMATIC PCS 7 produit standard pour le test de fonctionnement des programmes utilisateur CFC / SFC sur PC / PG [20]. Dans S7-PLCSIM, nous pouvons exécuter et tester notre programme utilisateur PCS 7 dans un automate programmable logique virtuel (API).

La simulation est exécutée sur notre PC en tant que partie optionnelle du système d'ingénierie ES, nous n'avons pas besoin de matériel S7 (CPU ou modules de signaux).

Nous pouvons simuler différentes valeurs d'entrées via le PLCSIM, comme les entrées des vannes manuelles, l'arrêt d'urgence, LI01 pour la citerne de purge, les défauts/protections...

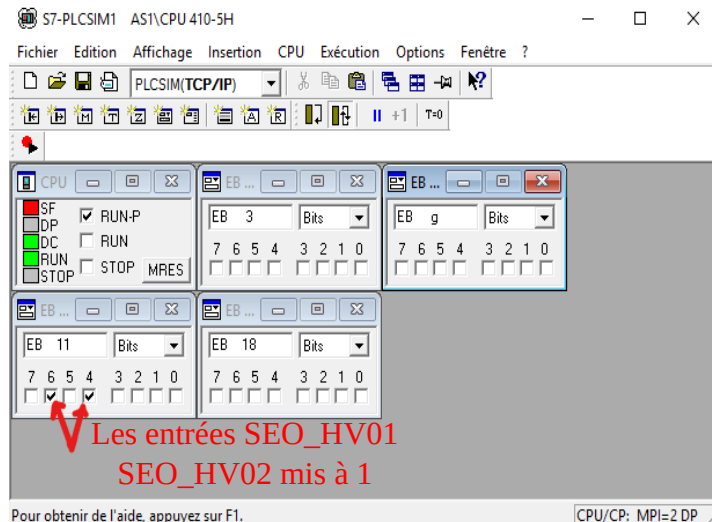


Figure III.38 : Simulation avec S7 PLCSIM.

Nous pouvons également tester les objets CFC et SFC en passant au mode test.

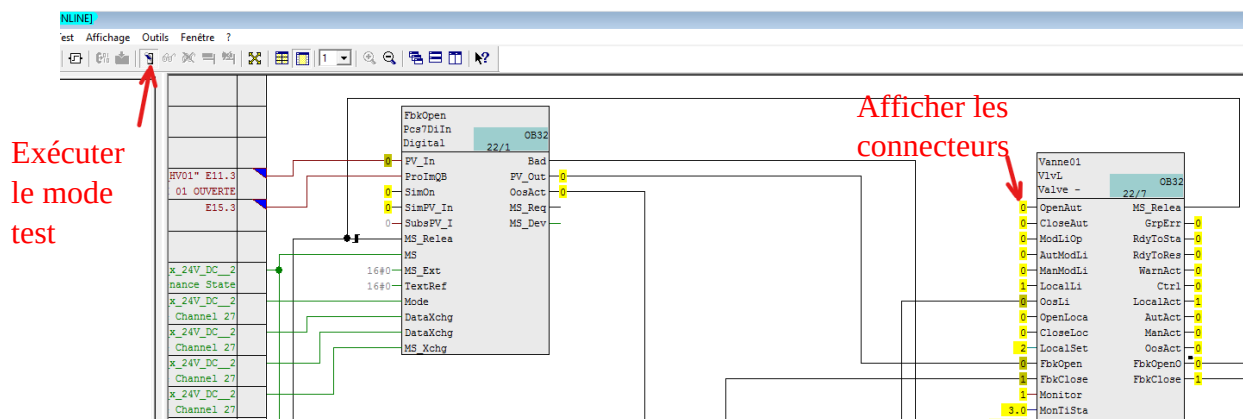


Figure III.4 : Activer mode test sur CFC

9 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons établi l'organigramme du site TD-ALG. Nous avons détaillé la partie structuration du programme de la solution d'automatisation. Nous avons intégré une régulation pression et un programme de sécurité assurant ainsi la protection des installations. Dans le prochain chapitre, nous aborderons la solution de supervision de l'ensemble du site en utilisant WINCC SCADA.

Chapitre VI : Commande et supervision du process

1 Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons proposé une configuration réseau et l'architecture de la station en définissant le matériel hardware nécessaire. Nous avons aussi développé le programme utilisateur de la solution d'automatisation sur PCS7 V9. Dans ce chapitre nous proposons et élaborons la solution de supervision et de commande de la station TD-ALG en utilisant la plateforme WINCC explorer. Ainsi, l'opérateur pourra plus aisément réaliser la conduite du processus (surveillance à distance de processus, détection des défauts ...).

2 Développement des vues :

Le développement des vues de notre projet se fait en utilisant "l'éditeur WinCC Graphics Designer". Nous passerons donc à la configuration des affichages du processus avec des textes et des graphiques statiques, nous insérons des éléments d'image dynamiques et nous les associons à des variables. Nous utilisons "l'éditeur Graphics Designer" pour concevoir les vues de notre projet.

Avec le WinCC Graphics Designer nous pouvons :

- Dessiner la partie statique : tuyauteries, Citerne, Sphères de stockage, filtres,
- Ajouter des Textes, modifier les couleurs
- Associer des variables à des objets statiques tels que : Le gradateur de la citerne avec le niveau de la citerne LI01
- Les objets programmés s'afficheront automatiquement dans la vue : variables numériques / analogique, Pompes, Interlock ...
- Nous pouvons modifier le type/formes des blocs créés (forme des Vannes, pompes)

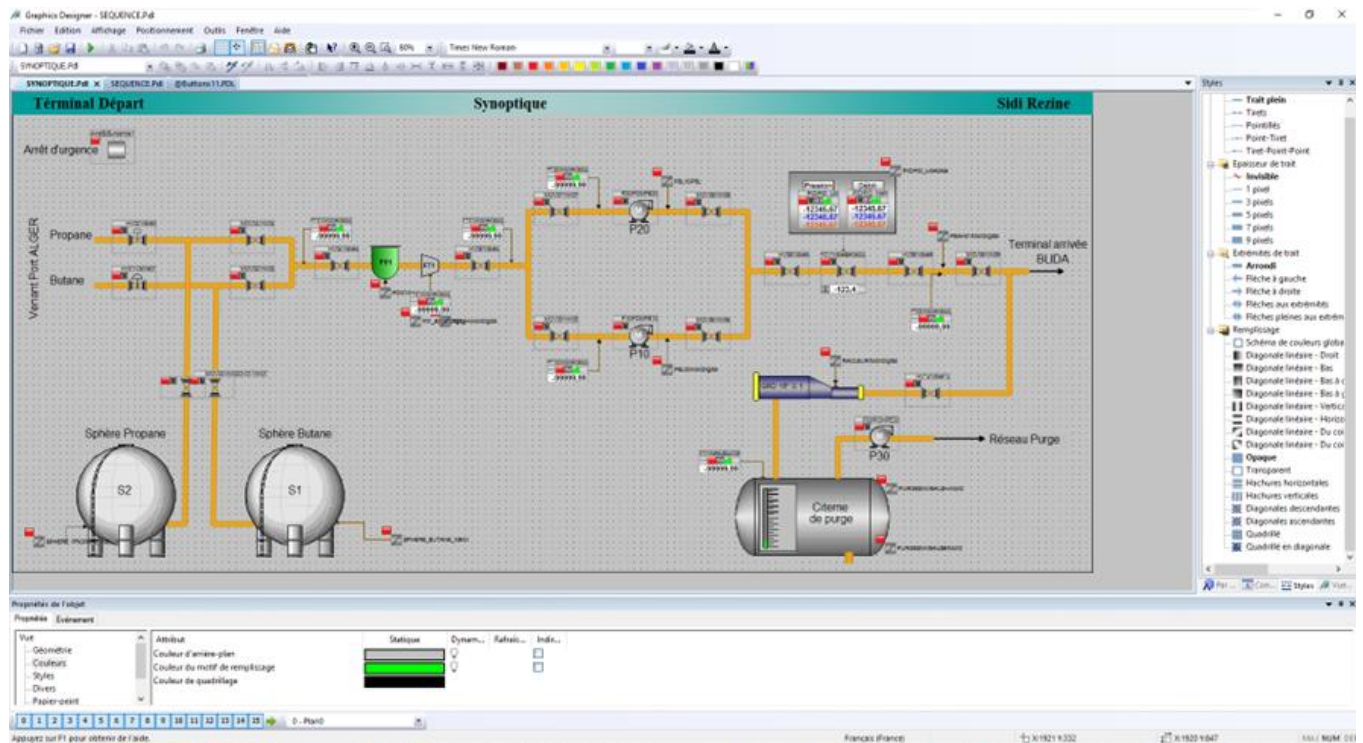


Figure IV.1: WinCC Graphics Designer

Notre Projet est constitué de vues : **Synoptique** et **Séquence**

2.1 Vue synoptique

C'est l'une des vues les plus essentielles de la supervision, elle fournit une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des moyens de production/transport de l'unité. Elle permet aussi à l'opérateur d'interagir avec le processus et de visualiser le comportement et d'intervenir en cas d'une anomalie.

Elle contient la représentation graphique du processus TD-ALG qui englobe toutes les parties du process: filtration, expédition, lancement des racleurs, système de purge et régulation. Nous avons aussi l'apparition des vannes automatiques et manuelles, les pompes d'expédition P10 et P20 qui interviennent dans l'expédition des carburants et les données arrivant des capteurs analogiques et TOR.

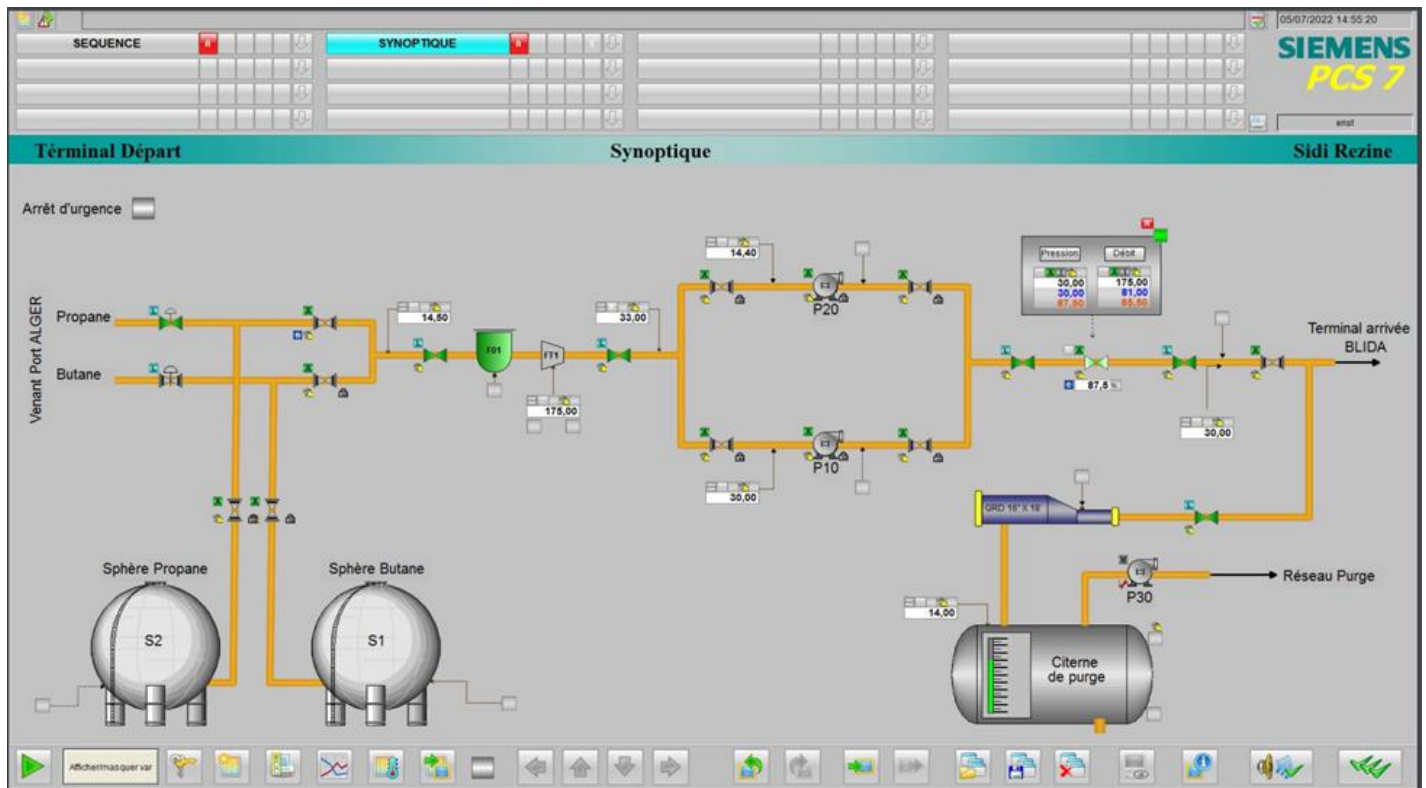


Figure IV.2: Vue synoptique

Au niveau de cette vue nous pouvons également visualiser chaque objet, sélectionner son mode de fonctionnement, le commander en mode manuel, visualiser les alarmes de chaque objet, les verrouillages, les protections, les arrêts d'urgence et faire les acquittements.

2.1.1 Bloc Pompe/Vanne

Nous pouvons en cliquant sur l'icône de l'objet visualiser le bloc d'affichage :

- 1- La sélection du mode de fonctionnement
- 2- La commande de l'objet (ouvrir/fermer)
- 3- La possibilité de Bypasser les verrouillages
- 4- Visualisation des Alarmes et historique des alarmes
- 5- Activation de la simulation

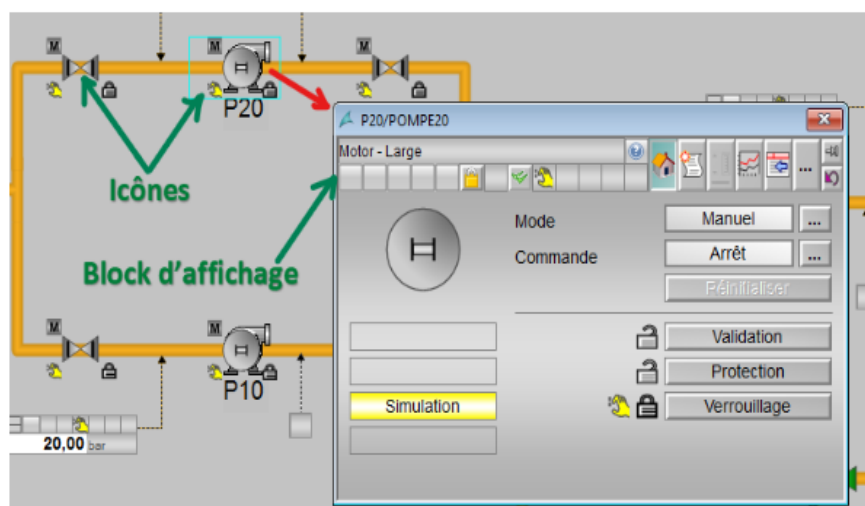


Figure IV.3: Bloc d'affichage de la pompe

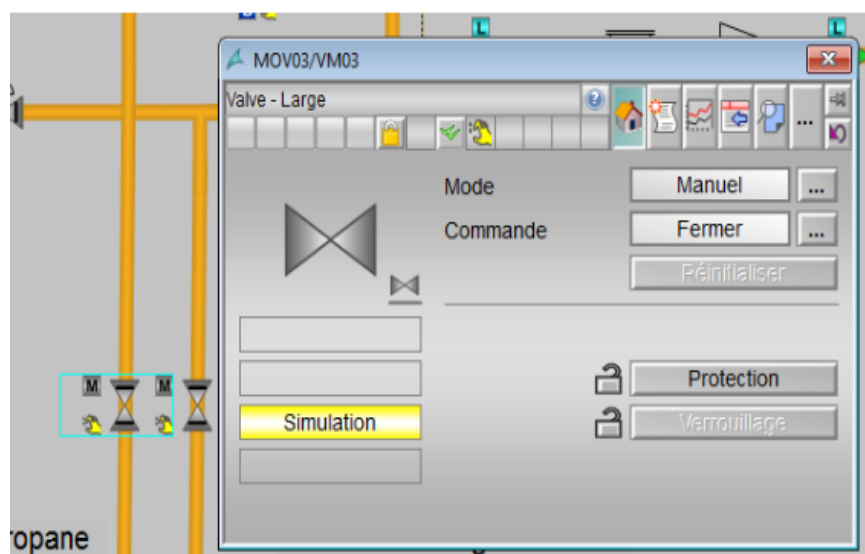


Figure IV.4: Bloc d'affichage de la vanne

6- Visualisation des verrouillage/Protection/ Validation (pour les moteurs)

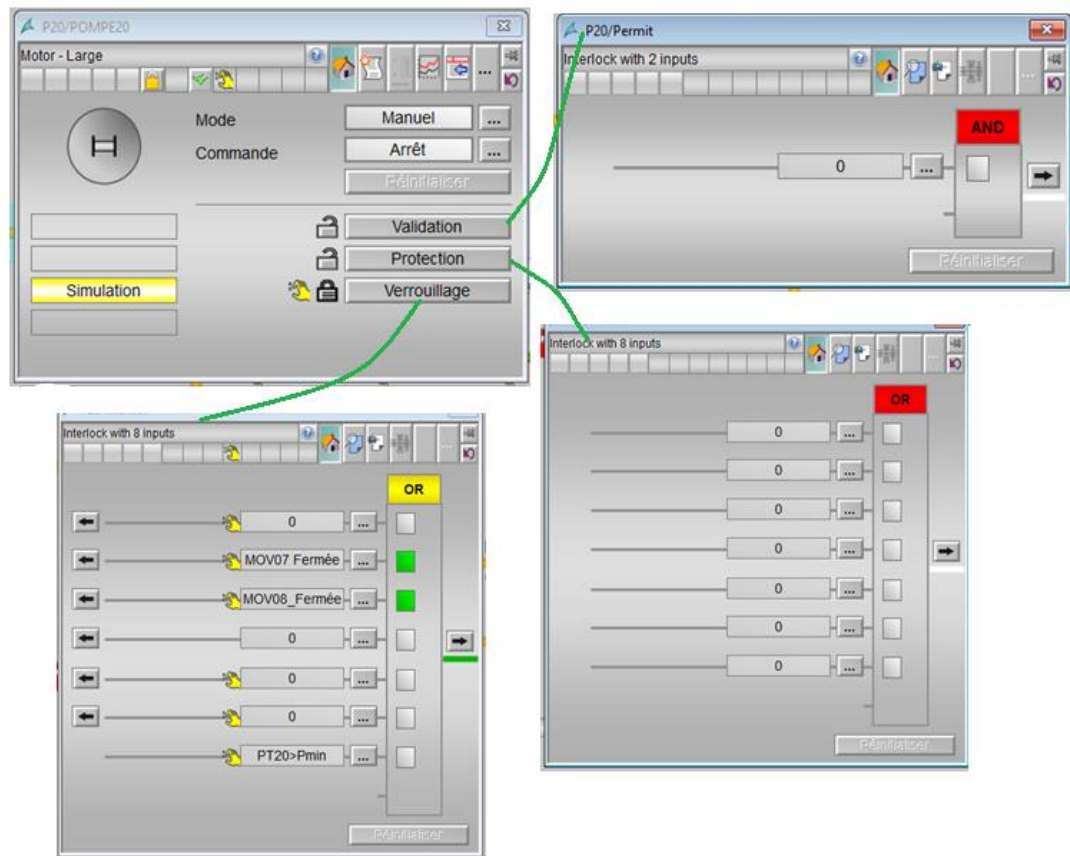


Figure IV.5: Vue des blocs Protections/Interlock/ permit

2.1.2 Bloc mesure Analogique et numérique

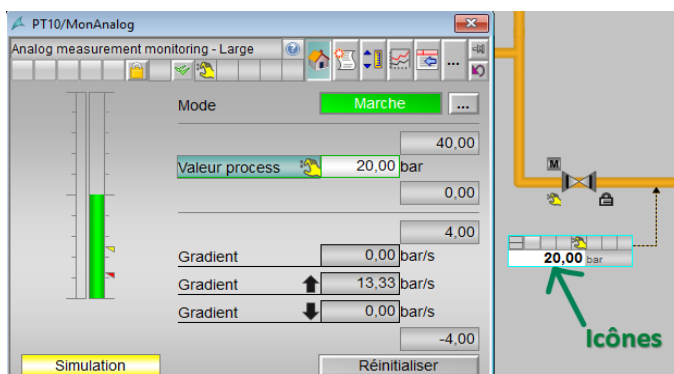


Figure IV.6: Bloc d'affichage de la valeur analogique

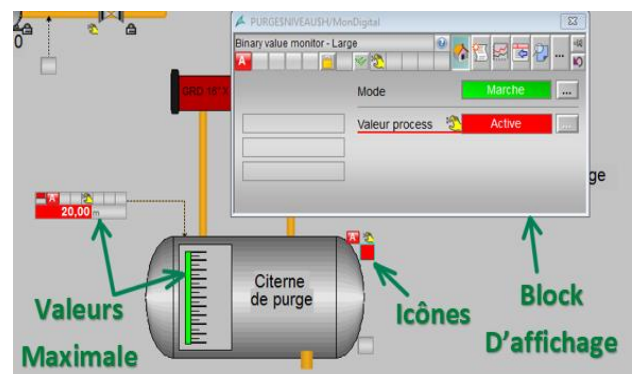


Figure IV.7: Bloc d'affichage de la valeur numérique

2.1.3 Etats des blocks

Les vannes et moteurs sont soit en marche (**Figure IV.8**) soit à l'arrêt , arrêt et verrouillage (**Figure IV.9**), arrêt d'urgence, hors service...

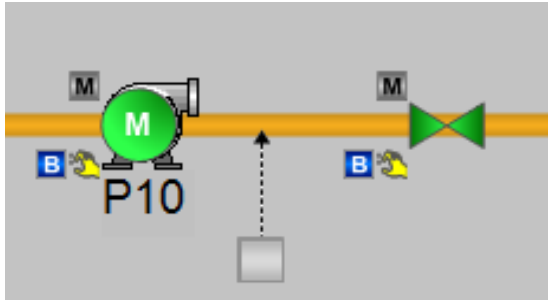


Figure IV.8 : Vanne Ouverte/
Pompe en marche

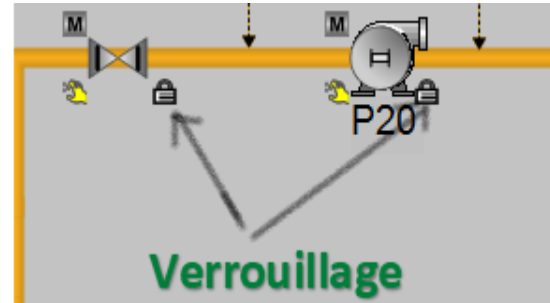


Figure IV.9 : Vanne Fermée/ pompe
à l'arrêt (avec verrouillage)

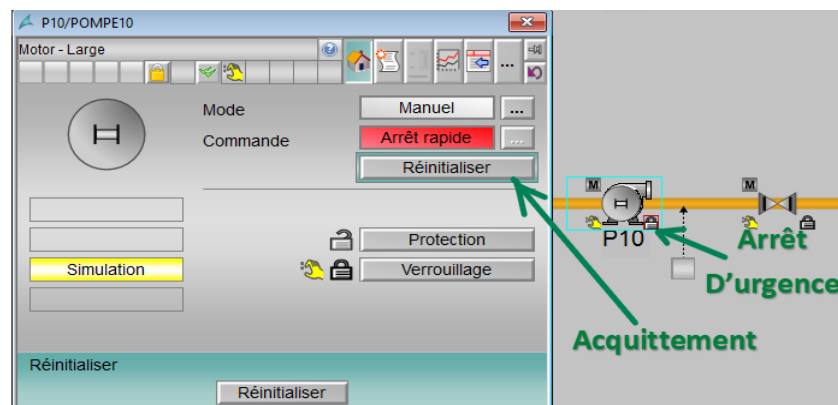


Figure IV.10 : Arrêt d'urgence

2.2 Vue séquence

Elle contient les différents choix que l'opérateur peut sélectionner pour la gestion du mode de fonctionnement, de provenance du produit, pompe à utiliser. Ainsi que la séquence de démarrage et d'arrêt.

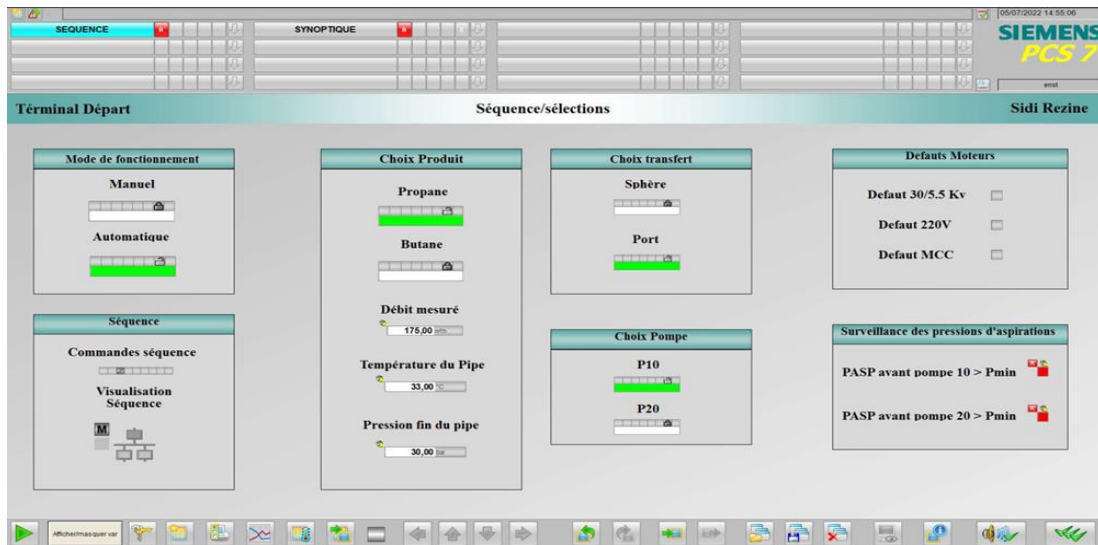


Figure IV.11 : Vue séquence

2.2.1 Les blocs d'affichage des sélections

Le mode de fonctionnement, le choix du produit à expédier ainsi que le choix des P10 et P20 et la provenance du produit (port/stock) peuvent être activés à partir des blocs d'affichages illustrés sur la figure ci-dessous.

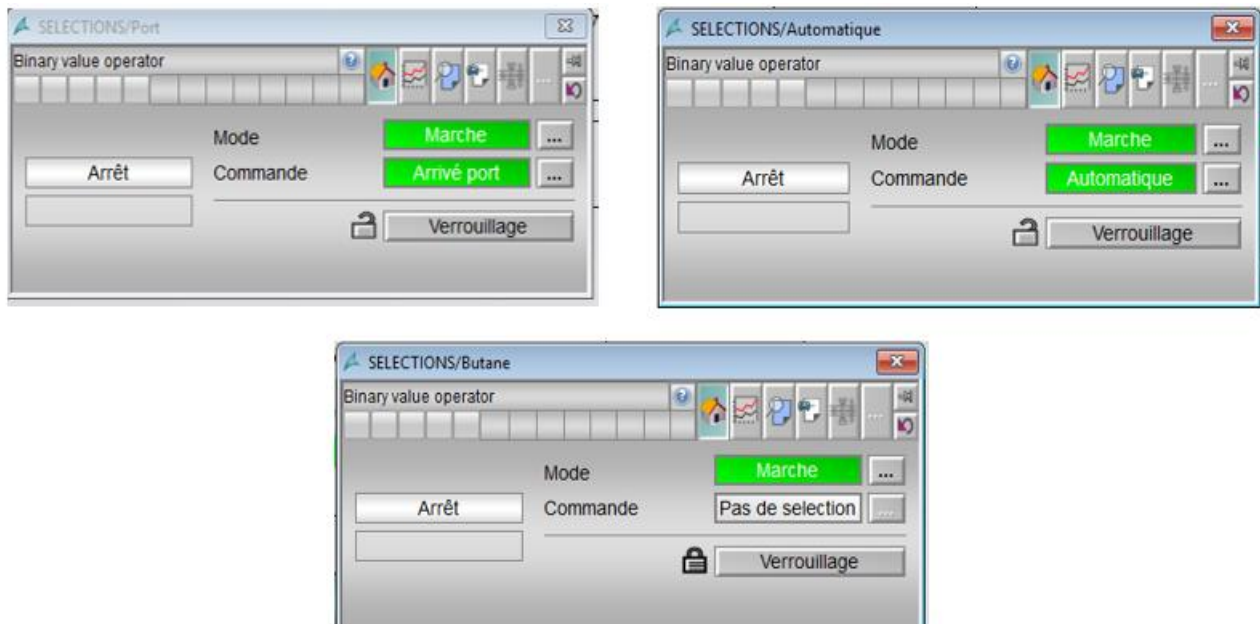


Figure IV.12 : Blocs d'affichages des sélections.

2.2.2 Bloc d'affichage des séquences de process

Le fonctionnement du site TD-ALG sera conditionné par une séquence qui regroupe le démarrage en sélectionnant Start séquencé et l'arrêt en sélectionnant arrêt séquence. Un bloc d'affichage SFC correspondant à la séquence s'affiche afin de lancer, visualiser les différentes instances, mettre en pause ou arrêter la séquence.

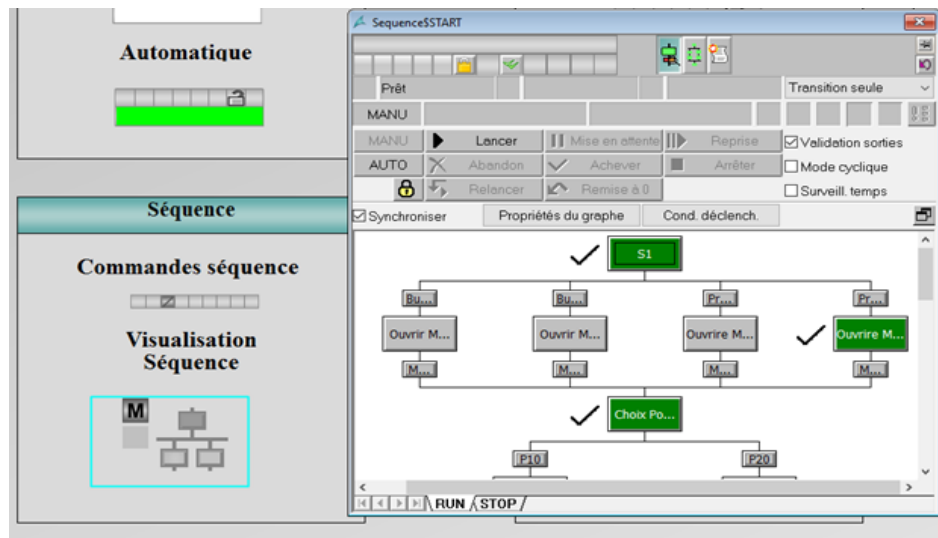


Figure IV.13 : Blocs d'affichages des séquences.

2.3 Vue Alarmes

La vue des alarmes est conçue pour alerter instantanément l'opérateur sur l'occurrence d'une alarme (de deux types TOR ou analogique) causée soit par un dysfonctionnement survenu sur l'instrument où un dépassement des valeurs limites des grandeurs analogiques pouvant perturber le système et avoir des conséquences tragiques si elles ne sont pas traitées. Cette vue permet de réaliser des interventions rapides et à un stade précoce assurant ainsi une bonne maintenance des équipements du système. Ces alarmes sont généralement déclenchées par l'automate et se manifestent en haut de toutes les vues.

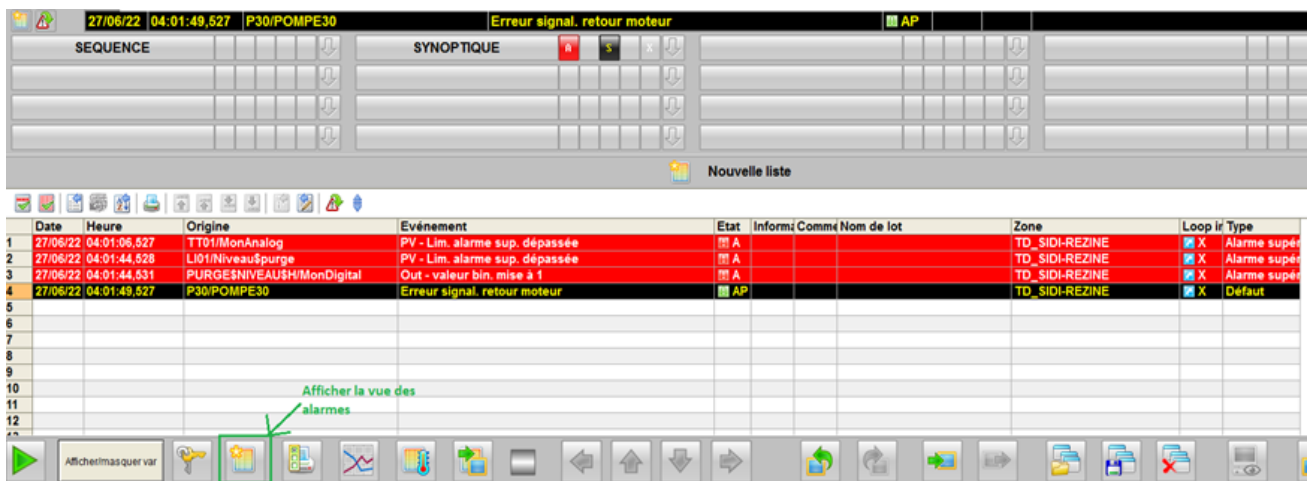


Figure IV.14 : Vues des Alarmes.

3 RUNTIME

Le lancement du RUNTIME nous permet de lancer la supervision et de faire tester pour confirmer la fiabilité de la supervision, afin de lancer le RUNTIME nous devant paramétrer son lancement via WINCC explorer :

3.1 Ajuster la résolution en 1920*1080 selon la résolution de l'écran d'affichage

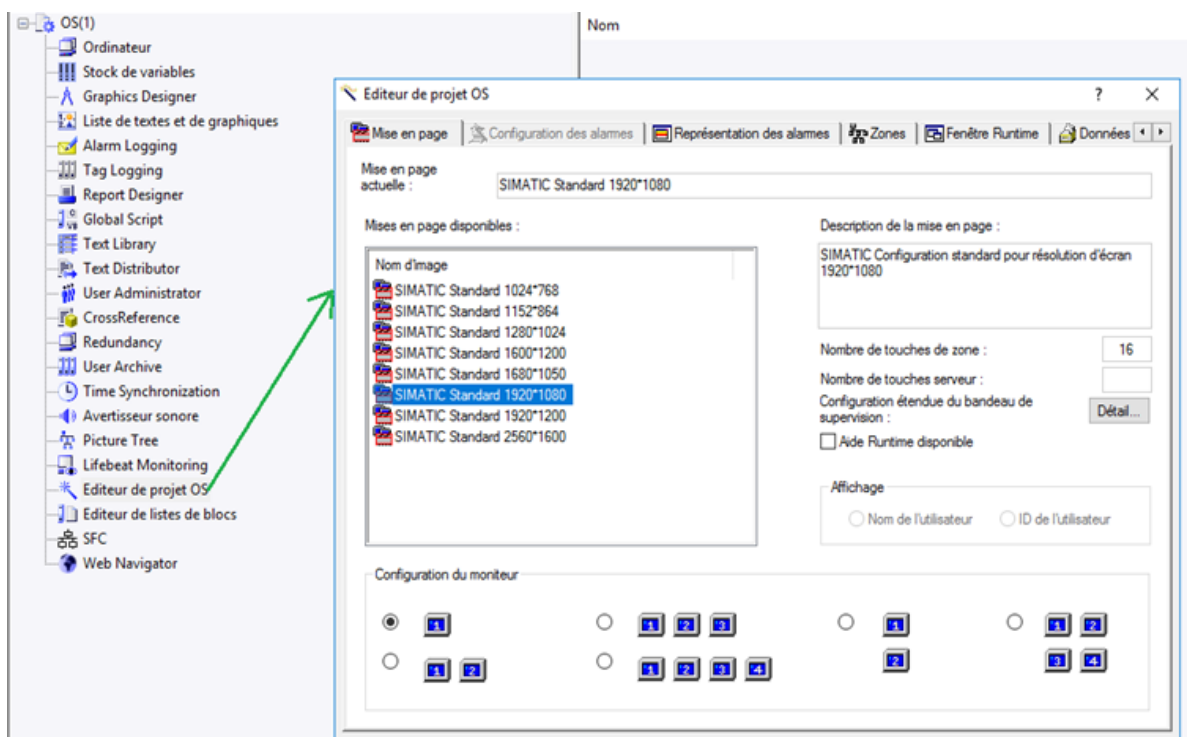


Figure IV.15 : Résolutions d'affichage

3.2 Ajuster les paramètres d'affichage

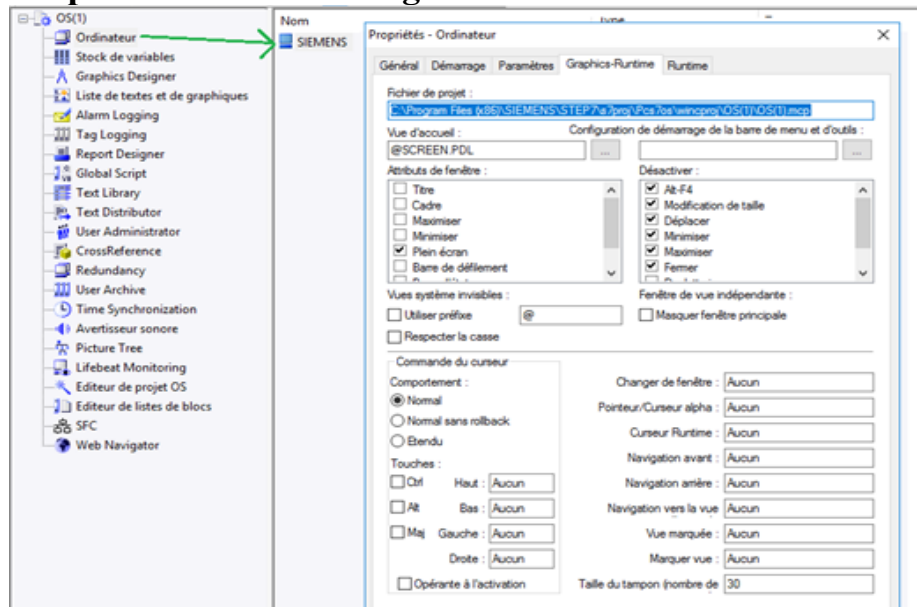


Figure IV.16 : Paramètres d'affichages

3.3 Lancer le RUNTIME :

En cliquant sur l'icône « Run » dans WinCC.

3.4 Insérer le mot de passe

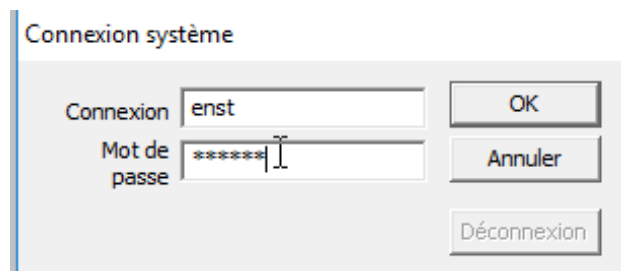


Figure IV.17 : Insertion du mot de passe

4 Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons établi l'organigramme du site TD-ALG et préconisé l'architecture d'automatisme adéquate pour la gestion de l'ensemble des installations du site. Nous avons détaillé la solution d'automatisation en commençant par le matériel nécessaire à sa concrétisation jusqu'à la description de la configuration et la structuration du programme. Nous avons intégré une régulation débit-pressure et un programme de sécurité assurant ainsi la protection des installations. Dans le prochain chapitre, nous aborderons la solution de supervision de l'ensemble du site en utilisant WINCC SCADA.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail effectué dans ce projet de fin d'étude, en mécatronique, consiste à proposer une solution d'automatisation et de supervision innovante du terminal de départ d'ALGER. Ce projet représente le fruit de toutes les connaissances acquises à travers notre cursus universitaire d'une manière générale et plus précisément dans les trois années de spécialité, et bien sûr y compris le dernier stage effectué au sein de l'Entreprise SIEMENS.

L'importance des carburants dans l'industrie actuelle, la place qu'occupe l'Algérie dans la distribution de ces derniers, et l'envergure des projets de conception et d'automatisation des pipelines transportant les gazes, ont conduit à ce choix de projet et pour cela nous avons pris le cas du pipe Alger-Blida pour l'étude et la réalisation de la commande et la supervision dans ce stage.

Afin d'atteindre notre objectif, nous avons défini dans un premier temps le concept de système automatisé, les automates programmables industriels en passant par état de l'art sur la situation des pipelines en Algérie, leurs commandes et supervision et une étude sur notre pipeline spécifiquement afin de tirer les failles du système actuel considéré obsolète.

Nous avons aussi élaboré une analyse fonctionnelle de l'ensemble du site. Après une description des différents dispositifs et composants intégrés dans l'installation TD-ALG, afin d'identifier l'instrumentation adéquate au projet. En effet, nous sommes donc passé par la proposition de l'architecture d'automatisme pour la gestion de l'ensemble des installations du site ainsi que le matériel nécessaire à sa concrétisation jusqu'à la description de la configuration et la structure du programme en se basant sur la plateforme PCS7 qui est le logiciel le plus recommandé pour ce type de process. Enfin, avons conçu une solution de supervision en utilisant WINCC explorer afin de visualiser et commander les installations du terminal de départ TD-ALG.

L'ensemble de la solution proposée et les programmes mis en œuvre ont été testés et validés en simulation sur le simulateur PLCSIM et WINCC explorer.

Le travail réalisé durant ce stage, nous a été très bénéfique en tant que mécatronicien, mais aussi en tant que future ingénieur et chef de projet. D'une part, ceci nous a permis d'acquérir de nouvelles compétences telles que l'utilisation de nouveaux logiciels (PCS7 et WINCC SCADA), et d'autre part l'enrichissement de nos connaissances dans le domaine de la gestion de projet et la vie au sein d'une entreprise.

Conclusion générale

Force est de constater que pour élaborer un travail plus approfondi de conception, cela nécessite beaucoup plus de temps, de patience et de connaissance afin de réaliser ce projet. Néanmoins comme perspective, nous proposons la rénovation de tous les composants, ainsi que l'automatisation et la supervision de l'ensemble de la ligne d'expédition d'ALGER vers BLIDA, mettre en place un deuxième automate pour la sécurité et introduire une méthode de régulation optimisée évolutionnaire.

Références

- [1] J. H. Malti, Histoire sûreté du p pétrole Algérie, Paris: édition la découverte-paris, 2010.
- [2] D. B. e. a. MEFTAH ABD ELKANI, Recherche sur la maîtrise de la technique d'élaboration des pipes pour le transport du pétrole ou du gaz naturel, 2021.
- [3] M. Ashby, Choix des matériaux en conception mécanique, DUNOD, 1997.
- [4] M. J.-L. J.-M. BLEUX, MAINTENANCE – SYSTEMES AUTOMATISES DE PRODUCTION, AGNES FIEUX.
- [5] J. L. Gallais, « Systèmes numériques de contrôle-commande (SNCC) », Techniques de l'ingénieur. Informatique industrielle, vol. S2, no R7505, 1997,.
- [6] Y. R. B.R. Mehta, «Industrial Process Automation Systems,» 2015.
- [7] factoryfuture, «TOUT SAVOIR SUR LES SYSTÈMES SCADA».
- [8] SIEMENS Industry, «SIEMENS Industry,» [En ligne]. Available: <https://support.industry.siemens.com/>.
- [9] Afnor, fiabilité maintenabilité disponibilité, recueil des normes françaises, afnor-ute.
- [10] P. Millot, journées doctorales d'automatique JDA '99, conférence plénière,, Nancy, France, 21-23 septembre 1999.
- [11] Y. B, Conception de produits mécaniques: méthodes, modèles et outils, éditions Hermes, vol. ISBN 2-86601-694-7, 1998, p. 77-104..
- [12] ENAC-NAFTAL, «Analyse fonctionnelle».
- [13] Panametrics, «MV82 insertion multi-variable Vortex Flow meter,» 15 06 2021.
- [14] SIEMENS, «SITRANS P320 Pressure transmitter».

BIBLIOGRAPHIE

- [15] SIEMENS, *SITRANS TS500 Temperature sensor in modular design, tubular thermowell, 316Ti/1.4571*.
- [16] ENAC-NAFTAL, «TD_séquence».
- [17] SIEMENS Industry, «CPU 410-5H,» [En ligne]. Available:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/822/74736822/att_82023/v1/S7_400_h.
- [18] SIEMENS Industry, «ET200SP HA,» [En ligne]. Available:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360532>.
- [19] SIEMENS, «SIMATIC ET 200SP HA,» [En ligne]. Available:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360532>.
- [20] SIEMENS Industry, SIMATIC PCS7 System Course, 2017.
- [21] SIEMENS, «Tia Selection Tool,» [En ligne]. Available:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/tia/tia-selectiontool.html>.
- [22] SIEMENS Industry, [En ligne].
- [23] SIEMENS Industry , Configuring Hardware and communication connections STEP 7, 2010.
- [24] ENAC - NAFTAL , «Schéma électrique GPL pipeline Sidi Rezine,» 1998.
- [25] SIEMENS Industry, «PCS 7 APL (V9.0 SP1),» [En ligne]. Available:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/967/109754967/att_939377/v1/s7jal90b_enUS.pdf .
[Accès le 02 05 2022].
- [26] SIEMENS Industry, «CFC pour SIMATIC S7,» 2006. [En ligne]. Available:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/339/24451339/att_52898/v1/s7cfcs7c_f.pdf. [Accès le 06 05 2022].
- [27] SIEMENS Industry, «PCS 7 Unit Template "Gas Fired Steam Boiler",» [En ligne]. Available:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109755201/pcs-7-unit-template-%E2%80%93-gas-fired-steam-boiler?dti=0&lc=en-WW>.
- [28] SIEMENS , «Analyse fonctionnelle de regulation».

BIBLIOGRAPHIE

[29] SIEMENS Industry, «Override Control,» [En ligne]. Available:

<https://instrumentationtools.com/override-control-functions/>.

[30] SIEMENS Industry, «SFC pour SIMATIC S7,» [En ligne]. Available:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/748/24451748/att_96724/v1/s7sfcs7c_f.pdf.

Annexe A

Présentation des entreprises

NAFTAL

Naftal est une société par actions (SPA) fondée en 1982 et filiale à 100% du Groupe Sonatrach, elle est rattachée à l'activité commercialisation. Elle a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national via les pipelines, et celui étudié sera la ligne Alger-Blida.



Figure A.1: Naftal logo

Elle intervient également dans le domaine de :

- L'enfûtage des GPL ;
- La formulation des bitumes ;
- La distribution, le stockage et la commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatiques, GPL/carburant, produits spéciaux ;
- Le transport des produits pétroliers.

Pour assurer la disponibilité des produits sur tout le territoire, Naftal met à contribution plusieurs modes de transport :

- Le cabotage et les pipes, pour l'approvisionnement des entrepôts à partir des raffineries.
- Le rail pour le ravitaillement des dépôts à partir des entrepôts.
- La route pour livraison des clients et le ravitaillement des dépôts non desservis par le rail.

A l'ère de la mondialisation, Naftal a jugé indispensable la mise en place d'une nouvelle organisation par ligne de produit (bitumes, lubrifiants, réseau, logistique, GPL, pneumatique, Aviation, Marine). Naftal fournit près de 13,3 millions de tonnes de produits pétroliers par an, un chiffre appelé à augmenter avec une demande en constante croissance. Elle a également mis en place une nouvelle vision stratégique à moyen terme orientée client avec un plan de mise en œuvre.

SIEMENS

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



Figure A.2: Logo de l'entreprise SIEMENS

Historique

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

En 1962, l'année de l'indépendance du pays, que Siemens ouvrit son premier Bureau de représentation en Algérie.

Activité

Siemens entend créer de la valeur durable, générer davantage de croissance et augmenter sa rentabilité dans le cadre d'une structure d'entreprise simplifiée et allégée. Aujourd'hui plus que jamais, l'action de l'entreprise est guidée par des objectifs ambitieux et repose sur une culture de la propriété fondée sur l'actionnariat salarié. Avec la stratégie Vision 2020+, les segments d'activité du groupe opèrent sous la dénomination de Siemens, une marque forte de renommée mondiale, tout en bénéficiant d'une plus grande liberté entrepreneuriale afin de pouvoir cibler davantage encore leur action sur les attentes du marché. La structure de l'entreprise comprend donc désormais trois entités opérationnelles (Operating Companies), trois entreprises stratégiques (Strategic Companies), des entités prestataires de service (Service Companies), des entités corporate (Corporate Development). Cette nouvelle organisation structurelle permet à l'entreprise d'axer son action sur les attentes de ses clients et d'orienter ses activités sur les enjeux des secteurs dans lesquels elle opère.

SIEMENS en Algérie

L'Algérie est l'un des marchés les plus importants pour Siemens en Afrique. L'entreprise est active en Algérie depuis 56 ans et s'engage à renforcer sa présence dans la région en mettant en avant ses capacités d'innovation dans les secteurs du pétrole et du gaz, de la production et de la gestion de

l'énergie à travers différentes initiatives.

Les activités de Siemens en Algérie ont pour but de développer ensemble les solutions pour accompagner l'évolution rapide du pays et répondre aux demandes croissantes des énergies. La stratégie de Siemens en Algérie a toujours été d'accompagner les compétences locales à travers l'initiation de divers programmes visant à promouvoir le transfert de savoir-faire dans la recherche et le développement. SIEMENS détient donc la gamme d'automate les plus utilisés en Algérie.

L'Automate Programmable Industriel (API ou Programmable Logic Controller PLC) est l'un des appareils de commande des systèmes de production et d'automatisme les plus utilisés dans l'industrie. Son apparition pour la première fois fut aux Etats-Unis dans le secteur de l'industrie automobile.



Figure A.3: *Siège de l'entreprise SIEMENS à Alger*

Annexe B

Fiches techniques des capteurs

Capteurs MV82 Multi-variable vortex

Qty	Description
1	MV82-VTP-SL-L-DD-DC4-3AH-ST-P5-CNPT-MC-PT-CC-NC Model: MV82 Insertion multi-variable Vortex Flow Meter Multi-variable Options: Mass measurement with pressure and temperature compensation. Probe Length: Standard Probe Electronics Enclosure: Local Electronics NEMA 4X Enclosure Mounted on Probe Display Option: Digital Display and Programming Buttons Input Power: 12-36VDC 4-wire, required on 1AH, 1AM, 3AH, 3AM output options Output: Three Analog Outputs (4-20mA), three alarms, one pulse, HART communication protocol - Requires DC4 or AC input power Process Temperature: Standard Temperature -40 to 500°F (-40 to 260°C) Pressure Sensor: Maximum 1500 psia (100 bara), Proof 2500 psia (175 bara) Probe Seal / Process Connection: Compression Fitting stem seal; 2-inch Male NPT process connection, 600 lb pressure rating. Optional Certifications and Services Optional Certifications and Services: MV80/MV82 Material Certificates--US Mill certs on all wetted parts Optional Certifications and Services: MV80/MV82 Pressure Test Certificate Optional Certifications and Services: MV80/MV82 Certificate of Conformance Optional Certifications and Services: MV80/MV82 NACE Certification

Qty	Description
1	SS TAGS Stainless steel engraved tag (single line of data)

Qty	Description
1	Misc_Item_1 SS Nameplate - 316 SS *

Figure B.1 : Capteurs MV82 Multi-variable vortex

Capteur et transmetteur de température SITRANS TS500 issue de SIEMENS

General	
Manufacturer	Siemens
Supplier	Siemens
Product designation	Temperature sensor
Brand name	SITRANS TS500
Type designation	SITRANS TS500 Capteur de température en conception modulaire, doigt de gant tubulaire, 316Ti/1.4571
Net weight	1,937 kg
	SITRANS TS - Precision in temperature measurement
Mode of operation and application	
Measuring principle	Temperature resistance measurement
Input	
Measurand	Temperature
Measuring range	
Measuring range	-50 °C...+400 °C
Sensor type	
<i>Resistance thermometer</i>	
Connection technology	2-wire system, 3-wire system, 4-wire system
Number of sensor resistors	1
Accuracy	
Accuracy class for resistance thermometers according to IEC 60751	Accuracy class B
Rated conditions	
Environmental conditions	
Ambient temperature during storage	-40 °C...+85 °C
Degree of protection	
IP rating	IP66, IP68

Figure B.2: Capteur et transmetteur de température SITRANS TS500

Capteur et transmetteur de pression SITRANS P320

General	
Manufacturer	Siemens
Supplier	Siemens
Product designation	gauge pressure transmitter
Brand name	SITRANS P320
Type designation	SITRANS P320 transmetteur
Net weight	4 kg
	Digital pressure transmitter with extended diagnostic capabilities and remote safety handling
Mode of operation and application	
Measuring principle	piezo-resistive
Input	
Measurand	Pressure, relative, Temperature
Measuring range	
Measuring range, relative	-0,97 bar...63 bar
Measuring span	
Measuring span	0,63 bar...63 bar
Output	
Current output	
Number of outputs	1
Signal range	4 ... 20 mA
Failure signal (minimum)	3,55 mA
Failure signal (maximum)	22,8 mA
Output voltage	10,5 V...30 V
Output current	3,55 mA...22,8 mA
Time constant for smoothing	0 s...100 s
Load (maximum)	850 000068
Load with HART-Communicator	230 000068...1.100 000068
Load with HART-Modem	230 000068
Load with HART-Modem (maximum)	1.100 000068
Load with HART SIMATIC PDM	230 000068...600 000068
	NAMUR NE43

Figure B.3: Capteur et transmetteur de pression SITRANS P320

Accuracy	
Measuring accuracy, relative	0,065 %
Base factor	Full-scale value
Rated conditions	
Standard for vibration resistance	IEC 60068-2-6
Vibration resistance during operation (maximum)	20 m/s ²
	IEC 60068-2-27
Degree of pollution	Pollution degree 2
	IEC 60664-1
Overvoltage class	Installation category III
	IEC 61010-1
Pressure	
Operating pressure, relative	-970 mbar...80 bar
Operating pressure, absolute (minimum)	30 mbar
	120 bar
Environmental conditions	
Ambient temperature during storage	-50 °C...+85 °C
Ambient temperature during transport	-40 °C...+85 °C
Climatic class during operating according to EN 60721	4K26
	IEC 60721-3-4
Relative humidity during operation	4 %
Relative humidity during operation (maximum)	95 %
Degree of protection	
NEMA rating	NEMA Type 4X
Electromagnetic compatibility EMC	
Standard for EMC	EN 61326-1, NAMUR NE21

Figure A.3 : Capteur et transmetteur de pression SITRANS P320

Annexe C

Schéma Séquence d'arrêt

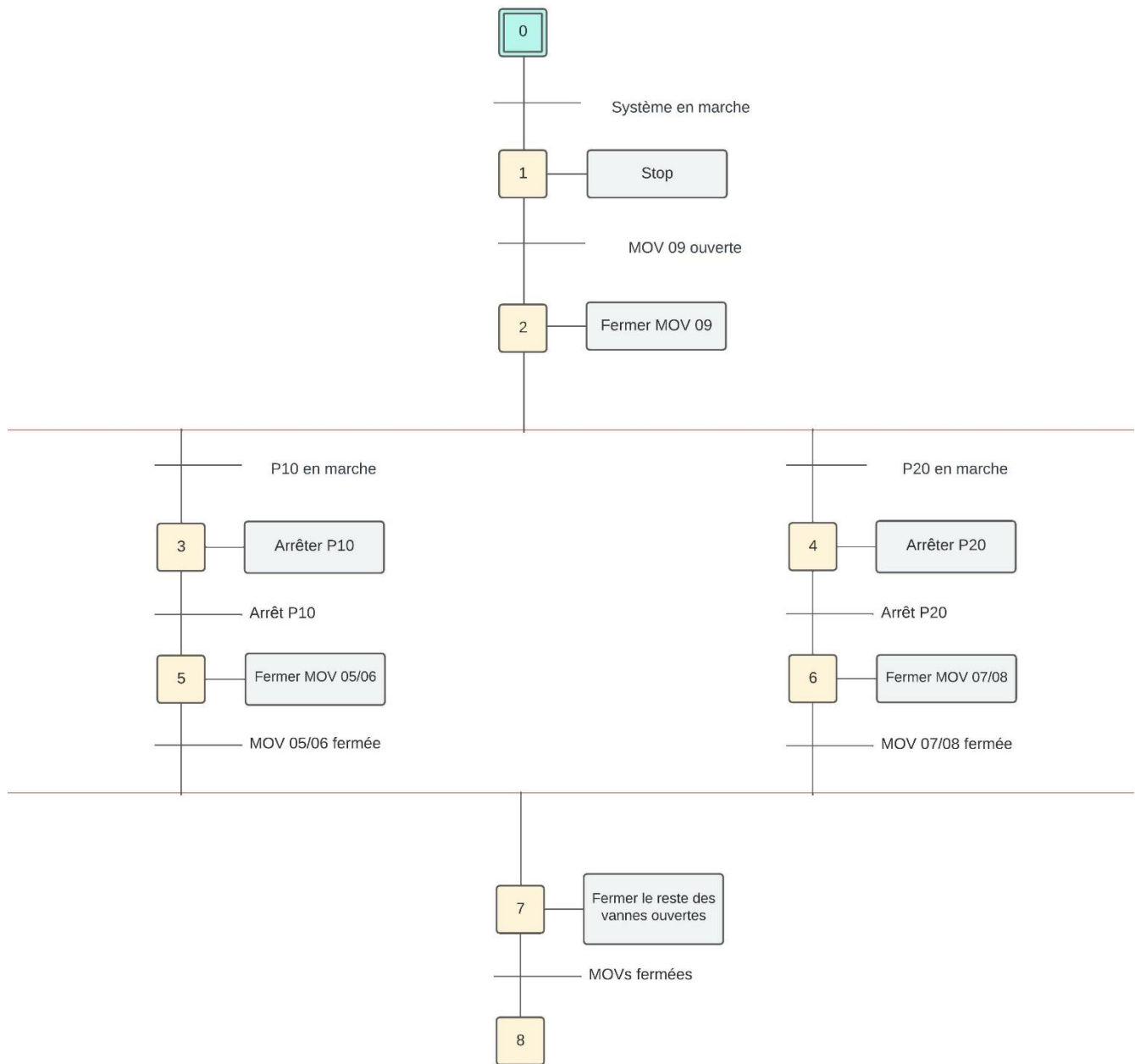
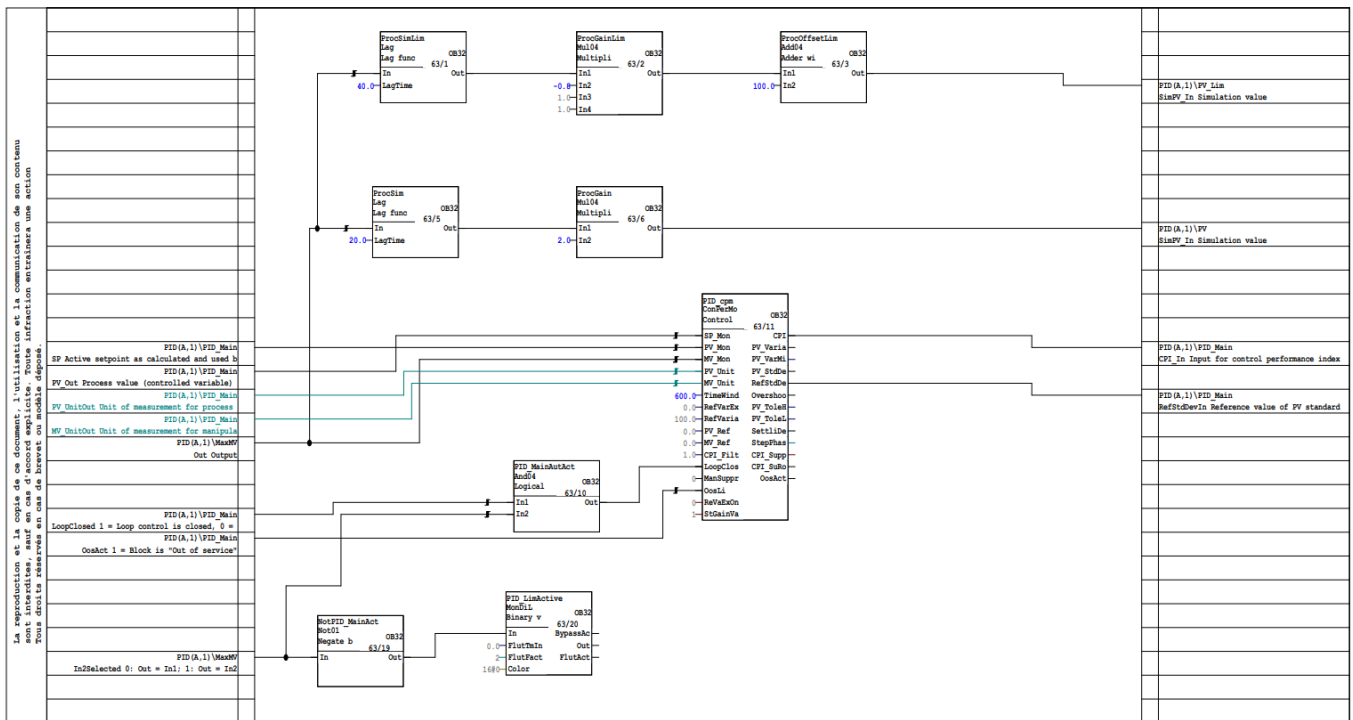
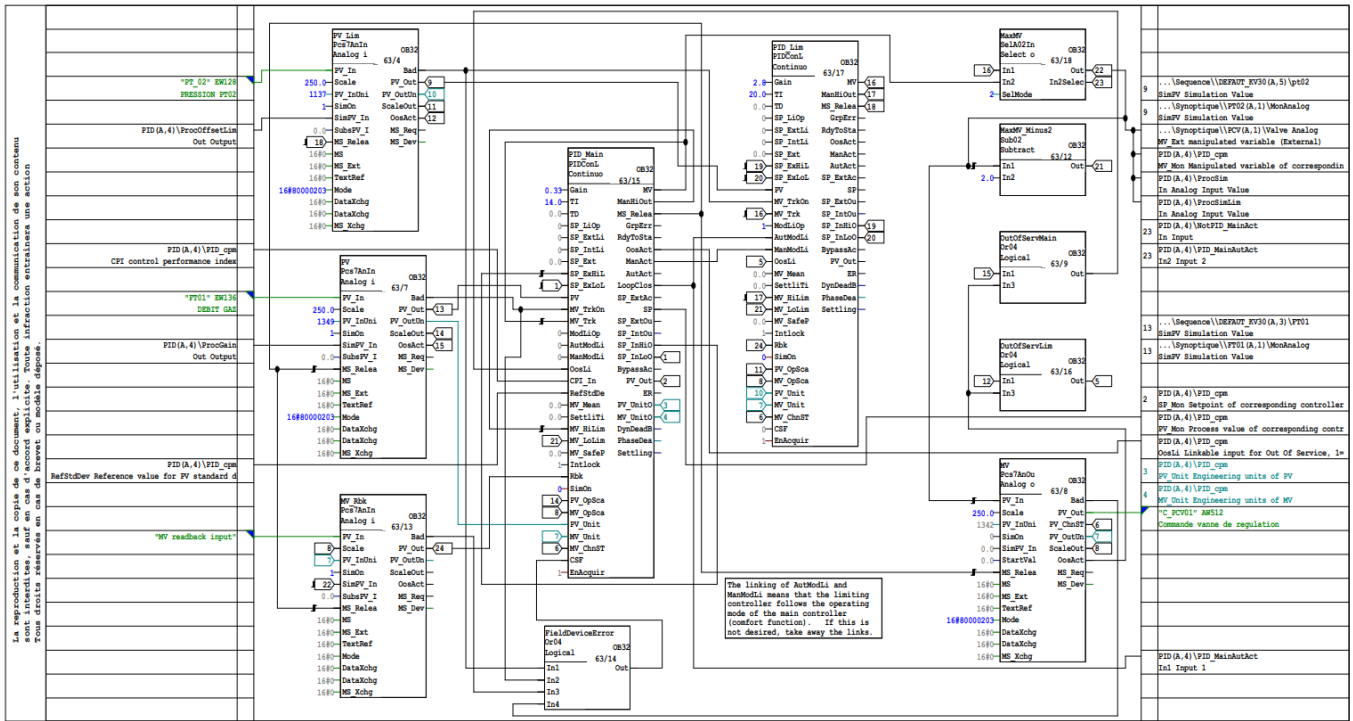


Figure C.1: *Grafcet de la Séquence d'arrêt*

Annexe D

Blocks vannes/protections moteurs

- Bloc Régulateur PID



- [illegible]

Figure D.3: Vanne de régulation PCV01

-
- The diagram illustrates a PLC I/O connection. It shows a rack with two modules: a Digital Input module (DI16xDC24V/0.5A) and a Digital Output module (DO16xDC24V/0.5A). The rack is connected to a power supply (24VDC) and a ground (GND). The input module is connected to a sensor (S1) and the output module is connected to a motor (M1). The sensor is connected to DI1 and the motor is connected to DO1. The rack is also connected to a communication bus (CAN) and a power supply (24VDC). The communication bus is connected to a PLC (PLC1) and a power supply (24VDC). The PLC is connected to a motor (M1) and a power supply (24VDC). The motor is connected to a power supply (24VDC). The power supply is connected to a ground (GND).

Figure D.4: Bloc protection

Annexe E

Listes des mnémoniques

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	CO_MOV01	A 0.0	BOOL	COMMANDE MOV 01 OUVERTURE
	CF_MOV01	A 0.1	BOOL	COMMANDE MOV 01 FERMETURE
	CO_MOV02	A 0.2	BOOL	COMMANDE MOV 02 OUVERTURE
	CF_MOV02	A 0.3	BOOL	COMMANDE MOV 02 FERMETURE
	CO_MOV03	A 0.4	BOOL	COMMANDE MOV 03 OUVERTURE
	CF_MOV03	A 0.5	BOOL	COMMANDE MOV 03 FERMETURE
	CO_MOV04	A 0.6	BOOL	COMMANDE MOV 04 OUVERTURE
	CF_MOV04	A 0.7	BOOL	COMMANDE MOV 04 FERMETURE
	CO_MOV05	A 1.0	BOOL	COMMANDE MOV 05 OUVERTURE
	CF_MOV05	A 1.1	BOOL	COMMANDE MOV 05 FERMETURE
	CO_MOV06	A 1.2	BOOL	COMMANDE MOV 06 OUVERTURE
	CF_MOV06	A 1.3	BOOL	COMMANDE MOV 06 FERMETURE
	CO_MOV07	A 1.4	BOOL	COMMANDE MOV 07 OUVERTURE
	CF_MOV07	A 1.5	BOOL	COMMANDE MOV 07 FERMETURE
	CO_MOV08	A 1.6	BOOL	COMMANDE MOV 08 OUVERTURE
	CF_MOV08	A 1.7	BOOL	COMMANDE MOV 08 FERMETURE
	CO_MOV09	A 2.0	BOOL	COMMANDE MOV 09 OUVERTURE
	CF_MOV09	A 2.1	BOOL	COMMANDE MOV 09 FERMETURE
	CM_P10	A 2.2	BOOL	POMPE P10 MARCHER (ARRETER)
	CM_P20	A 2.4	BOOL	POMPE P20 MARCHER (ARRETER)
	CM_P30	A 2.6	BOOL	POMPE P30 MARCHER (ARRETER)
	C_ODS	A 3.0	BOOL	Operation de secours
	C_MAN	A 3.1	BOOL	MANUEL
	C_AUTO	A 3.2	BOOL	AUTOMATIQUE
	C_KLX	A 3.3	BOOL	KLXION
	C_MF	A 3.4	BOOL	automatic ver. MF
	C-DBLC	A 3.5	BOOL	Deblocage COMMUTAT BUTANE-MF
	C_ADU	A 3.7	BOOL	Arret d'urgence
	SSO_MOV01	A 4.0	BOOL	MOV 01 OUVERTE
	SSF_MOV01	A 4.1	BOOL	MOV 01 FERMEE
	SSO_MOV02	A 4.2	BOOL	MOV 02 OUVERTE
	SSF_MOV02	A 4.3	BOOL	MOV 02 FERMEE
	SSO_MOV03	A 4.4	BOOL	MOV 03 OUVERTE
	SSF_MOV03	A 4.5	BOOL	MOV 03 FERMEE
	SSO_MOV04	A 4.6	BOOL	MOV 04 OUVERTE
	SSF_MOV04	A 4.7	BOOL	MOV 04 FERMEE
	SSO_MOV05	A 5.0	BOOL	MOV 05 OUVERTE
	SSF_MOV05	A 5.1	BOOL	MOV 05 FERMEE
	SSO_MOV06	A 5.2	BOOL	MOV 06 OUVERTE
	SSF_MOV06	A 5.3	BOOL	MOV 06 FERMEE
	SSO_MOV07	A 5.4	BOOL	MOV 07 OUVERTE
	SSF_MOV07	A 5.5	BOOL	MOV 07 FERMEE
	SSO_MOV08	A 5.6	BOOL	MOV 08 OUVERTE
	SSF_MOV08	A 5.7	BOOL	MOV 08 FERMEE
	SSO_MOV09	A 6.0	BOOL	MOV 09 OUVERTE
	SSF_MOV09	A 6.1	BOOL	MOV 09 FERMEE
	SSM_P10	A 6.2	BOOL	POMPE P10 MARCHE
	SSA_P10	A 6.3	BOOL	POMPE P10 ARRETE
	SSM_P11	A 6.4	BOOL	POMPE P20 MARCHE
	SSA_P11	A 6.5	BOOL	POMPE P20 ARRETE
	SSM_P12	A 6.6	BOOL	POMPE P30 MARCHE
	SSA_P12	A 6.7	BOOL	POMPE P30 ARRETE
	SSF_PCV01	A 7.0	BOOL	VANNE DE REGULATION PCV 01 FERMEE
	SSD_P10	A 7.1	BOOL	POMPE P10 DISPONIBLE

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	SSD_P20	A 7.2	BOOL	POMPE P20 DISPONIBLE
	SSO_HV01	A 7.3	BOOL	VANNE H 01 OUVERTE
	SSF_HV01	A 7.4	BOOL	VANNE H 01 FERMEE
	SSO_HV02	A 7.5	BOOL	VANNE H 02 OUVERTE
	SSF_HV02	A 7.6	BOOL	VANNE H 02 FERMEE
	SSO_PCV01	A 7.7	BOOL	VANNE DE REGULATION OUVERTE
	SSO_HV04	A 8.0	BOOL	VANNE H 04 OUVERTE
	SSF_HV04	A 8.1	BOOL	VANNE H 04 FERMEE
	SSO_HV05	A 8.2	BOOL	VANNE H 05 OUVERTE
	SSF_HV05	A 8.3	BOOL	VANNE H 05 FERMEE
	SSO_HV08	A 8.4	BOOL	VANNE H 08 OUVERTE
	SSF_HV08	A 8.5	BOOL	VANNE H 08 FERMEE
	SSO_HV09	A 8.6	BOOL	VANNE H 09 OUVERTE
	SSF_HV09	A 8.7	BOOL	VANNE H 09 FERMEE
	SSO_HV14	A 9.0	BOOL	VANNE H 14 OUVERTE
	SSF_HV14	A 9.1	BOOL	VANNE H 14 FERMEE
	VOY_BUT	A 9.2	BOOL	LAMPE BUTAN
	VOY_PROP	A 9.3	BOOL	LAMPE PROPAN
	BUT1_ALG	A 9.4	BOOL	BUTAN 1 ALGER
	PROP1_ALG	A 9.5	BOOL	PROPAN 1 ALGER
	SS_PT_PID01	A 9.6	BOOL	PRESSION DIFF FILTRE
	DS_F01_H	A 9.7	BOOL	DEBIT HAUT
	DS_F01_B	A 10.0	BOOL	DEBIT BAS
	SS_PSL10	A 10.1	BOOL	PRESSION REF P 10 BASSE
	SS_PSL20	A 10.2	BOOL	PRESSION REF P 20 BASSE
	SS_PSAH01	A 10.3	BOOL	PRESSION REF .01 HAUTE
	C_RP_X1_01	A 10.4	BOOL	RACLEUR.PATIER
	SS_LAH_01	A 10.5	BOOL	PURGE NIVEAU HAUT
	SS_LAL_01	A 10.6	BOOL	PURGE NIVEAU BAS
	SSD_KV	A 10.7	BOOL	DEFAULT 30/5.5 kv H1/022
	SSD_MCC	A 11.0	BOOL	DEFAULT MCC -H1/028
	SSD_AIC	A 11.1	BOOL	DEFAULT 220V AIC -H1/026
	SSD_SYN	A 11.2	BOOL	DEFAULT SYNOPTIQUE
	SS_SM_P10	A 11.3	BOOL	SURCHAUFFE MOTEUR P 10
	SS_DM_P10	A 11.4	BOOL	DECL. MOTEUR P 10
	SS_PE_P10	A 11.5	BOOL	PROTECTION ELETRIQUE P 10 -H1/044
	SS_VP_P10	A 11.6	BOOL	VIBR.POMPE 10
	SS_TP_P10	A 11.7	BOOL	TEMP. PALIER P 10
	SS_FGM_P10	A 12.0	BOOL	FUITE.GARN.MEC P 10
	SS_PSA_P10	A 12.1	BOOL	PRESS.ASP P10 BASSE
	SS_SM_P20	A 12.2	BOOL	SURCHAUFFE MOTEUR P 20
	SS_DM_P20	A 12.3	BOOL	DECL.MOTEUR P20
	SS_PE_P20	A 12.4	BOOL	PROTECTION ELECTRIQUE P20
	SS_VP_P20	A 12.5	BOOL	VIBR.POMPE 20
	SS_TP_P20	A 12.6	BOOL	TEMP.PALIER 20
	SS_FGM_P20	A 12.7	BOOL	FUIT.GARN.MEC P20
	SS_PSA_P20	A 13.0	BOOL	PRESS.ASP P20 BASSE
	NS1_B	A 13.1	BOOL	NIVEAU SPHERE 1 BAS
	NS2_B	A 13.2	BOOL	NIVEAU SPHERE 2 BAS
	CO_PCV01	A 13.3	BOOL	Commande ouverture PCV01
	CF_PCV01	A 13.4	BOOL	Commande fermeture PCV01
	DEF_T	A 13.7	BOOL	DEFAULT TRANSMISSION
	VC	A 15.2	BOOL	Valeur de comptage
	TP_REF	A 15.3	BOOL	Press ref
	NP	A 15.4	BOOL	Niveau purge
	TP_ASP	A 15.5	BOOL	Press ASP
	BPO_MOV01	E 0.0	BOOL	Commande MOV 01 Ouverture
	BPF_MOV01	E 0.1	BOOL	Commande MOV 01 Fermeture
	BPO_MOV02	E 0.2	BOOL	Commande MOV 02 Ouverture
	BPF_MOV02	E 0.3	BOOL	Commande MOV 02 Fermeture
	BPO_MOV03	E 0.4	BOOL	Commande MOV 03 Ouverture
	BPF_MOV03	E 0.5	BOOL	Commande MOV 03 Fermeture
	BPO_MOV04	E 0.6	BOOL	Commande MOV 04 Ouverture

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	BPF_MOV04	E 0.7	BOOL	Commande MOV 04 Fermeture
	BPO_MOV05	E 1.0	BOOL	Commande MOV 05 Ouverture
	BPF_MOV05	E 1.1	BOOL	Commande MOV 05 Fermeture
	BPO_MOV06	E 1.2	BOOL	Commande MOV 06 Ouverture
	BPF_MOV06	E 1.3	BOOL	Commande MOV 06 Fermeture
	BPO_MOV07	E 1.4	BOOL	Commande MOV 07 Ouverture
	BPF_MOV07	E 1.5	BOOL	Commande MOV 07 Fermeture
	BPO_MOV08	E 1.6	BOOL	Commande MOV 08 Ouverture
	BPF_MOV08	E 1.7	BOOL	Commande MOV 08 Fermeture
	BPO_MOV09	E 2.0	BOOL	Commande MOV 09 Ouverture
	BPF_MOV09	E 2.1	BOOL	Commande MOV 09 Fermeture
	BPM_P10	E 2.2	BOOL	Pompe P10 Marcher
	BPA_P10	E 2.3	BOOL	Pompe P10 Arrêter
	BPM_P20	E 2.4	BOOL	Pompe P20 Marcher
	BPA_P20	E 2.5	BOOL	Pompe P20 Arrêter
	BPM_P30	E 2.6	BOOL	Pompe P30 Marcher
	BPA_P30	E 2.7	BOOL	Pompe P30 Arrêter
	BP_ODS	E 3.0	BOOL	Operation de secours
	SELECT_MAN	E 3.1	BOOL	Manuel
	SELECT_AUTO	E 3.2	BOOL	Automatique
	BP_KLX	E 3.3	BOOL	Acc.Klaxion
	BP_RCP	E 3.4	BOOL	Acc.Reception
	BP_LAMP	E 3.5	BOOL	Test Lampe
	SE_DBLC	E 3.6	BOOL	Deblocage
	BP_ADU	E 3.7	BOOL	Arret d'urgence
	E4.0	E 4.0	BOOL	
	E4.1	E 4.1	BOOL	
	E4.2	E 4.2	BOOL	
	E4.3	E 4.3	BOOL	
	E4.4	E 4.4	BOOL	
	E4.5	E 4.5	BOOL	
	E4.6	E 4.6	BOOL	
	E4.7	E 4.7	BOOL	
	E5.0	E 5.0	BOOL	
	E5.1	E 5.1	BOOL	
	E5.2	E 5.2	BOOL	
	E5.3	E 5.3	BOOL	
	E5.4	E 5.4	BOOL	
	E5.5	E 5.5	BOOL	
	E5.6	E 5.6	BOOL	
	E5.7	E 5.7	BOOL	
	E6.0	E 6.0	BOOL	
	E6.1	E 6.1	BOOL	
	E6.2	E 6.2	BOOL	
	E6.3	E 6.3	BOOL	
	E6.4	E 6.4	BOOL	
	E6.5	E 6.5	BOOL	
	E6.6	E 6.6	BOOL	
	E6.7	E 6.7	BOOL	
	E7.0	E 7.0	BOOL	
	E7.1	E 7.1	BOOL	
	E7.2	E 7.2	BOOL	
	E7.3	E 7.3	BOOL	
	E7.4	E 7.4	BOOL	
	E7.5	E 7.5	BOOL	
	E7.6	E 7.6	BOOL	
	E7.7	E 7.7	BOOL	
	SEO_MOV01	E 8.0	BOOL	MOV 01 OUVERTE
	SEF_MOV01	E 8.1	BOOL	MOV 01 FERMEE
	SEO_MOV02	E 8.2	BOOL	MOV 02 OUVERTE
	SEF_MOV02	E 8.3	BOOL	MOV 02 FERMEE
	SEO_MOV03	E 8.4	BOOL	MOV 03 OUVERTE
	SEF_MOV03	E 8.5	BOOL	MOV 03 FERMEE

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	SEO_MOV04	E 8.6	BOOL	MOV 04 OUVERTE
	SEF_MOV04	E 8.7	BOOL	MOV 04 FERMEE
	SEO_MOV05	E 9.0	BOOL	MOV 05 OUVERTE
	SEF_MOV05	E 9.1	BOOL	MOV 05 FERMEE
	SEO_MOV06	E 9.2	BOOL	MOV 06 OUVERTE
	SEF_MOV06	E 9.3	BOOL	MOV 06 FERMEE
	SEO_MOV07	E 9.4	BOOL	MOV 07 OUVERTE
	SEF_MOV07	E 9.5	BOOL	MOV 07 FERMEE
	SEO_MOV08	E 9.6	BOOL	MOV 08 OUVERTE
	SEF_MOV08	E 9.7	BOOL	MOV 08 FERMEE
	SEO_MOV09	E 10.0	BOOL	MOV 09 OUVERTE
	SEF_MOV09	E 10.1	BOOL	MOV 09 FERMEE
	SEM_P10	E 10.2	BOOL	POMPE P10 MARCHE
	SEA_P10	E 10.3	BOOL	POMPE P10 ARRETE
	SEM_P20	E 10.4	BOOL	POMPE P20 MARCHE
	SEA_P20	E 10.5	BOOL	POMPE P20 ARRETE
	SEM_P30	E 10.6	BOOL	POMPE P30 MARCHE
	SEA_P30	E 10.7	BOOL	POMPE P30 ARRETE
	SEF_PCV01	E 11.0	BOOL	VANNE DE REGULATION PCV 01 FERMEE
	SED_P10	E 11.1	BOOL	POMPE P10 DISPONIBLE
	SED_P20	E 11.2	BOOL	POMPE P20 DISPONIBLE
	SEO_HV01	E 11.3	BOOL	VANNE H 01 OUVERTE
	SEF_HV01	E 11.4	BOOL	VANNE H 01 FERMEE
	SEO_HV02	E 11.5	BOOL	VANNE H 02 OUVERTE
	SEF_HV02	E 11.6	BOOL	VANNE H 02 FERMEE
	SEO_PCV01	E 11.7	BOOL	VANNE DE REGULATION PCV 01 OUVERTE
	SFF_HV04	F 16.0	REAL	VANNF H 04 OUVFRTF
	SEO_HV04	E 16.1	BOOL	VANNE H 04 FERMEE
	SEF_HV05	E 16.2	BOOL	VANNE H 05 OUVERTE
	SEO_HV05	E 16.3	BOOL	VANNE H 05 FERMEE
	SEF_HV08	E 16.4	BOOL	VANNE H 08 OUVERTE
	SEO_HV08	E 16.5	BOOL	VANNE H 08 FERMEE
	SEF_HV09	E 16.6	BOOL	VANNE H 09 OUVERTE
	SEO_HV09	E 16.7	BOOL	VANNE H 09 FERMEE
	SEF_HV14	E 17.0	BOOL	VANNE H 14 OUVERTE
	SEO_HV14	E 17.1	BOOL	VANNE H 14 FERMEE
	PT_PID01	E 18.0	BOOL	PRESSIION DIFF FILTRE PID01
	D_F01_H	E 18.1	BOOL	DEBIT HAUT F01 H
	D_F01_B	E 18.2	BOOL	DEBIT BAS F01 B
	PT_PSL10	E 18.3	BOOL	PRES. REF. P10 BASSE (PSL10)
	PT_PSL20	E 18.4	BOOL	PRES. REF. P20 BASSE (PSL20)
	PT_PSAH01	E 18.5	BOOL	PRES. REF. 01 HAUTE (PSAH01)
	RP_X1_01	E 18.6	BOOL	RACLEUR.PARTIR X1 01
	LAH_01	E 18.7	BOOL	PURGE NIVEAU HAUT LAH 01
	LAL_01	E 19.0	BOOL	PURGE NIVEAU BAS LAL 01
	SED_KV	E 19.1	BOOL	DEFAULT 30/5.5 kv
	SED_MCC	E 19.2	BOOL	DEFAULT MCC
	SED_AIC	E 19.3	BOOL	DEFAULT 220 V AIC
	SED_SYN	E 19.4	BOOL	DEFAULT SYNOPTIQUE
	SM_P10	E 19.5	BOOL	SURCHAUFFE MOTEUR P10 SMP10
	DM_P10	E 19.6	BOOL	DECL. MOTEUR P10 DMP10
	PE_P10	E 19.7	BOOL	PROTECTION ELECTRIQUE P10 PE10
	VP_P10	E 24.0	BOOL	VIBR. POMPE 10 VP10
	TP_P10	E 24.1	BOOL	TEMP. PATLIER P 10 TP10
	FGM_P10	E 24.2	BOOL	FUITE GARN MEC P10 FGMP10
	PSAL_P10	E 24.3	BOOL	PRESS ASP P 10 BASSE PSALP10
	SM_P20	E 24.4	BOOL	SURCHAUFFE MOTEUR P20
	DM_P20	E 24.5	BOOL	DECL. MOTEUR P20 DMP10
	PE_P20	E 24.6	BOOL	PROTECTION ELECTRIQUE P20 PE20
	VP_P20	E 24.7	BOOL	VIBR. POMPE 20 VP20
	TP_P20	E 25.0	BOOL	TEMP. PATLIER P 20 TP20
	FGM_P20	E 25.1	BOOL	FUITE GARN MEC P20 FGMP20
	PSAL_P20	E 25.2	BOOL	PRESS ASP P 20 BASSE PSALP20

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	SP_B	E 25.3	BOOL	SPHERE PROPANE NIVEAU BAS
	SB_B	E 25.4	BOOL	SPHERE BUTANE NIVEAU BAS
	DEF_MOV01	E 26.0	BOOL	DEFAULT MCC MOV01
	DEF_MOV02	E 26.1	BOOL	DEFAULT MCC MOV02
	DEF_MOV03	E 26.2	BOOL	DEFAULT MCC MOV03
	DEF_MOV04	E 26.3	BOOL	DEFAULT MCC MOV04
	DEF_MOV05	E 26.4	BOOL	DEFAULT MCC MOV05
	DEF_MOV06	E 26.5	BOOL	DEFAULT MCC MOV06
	DEF_MOV07	E 26.6	BOOL	DEFAULT MCC MOV07
	DEF_MOV08	E 26.7	BOOL	DEFAULT MCC MOV08
	DEF_MOV09	E 27.0	BOOL	DEFAULT MCC MOV09
	DEF_P10	E 27.1	BOOL	DEFAULT MCC P10
	DEF_P20	E 27.2	BOOL	DEFAULT MCC P20
	DEF_P30	E 27.3	BOOL	DEFAULT MCC P30
	DEF_PCV01	E 27.4	BOOL	DEFAULT MCC PCV 01
	DEF_ALARM	E 27.5	BOOL	DEFAULT ALARME COLLECTIVE COURT CIRCUIT
	FT_01	E 27.6	BOOL	IMPULSION DE COMPTAGE FT01
	BP_RESET	E 27.7	BOOL	RESET COMPTEUR
	PT_02	EW 128	WORD	PRESSION PT02
	TT_01	EW 130	WORD	TEMPS PRODUIT
	LI_01	EW 132	WORD	NIVEAU PURGE
	PT_01	EW 134	WORD	PRESSION PT02
	FT01	EW 136	WORD	DEBIT GAZ
	Yr	EW 138	WORD	POSITION VANNE
	PT10	EW 140	WORD	Pression devant P10
	PT20	EW 142	WORD	Pression devant P10
	PA_CPU	FB 16	FB 16	Process Object Diagnostic Block
	SUBNET_PN	FB 82	FB 82	SUBNET Function Block - PROFINET-IO
	CONEC	FB 88	FB 88	Connection Function Block
	PS	FB 89	FB 89	Power Supply Function Block
	RACK_PN	FB 90	FB 90	PROFINET RACK Function Block
	MOD_2	FB 92	FB 92	Non-diagnostic Module Check (32 Channel)
	SUBNET	FB 106	FB 106	SUBNET Function Block
	RACK	FB 107	FB 107	RACK Function Block
	CPU_RT	FB 128	FB 128	CPU Performance Block
	MOD_D16_PN	FB 198	FB 198	PN Diagnostic Module Check (0 - 15 Channel)
	OB_BEGIN_HPN	FB 205	FB 205	H-CPU Function Block
	@SFC_BZL	FB 245	FB 245	SFC-State Logic
	@SFC_ESM	FB 246	FB 246	SFC-Extended State Management
	@SFC_RTS	FB 300	FB 300	SFC-Run-Time System V6
	RACK_PN1	FB 415	FB 415	PROFINET RACK Function Block
	MOD_D32_PN	FB 421	FB 421	PN Diagnostic Module Check (0 - 31 Channel)
	ConPerMon	FB 1805	FB 1805	Control performance monitoring
	TimerP	FB 1810	FB 1810	Impulsefunction and delayed On/Off Timer
	Intlk02	FB 1824	FB 1824	Interlock with 2 inputs
	Intlk04	FB 1825	FB 1825	Interlock with 4 inputs
	Intlk08	FB 1826	FB 1826	Interlock with 8 inputs
	Intlk16	FB 1827	FB 1827	Interlock with 16 inputs
	Lag	FB 1828	FB 1828	Lag function
	MeanTime	FB 1832	FB 1832	Average determination
	MonAnL	FB 1845	FB 1845	Analog measurement monitoring - Large
	MonDiL	FB 1848	FB 1848	Binary value monitor - Large
	MotL	FB 1850	FB 1850	Motor - Large
	OpDi01	FB 1866	FB 1866	Binary value operator
	OpDi03	FB 1867	FB 1867	Binary 1 of 3 operation
	OpTrig	FB 1868	FB 1868	Trigger Generator
	Pcs7AnIn	FB 1869	FB 1869	Analog input driver
	Pcs7AnOu	FB 1870	FB 1870	Analog output driver
	Pcs7DiIn	FB 1871	FB 1871	Digital input driver
	Pcs7DiOu	FB 1873	FB 1873	Digital output driver
	PIDConL	FB 1874	FB 1874	Continuous PID controller - Large
	PIDStepL	FB 1878	FB 1878	Step controller - Large
	Polygon	FB 1881	FB 1881	Curve fitting

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	SelA02In	FB 1886	FB 1886	Select one out of two analog values
	VivAnL	FB 1896	FB 1896	Analog Positioning Valve - Large
	VivL	FB 1899	FB 1899	Valve - Large
	VivMotL	FB 1900	FB 1900	Motorized Valve - Large
	VivPosL	FB 1918	FB 1918	Valve Positioner - Large
	@SFC_INDCALL	FC 250	FC 250	SFC-Indirect-Call Function
	ChkREAL	FC 260	FC 260	Check infinite values
	LED_STAT	FC 267	FC 267	Processing of LED Status
	PO_UPDAT	FC 279	FC 279	Update Process Output
	OB_END	FC 280	FC 280	Terminate OB Function Block
	Add04	FC 351	FC 351	Adder with 4 values
	And04	FC 355	FC 355	Logical AND with 4 inputs
	Mul04	FC 360	FC 360	Multiplier with 4 values
	Or04	FC 364	FC 364	Logical OR with 4 inputs
	Or08	FC 365	FC 365	Logical OR with 8 inputs
	SelST16	FC 369	FC 369	Output of the best or worst signal status
	Sub02	FC 381	FC 381	Subtractor
	Not01	FC 382	FC 382	Negate binary signal
	CompAn02	FC 387	FC 387	Comparator for two analog values
	SelD02In	FC 391	FC 391	Select one out of two digital values
	ALARM_8P	SFB 35	SFB 35	Generate Block-Related Messages with Values for 8 Signals
	NOTIFY	SFB 36	SFB 36	Generate Block-Related Messages without Acknowledgment Display
	RDREC	SFB 52	SFB 52	Read a Process Data Record
	RALRM	SFB 54	SFB 54	Receive Alarm Data
	RD_SINFO	SFC 6	SFC 6	Read OB Start Information
	BLKMOV	SFC 20	SFC 20	Copy Variables
	FILL	SFC 21	SFC 21	Initialize a Memory Area

Figure E.1: Table complète de la liste des mnémoniques

Annexe F

Séquence Démarrage/Arrêt

Séquence de démarrage

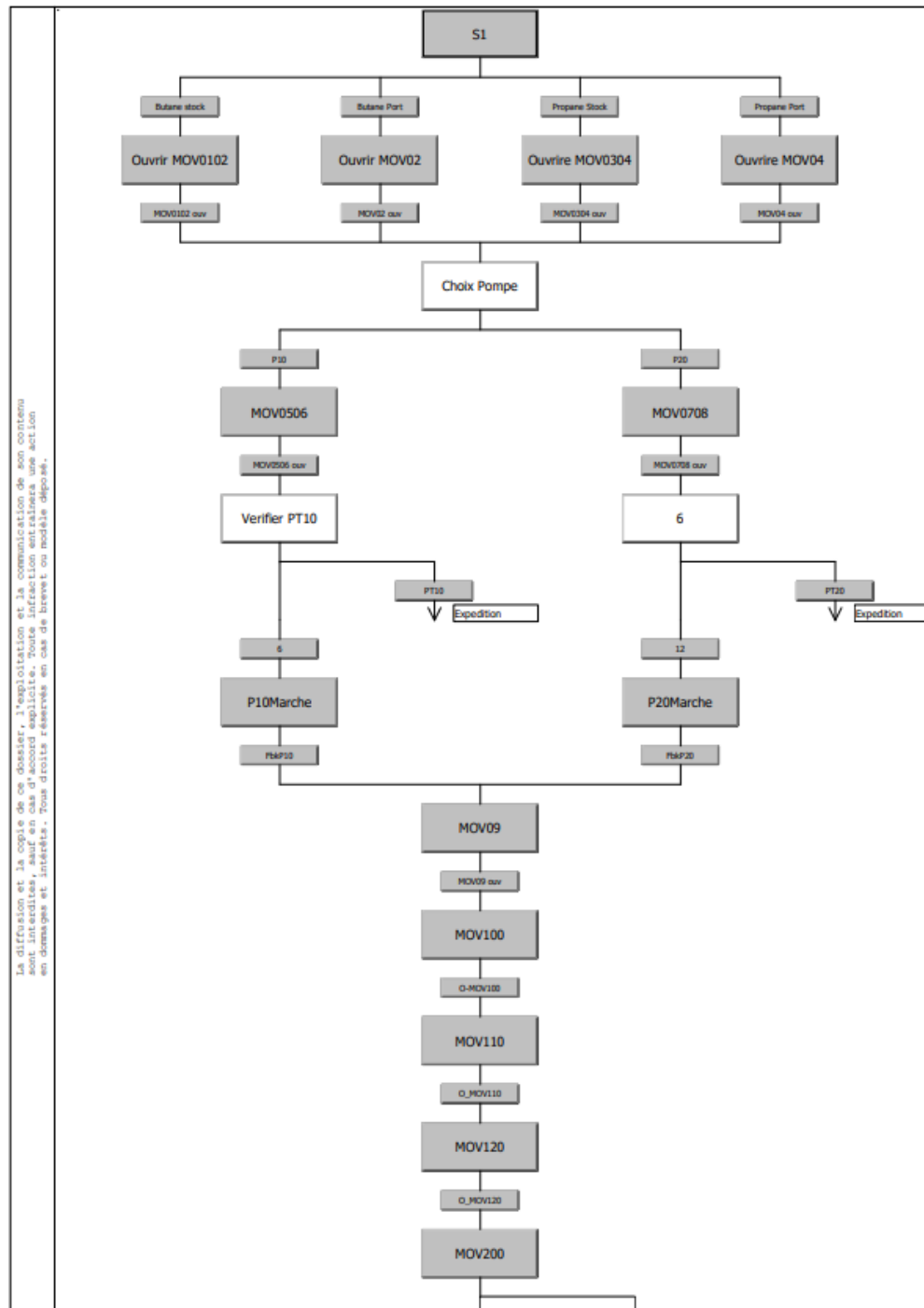


Figure F.1: Diagramme SFC séquence démarrage

!

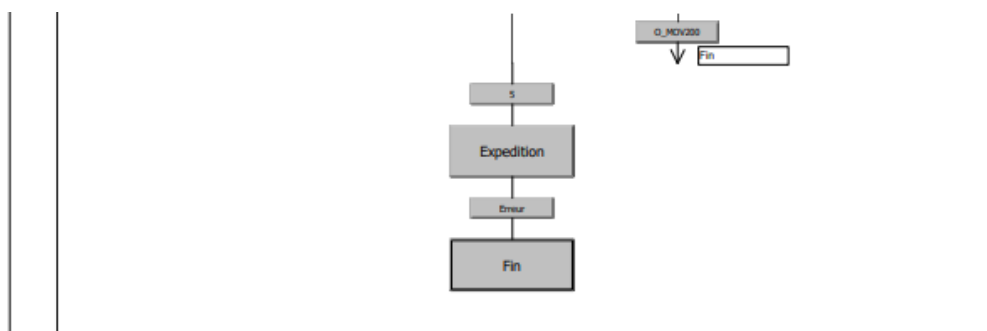


Figure F.2: Diagramme SFC séquence démarrage

Séquence d'arrêt

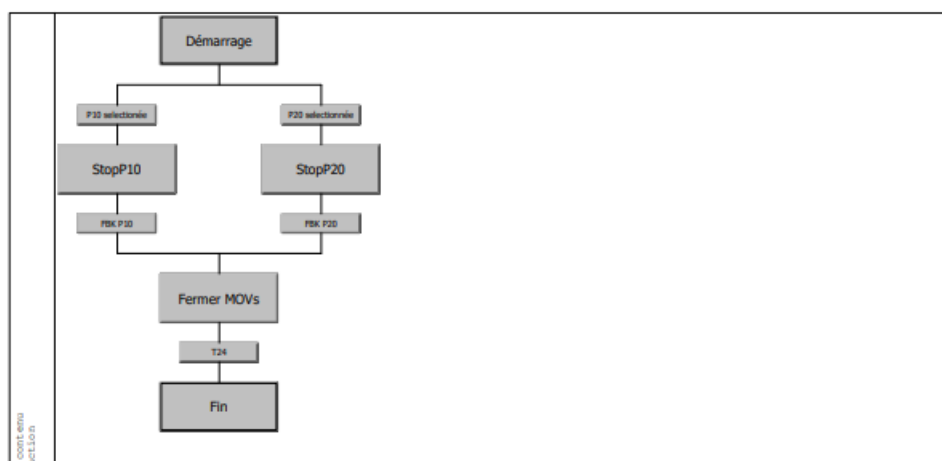


Figure F.3: Diagramme SFC séquence d'arrêt