

N° Ordre...../Faculté/UMBB/2024

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



**Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme**

MASTER

Présenté par

GANNA Nihel

ATTOUI Samra

Filière : Automatisation des procédés industriels
Spécialité : Commande automatique

Thème

**Amélioration de la commande et la supervision du
débutaniseur de ZCINA sous PCS7**

Devant les jurys :

KIDOUCHE Madjid	Prof	FHC	Président
YOUSSEF Toufik	MCB	FHC	Examineur
LACHEKHAB (KAHOUL) Fadhila	MCB	FHC	Encadreur
ELBAY Abd Eldjalil		SIEMENS	Co-Encadreur

Année Universitaire : 2023/2024



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département : Automatisation

Filière : Automatisation des procédés industriels

Option : Commande automatique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Amélioration de la commande et la supervision du
débutaniseur de ZCINA sous PCS7**

Présenté par :

GANNA Nihel
ATTOUI Samra

Avis favorable de l'encadreur :

Nom Prénom

Dr : F. LACHEKHAB

Signature

Avis favorable du Président du jury

Nom Prénom

Pr : MADJID KIDOUCHE

Signature

Cachet et signature

Remerciements

Ce mémoire marque l'aboutissement d'un parcours intellectuel enrichissant et stimulant. A l'occasion de cette étape importante, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation.

En premier lieu, nous adressons nos plus sincères remerciements à Dieu, le Tout-Puissant, le Miséricordieux, le Compatissant. Grâce à sa guidance et à sa protection, nous avons bénéficié de la force, de la santé, de la patience et de la persévérance nécessaires pour mener ce projet à terme.

Ensuite, nous tenons à exprimer notre reconnaissance profonde à notre promoteur **Madame F. KAHOUL**. Votre expertise, votre confiance et votre patience ont été des atouts précieux tout au long de ce parcours. Vos conseils avisés et votre disponibilité nous ont permis d'explorer de nouvelles pistes de recherche et de surmonter les obstacles rencontrés.

Nous adressons également nos remerciements à l'ensemble des membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail. Leurs remarques constructives et leurs suggestions précieuses nous ont permis d'améliorer la qualité de notre mémoire.

Nous sommes reconnaissants envers l'ensemble des professeurs du département de Automatisations et électrifications des procédés industriels, qui nous ont transmis leurs connaissances et leur passion pour cette spécialité.

Un grand merci également au personnel du Siège de Siemens SPA, Hydra, Alger, et plus particulièrement à **Monsieur ELBAY Abd Eldjalil**, pour leur soutien et leur aide précieuse lors de nos stages de recherche. Leur disponibilité et leur expertise nous ont permis de mieux appréhender les réalités du monde industriel.

Enfin, nous tenons à exprimer toute notre gratitude à nos familles et à nos amis. Votre amour, votre confiance et vos encouragements constants ont été une source de motivation inestimable tout au long de nos études.

Merci à tous.

Dédicace

A mes chers parents et ma grand-mère Aïcha ; Je tiens à exprimer ma sincère gratitude en vous consacrant ce travail, qui est le résultat de votre dévouement, de vos nombreux sacrifices et de votre soutien constant. Vous m'avez enseigné l'importance de la persistance, du travail acharné et de la détermination à atteindre mes objectifs, des principes fondamentaux qui ont guidé ma réussite.

À ceux qui m'ont constamment appuyée et motivée à réaliser mes ambitions. Recevez mes remerciements pour votre affection sans limite, vos efforts consentis et votre foi inébranlable en mes capacités.

A mes chers frères et sœurs ; Vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie d'être l'épaule sur laquelle je peux toujours compter. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de sante et de réussite.

A mon fiancé Islam ; Merci d'avoir cru en moi. Ta patience, ton écoute et ton soutien indéfectible m'ont permis d'avancer sereinement. Je n'aurais pu rêver d'un meilleur compagnon de vie à mes côtés.

A ma chérie Aya, La vie nous a réunis à des carrefours inattendus, et ton influence sur mon âme est un cadeau précieux. Quelle chance extraordinaire d'avoir une personne comme toi dans ma vie !

A mes amis, mes sœurs Rawya, Khoula, Ikram, Lyna, Hadil, et Amina ; Parmi les nombreux bonheurs que mon parcours universitaire m'a apportés, le plus précieux est sans aucun doute votre amitié. Votre soutien indéfectible, surtout dans les épreuves, a été une source de force et d'inspiration.

A mon binôme, Samra ; Un grand merci pour son travail remarquable sur ce projet. Son expertise, sa persévérance et son sens de l'humour ont rendu cette expérience enrichissante et agréable.

A tous ceux que j'aime

GANNA Nihel

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À ma chère mère Naima, qui était mon espoir, au cœur attentionné et à la bougie qui était pour moi une lumière dans les nuits sombres, qui m'a soutenu tout au long de mon voyage

dont l'amour et le soutien inébranlables ont éclairé mon chemin,

À mon père Hocine , source de sagesse et de force, qui ne cesse pas de m'encourager,

À ma chère sœur Lamis, le grand amour à lui, que dieu la guérisse et de me la préserver,

À mes sœurs Khoulâ et Maroua qui m'ont inspiré par leur courage et leur dévouement,

À ma petite Sadjda que dieu la protège,

À mon amie Meriem, qui est plus qu'une amie, dont être avec moi tout le chemin

universitaire,

À ma chère Meriem et son mari Youness qui sont toujours avec moi et m'encourager.

A Zineb, dont l'amitié a été un pilier tout au long de ce voyage.

À ma binôme Nihel, pour sa collaboration et son soutien indéfectible.

À TOUT mes collègues MACA19 en spéciales et H19 en générale.

À tous mes amis, connaissances et camarades, pour les moments partagés et les souvenirs

inoubliables.

Je vous dédie cette réussite avec une gratitude profonde et sincère.

ATTOUI Samra

Résumé

La section débutaniseur de ZCINA Hassi Messaoud est actuellement sous la surveillance du système de contrôle distribué (DCS) CENTUM VP de YOKOGAWA. L'objectif principal de ce projet est d'adopter un logiciel plus récent qui peut remplir d'autres fonctions non encore intégrées dans la version existante.

Nous avons commencé par décrire le processus de la section de débutanisation de ZCINA, puis nous avons mis en place l'instrumentation de mesure et de commande ainsi que l'analyse fonctionnelle pour garantir le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation.

Ensuite, nous avons automatisé le système en utilisant l'automate SIEMENS S7-400 (CPU 410E) et les périphéries ET 200SP HA.

Enfin, nous avons développé un programme de control à l'aide du logiciel SIMATIC PCS7 et une interface de supervision avec WIN CC.

Abstract

The debutanizer section of ZCINA Hassi Messaoud is currently under the supervision of YOKOGAWA's CENTUM VP Distributed Control System (DCS). The main goal of this project is to adopt newer software that can perform other functions not yet integrated into the existing version.

We started by describing the process of the ZCINA debutaniszation section, then we set up the measurement and control instrumentation as well as the functional analysis to guarantee the proper functioning of the entire installation.

Then, we automated the system using the SIEMENS S7-400 PLC (CPU 410E) and ET 200SP HA peripherals. Finally, we developed a control program using the SIMATIC PCS7 software and a supervision interface with WIN CC.

Table des matières

Introduction générale.....	16
Chapitre I.Description de l'unité de traitement de GPL ZCINA	
I.1 Introduction	18
I.2 Généralités sur Siemens.....	18
I.2.1. Siemens	18
I.2.2. SIEMENS SPA	19
I.3 L'entreprise SONATRACH	20
I.3.1. Présentation de l'entreprise SONATRACH.....	20
I.3.2. Situation géographique du champ Hassi Messaoud	20
I.3.3. Le gisement de Hassi Messaoud	20
I.3.4. Description des installations.....	21
I.3.5. Présentation de l'unité GPL/LDHP ZCINA	21
I.3.6. Guide détaillé sur le processus de traitement	27
I.3.7. Stockage, export et recyclage du GPL et du condensat	31
I.4. Conclusion	34
Chapitre II.Etude fonctionnelle de l'unité d'extraction du GPL	
II.1. Introduction	36
II.2. L'unité d'extraction du GPL débutaniseur	36
II.2.1. Descriptions du fonctionnement du débutaniseur	36
II.2.2. Problématique.....	38
II.2.3. Contribution et solution proposée	39
II.3. Instrumentation de la tête de la section débutanisation	39
II.3.1. Débutaniseur G11-CB-32-01	39
II.3.2. Ballon de reflux G11-VL-32-05.....	39
II.3.3. Les pompes.....	40
II.3.4. Vannes de commande.....	40
II.3.5. Transmetteurs de débit	41
II.3.6. Transmetteurs de pression	41
II.3.7. Transmetteurs de température	42
II.4. La régulation industrielle	42
II.4.1. Le régulateur PID	43
II.4.2. Types des actions des régulateurs	43

II.4.3.	Caractéristiques des actions	44
II.4.4.	Les méthodes de synthèses des paramètres du régulateur.....	44
II.4.5.	La régulation cascade	46
II.4.6.	La Régulation split range (par partage d'étendue)	48
II.5.	Conclusion	49

Chapitre III.Le logiciel de contrôle de process PCS7

III.1.	Introduction.....	51
III.2.	Système de contrôle distribué (DCS).....	51
III.3.	Présentation de PCS7	52
III.3.1.	Architecture du système SIMATIC PCS7	53
III.3.2.	Architecture hardware	53
III.3.3.	Choix des modules d'E/S	55
III.3.4.	Configuration matérielle.....	57
III.3.5.	Architecture réseau de projet.....	60
III.3.6.	Architecture software PCS7	62
III.4.	Conclusion	65

Chapitre IV.Programmation & simulation

IV.1.	Introduction.....	67
IV.2.	Création d'un nouveau projet sous PCS7	67
IV.3.	Les vues de projet	68
IV.3.1.	Vue des composants (component vue)	68
IV.3.2.	Vue Technologique.....	69
IV.4.	Configurations matérielles	69
IV.4.1.	Configuration de la station AS	69
IV.4.2.	Configuration de la station OS	70
IV.4.3.	Configuration réseau.....	71
IV.5.	Programmation.....	72
IV.5.1.	L'éditeur CFC	72
IV.6	Chargement et compilation de programme	75
IV.6.1	Compilation.....	75
IV.6.2	Chargement	75
IV.7	Simulation.....	76
IV.7.1	Simulation avec PLCSIM.....	76
IV.7.2	Simulation du programme	77

IV.8	Conclusion	79
Chapitre V.Supervision de débutaniseur		
V.1.	Introduction	81
V.2.	La supervision.....	81
V.2.1.	Le logiciel de supervision WinCC	81
V.2.2.	Utilisation de WinCC	82
V.2.3.	Présentation de Graphics Designer	82
V.2.4	RUNTIME.....	86
V.2.5	Visualisation de notre projet	87
V.3	Conclusion	90
Conclusion générale		92
Bibliographie.....		93

Liste des figures

Figure I.1: Siège de Siemens SPA, Hydra, Alger	19
Figure I.2: Situation géographique de champ de Hassi Messaoud	20
Figure I.3: Vue sur l'unité de GPL ZCINA.	22
Figure I.4: Situation géographique de l'unité ZCINA.	22
Figure I.5: Unité de séparation LDHP	23
Figure I.6: Système séparateur d'entrée.	27
Figure I.7: Section compression	28
Figure I.8: Section déshydratation	29
Figure I.9: Section refroidissement	29
Figure I.10: Section dééthanisation.....	30
Figure I.11: Section débuthanisation.....	31
Figure I.12: Section de stockage, export et recyclage de GPL.	32
Figure I.13: Section de stockage, export et recyclage de condensat.....	33
Figure II.1: Exploitation de la section de récupération du GPL.	37
Figure II.2: Débutaniseur de l'unité GPL/ZCINA.....	39
Figure II.3: Une pompe centrifuge	40
Figure II.4 : Vanne de régulation	41
Figure II.5: Transmetteur de débit	41
Figure II.6: Transmetteur de pression	42
Figure II.7: Transmetteur de température	42
Figure II.8 : Schéma d'une boucle de régulation simple.	43
Figure II.9 : Aspect matériel d'un régulateur industriel PID	43
Figure II.10: Méthode de réglage en boucle ouverte	45
Figure II.11: Schéma de principe d'une régulation cascade	46
Figure II.12: Schéma fonctionnel d'une boucle de régulation cascade	47
Figure II.13: Régulations cascade niveau /débit.	48
Figure II.14: Split range type « chaud froid ».....	48
Figure II.15: Split range type « Petit débit/grande débit ».....	49
Figure III.1: Secteurs industriels et systèmes de contrôle	52
Figure III.2: L'architecture du système SIMATIC PCS7.....	53
Figure III.3 : Automation systems with a link to Distributed I/Os	55
Figure III.4: Configuration matérielle ET200 SP HA et l'automate S7-400.....	58
Figure III.5: Rack CR3.	58
Figure III.6: CPU 410 E.....	59
Figure III.7: PS 405 4A.	59
Figure III.8: ET 200 SP HA.....	60
Figure III.9: Architecture réseau de projet.....	60
Figure III.10: PROFIBUS.....	61
Figure III.11 : PROFINET.....	62
Figure III.12: Architecture software PCS7	63

Figure III.13: Serveurs OS PCS7	64
FigureIII.14: Station d'automatisation	65
FigureIV.1: Les étapes à création un nouveau projet.....	68
Figure IV.2: Vue des composants.	69
Figure IV.3: Vue technologique.....	69
Figure IV.4: Configuration de la station AS.	70
Figure IV.5: Configuration de la station OS.....	71
Figure IV.6: Configuration réseau de notre projet.	71
Figure IV.7: Ajoute d'un CFC.....	72
Figure IV.8: L'éditeur CFC.	72
Figure IV.9: CFC de la vanne de régulation.	73
Figure IV.10: CFC de moteur Aero G12-GC3202.	74
Figure IV.11: CFC d'indicateur de pression.	74
Figure IV.12: Compilation du programme.	75
Figure IV.13: Chargement de programme dans la CPU.	76
Figure IV.14: Interface de simulation PLCSIM.....	76
Figure IV.15: Watch on du CFC de la vanne de régulation.....	77
Figure IV.16: Watch on du CFC d'Aero moteur.	78
Figure IV.17: Watch on du CFC d'indicateur de pression.	78
Figure V.1: WinCC Explorer.	82
Figure V.2: Graphics Designer.....	83
Figure V.3: Exemple d'une bibliothèque statique.....	83
Figure V.4: Exemple d'une bibliothèque dynamique.	84
Figure V.5 : Vue général de projet sur Graphics designer.....	85
Figure V.6: Vue Editeur de projet OS.....	86
Figure V.7: Lancement de simulation.	86
Figure V.8: Vue générale de l'interface WinCC Runtime.....	88
Figure V.9: Face-avant de régulateur PID d'une vanne.	88
Figure V.10: Face-avant de Moteur de l'Aero.	89
Figure V.11: Paramétrage de régulateur PID.	90

Liste des tableaux

TableauI.1: Capacité et flexibilité requise.	24
TableauII.1: Caractéristique principales du débutaniseur	38
TableauII.2 : Les avantages et les inconvénients des action PID	44
TableauII.3: Choix des paramètres du régulateur selon le type.....	45
TableauII.4 : Paramètres des régulateurs P, PI et PID.....	46
TableauIII.1: Le bilan total d'E/S du partie tête de débutaniseur.	55
TableauIII.2 : La liste d'E/S du partie tête de débutaniseur.	57

Listes des abréviations :

GPL : gaz de pétrole liquéfié.

ZCINA : nouvelle zone du centre industriel nord Naili Abdelhalim

SFS : Siemens Financial Services

SPA : Société par action

AIP : Automatisation Industrie & Process

CINA : Centre Industriel Naili Abdelhalim

LDHP : Ligne Directe Haute Pression

GNL : gaz naturelle liquéfié

DCS: distributed control system

PCS: Process Control System

CFC: Continuous Function Chart

SFC: Sequential Function Chart

TIC : contrôleur indicateur de température

FIC : contrôleur indicateur de débit

LIC : contrôleur indicateur de niveau

PIC : contrôleur indicateur de pression

PID : proportionnel-intégral-dérivé

API : automate programmable industriel

TOR : tout ou rien

AS : automation station

OS: operator station

ES: engineering station

PS : power suply

CPU : unité centrale de traitement

CP : processeur de communication

DP : périphérie décentralisée

PA : automatisation des procédés

PH : plant Hierarchie

I/O : input /output

OB : blocs organisationnels

Introduction générale

Introduction générale

La surveillance et le contrôle des processus industriels revêtent une importance capitale dans la performance opérationnelle et la sécurité des installations. Dans le secteur pétrolier et gazier, la gestion efficace des équipements de production comme les colonnes d'extraction de GPL, telles que le débutaniseur de ZCINA Hassi Messaoud, est cruciale pour garantir un fonctionnement optimal et sécurisé.

Le système de contrôle distribué (DCS) joue un rôle central dans cette démarche en permettant la surveillance en temps réel, la commande précise et la gestion des données du processus. Parmi les solutions de DCS disponibles sur le marché, le Siemens PCS7 est largement reconnu pour sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences complexes des installations industrielles.

Dans ce mémoire, nous examinerons en détail le processus de contrôle et de supervision d'une partie de la colonne d'extraction de GPL de ZCINA Hassi Messaoud. Dans ce travail en s'intéresse à la section de débutaniseur de ce complexe. Cette section est contrôlée et surveillée actuellement par le nouveau système de contrôle distribué (DCS) en utilisant le logiciel PCS7 V9.1 de Siemens.

Pour soulever cette problématique nous proposerons une solution repose sur l'adoption d'un système de contrôle distribué (DCS) à travers l'utilisation du logiciel PCS7 V9.1 de Siemens et nous développerons une interface de supervision on utilisant WinCC.

Notre travail est divisé sur cinq chapitres :

- Chapitre I : Nous examinerons dans ce chapitre les différentes stations et fonctionnalités de site du ZCINA Hassi Messaoud, ainsi qu'une vue d'ensemble sur SIEMENS et SONATRACH.
- Chapitre II : Nous aborderons l'unité clé de l'extraction du GPL et explorer l'instrumentation et la régulation utilisée dans le cadre de notre étude.
- Chapitre III : Nous présenterons dans ce chapitre le logiciel de programmation PCS7 V9.1 de siemens
- Chapitre IV : Nous aborderons dans ce chapitre le programme de contrôle et de commande d'une partie de colonne d'extraction de GPL en utilisant le langage CFC.
- Chapitre V : Dans le dernier chapitre nous traiterons la partie supervision et simulation en utilisant l'interface WinCC explorer de PCS7.

Chapitre I

Description de l'unité de traitement de GPL ZCINA

Chapitre I

Description de l'unité de traitement de GPL ZCINA

I.1 Introduction

En raison de l'accroissement progressif de la réglementation stricte dans l'industrie pétrolière et gazière Algérienne, ainsi qu'à la croissance continue de la complexité des infrastructures et procédés, il devient essentiel de continuer à améliorer et à évoluer la performance sur divers échelons, depuis l'exploration jusqu'au raffinage, le stockage, la distribution et la rénovation des installations jusqu'aux nouveaux projets.

Le marché mondial exige un traitement rigoureux pour assurer la sécurité du transport et de la distribution via des oléoducs de gaz naturel présentant certains caractères spécifiques, comme la valeur calorifique, le contenu C5+ et la teneur en eau.

Pour produire du gaz de qualité conforme aux normes « ON SPEC » le brut provenant des puits subit une série de traitements le long de la chaîne pour éliminer l'eau et récupérer les fractions d'hydrocarbures lourds (condensats et gaz de pétrole liquéfié - GPL).

Ce chapitre examinera les différentes stations et fonctionnalités de site du ZCINA Hassi Messaoud, ainsi qu'une vue d'ensemble sur SIEMENS et SONATRACH.

I.2 Généralités sur Siemens

I.2.1. Siemens

Siemens est un groupe technologique actif dans presque tous les pays du monde, qui se concentre sur les domaines de l'automatisation et de la numérisation dans les industries de transformation et de fabrication, les infrastructures intelligentes pour les bâtiments et les systèmes énergétiques distribués, les solutions de mobilité intelligente pour le transport ferroviaire, ainsi que la technologie médicale et les services de soins de santé numériques.

Siemens comprend Siemens Aktiengesellschaft (Siemens AG), une société par actions régie par les lois fédérales allemandes, en tant que société mère, et ses filiales.

Cette société est incorporée en Allemagne et son siège social est situé à Munich. Au 30 septembre 2022, Siemens comptait environ 311 000 employés.

Au 30 septembre 2022, Siemens a déclaré les segments suivants : Digital Industries, Smart Infrastructure, Mobility et Siemens Healthineers, qui forment ensemble notre "Industrial Business" et Siemens Financial Services (SFS) qui soutient les activités de ses entreprises industrielles et mène également ses propres affaires avec des clients externes. En outre, ils présentent les résultats des Portfolios Companies, qui comprennent des entreprises gérées séparément en vue d'améliorer leurs performances.

I.2.2. SIEMENS SPA

Créé le 20 août 1962, Siemens Algérie a été la première multinationale à avoir obtenu son registre de commerce en Algérie. Déjà en 1857, le fondateur du groupe Werner Von Siemens participait à l'installation du premier câble télégraphique en haute mer entre l'Europe et l'Afrique, plus précisément entre Cagliari et Annaba.

Le groupe allemand a créé des milliers d'emplois directs et indirects, et a investi plusieurs millions d'euros dans la formation de ses collaborateurs et de ses partenaires. Elle a, d'ailleurs, noué des partenariats d'excellence avec de nombreuses institutions, dont l'Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene (U.S.T.H.B.), avec qui elle a co-fondé le Master Automatisation Industrie & Process (A.I.P.). D'autres universités bénéficient de l'expertise de Siemens à travers le pays, comme l'Institut National des Hydrocarbures (I.N.H.) de Boumerdes, l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle (I.M.S.) de l'Université d'Oran et l'université de Ferhat Abbas à Sétif.

A travers ses solutions pour l'industrie, l'énergie, les soins de santé et les infrastructures urbaines, l'entreprise s'investit dans le développement durable. Elle entend ainsi incarner une valeur sûre pour ses clients et leur apporter des réponses aux questions essentielles de notre temps. Siemens SPA emploie aujourd'hui 300 collaborateurs. Au cours de l'exercice fiscal 2022 (clôturé le 30 septembre 2022), Siemens en Algérie a enregistré un chiffre d'affaires de 77 millions d'euros.



Figure I.1:Siège de Siemens SPA, Hydra, Alger

Aujourd'hui, Siemens est organisée en deux grandes entreprises :

- ❖ **L'Entreprise Opérationnelle (OC)** comprend trois divisions indépendantes :
 - Énergie et Gaz.
 - Industries Numériques.
 - les infrastructures intelligentes.
- ❖ **L'Entreprise Stratégique (SG)** est composée de deux divisions :
 - Mobilité.
 - la technologie médicale.

Siemens Digital Industries est un leader dans l'innovation et la technologie pour l'automatisation industrielle et la numérisation.

I.3 L'entreprise SONATRACH

I.3.1. Présentation de l'entreprise SONATRACH

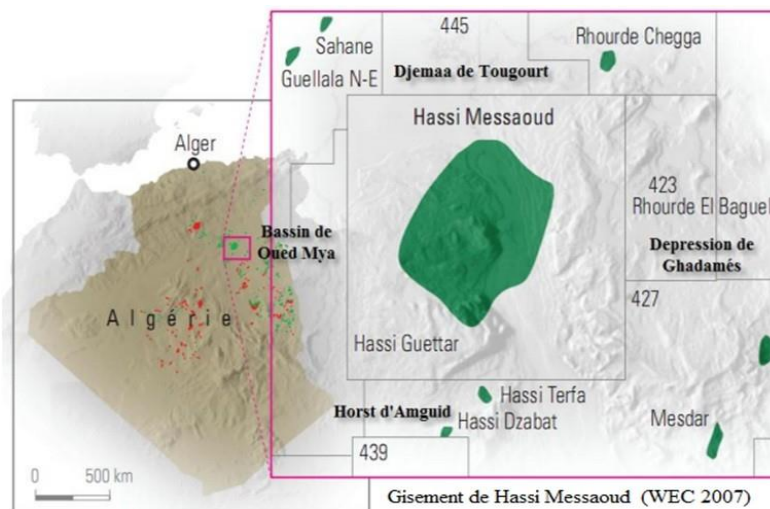
La Société Nationale Algérienne de Recherche, d'Exploration, de Transport par Canalisation et de Commercialisation des Hydrocarbures, SONATRACH, a été fondée le 31 décembre 1963. Elle est l'une des plus grandes sociétés énergétiques mondiales et est considérée comme la première entreprise du continent africain. Classée 12ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, elle est le premier producteur de condensat, le deuxième exportateur de GNL et de GPL, ainsi que le troisième exportateur de gaz naturel.

Les activités de SONATRACH s'étendent au-delà de l'industrie pétrolière et gazière pour inclure la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables, ainsi que le dessalement d'eau de mer. Les résultats financiers de SONATRACH continuent de progresser d'année en année. [2]

1.3.2. Situation géographique du champ Hassi Messaoud

Le gisement de pétrole Hassi Messaoud est situé au milieu du Sahara algérien, à environ 86 km au sud-est de la ville d'Ouargla, dans la région de la wilaya de Ouargla. Cet endroit revêt une importance vitale pour l'économie algérienne car il abrite l'un des dix plus grands gisements d'hydrocarbures au monde [3].

Le champ de Hassi Messaoud est subdivisé en deux champs distincts : le champ nord et le champ sud.



FigureI.2: Situation géographique de champ de Hassi Messaoud [2].

I.3.3. Le gisement de Hassi Messaoud [3]

La région pétrolifère de Hassi Messaoud, où le pétrole jaillit pour la première fois en 1956, ne montrait aucun indice superficiel qui pourrait attirer l'attention des explorateurs pétroliers de l'époque : la découverte du gisement de Hassi Messaoud est donc résulté de l'application des méthodes de prospection les plus modernes. Les méthodes gravimétriques n'ayant guère donné de résultat, une campagne sismique-réfraction fut entreprise sur 150 km selon un axe NW-SE, passant par Ouargla et Hassi Messaoud.

Cette campagne ayant permis, entre autres, de déterminer l'existence d'une structure susceptible de contenir des hydrocarbures au voisinage du point d'eau dit "Hassi Messaoud". Un premier forage, MD1, y fut entrepris par la société nationale des pétroles d'Algérie (SN. RE. P. AL). Le 15 Juin de la même année, ce puits a été découvert à 3338 mètres de profondeur comme étant producteur d'huile, dans les grès du Cambrien.

En Mai 1957 à 7 km au Nord-Ouest, le puits OM1 a été foré par la C.F.P.A confirmait l'existence d'une quantité très importante d'huile dans les grès du Cambrien. Le gisement fut donc divisé par deux (2) concessions distinctes :

- Au Nord la C.F.P.A.
- Au Sud la SN. REPAL.

La limite coupe le champ dans le sens Est-Ouest en deux parties sensiblement égales. Actuellement le champ est subdivisé en 25 zones productives, ces zones sont relativement indépendantes et correspondent à un ensemble des puits qui communiquent entre eux lithologiquement et se comportent de la même manière de point de vue pression.

Le puits baptisé MD1 (MD pour Messaoud) fut le premier d'une série de 300 (actuellement le nombre de puits dépassent le 1000) qui consacre ce gisement parmi les plus riches du monde.

Le gisement d'Hassi Messaoud, le plus grand gisement de pétrole en Algérie et de tout le continent africain, centralisé la production de pétrole du pays. Il est le point de départ de plusieurs oléoducs alimentant les raffineries et les terminaux d'exportation sur la côte, et fait transiter la production d'autres gisements du pays.

I.3.4. Description des installations

La production d'un puits est un mélange complexe comprenant des hydrocarbures liquides et gazeux, de l'eau et des impuretés. Avant d'être expédiée, cette production est traitée au complexe industriel sud (CIS) et au Centre Industriel Naili Abdelhalim (CINA). Ces trois complexes, CIS, CINA et ZCINA, équipés de procédés variés, sont dédiés au traitement des effluents des puits. Leur objectif est de :

- ❖ Traiter le pétrole brut en le séparant en huile, eau et gaz, en le dessalant et en le stabilisant pour obtenir un produit conforme aux normes commerciales.
- ❖ Traiter les gaz associés issus du processus de traitement du pétrole brut pour produire des GPL et des condensats.
- ❖ Traiter les eaux huileuses générées lors du traitement du pétrole brut afin de préserver l'environnement.

I.3.5. Présentation de l'unité GPL/LDHP ZCINA

L'usine GPL ZCINA est une unité d'extraction de liquides de gaz associés. Elle reçoit des gaz associés valorisables provenant de l'unité de traitement de brut CINA sur le champ de Hassi Messaoud nord, ainsi qu'une partie du gaz de charge provenant de l'unité de séparation d'huile

- **Les unités principales de ZCINA**

ZCINA contient deux unités principales :

- **Unité de GPL [5] :** Cette unité comprend :

- Des connexions à la ligne existante de gaz associés de CINA, pour amener le gaz de charge et exporter le gaz résiduel.
- Une section de réception du gaz de charge.
- Une unité de compression du gaz de charge.
- Trois trains de traitement de gaz incluant une section de déshydratation du gaz, une section de récupération des liquides, une section de séparation des GPL et des condensats et un système d'huile chaude.
- Des stockages et une pomperie d'expédition des GPL.
- Des stockages et une pomperie d'expédition des condensats.
- Des systèmes d'utilités.
- Des systèmes de torche.
- Des lignes d'expédition des produits (GPL, condensats).
- Unité de traitement des eaux huileuses.
- Des infrastructures et des bâtiments.

- **Unité de séparation LDHP (Ligne Directe Haute Pression) [5] :** Cette unité comprend :

- Un réseau de collecte de production d'huile multiphasique composé de 20 MFDs et 20 collecteurs, raccordé à 200 puits HP (actuellement 88 puits qui sont raccordés, plus d'autres futurs puits qui seront raccordés ultérieurement).
- Une batterie de 03 séparateurs tri - phasique identiques destinés à prendre en charge la séparation de brut à 32 bars.
- Un Ballon Dégazeur d'eau.
- Un ballon de torche et une torche chaude.
- Deux pipelines d'expédition d'huile et d'eau vers CINA.
- Local Technique.

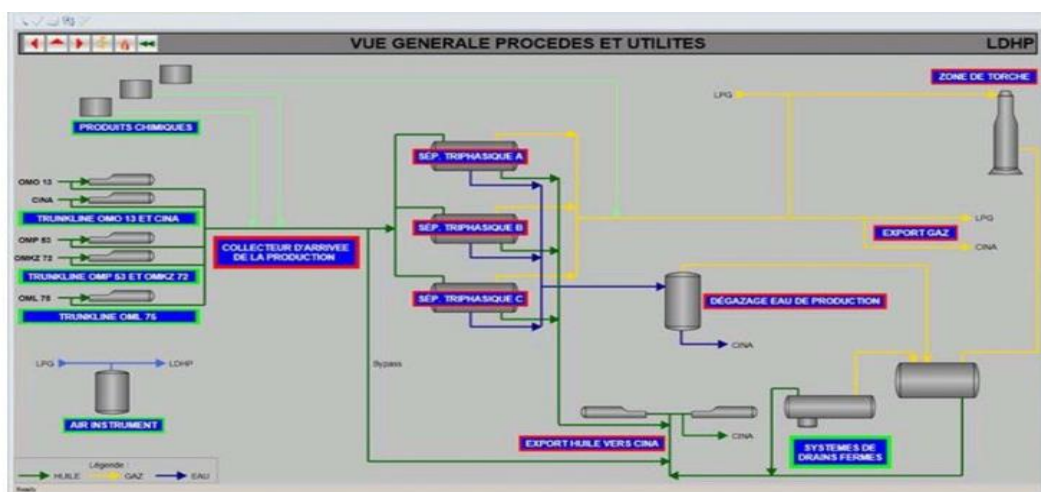


Figure I.5:Unité de séparation LDHP [10].

- **Capacité et Flexibilité requises [5]**

Les études de procédés de l'usine GPL ZCINA sont été réalisées pour déterminer la capacité et la flexibilité requises qui illustrées dans le tableau "Capacité et Flexibilité requises ".

Unité LDHP		
La charge	Capacité de Design	Valeur garantie
Huile	22542 m ³ /j	
Gaz	22 MM Sm ³ /j	
Eau	1577 m ³ /j	
Unite GPL		
Gaz d' alimentation	24 MM Sm ³ /j	8 millions de Sm ³ sec/jour par train
GPL	4670T/j	Taux de récupération C3, C4 < à 88.3 en masse, T <25 °C
C ₅ ⁺	330 T/j	
IC5	770 T/j	
Gaz résiduel	21.4 MM Sm ³ /j	

TableauI.1:Capacité et flexibilité requise [6].

- **Les installations de la production de l'usine ZCINA**

Les sections principales de l'installation de production comprennent :

➤ **Sections procédées**

- Système d'alimentation en gaz de charge.
- Section compression du gaz.
- Stockage et expédition des produits liquides.
- Système d'expédition des produits gazeux.
- Section déshydratation.
- Train de traitement (section compression, refroidissement, dééthanisation, débuthanisation).

➤ **Sections utilités :** Les sections utilités ainsi que leurs fonctionnements sont décrites comme suivant :

- Unité d'huile chaude

Cette unité fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement des rebouilleurs du dééthaniseur et du débutaniseur. Elle est équipée d'une boucle d'huile chaude, d'un bac de stockage d'huile chaude, de pompes de circulation d'huile chaude, d'un four d'huile chaude, de filtres et d'un aéroréfrigérant.

- Package d'injection

Ces packages injectent des produits chimiques dans le procédé, tels que le méthanol, l'inhibiteur de corrosion pour pipeline de gaz de charge, l'inhibiteur de corrosion du séparateur d'entrée et le biocide.

- Torches

Les réseaux de torche récupèrent les gaz de dépressurisation et d'échappement des soupapes de l'usine GPL. Ils sont divisés en systèmes torche froide, torche chaude et torche basse pression.

- Traitement des eaux huileuses

Les eaux huileuses proviennent des eaux de procédé et des drains ouverts. Le traitement se fait en deux étapes : séparation en continu pour les eaux de procédé et séparation par intermittence pour les eaux de drains ouverts. Une seconde étape de séparation utilise une unité de filtration sur résines coalescentes.

- Système gaz combustible

Il existe deux réseaux de gaz combustible : haute pression pour alimenter les turbines à gaz des compresseurs du gaz de charge et basse pression pour alimenter les fours d'huile chaude, les fours de gaz de régénération, les collecteurs et sous collecteurs des torches en gaz de balayage, les pilotes des torches, les ballons de flash des condensats et le bac de stockage des condensats hors -spec.

- Eau brute

L'eau brute provenant d'un puits foré dans la couche aquifère Eocène est chlorée puis filtrée à 100 µm par un filtre à panier. Elle alimente le package de traitement d'eau potable.

- Eau potable et eau de service

L'eau de nappe Eocène chlorée et filtrée alimente le package de traitement d'eau potable par nano filtration installée dans un conteneur. Elle subit d'abord un prétraitement à travers d'un filtre à sable puis traverse un filtre à charbon actif pour déchloration et enfin subit une microfiltration. L'eau traitée en sortie de package est conforme aux normes algériennes pour l'eau potable. Elle est stockée dans le réservoir d'eau potable et desservie vers les consommateurs par la pompe d'eau potable.

- **Traitement des eaux usées**

Les effluents sanitaires provenant des différents bâtiments et du poste de garde sont réceptionnés dans une fosse tampon puis repris par une pompe et dirigés vers l'unité de traitement biologique.

- **Système d'eau incendie**

L'usine GPL ZCINA dispose d'un système d'eau incendie comprenant une alimentation en eau, deux réservoirs de stockage d'eau incendiée, une pomperie d'eau incendie et un réseau de distribution d'eau incendié émaillé et enterrée.

- **Drains ouverts et drains fermés**

Les drains ouverts collectent principalement les eaux de pluie, les eaux d'extinction des feux, les eaux de lavage et les égouttures sur toutes les aires dallées. Les drains fermés sont utilisés pour la maintenance d'équipements sous pression en opération contenant peu ou pas de liquide.

- **Stockage et distribution de diesel**

Le diesel est utilisé en tant que combustible de secours. Les consommateurs sont le package diesel de compression d'air, le groupe électrogène de secours et la pompe d'eau incendie. Le système doit la disponibilité immédiate du diesel pour les assurer consommateurs.

- **Air service et instrument**

L'unité produit l'air instrument, l'air nécessaire à la production d'azote et l'air. Le système se compose d'une compression d'air, d'une réserve d'air service, d'une unité de séchage d'air et d'une réserve d'air instrument.

- **Azote**

Le système d'azote est constitué de l'azote basse pression (entre 5 bars et 8 bars) et de l'azote haute pression à 40 bars. L'azote à basse pression est utilisé en permanence dans l'usine. Il sert à assurer l'étanchéité des garnitures des compresseurs et de certaines pompes et à maintenir sous atmosphère inerte certains stockages.

L'azote à haute pression ne sert qu'au remplissage de bouteilles d'azote.

- **Système sécurité (DéTECTEURS & Systèmes d'alerte)**

Systèmes de détection de feu et de gaz : Le système Feu et Gaz, basé sur un système programmable redondant, est installé sur l'unité. Il a pour objectifs de détecter au plus tôt toute situation dangereuse et anormale, d'avertir et alerter le personnel et les personnes présentes dans l'environnement proche de l'unité et d'initier les actions visant à maîtriser ou limiter les conséquences de l'incident détecté.

I.3.6. Guide détaillé sur le processus de traitement [5]

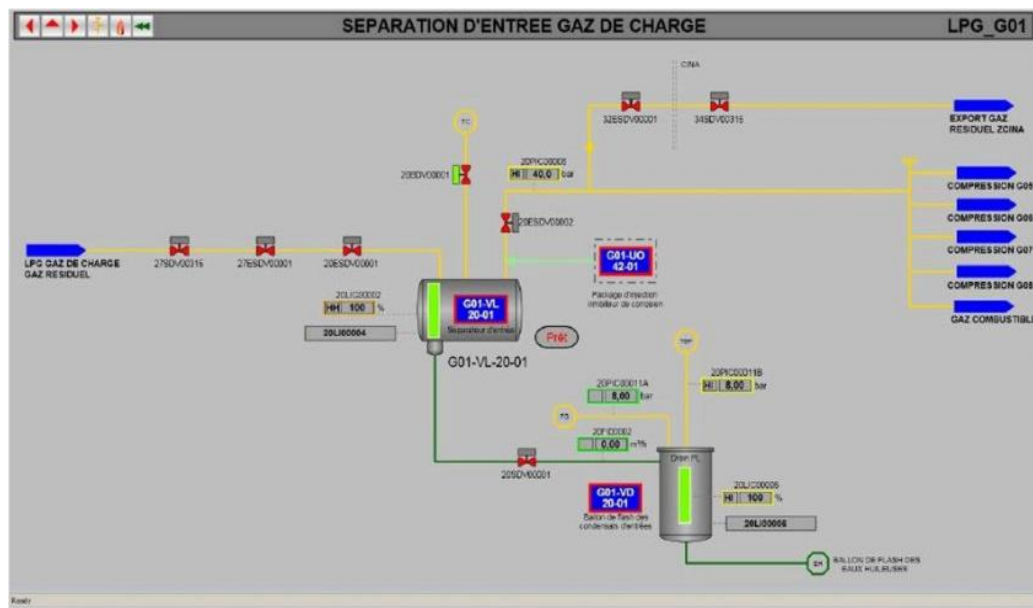
Le processus de traitement du Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) se fait au niveau de l'unité de traitement du gaz GPL ZCINA qui est composée de trois trains identiques conçues pour traiter deux types distincts de gaz : une Gaz issu de la séparation CINA et des séparateurs sur champs compressés des installations de boosting R5 à 35 bars et une Gaz produit au niveau de la séparation LDHP ZCINA.

Les fonctions principales des unités de traitement ZCINA incluent :

- **Système séparateur d'entrée**

Le système de séparation des flux d'entrée du complexe de GPL ZCINA comprend une unité centrale. Le séparateur d'entrée G01 - VL - 20-01 reçoit le gaz provenant de CINA par la canalisation.

Potentiellement chargé en eau due à la condensation. Ce dispositif sépare le gaz destiné à la compression de la phase aqueuse. De plus, un inhibiteur de corrosion est ajouté à la sortie. Le ballon de flash des condensats d'entrée G01 - VD - 20-01 reçoit le liquide du séparateur d'entrée via un contrôle de niveau pour dégazer l'eau saturée en hydrocarbures et envoyer les gaz dissous à la torche basse pression. Enfin, le liquide résiduel est dirigé vers le système de traitement des eaux huileuses et des gaz du séparateur, sous surveillance du niveau.



FigureI.6: Système séparateur d'entrée [10].

- **Section compression**

Compression du gaz afin qu'il atteigne une pression suffisante pour passer par les autres étapes de traitement.

Après la phase de séparation, le gaz provenant des unités CINA et LDHP est dirigé vers le collecteur d'aspiration des compresseurs, se répartissant ensuite entre les turbocompresseurs G05 / G06 / G07 / G08 - KA - 23-01. De plus, le gaz de régénération provenant de la déshydratation de chaque train de traitement est collecté sur un collecteur commun, puis distribué aux compresseurs au niveau de la dernière roue, formant ainsi leur inter-étage. Lors du refoulement du compresseur, le gaz est refroidi à travers l'aéroréfrigérant G01 - GC - 23-01. L'eau issue de la condensation pendant le refroidissement est séparée du gaz dans le ballon de refoulement G01 - VD - 23-02. Enfin, le gaz comprimé est acheminé vers le collecteur de refoulement commun, qui alimente le distributeur de gaz vers la section de déshydratation.

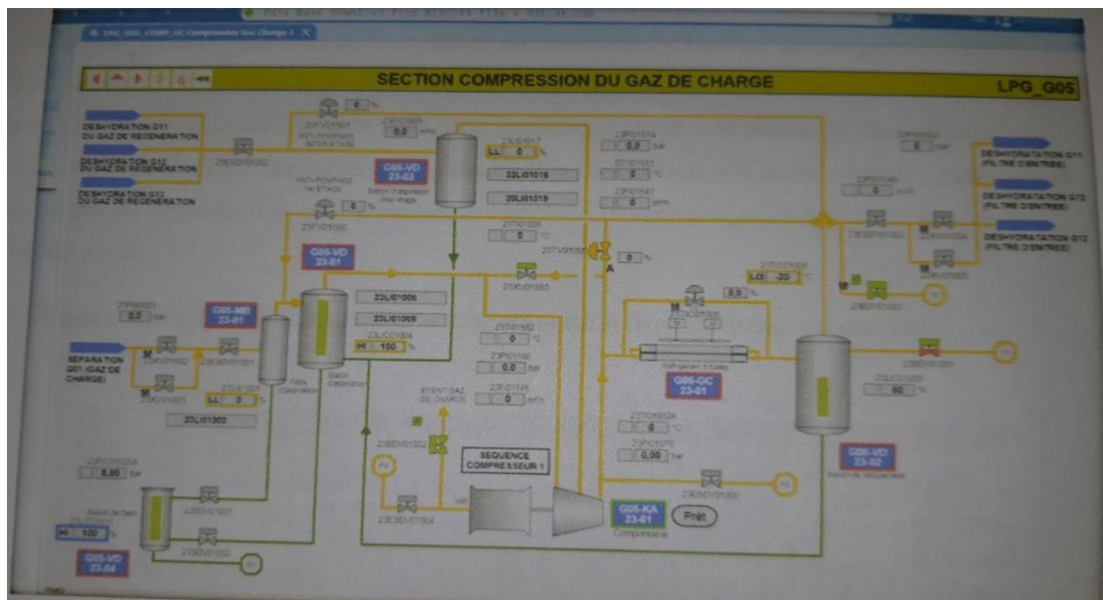


Figure I.7:Section compression [7].

- **Section déshydratation**

La section de déshydratation vise à réduire la teneur en eau du gaz d'alimentation saturé en eau à 1 ppm vol, afin d'éviter la formation d'hydrates dans la partie froide de l'installation. Le gaz humide est traité dans le filtre coalescent GIX - MB - 24-02 pour éliminer l'eau libre condensée de la compression. L'eau récupérée est dirigée vers le traitement des eaux huileuses. Ensuite, le gaz du filtre coalescent est envoyé à deux des trois sécheurs de gaz GIX - VK - 24-01 A / B / C pour la déshydratation. Deux sécheurs fonctionnent en parallèle en mode d'adsorption, tandis que le troisième est en régénération. Chaque sécheur suit un cycle de 24 heures, avec 16 heures d'adsorption et 8 heures de régénération. Après l'adsorption, le sécheur passe en régénération pour extraire l'eau adsorbée, tandis qu'un autre sécheur prend le relais en mode adsorption. Enfin, le gaz sec et filtré est dirigé vers la section de refroidissement du gaz.

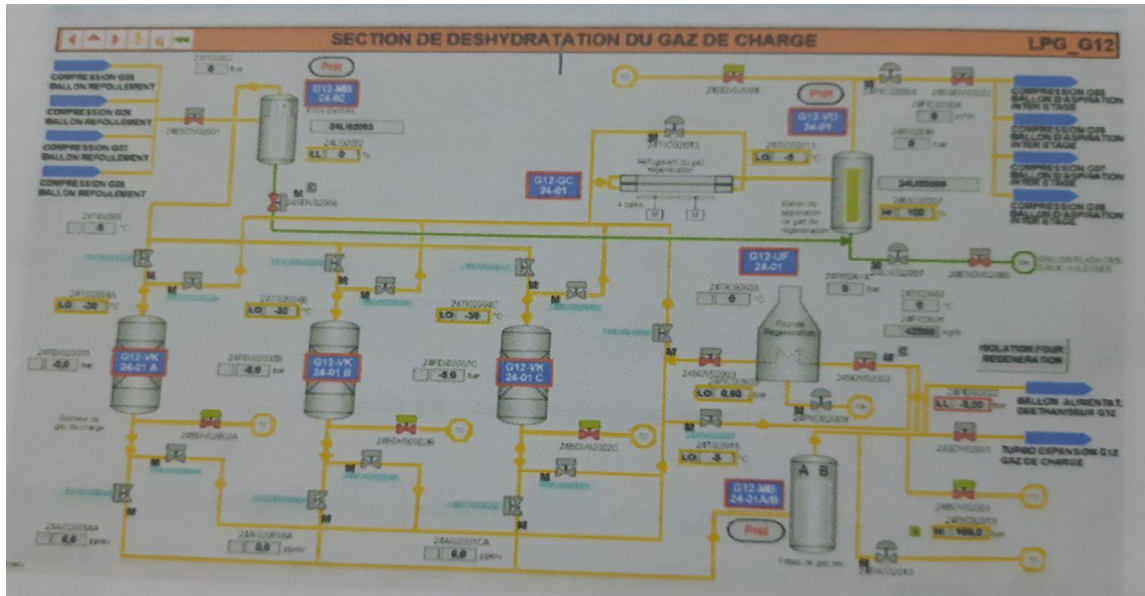


Figure I.8: Section déshydratation [7].

- Section refroidissement

Refroidissement du gaz pour la condensation des hydrocarbures légers et la formation de liquides saturés.

Le gaz sec filtré provenant de l'unité de déshydratation est dirigé vers la section de refroidissement du gaz. Ce gaz est réparti entre l'échangeur gaz de charge / charge dééthaniseur G11 - GA 32-01 et l'échangeur gaz de charge / gaz résiduel G11 - GA - 32-02 A / B qui fonctionnent simultanément. Une partie du gaz déshydraté est refroidie dans l'échangeur par la sortie liquide froide du ballon d'alimentation du dééthaniseur G11 - VL - 32-03, tandis que le reste du débit est refroidi par le gaz résiduel provenant du système de tête de l'absorbeur. Les deux flux froids sont mélangés et dirigés vers le ballon d'alimentation de l'expandeur G11 - VL - 32-01.

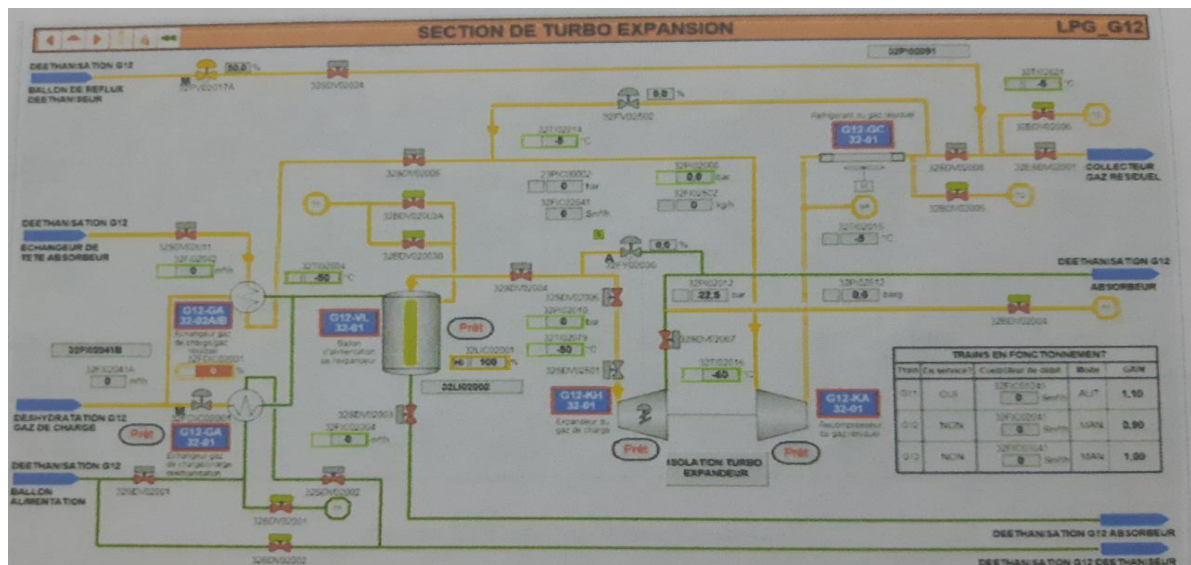


Figure I.9: Section refroidissement [7].

- Section dééthanisation

Séparation des éthanols et des éthers volatils contenus dans le gaz, permettant d'obtenir un gaz propre et sans contaminants.

La section de dééthanisation vise à récupérer les gaz résiduels C1 et C2. L'absorbeur G11 - CA 32-01 reçoit des flux liquide/vapeur de la sortie de l'expandeur. Cette colonne à plateaux sans rebouillage sépare principalement l'éthane et les composants plus légers en tête de colonne par distillation. Le gaz de tête est réchauffé successivement via des échangeurs avant d'être refroidi à 60°C par un aéro-réfrigérant. Enfin, le gaz résiduel est collecté avec celui des autres trains sur un collecteur commun avant d'être transféré vers CINA.

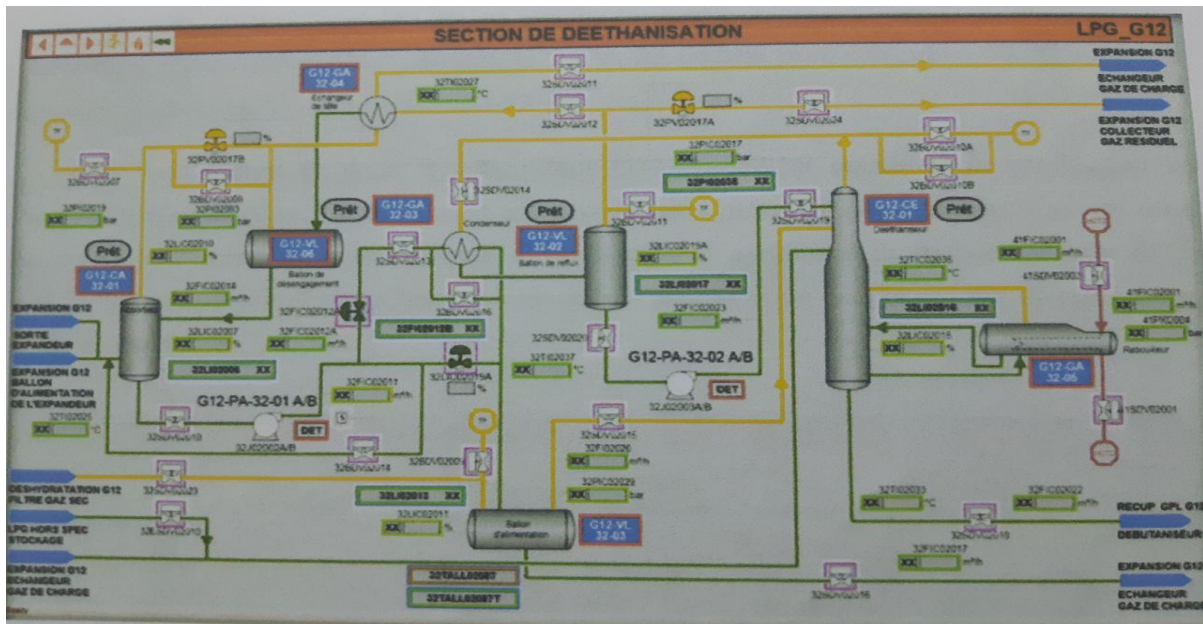


Figure I.10: Section dééthanisation [7].

- Section débuthanisation

Finalisation de la séparation entre les hydrocarbures gazeux et liquides, avec une extraction fine des dernières impuretés.

La section de débuthanisation, chargée de la séparation des liquides, est réalisée par le débuthaniseur G11 - CB - 32-01, une colonne de distillation avec reflux et rebouillage comprenant 43 plateaux et deux points d'alimentation. L'alimentation principale se fait au plateau n°28, tandis que l'iso-pentane provenant du séparateur M4 CINA est introduit au plateau n°4. Cette section est dédiée à la production de GPL et de condensat. Le gaz de tête est entièrement condensé dans l'aéro-réfrigérant, le GPL ainsi obtenu est collecté dans le ballon de reflux du débuthaniseur G11 - VL - 32-05. Une partie du liquide formé est recyclée comme reflux, tandis que le reste constitue la production du traitement. En situation normale, la production en GPL est dirigée vers un collecteur commun puis vers le stockage et l'exportation. De plus, un flux riche en iso-pentane est extrait du plateau n°8 pour répondre aux spécifications

du GPL et du condensat. L'iso-pentane est refroidi à 60°C avant d'être pompé pour la production en condensat. Ce dernier est refroidi à 60°C avant d'être dirigé vers le stockage et l'exportation.

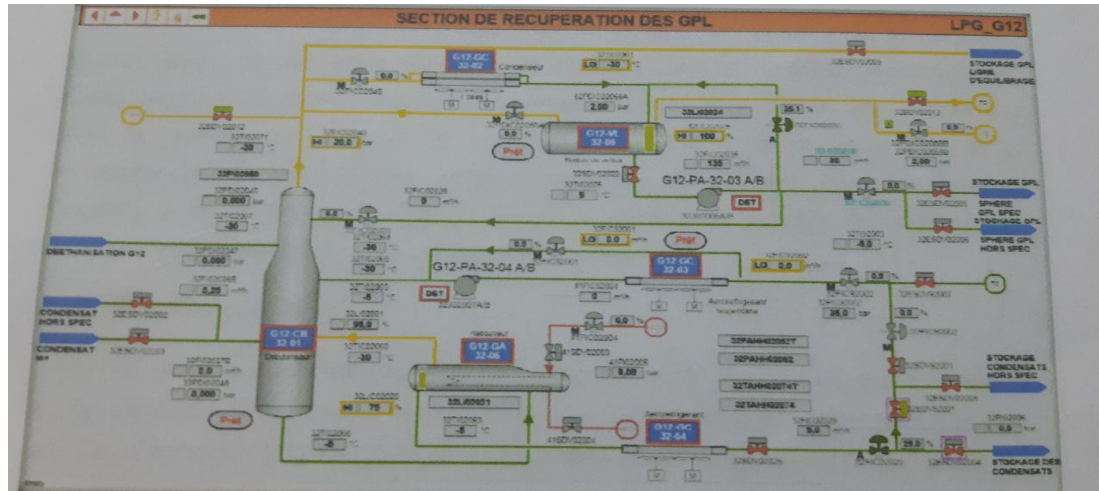


Figure I.11: Section débuthanisation [7].

Chaque train de traitement ZCINA est capable de gérer ces cinq étapes successives, garantissant une qualité constante du gaz liquéfiable final.

I.3.7. Stockage, export et recyclage du GPL et du condensat

- **Stockage du GPL**

Le produit provenant du ballon de reflux du débutaniseur de chaque train est acheminé vers la section de stockage par le biais du collecteur commun de GPL conforme ou non aux spécifications. Le système de stockage de GPL est composé de quatre sphères identiques d'une capacité totale de 500 m³ chacune. Trois de ces sphères (31G-RD-33-01 A/B/C) sont exclusivement réservées au stockage du GPL conforme aux spécifications et sont approvisionnées uniquement par le collecteur de GPL conforme. La quatrième sphère, 32G-RD-33-01, est destinée à recevoir temporairement du GPL non conforme, mais peut également être utilisée pour du GPL conforme si nécessaire.

- **Export du GPL**

Le système de stockage de GPL dans un débutaniseur est conçu pour stocker le gaz propane liquéfié (GPL) à l'état liquide. Le GPL est produit par le débutaniseur et est stocké dans des sphères spécifiques qui sont connectées au système de stockage par le biais de collecteurs communs. Les sphères de stockage sont conçues pour stocker le GPL conforme aux

spécifications et le GPL non conforme. Les sphères de stockage sont équipées de pompes qui permettent de refouler le GPL vers le système de traitement avant le stockage et l'exportation.

Les pompes d'exportation de GPL 35G-PA-33-01 A/B sont des pompes centrifuges verticales utilisées pour acheminer le GPL vers une nouvelle station de pompage située à 17 km de ZCINA par le biais d'un nouveau pipeline souterrain. La pression requise à la station de pompage est de 29 bars. Chaque pompe a une capacité équivalente à la production maximale de 3 trains. L'exportation du GPL peut être réalisée en maintenant le niveau des sphères bas ou en contrôlant le débit, la décision étant prise par l'opérateur. En cas d'exportation de l'équivalent de la production quotidienne en 16 heures (soit 150 % du débit normal), il est nécessaire d'utiliser la pompe de secours en parallèle avec la pompe principale, chacune fonctionnant à 75 % de sa capacité.

- **Recyclage du GPL**

Le recyclage du GPL consiste à récupérer et réutiliser le GPL provenant de diverses sources, comme les VHU et les installations de stockage. Le GPL récupéré est stocké dans des réservoirs séparés pour une utilisation ultérieure. Les objectifs du recyclage du GPL sont d'identifier et d'appliquer les connaissances nécessaires pour le transport des GPL en citernes. La formation en recyclage du GPL est disponible pour mettre à jour ces connaissances.

Le Récupérateur de GPL SEDA ECO est une solution mobile pour transférer le GPL des VHU dans des réservoirs séparés. L'étude d'optimisation des paramètres de récupération de GPL de la production de GNL est également un sujet d'étude pour améliorer les procédés de récupération des GPL.

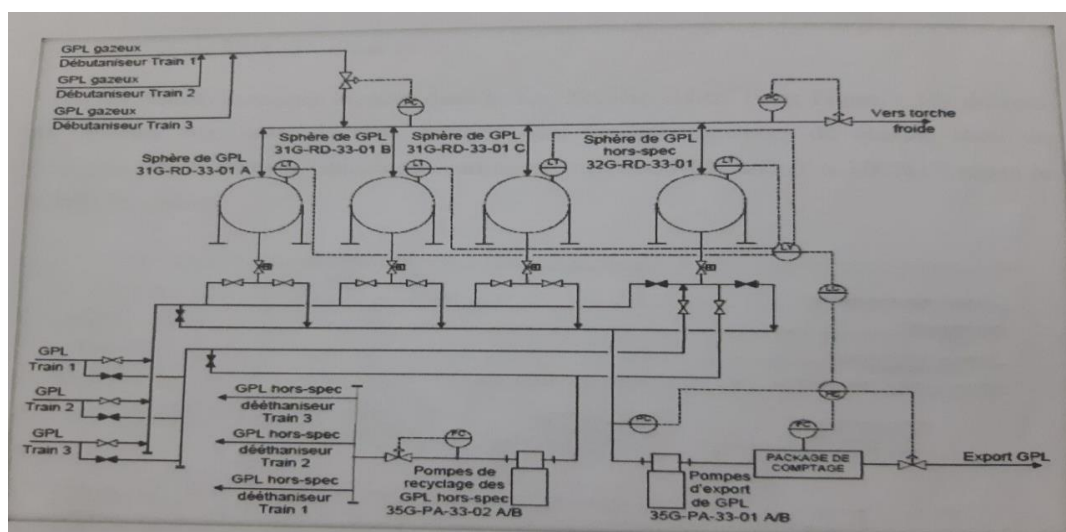


Figure I.12: Section de stockage, export et recyclage de GPL [8].

- **Stockage du condensat**

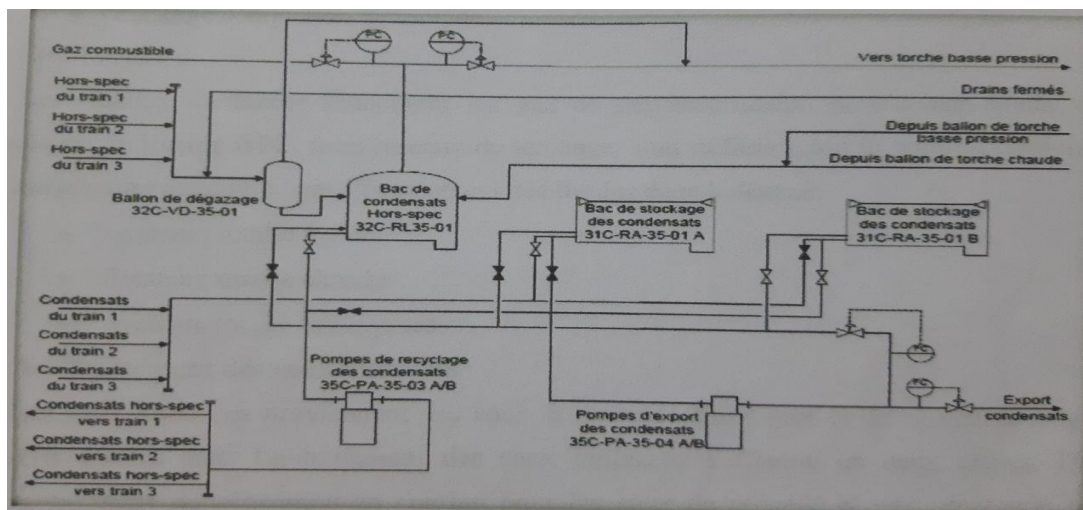
L'unité de stockage des condensats est conçue pour stocker et expédier le condensat et pour stocker temporairement le condensat hors spécifications avant traitement. Les condensats produits dans les débutaniseurs G11, G12 et G13 sont refroidis et dirigés vers la zone de stockage. Le système de stockage des condensats est composé d'un ballon et de trois bacs, avec une capacité unitaire totale d'environ 1000 m³.

- **Export du condensat**

Les pompes d'exportation verticales 35C-PA-35-04 A/B sont utilisées pour expédier les condensats stabilisés de ZCINA vers une ligne de condensats existante via un nouveau pipeline de 5.305 km, avec une pression d'arrivée de 19 bars. Chaque pompe a une capacité équivalente à la production maximale d'un train, mais elles permettent d'exporter la production journalière maximale de ZCINA en 16 heures (soit 150 % du débit normal) en utilisant la pompe de secours en parallèle avec celle en fonctionnement normal.

- **Recyclage du condensat**

Le recyclage des condensats hors spécifications stockés dans le bac 32C-RL-35-01 (voir Figure 1.14) nécessite leur retraitement. Pour cela, ils sont envoyés vers les débutaniseurs de chaque train de production via les pompes centrifuges verticales 35CPA-35-03 A/B (2 x 100 %) lorsque l'opérateur le souhaite. Ces pompes sont conçues pour transférer les condensats hors spécifications vers les débutaniseurs pour leur retraitement.



FigureI.13:Section de stockage, export et recyclage de condensat [8].

I.4. Conclusion

L'étude d'une unité de traitement de gaz GPL ZCINA de Hassi Messaoud nous a permis de mieux découvrir les stations comprises dans notre projet ainsi que le rôle de chacune dans le traitement du gaz de pétrole liquéfié.

Le prochain chapitre sera consacré au fonctionnement de débutaniseur ainsi que les instruments de mesure utilisés.

Chapitre II

Etude fonctionnelle de l'unité d'extraction du GPL

Chapitre II

Etude fonctionnelle de l'unité d'extraction du GPL

II.1. Introduction

Les gaz associés à l'extraction du pétrole sont qualifiés de gaz « riches » en raison de leur forte teneur en éthane, propane, butane et autres hydrocarbures saturés. Ces gaz sont traités pour produire du gaz de pétrole liquéfié (GPL) par des processus tels que la compression, l'adsorption, l'absorption et le refroidissement.

Dans ce chapitre, nous aborderons l'unité clé de l'extraction du GPL, le débutaniseur qui est colonne de distillation. Elle est conçue pour séparer le propane et les fractions légères du butane des fractions plus lourdes. Le débutaniseur représente la phase finale du processus de production de GPL pur. Nous allons aussi explorer l'instrumentation et la régulation utilisée dans le cadre de notre étude.

II.2. L'unité d'extraction du GPL débutaniseur

Une unité d'extraction de GPL appelée débutaniseur est une installation industrielle utilisée dans le processus de raffinage du pétrole. Son rôle principal est d'extraire le GPL à partir des fractions plus lourdes du pétrole brut, en particulier le butane et le propane. La distillation, est un procédé de séparation par fractionnement. Son but est de séparer les différents constituants d'un mélange de liquides, possédant des températures d'ébullition différentes.

Le débutaniseur sépare ces composants gazeux des autres hydrocarbures présents dans le pétrole brut, permettant ainsi leur utilisation comme combustibles ou comme matières premières dans diverses industries.

II.2.1. Descriptions du fonctionnement du débutaniseur [12]

La section suivante décrit l'exploitation du Train 1. Les Trains 2 et 3 sont identiques au Train 1, à l'exception des numéros d'équipements, préfixés avec G12 pour le Train 2 et G13 pour le Train 3.

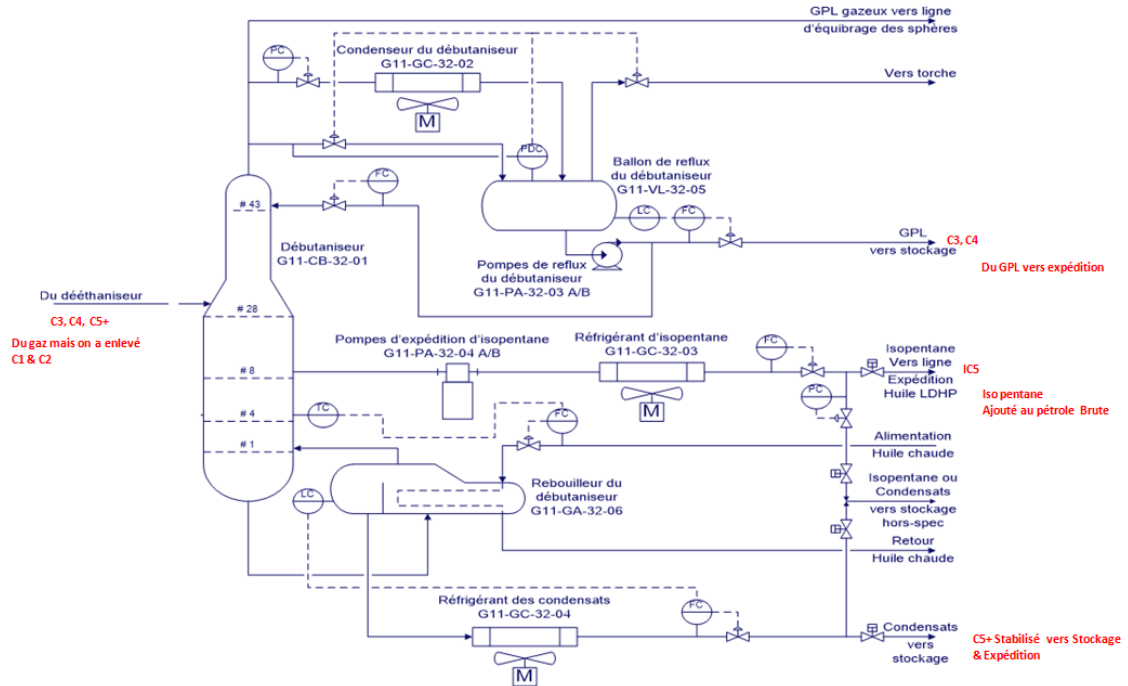


Figure II.1:Exploitation de la section de récupération du GPL [12].

Le Débutaniseur G11 - CB - 32-01 est une colonne de distillation avec reflux et rebouillage comportant 43 plateaux et deux alimentations. L'alimentation principale entre dans la colonne au niveau du plateau 28. L'iso - pentane provenant du séparateur M4, situé au CPF CINA, est pompé par la nouvelle pompe d'export de condensat de CINA 350 - PA - 35-05A / B à travers une nouvelle conduite pour alimenter les débutaniseurs des trois trains au niveau du plateau 4. La pression du débutaniseur est maintenue à 17.9 bars par la vanne de contrôle de tête de colonne. Le gaz de tête est totalement condensé dans l'aéro - réfrigérant G11 - GC - 32.

Les GPL sont recueillis dans le ballon de reflux du débutaniseur G11 - VL - 32-05. Une partie du débit est pompée vers le plateau de tête du débutaniseur par la pompe de reflux G11 - PA - 32-03 A / B. Le reste du débit de GPL est dirigé vers les sphères de stockage 31 - RD - 33-01 A / B / C communes aux trois trains de traitement. Un flux riche en iso pentane est soutiré du plateau # 8 sous contrôle de débit puis envoyé sur la ligne d'expédition d'huile de LDHP par la pompe d'expédition d'iso pentane G11 - PA- 32-04 A / B, après avoir été refroidi à 60 ° C dans le réfrigérant d'iso pentane G11 - GC - 32-03.

Le rebouilleur du débutaniseur G11 - GA - 32-06 est de type Kettle : le liquide de fond de colonne est partiellement vaporisé par de l'huile chaude dont le débit est ajusté sous contrôle de température du plateau sensible du débutaniseur. En fonctionnement normal une température de 194 ° C est maintenue en fond de colonne de manière à satisfaire la spécification de tension de vapeur du condensat produit. La partie vapeur retourne vers le plateau de fond de la colonne. La partie non vaporisée dans le rebouilleur constitue la production en condensat du débutaniseur. Le condensat est ensuite envoyé sous pression vers l'aéro - réfrigérant G11 - GC- 32-04 où il est refroidi à 60 ° C. La production en condensat du train est dirigée sur le collecteur commun de condensats " aux Spécifications " puis envoyé vers la section de stockage et d'export

du condensat. (Au cas où le condensat produit en fond de débutaniseur G11 - CB - 32-01 ne répond pas aux spécifications en termes de tension de vapeur, le condensat est dérouté automatiquement sur le collecteur commun de condensats " hors spécifications " puis envoyé vers la section de stockage des condensats dans un bac dédié après dégazage).

Equipement	G11-CB-32-01	
Service	Débutaniseur	
Type	Colonne à plateaux	
	Tête	Fond
Température opératoire (°C)	73	194
Pression opératoire(bar)	17.9	18.31
Diamètre(mm)	2200	3200
Hauteur(mm)	35350	

TableauII.1:Caractéristique principales du débutaniseur [12].

II.2.2. Problématique

La section débutaniseur de ZCINA Hassi Messaoud est actuellement contrôlée et surveillée par le système de contrôle distribué (DCS) CENTUM VP de YOKOGAWA. Dans le but de la rénovation de système de control et de surveillance, et suite à une définition minimiseuse du cahier de charge, il nous a été proposé d'adopter un logiciel plus récent et qui peut remplir d'autre fonction non déjà intégré sur la version déjà existante.

Le principal défi de notre projet réside dans la transition sans heurts et efficace d'un processus de contrôle de la chaine de production du GAZ, depuis la sortie de la colonne de distillation(débutaniseur) jusqu'au stockage GPL basé sur DCS YOKOGAWA ,vers l'adoption d'un nouveau système de contrôle distribué (DCS) en utilisant le logiciel PCS7 V9.1 de Siemens .Cette transition vise à profiter des avantages du PCS7, tels que son intégration aisée avec d'autres systèmes, sa flexibilité pour s'adapter aux besoins changeants de l'usine et ses outils avancés de diagnostic et de maintenance pour réduire les temps d'arrêt. Siemens est reconnu pour sa performance et sa fiabilité opérationnelle, avec un support technique et des programmes de formation complets pour assurer une adoption efficace du PCS7.

II.2.3. Contribution et solution proposée

Pour résoudre de manière efficace le défi du contrôle du débutaniseur ZCINA HASSI Messaoud, notre solution repose sur l'adoption d'un système de contrôle distribué (DCS) à travers l'utilisation du logiciel PCS7 V9.1 de Siemens. Cette plateforme avancée d'automatisation sera configurée en utilisant les langages de programmation CFC (Continuous Function Chart). Cette fonction permet le contrôle continu des processus cela garantira une automatisation complète et flexible de la tête du débutaniseur, de l'alimentation déethaniseur jusqu'à stockage de GPL. Par la suite, la supervision et le monitoring du débutaniseur seront programmés par le système de visualisation WINCC. Cette interface permettra un suivi en temps réel des paramètres critiques. L'implémentation de PCS7 V9.1, avec son environnement de programmation intuitif et ses capacités de configuration modulaire, associée à la puissance de visualisation de WINCC, offrira au débutaniseur un niveau de contrôle et d'efficacité opérationnelle sans précédent.

II.3. Instrumentation de la tête de la section débutanisation

II.3.1. Débutaniseur G11-CB-32-01

Le débutaniseur est une enveloppe cylindrique verticale de hauteur totale 35.350 m, de diamètre intérieur haut 2200 mm et de diamètre intérieur bas 3200mm l'intérieur est divisé en comportements horizontaux appelés plateaux qui permettent d'assurer un contact intime entre le GPL et les condensats qui les traversent à contre-courant.

Elle dispose de 43 plateaux à clapets. Il est recouvert par du calorifuge afin que l'ambient n'affecte pas les conditions de séparation et il est muni d'un rebouilleur, d'aéroréfrigérant [13].



Figure II.2:Débutaniseur de l'unité GPL/ZCINA [13].

II.3.2. Ballon de reflux G11-VL-32-05

Le ballon de reflux joue un rôle crucial dans la séparation des composants du GPL et doit être correctement dimensionné et exploité pour obtenir des résultats optimaux. Il est utilisé pour réguler le débit de liquide qui retourne vers la partie supérieure de la colonne de

distillation. Il permet de maintenir une température constante dans la partie supérieure de la colonne, favorisant ainsi la séparation des composants [11].

II.3.3. Les pompes

Les pompes jouent un rôle crucial dans des processus de distillation complexes qui exigent précision et fiabilité. Elles sont adaptées pour des débits variés, allant de 20 à 2500 litres par minute, en fonction des besoins des différentes étapes du processus de fractionnement du GPL. Certains types de pompes couramment utilisées dans ces applications sont les pompes à canal latéral, les pompes centrifuges, les pompes à palettes, et les pompes en acier inoxydable pour les applications corrosives [15].

Dans notre projet nous avons utilisé la pompe de reflux de débutaniseur G11-32-03 A/B qui est installé sur terrain à ZCINA de Hassi Messaoud.



Figure II.3:Une pompe centrifuge [15].

II.3.4. Vannes de commande

La vanne de commande est un dispositif utilisé pour réguler le débit, la pression ou la direction d'un fluide dans un système. Elle peut être actionnée de différentes manières, notamment pneumatiquement, électriquement ou manuellement. Les vannes de commande pneumatiques sont conçues pour contrôler la vapeur, les liquides, les gaz et les fluides. D'autre part, les vannes de commande électriques tout ou rien ne sont équipées d'électrovannes pour un contrôle précis du fluide. Enfin, les vannes de commande manuelles à brides permettent une ouverture et une fermeture manuelles, avec la possibilité de connexion à un contrôle externe via une conduite hydraulique [14].

Dans notre projet, nous avons utilisé cinq vannes pneumatiques qui sont : 32PIC-02040, 32PDIC02058A, 32PDIC02058B, 32FIC02028 et 32FIC02050 Pour la régulation, ainsi que quatre vannes électriques : 32ESDV02009, 32SDV02022, 32ESDV02005 et 32ESDV02013 pour assurer la sécurité de l'unité.



Figure II.4 : Vanne de régulation [14].

II.3.5. Transmetteurs de débit

Les transmetteurs de débit sont des dispositifs essentiels pour mesurer et contrôler le débit des fluides à différentes étapes du processus de fractionnement. Ces transmetteurs convertissent les signaux provenant des capteurs de débit en informations exploitables pour surveiller et ajuster le débit de manière précise. Ils jouent un rôle crucial dans le contrôle des flux de liquides ou de gaz [16].



FigureII.5:Transmetteur de débit [16].

Nous avons utilisé trois transmetteurs de débit : 32FIC02035, 32FIC02028 et 32FIC02050.

II.3.6. Transmetteurs de pression

Les transmetteurs de pression sont des dispositifs essentiels utilisés dans diverses applications industrielles pour mesurer et contrôler la pression des fluides. Ils convertissent la pression en signaux électriques 04-20 MA pour faciliter le suivi et le contrôle des processus industriels [17].



Figure II.6: Transmetteur de pression [17].

Nous avons utilisé deux transmetteurs de pression : 32PIC02040 et 32PDIC02058A.

II.3.7. Transmetteurs de température

Les transmetteurs de température sont des dispositifs essentiels utilisés dans divers secteurs industriels pour surveiller et contrôler avec précision les températures.

Ils convertissent les signaux électriques générés par des capteurs de température tels que les thermocouples, les RTD (résistances de platine) ou les thermistances en signaux de sortie normalisés, généralement 4-20 mA ou 0-10 V, pour une transmission sûre et fiable des valeurs mesurées sur de longues distances [18].



Figure II.7: Transmetteur de température [18].

Nous avons utilisé cinq transmetteurs de température : 32TIC02063, 32TIC02071, 32TI02075, 32TI02064 et 32TI02067.

II.4. La régulation industrielle

La régulation constitue l'étape la plus délicate de la réflexion du contrôle industriel puisqu'elle doit garantir un fonctionnement du processus conforme à l'objectif fixé. Or, lorsqu'un écart par rapport à cet objectif survient, la régulation doit annuler ou amoindrir cet écart en suivant les lois d'évolution du procédé définies par le concepteur sous l'influence des grandeurs perturbatrices. La Figure II.8 illustre une boucle de régulation avec ses composantes.

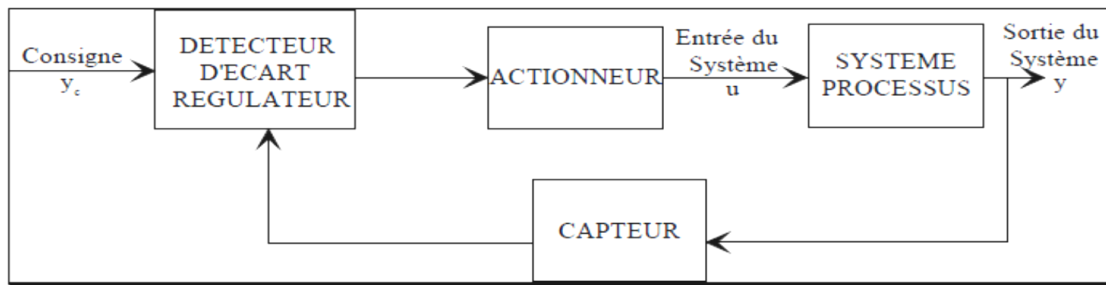


Figure II.8 : Schéma d'une boucle de régulation simple.

II.4.1. Le régulateur PID

Le régulateur PID, ou proportionnel-intégral-dérivé, est un dispositif de contrôle utilisé dans l'automatisation et la régulation de systèmes dynamiques. Son intérêt est de combiné les effets positifs des trois correcteurs de base en ajustant les coefficients K_p , T_i et T_d du régulateur PID, on peut améliorer la précision, la stabilité et la réactivité du système de manière globale.

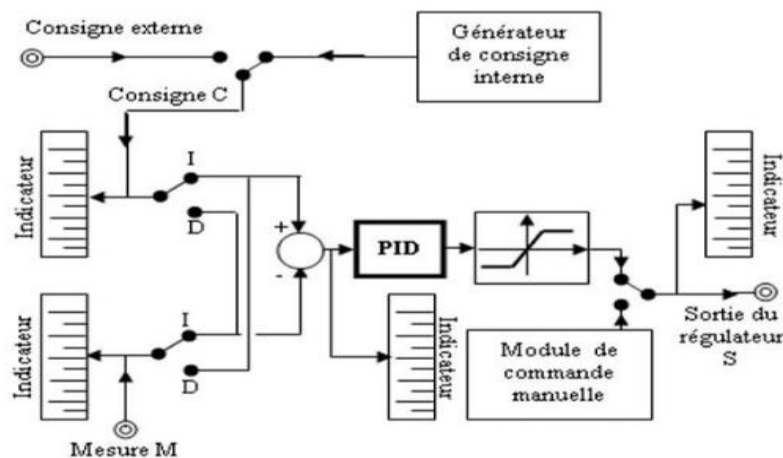


Figure II.9 : Aspect matériel d'un régulateur industriel PID [19].

II.4.2. Types des actions des régulateurs [19]

➤ Proportionnel (P)

La sortie du régulateur est proportionnelle à l'erreur actuelle entre la valeur mesurée et la valeur de consigne. Cela signifie que plus l'erreur est grande, plus la sortie du régulateur est importante.

➤ Intégral (I)

Cette composante prend en compte l'accumulation de l'erreur au fil du temps. Elle agit pour réduire les erreurs persistantes en ajustant la sortie du régulateur en fonction de la somme cumulée des erreurs passées.

➤ **Dérivé (D)**

Cette partie considère la variation rapide de l'erreur. Elle anticipe les changements futurs en ajustant la sortie en fonction de la pente de l'erreur. Cela contribue à stabiliser le système et à éviter les oscillations excessives.

II.4.3. Caractéristiques des actions

Le PID combine ces trois composantes pour ajuster la sortie du régulateur de manière à minimiser l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de consigne, tout en réduisant le temps de réponse et en évitant les oscillations indésirables. Il est largement utilisé dans le contrôle de processus industriels, les systèmes de chauffage, la robotique, et d'autres applications où une régulation précise est nécessaire.

On s'intéresse dans ce paragraphe à l'étude des actions du module PID composé par les trois actions de base. On mettra en évidence l'effet produit par chaque action dans une boucle de régulation, ses avantages ainsi que ses limitations. Le tableau II.2 illustre les avantages et les limitations de chaque action [19].

Action	Avantages	Inconvénients
P	-Action instantanée	-Ne permet pas d'annuler une erreur statique mais permet de la réduire
I	-Annule l'erreur statique	-Action lente -Ralentit le système (effet déstabilisant)
D	-Action très dynamique -Améliore la rapidité -Apporte un effet stabilisant	-Sensibilité aux bruits -Forte sollicitation de l'organe de commande

Tableau II.2 : Les avantages et les inconvénients des action PID [19].

II.4.4. Les méthodes de synthèses des paramètres du régulateur

La fonction de transfert d'un processus représenté par un modèle du premier ordre retardé est exprimé par la relation :

$$H(s) = \frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{ks}{1+Ts} e^{-\tau s} \quad (I.1)$$

Le problème de synthèse d'un correcteur n'est plus alors qu'un problème de réglage des actions proportionnelle, intégrale et dérivée. Parmi les approches de synthèse, on distingue les méthodes suivantes :

- Méthode de Broida.
- Méthode de Ziegler-Nichols.

➤ **La méthode de Broida [10]**

Le réglage se fait à partir d'un essai en boucle ouverte qui permet de régler le correcteur selon que le système bouclé travaille en régulation ou en poursuite.

Étape 1 : autour du point du fonctionnement, on relève la réponse du système, à un petit échelon du signal de sortie Y du régulateur.

Étape 2 : Si le procédé est stable, à partir des constructions, on calcule :

Le gain statique : $G = \Delta x / \Delta y$

Le retard : $R = 2.8(t_1 - t_0) - 1.8(t_2 - t_0)$

La constante de temps : $T = 5.5(t_2 - t_1)$

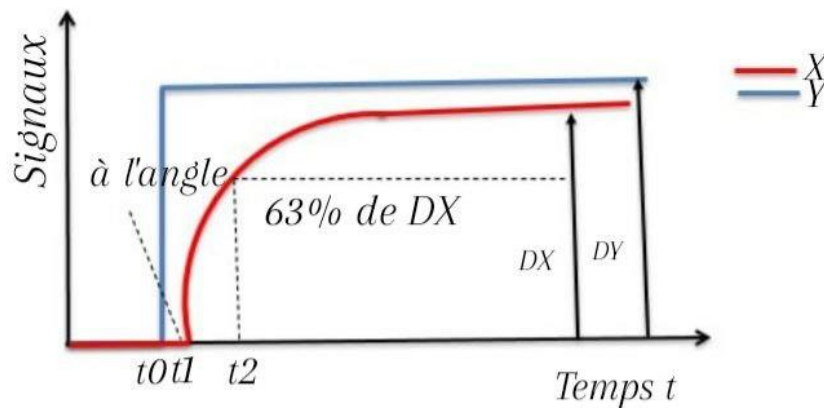


Figure II.10:Méthode de réglage en boucle ouverte [20].

Étape 3 : Réglage de Dindeuleux :

À partir du rapport T/R , on détermine le type de correcteur à utiliser

- Si $2 < T/R < 5$ alors on choisit un PID.
- Si $5 < T/R < 10$ alors on choisit un PI.
- Si $10 < T/R < 20$ alors on choisit un P.
- Si $20 < T/R$ alors on choisit un régulateur TOR.
- Si $T/R < 2$ alors on choisit un autre type de régulateur.

On fonction de type de procédés stable ou instable on calcule la valeur des paramètres PID suivant la structure du régulateur.

Le tableau II.3 illustre le choix des paramètres du régulateur pour un procédé stable :

	P	PI série	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
Xp	125GR/T			118GR/T	120GR/(T+0.4R)	
Ti	Maxi	T	125R	T	13GR	T+0.4R
Td	0			0.4R	0.35T/G	TR/(R+2.5T)

TableauII.3:Choix des paramètres du régulateur selon le type [20].

➤ **La méthode de Ziegler-Nichols**

Ziegler et Nichols proposent de calculer en boucle ouverte les paramètres de régulateurs P, PI ou PID à l'aide des recommandations suivantes :

Régulateur	Kp	Ti	Td
P : $R(p)=K_p$	$T_a/T_u.K$	*	*
PI : $R(p)=K_p (1+1/T_i p)$	$T_a 0.9/T_u K$	$3.33 T_u$	*
PID : $R(p)=K_p (1+T_d p+1/T_i p)$	$T_a 1.2/T_u K$	$2.0 T_u$	$0.5 T_u$

TableauII.4 : Paramètres des régulateurs P, PI et PID.

II.4.5. La régulation cascade [19]

➤ **Principe**

La régulation cascade est une technique utilisée pour permettre aux procédés qui ont une dynamique lente d'avoir une réponse rapide face aux perturbations extérieures ainsi qu'aux changements de consigne. L'idée repose sur la décomposition d'un processus complexe en plusieurs sous-systèmes. Sans perte de généralité, on suppose pour fixer les idées une décomposition en deux sous-systèmes comme le montre la figure suivante :

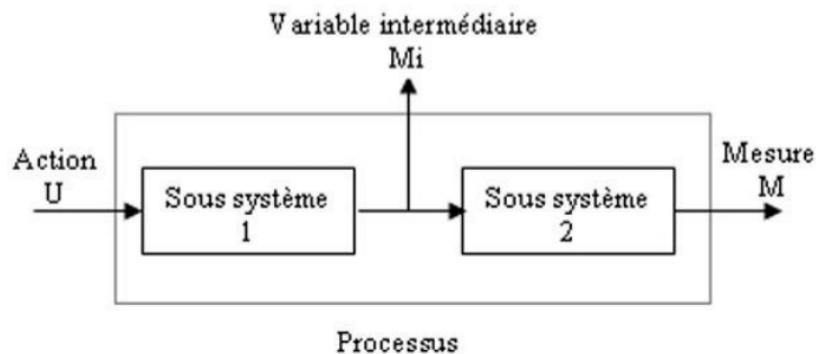


Figure II.11:Schéma de principe d'une régulation cascade [19].

La variable intermédiaire M_i généralement appelée variable d'état, possède la propriété d'être en avance temporelle par rapport à la grandeur de mesure M . Si par exemple une modification sur l'action U ou une perturbation affectant le sous-système 1, la variable d'état M_i sera la première à être affectée avant la variable de mesure M . En d'autres termes, la grandeur d'état M_i permet de renseigner sur l'état futur de M . Cette forme de prédiction peut être exploitée judicieusement pour réaliser une régulation cascade. La régulation cascade est composée d'au moins de deux boucles imbriquées. Une première

boucle, la boucle interne (boucle esclave), a pour grandeur réglée M_i . La deuxième boucle externe (boucle maître), a pour grandeur réglée la grandeur M .

La figure suivante représente la structure de commande d'une régulation cascade composée de deux boucles :

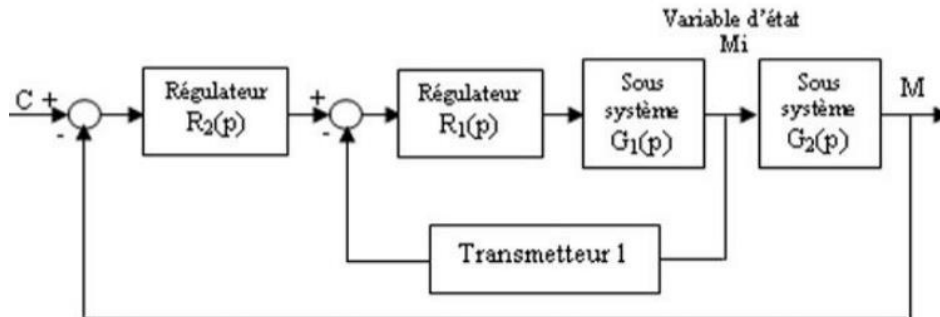


Figure II.12:Schéma fonctionnel d'une boucle de régulation cascade [19].

La grandeur principale est contrôlée par une boucle maître avec un régulateur R_2 sert de consigne à la boucle secondaire, régulé par le régulateur $R_1(p)$. Le reproche qu'on fait habituellement à une boucle de régulation (p) , dont la sortie classique est que le régulateur ne commence à réagir pour effectuer une correction suite à l'effet d'une perturbation qu'une fois qu'il en est informé, c'est-à-dire qu'une fois que la mesure s'en trouve modifiée. Avec la structure cascade, si une perturbation affecte le sous-système 1, celle-ci sera prise en charge par la boucle interne. Cette boucle doit être bien dimensionnée de manière à ce qu'elle soit rapide, et ainsi l'effet de la perturbation peut être neutralisée sans qu'il y'a une répercussion significative sur la grandeur principale. Donc, une condition impérative pour l'efficacité de la boucle cascade est que la boucle interne doit être rapide et plus précisément, elle doit plus rapide que la boucle externe. D'ailleurs on note d'après le schéma fonctionnel de la boucle cascade que le sous-système 1 a été remplacé par une boucle interne. Il va de soit que le régulateur R_1 doit être paramétré de manière à assurer cette rapidité [19].

On distingue deux types de la régulation en cascade : cascade sur grandeur réglante et cascade sur la grandeur intermédiaire.

➤ La régulation en cascade dans notre procédé

La régulation cascade se base sur l'utilisation de deux régulateurs. Elle est mise en place principalement pour réduire les effets des perturbations sur la grandeur réglante. Dans l'exemple (Figure II.13) d'une boucle de régulation dans le processus de débutanisation nous supposons que les deux régulateurs de niveau et de débit en aval de ballon de reflux du débutaniseur Cela englobe ici par exemple LC et FC de G11-VL-32-05. La grandeur qui est fixée par le cahier des charges du procédé est la grandeur réglée maître. Ici, c'est la consigne interne du régulateur de niveau LC associée au capteur transmetteur (CIL). Le second régulateur (FIC) maîtrise le débit de gaz injecté par la vanne. Cette configuration

crée deux boucles de régulation imbriquées, où le régulateur maître fonctionne en mode de régulation à consigne fixe, et le régulateur esclave en mode d'asservissement à consigne variable. Pour assurer un bon fonctionnement, il est crucial que la boucle esclave réagisse plus rapidement que la boucle maîtresse pour maintenir la stabilité du système.

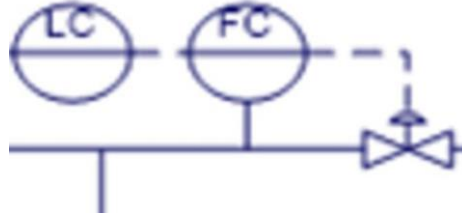


Figure II.13: Régulations cascade niveau /débit.

II.4.6. La Régulation split range (par partage d'étendue) [19]

On utilise une régulation à partage d'étendue lorsque l'on désire contrôler le système à l'aide de deux organes de réglage différents. Lors de régulation Split-Range, deux organes sont à piloter à partir d'une seule commande. Il existe des structures type « chaud froid » où l'on doit ouvrir une vanne de froid ou de chaud suivant la commande du régulateur. Deux solutions sont possibles :

- On réalise un décalage des zéros et 100% des vannes de façon à ce que la première s'ouvre à 0% et se ferme à 50% du signal, la deuxième sera fermée jusqu'à 50% puis s'ouvrira jusqu'à 100% du signal.
- Ou on utilise un bloc de calcul séparant la commande en deux signaux, chaque signal commandant une sortie analogique.

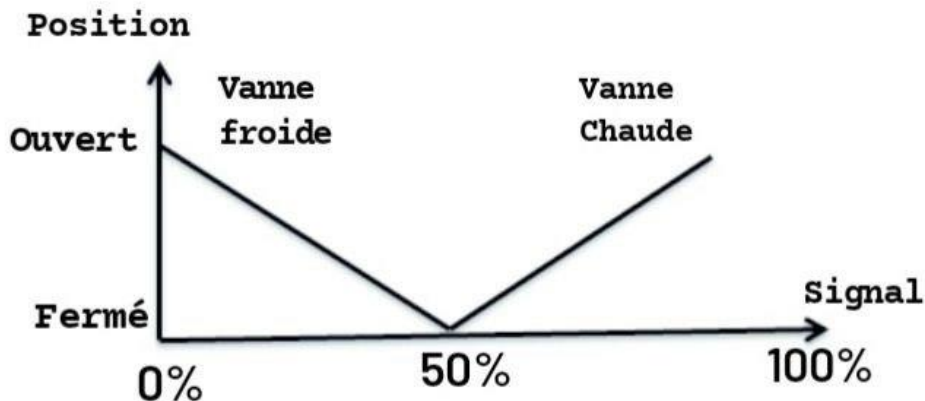


Figure II.14: Split range type « chaud froid » [19].

Un autre cas est celui du petit-grand débit : deux organes différents vont agir en début de course de commande du régulateur et en fin.

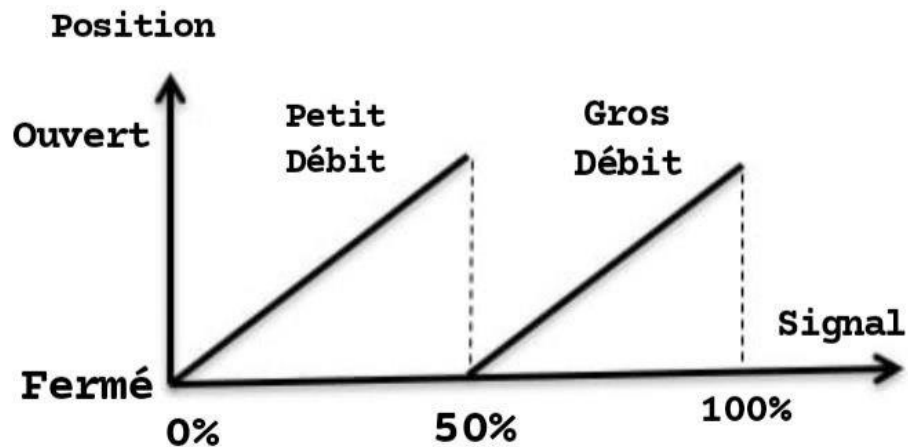


Figure II.15: Split range type « Petit débit/grande débit » [19].

II.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini le fonctionnement du débutaniseur et présenté l'instrumentation et la régulation industrielle utilisées dans le cadre de notre étude. Le chapitre suivant sera dédié à la présentation du logiciel PCS7 et ceci dans le but de l'automatisation de la section débutanisation de complexe ZCINA.

Chapitre III

Le logiciel de contrôle de process PCS7

Chapitre III

Le logiciel de contrôle de process PCS7

III.1. Introduction

Un système de contrôle distribué (DCS) est un type de système de contrôle utilisé pour contrôler et surveiller les processus industriels, tels que la production chimique, la production d'énergie et le raffinage du pétrole. Contrairement aux systèmes de contrôle centralisés qui comportent un seul contrôleur central gérant toutes les fonctions de contrôle-commande, les DCS sont constitués de plusieurs contrôleurs qui commandent les sous-systèmes ou unités de l'installation globale.

Ils sont principalement utilisés dans les industries de procédés intégrant la gestion par batch ou recette. Par exemple, 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 etc... [21].

Les systèmes DCS les plus communément utilisés dans le monde industriel sont :

Yokogawa avec le Centum V, Emerson avec Delta V, ABB avec le 800xA, Honeywell avec experssion, Schneider Electric avec PlantStruxure et Foxboro, Rockwell avec PlantPAx, et Siemens avec PCS7 qui sera l'objet de ce chapitre.

III.2. Système de contrôle distribué (DCS)

Le système de contrôle distribué (DCS) est une combinaison à la fois de matériel et de logiciel, garantissant l'automatisation de processus industriels complexes et distribués. L'idée de base du système DCS est une base de données intégrée qui rassemble tous les paramètres liés au processus automatisé [2].

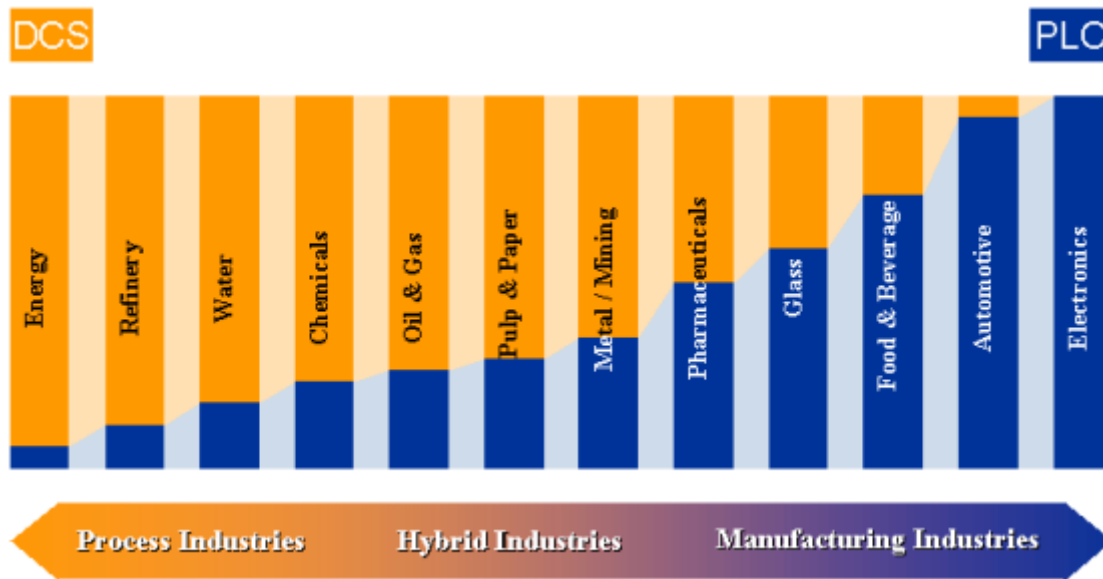


Figure III.1: Secteurs industriels et systèmes de contrôle [26].

III.3. Présentation de PCS7

PCS7 (Siemens Process Control System 7) est un système de contrôle de processus puissant et polyvalent qui peut être utilisé pour automatiser une grande variété de processus industriels. Quelques-uns des principaux avantages de PCS7 sont :

- Augmentation de l'efficacité et de la productivité
- Réduction des coûts
- Amélioration de la sécurité
- Amélioration de la qualité

Les principales étapes de configuration d'un système PCS7 sont :

1. Configurer l'ordinateur pour la communication
2. Créer un nouveau projet multi-projet PCS7
3. Configurer le matériel
4. Définir l'adressage symbolique
5. Configurer une connexion nommée
6. Mettre en œuvre des modèles
7. Télécharger la configuration vers le système d'automatisation

PCS7 permet de surveiller et de contrôler un processus en utilisant :

- La vue des objets de processus pour surveiller l'état du processus
- Le projet OS pour contrôler le processus

PCS7 est basé sur une base de données intégrée qui rassemble tous les paramètres liés au processus automatisé, garantissant ainsi l'automatisation de processus industriels complexes et distribués [23].

III.3.1. Architecture du système SIMATIC PCS7

L'architecture du système SIMATIC PCS 7 est conçue de telle sorte que le contrôle-commande soit configuré de manière optimale, en adéquation avec les dimensions de l'installation. Par la suite, il est possible à tout moment, en augmentant les capacités ou par le biais de modifications technologiques, de développer ou de reconfigurer le contrôle-commande SIMATIC PCS7 [27].

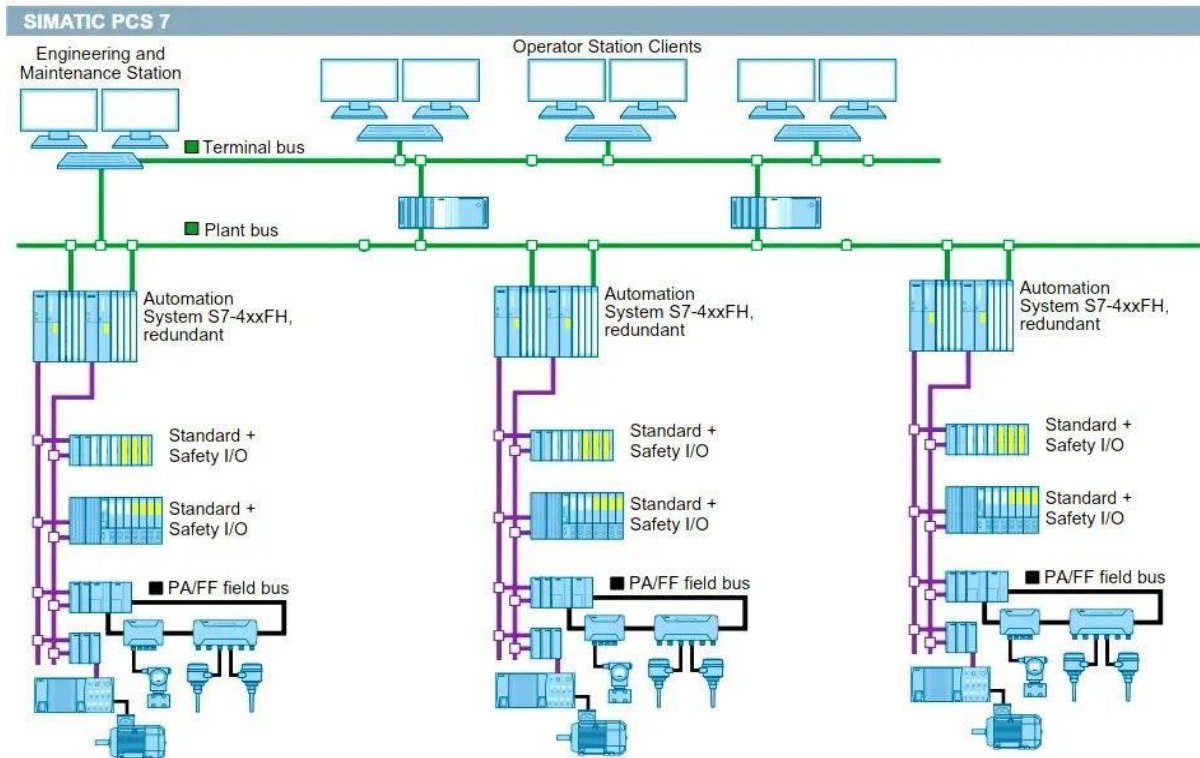


Figure III.2: L'architecture du système SIMATIC PCS7 [26].

III.3.2. Architecture hardware

- Critère du choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est lié à :

- La mémoire et la vitesse d'exécution.
- Les protocoles de communication.
- Nombre d'E/S maximal.
- La fiabilité et la solidarité.
- Les coûts et la disponibilité sur le marché.

- **L'automate programmable S7-400**

Le SIMATIC S7-400 est un automate programmable industriel (API) conçu par Siemens pour l'automatisation des processus industriels complexes. Il est largement utilisé dans les industries de process comme la chimie, le pétrole et le gaz, ainsi que la sidérurgie. L'architecture modulaire du S7-400 permet aux utilisateurs de le configurer selon leurs besoins spécifiques. Il est équipé de processeurs puissants et d'une importante capacité de mémoire pour stocker les programmes de contrôle, les données de processus et les fonctions de diagnostic.

Le S7-400 prend en charge de nombreux protocoles de communication industriels comme PROFIBUS, PROFINET, Modbus TCP/IP et OPC UA. Cela facilite son intégration dans des systèmes de contrôle plus larges.

Grâce à ses performances élevées et sa grande flexibilité, le SIMATIC S7-400 est un automate programmable très polyvalent, adapté à l'automatisation de processus industriels complexes dans des environnements exigeants [24].



FigureIII.3 : Vue d'un S7-400 [27].

- **La périphérie décentralisée ET 200**

Un esclave décentralisé ou déporté est un module périphérique qui possède son propre rack et sa propre alimentation, il comprend des modules d'entrées/sorties. L'utilisation de ce module est intéressante et nécessaire dans deux situations principales :

- Une commande à distance des modules d'entrées/sorties.
- Etendre la plage des modules d'entrées/sorties d'un automate.

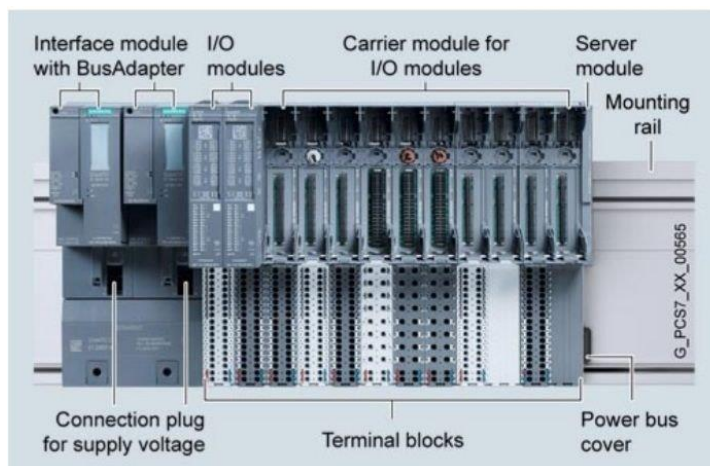


Figure III.3 : Automation systems with a link to Distributed I/Os [1].

III.3.3. Choix des modules d'E/S

Pour choisir les modules d'entrée/sortie dans PCS 7, vous devez tenir compte de plusieurs facteurs. Voici les points principaux à considérer :

- **Types de Modules**

Modules d'E/S Numériques : Utilisés pour les signaux binaires (0/1).

Modules d'E/S Analogiques : Pour les signaux analogiques continus.

Modules de Communication : Pour connecter le système à d'autres équipements.

Modules Spécifiques : Comme les modules de sécurité, de pesage, etc.

- **Critères de Sélection**

Type de Signal : Numérique ou analogique.

Nombre de Points d'E/S : Détermine la capacité de connexion.

Type de Communication : PROFIBUS DP, PROFINET, etc.

Compatibilité : les modules doivent être compatibles avec le système PCS 7.

Redondance : Pour une disponibilité accrue, en envisage des modules redondants.

Configuration : en utilise le logiciel PCS 7 pour configurer les modules.

- **La liste des E/S :**

La liste des E/S est le premier paramètre à prendre en considération avant le choix des modules d'E/S. Le tableau III.1 ci-dessous présente le bilan total d'entrées/sorties.

Type	Nombre
Entrées digitales	16
Sorties digitales	10
Entrées analogiques	11
Sorties analogiques	4

Tableau III.1: Nombre total d'E/S du partie tête de débutaniseur.

Équipement	Tag-name	Type	Adresse
Indicateur de pression du tête	32PIC-02040	WORD	EW 512
Indicateur de différence de pression	32PDIC-02058	WORD	EW 514
Indicateur de débit de reflux	32FIC-02028	WORD	EW 518
Indicateur de débit 2	32FIC-02035	WORD	EW 536
Indicateur de débit de stockage GPL	32FIC-02050	WORD	EW 538
Indicateur de température1	32TIC-02071	WORD	EW540
Indicateur de température2	32TIC-02067	WORD	EW542
Indicateur de température3	32TIC-02064	WORD	EW520
Indicateur de température4	32TIC-02075	WORD	EW516
Indicateur de température5	32TIC-02063	WORD	EW524
Indicateur niveau du ballon de reflux	32LIC-02025	WORD	EW522
Start moteur Aero	G12-GC-3202-ON	BOOL	E1.3
Stop moteur Aero	G12-GC-3202-OFF	BOOL	E1.4
Vanne de commande Aero	32PIC-01040	WORD	AW512
Vanne de commande torche	32PDIC-01058A	WORD	AW516
Vanne de commande reflux	32FIC-01028	WORD	AW520
Vanne de commande stockage GPL	32FIC-01050	WORD	AW 513
Start pump	G12-PA-3203A/B-ON	BOOL	E1.5
Stop pump	G12-PA-3203A/B-OFF	BOOL	E1.6
La vanne de stockage gaz opd	32esdv02009-opd	BOOL	E0.0
La vanne de stockage gaz cld	32esdv02009-cld	BOOL	E0.1
La vanne de torche gaz opd	32esdv02013-opd	BOOL	E0.2
La vanne de torche gaz cld	32esdv02013-cld	BOOL	E0.3
La vanne de reflux opd	32esdv02022-opd	BOOL	E0.4
La vanne de reflux cld	32esdv02022-cld	BOOL	E0.5
La vanne de stockage GPL opd	32esdv02005-opd	BOOL	E0.6

La vanne de stockage GPL cld	32esdv02005-cld	BOOL	E0.7
Position de la vanne 1	PosV 1	BOOL	E1.0
Position de la vanne 2	PosV 2	BOOL	E1.1
Position de la vanne 3	PosV 3	BOOL	E1.2
Position de la vanne 4	PosV 4	BOOL	E1.7
Start/Stop moteur Aero	G12-GC-3202	BOOL	A1.0
Start/Stop pump	G12-PA-3203A/B	BOOL	A1.1
La vanne de sécurité1ouverte	32esdv-02009-op	BOOL	A0.0
La vanne de sécurité1fermée	32esdv-02009-cl	BOOL	A0.1
La vanne de sécurité2ouverte	32esdv-02013-op	BOOL	A0.2
La vanne de sécurité2fermée	32esdv-02013-cl	BOOL	A0.3
La vanne de sécurité3ouverte	32esdv-02022-op	BOOL	A0.4
La vanne de sécurité3fermée	32esdv-02022-cl	BOOL	A0.5
La vanne de sécurité4ouverte	32esdv-02005-op	BOOL	A0.6
La vanne de sécurité4fermée	32esdv-02005-cl	BOOL	A0.7

TableauIII.2 : La liste d'E/S du partie tête de débutaniseur.

III.3.4. Configuration matérielle

- **Configuration matérielle de la station AS " système d'automatisation "**

La configuration matérielle PCS7 se réfère généralement à la conception et à la mise en place des composants matériels nécessaires pour déployer et exécuter un système de contrôle de processus Siemens PCS7. Cela peut inclure plusieurs composants pour surveiller et contrôler les processus industriels. Il est possible de simplifier le processus en sélectionnant le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et en attribuant les modules choisis aux emplacements désirés dans les racks, tels que la CPU, l'alimentation (PS), etc. De plus, cette méthode permet de paramétrer la CPU en définissant son comportement au démarrage et en surveillant le temps de cycle, ainsi que de configurer le processeur de communication (CP). Pour commencer, ouvrez la station "AS" dans votre projet. Ensuite, choisissez dans le catalogue SIMATIC 400 les éléments nécessaires tels que le Rack 400(CR3), la CPU (410E), le CP (405 4A) et l'alimentation PS. Enfin, sélectionnez dans le catalogue PROFINET IO ET 200SP HA les modules d'entrées/sorties requis et ajoutez-les à votre configuration [29].

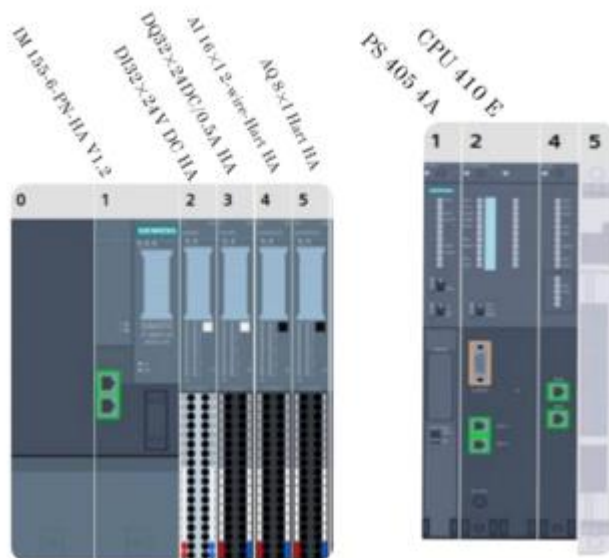


Figure III.4: Configuration matérielle ET200 SP HA et l'automate S7-400.

Voici quelques détails sur chaque composant que nous avons choisis dans notre configuration matérielle :

- **Rack CR3**

- Description : Un rack compact et robuste pour héberger les modules d'automates programmables et les modules d'entrées/sorties.
- Spécifications techniques : Dimensions, capacité de modules, options de montage, etc.
- Avantages : Évolutivité, facilité d'installation, durabilité.
- Utilisation : Déploiement dans des environnements industriels variés pour centraliser les composants du système PCS7.



Figure III.5: Rack CR3 [1].

- **CPU 410E**

- Description : Unité centrale de traitement pour exécuter le programme de contrôle et gérer les communications avec les autres composants du système.
- Spécifications techniques : Vitesse du processeur, mémoire, capacités de communication, etc.
- Avantages : Performances élevées, capacités de traitement avancées, fiabilité.
- Utilisation : Contrôle des processus industriels critiques, gestion des opérations en temps réel.



FigureIII.6:CPU 410 E [1].

- **PS 405 4A**

Le module d'alimentation PS 405 4A est conçu pour être connecté à une tension de ligne DC de 19,2 à 72 VDC et fournit 5 VDC/4 A et 24 VDC/0,5 A sur le côté secondaire. Le module d'alimentation 405 4A de Siemens est un dispositif électronique qui fournit une alimentation électrique stable et régulée à des équipements industriels et de contrôle-commande. Ce module est universellement applicable, avec une protection intégrée contre les surcharges, les courts circuits et les surtensions pour éviter les dommages dus à une consommation excessive de courant.



FigureIII.7:PS 405 4A [1].

- **SIMATIC ET 200 SP HA**

Design compact, possibilités de connexion flexibles et haute disponibilité du système avec des connexions PROFINET redondantes.

Le système d'E/S distribué SIMATIC ET 200SP HA est parfaitement adapté aux exigences de l'industrie des procédés. Il permet jusqu'à 56 modules d'E/S par station. Une concentration impressionnante allant jusqu'à 32 canaux sur un module de seulement 22,5 mm de large permet une économie maximale dans l'armoire de commande. SIMATIC ET 200SP HA est conçu pour une utilisation dans l'armoire de commande ainsi que dans les zones dangereuses jusqu'à la zone Ex 2. La plage de température étendue de -40 à +70 °C et le revêtement conforme de tous les composants permettent une installation directe sur le terrain [29].



Figure III.8: ET 200 SP HA [1].

III.3.5. Architecture réseau de projet

Nous avons proposé pour une configuration monoposte l'architecture suivante :

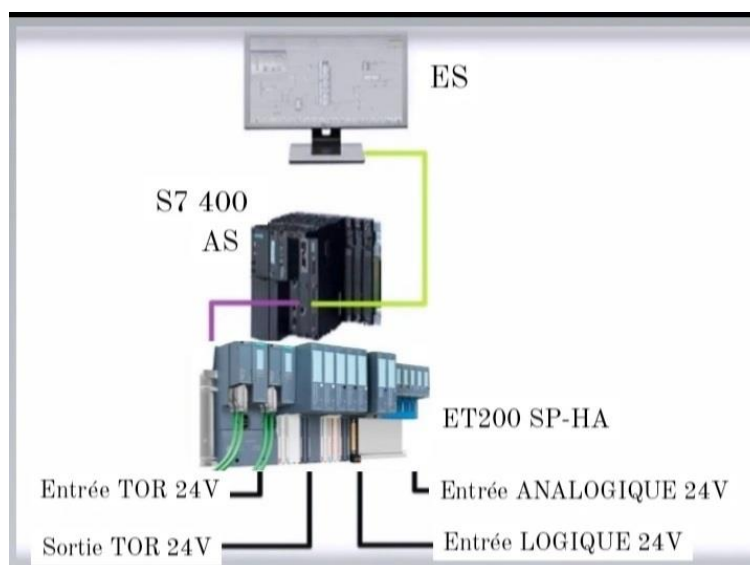


Figure III.9: Architecture réseau de projet.

Le réseau contient une station ingénieur (ES) qui permet de commander un automate S7-400 dans un réseau Ethernet. L'automate contrôle une station ET-200SP HA dans un réseau Profibus. Et une station d'opération OS.

- **Protocole de communication**

Au niveau terrain, les stations périphériques décentralisées communiquent avec les systèmes d'automatisations via un système de bus performant en temps réel.

- **PROFIBUS**

- Le réseau PROFIBUS en version DP (périphérie décentralisée) ou PA (automatisation des procédés) sert de support de communication. Il répond aux spécifications des normes internationales IEC 61158 et IEC 61784.

- La version PA assure la transmission de données et de l'alimentation électrique des appareils de terrain sur un câble bifilaire.

- Comme le PROFIBUS DP peut gérer le protocole HART. Des appareils de terrain compatibles HART peuvent être intégrés à la communication PROFIBUS DP via des E/S déportées compatibles HART.

Cette communication se caractérise par :

- Une transmission cyclique des données de process.

- Une transmission acyclique des alarmes, des paramètres et des données de diagnostic [28].

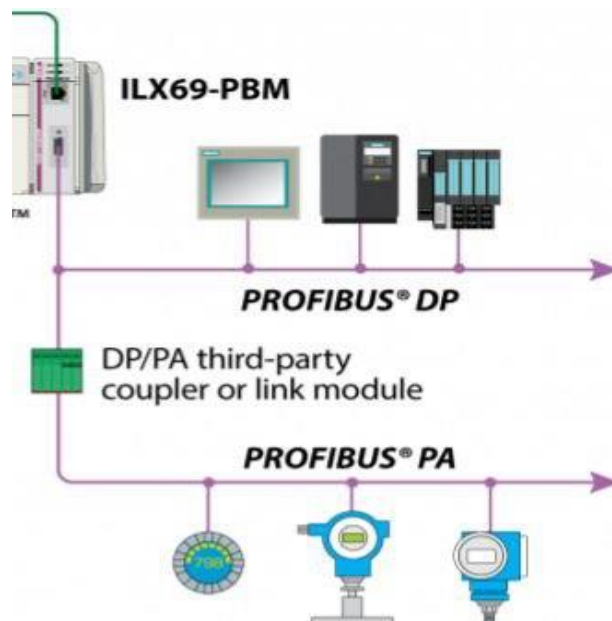


Figure III.10: PROFIBUS [28].

- **PROFINET**

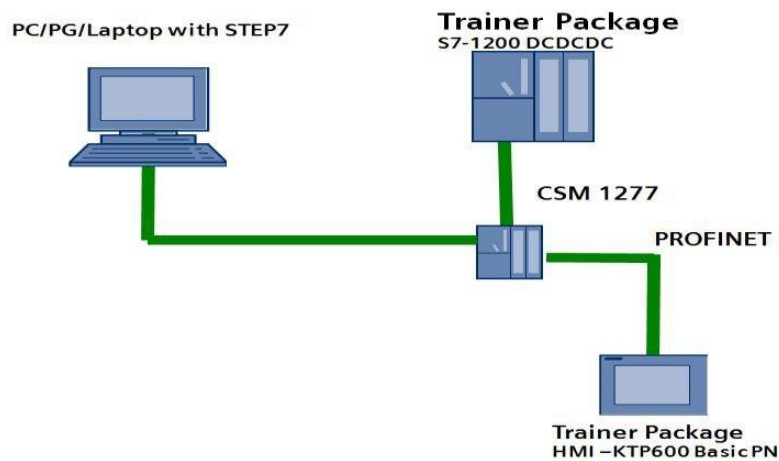
- PROFINET est le standard ouvert défini par l'organisation des utilisateurs du PROFIBUS (PNO) pour la communication sur bus de terrain via Ethernet.

- PROFINET est normalisée selon IEC 61158.

- PROFINET utilise les protocoles TCP/IP et les standards IT. PROFINET permet de la communication en temps réel sur Ethernet.

- Dans PCS7, des réseaux PROFINET peuvent être réalisées avec les composantes suivantes :

- Stations périphériques décentralisées, par ex. ET200 M avec coupleur IM153-4PN HF.
- Liaison IE/PB pour le raccordement d'appareils de terrain DP intelligents.
- Liaison IE/DP avec liaison DP/PA en aval pour le raccordement d'appareils de terrain PA [6].



FigureIII.11 : PROFINET [28].

- **Autres bus de terrain qui peuvent être utilisées dans PCS7**

- AS-Interface (interface actionneurs-capteurs).
- Modbus.
- Foundation Field bus.

III.3.6. Architecture software PCS7

Un système PCS7 typique se compose d'une station ES (Engineering Station), d'un ou plusieurs serveurs OS (Operator Station) et de plusieurs clients OS, d'une ou plusieurs stations AS (Automation station).

La station ES est utilisée pour l'ingénierie et la configuration du système, tandis que les clients OS sont utilisés pour l'opération et la surveillance du système.

Les serveurs OS peuvent être configurés en mode redondant pour assurer une disponibilité maximale du contrôle de processus et de la collecte de données.

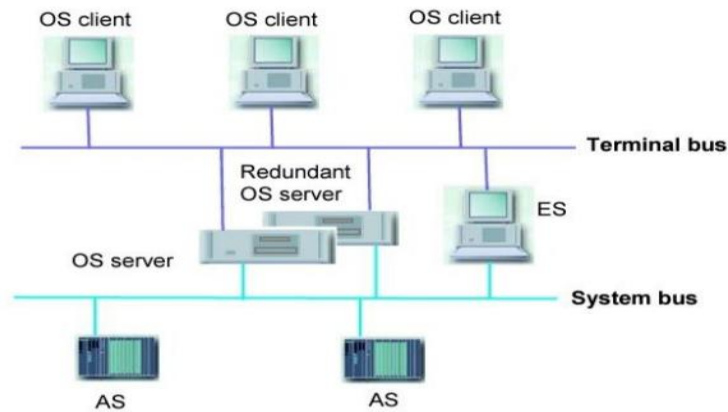


Figure III.12: Architecture software PCS7 [26].

- **OS (station d'opération) [26]**

OS peut signifier serveur OS, client OS, projet OS. "Serveur" signifie une machine physique. Un projet OS peut être un projet monoposte, un projet multi-utilisateur ou un projet client. "Système monoposte ou multi-utilisateurs" désigne le type d'un projet OS.

- ❖ **Projet monoposte**

Un projet monoposte est destiné à une station de travail autonome. Il est conçu pour de petits systèmes où les fonctions serveur et client sont exécutées sur un seul PC.

- ❖ **Projets multi-utilisateurs**

Un projet multi-utilisateur est utilisé dans l'environnement Serveur/Client où la base de données du projet est située sur les serveurs et les clients peuvent accéder à la base de données.

- ❖ **Serveur OS**

Les serveurs OS communiquent avec les AS et les clients OS. Un serveur peut être accédé par jusqu'à 32 clients. Un serveur peut accéder à environ 256K variables ($\approx 85\,000$ objets de processus), qui sont fournis et générés par les AS. Les opérateurs sur les clients OS peuvent également générer des commandes et les transmettre aux AS. Les données de projet telles que les images et les archives de données sont stockées sur le serveur et mises à disposition des clients. Si un projet nécessite plusieurs serveurs OS, les serveurs sont organisés selon les hiérarchies de plantes. Une ou plusieurs hiérarchies sont attribuées à un serveur.

La figure III.13 montre la répartition des serveurs OS PCS 7 selon les zones de la plante.

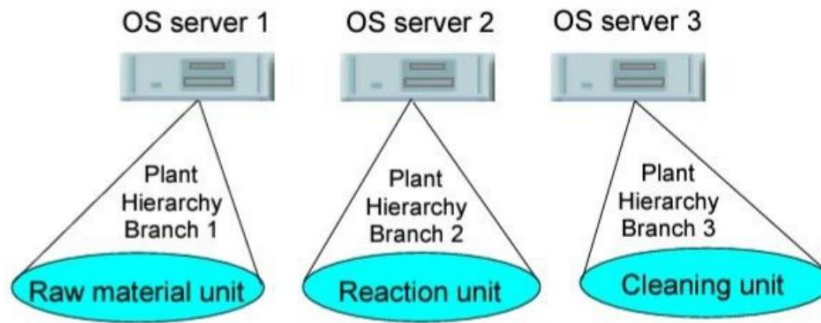


Figure III.13: Serveurs OS PCS7 [26].

❖ Serveur redondant

Hiérarchie de la plante Branche 3 Unité de nettoyage Ici, la redondance est au niveau OS. PCS 7 fournit la redondance à d'autres niveaux, par exemple, au niveau AS, au niveau du bus système et au niveau périphérique, etc. Un serveur redondant est fonctionnellement identique au serveur et fonctionne en parallèle avec le serveur. Pendant le fonctionnement normal, les serveurs de données de processus fonctionnent complètement en parallèle. Chaque serveur a ses propres connexions de processus et archives de données. Les AS envoient les données de processus et les messages aux deux serveurs redondants. Si un serveur échoue, les clients basculeront automatiquement du serveur défaillant vers le serveur actif.

Après le retour en ligne du serveur défaillant, la redondance effectuera une synchronisation des archives pour le temps d'arrêt. L'écart d'archive causé par la défaillance sera comblé en transférant les données manquantes vers le serveur qui a échoué. Cette action égalise les serveurs.

❖ Client OS

Les clients OS ont une connexion réseau à un serveur OS basée sur les techniques client/serveur Windows. Les clients n'ont pas d'accès direct au bus système et aux AS. Ils accèdent aux données de projet via les serveurs OS.

- **ES (station d'ingénierie) [26]**

Les projets PCS 7 sont conçus sur des stations de travail d'ingénierie équipées d'outils d'ingénierie PCS 7 et disposant d'une communication avec les stations d'automatisation et les stations d'opérateur.

PCS 7 ES propose des outils d'ingénierie puissants, tels que :

❖ SIMATIC Manager

Création de projets, création de bibliothèques, gestion de projets et diagnostics, etc.

❖ PH

Hiérarchie des plantes. Utilisé pour la conception des niveaux hiérarchiques des plantes.

❖ HW Config

Environnement de configuration matérielle. Utilisé pour la configuration des CPU, des processeurs de communication, des périphériques et des bus de terrain, etc.

❖ CFC

Diagramme de fonction continu. Utilisé pour la conception de bibliothèques, de logique d'automatisation, de verrouillages, d'algorithmes et de contrôles, etc.

- **AS (Automation station)**

Une station d'automatisation peut comprendre une alimentation (PS), une unité centrale de traitement (CPU), un processeur de communication (CP) et des modules d'entrée et de sortie. La CPU traite le système d'exploitation et les programmes. Les CPU PCS7 sont sélectionnés dans la série CPU 400 S7 de Siemens SIMATIC. Ils communiquent avec l'ES et/ou le serveur OS via le bus système/plante. La station d'automatisation dispose également d'un port de communication pour communiquer avec les appareils de terrain via Profibus DP. Un exemple typique de systèmes d'automatisation avec un lien vers les I/O distribués est présenté dans la figure III.14. Chaque CPU dispose d'un système d'exploitation, qui est pris en charge par les fonctions système (désignées sous le nom de SFC ou SFB). Entre le système d'exploitation et les programmes utilisateur se trouvent les blocs organisationnels (OB) [33].

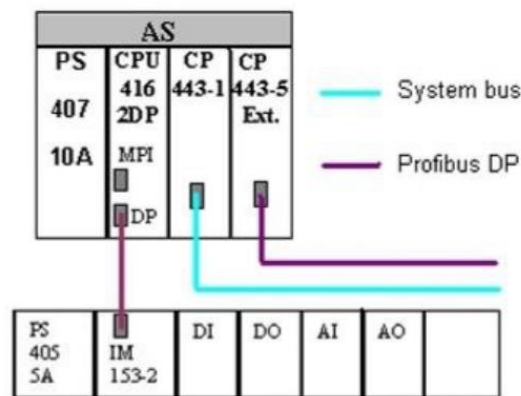


Figure III.14: Station d'automatisation [26].

III.4. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons détaillé le logiciel de programmation PCS7 ainsi que les caractéristiques des automates programmables Siemens proposés S7-400 (CPU 410-E) et les périphéries décentralisées (Et 200 SP HA).

La présentation précédente du logiciel de programmation SIMATIC PCS 7 nous permettra d'avoir une vue sur la programmation et la supervision du débutaniseur ZCINA Hassi Messaoud qui fera l'objet du prochain chapitre.

Chapitre IV

Programmation & simulation

Chapitre IV

Programmation & simulation

IV.1. Introduction

Siemens PCS7 le logiciel de contrôle de processus est un système de contrôle distribué (DCS) robuste et flexible conçu pour gérer efficacement les tâches complexes d'automatisation des processus. Le système offre plusieurs vues et outils clés pour rationaliser la gestion et le contrôle de projet.

La mise en œuvre de SIMATIC PCS 7, offre une solution d'automatisation complète et efficace pour le système de process de débutaniseur du complexe Z-CINA. Ce logiciel remédie aux défis posés par l'ancien processeur obsolète, améliore les performances de contrôle, augmente la flexibilité opérationnelle et contribue à rendre le processus de production plus sûr et plus durable.

Dans ce chapitre, nous vous présenterons l'interface PCS7 et examinerons en profondeur les solutions d'automatisation et les programmes proposés.

IV.2. Création d'un nouveau projet sous PCS7

Pour crée un nouveau projet, il faut suivre ces étapes :

- ✓ Lancer PCS7 par l'Ouvrir de l'application SIMATIC Manager, qui est l'interface principale pour la création et la gestion de projet PCS7.
- ✓ Créer un nouveau projet par cliquant sur "Fichier", puis "Nouveau projet" comme le montre la figure IV.1.
- ✓ Le projet doit avoir un nom et un emplacement.

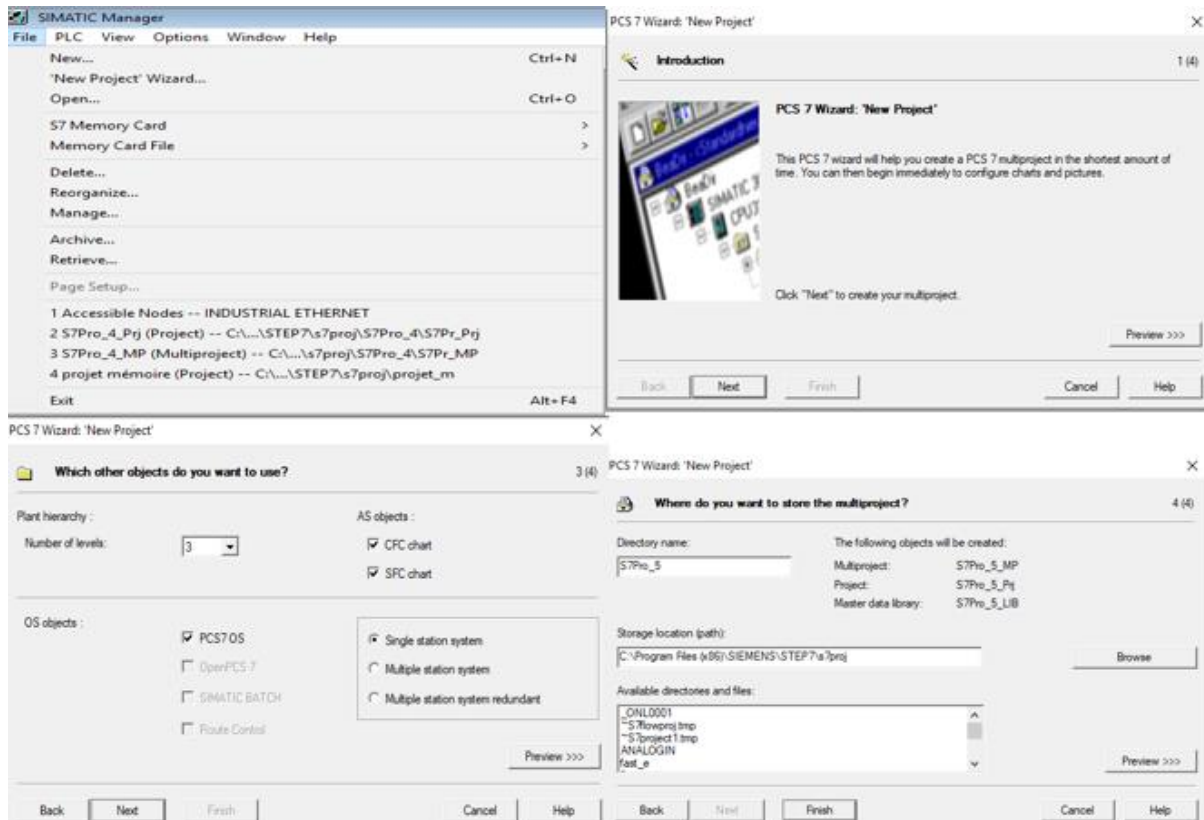


Figure IV.1: les étapes à création un nouveau projet.

IV.3. Les vues de projet

Les vues principales de projet de PCS7 se sont les suivants :

IV.3.1. Vue des composants (component vue)

Cette vue permet de gérer et de configurer des composants matériels et logiciels individuels dans l'environnement PCS 7. Il aide à la configuration détaillée des contrôleurs, des modules de communication, Programmes, Liaisons réseau (Net pro), et d'autres parties essentielles du système.

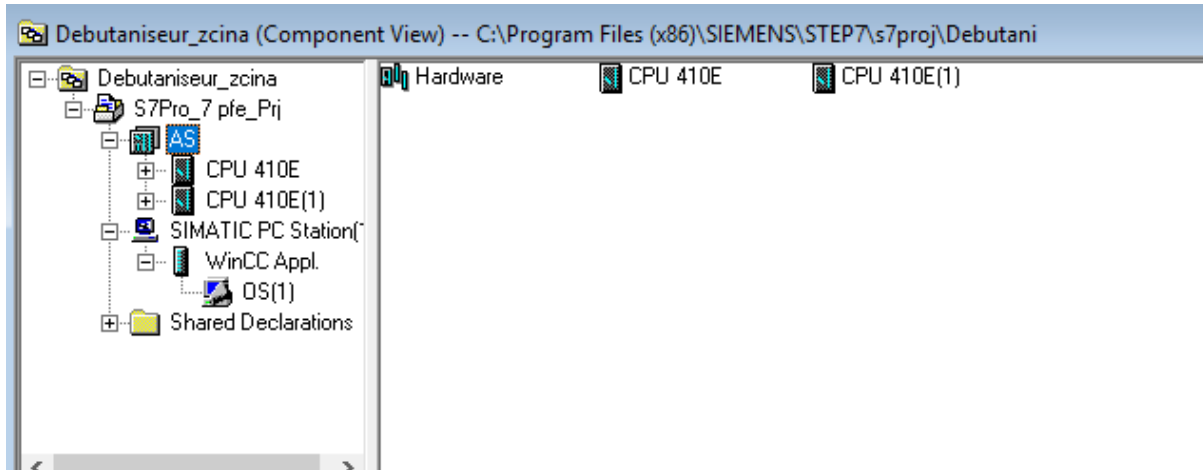


Figure IV.2: Vue des composants.

IV.3.2. Vue Technologique

La vue technologique ou Plant view en anglais représente la hiérarchie du programme qui permet de contrôler les processus industriels en temps réel.

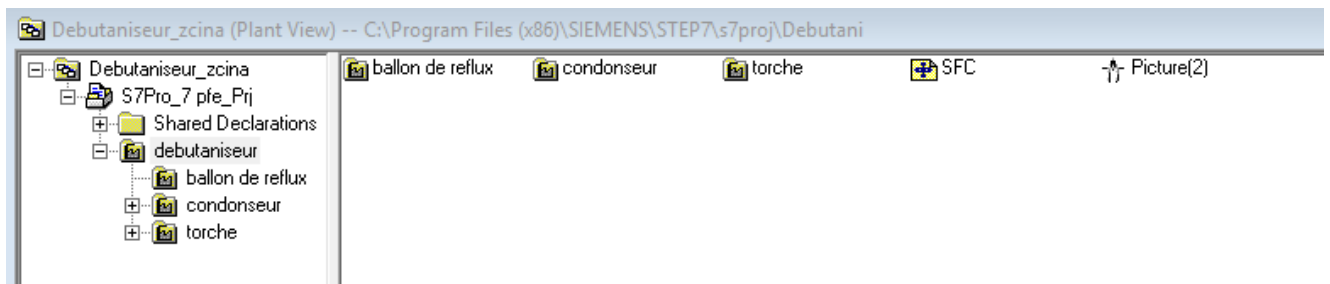


Figure IV.3: Vue technologique.

IV.4. Configurations matérielles

IV.4.1. Configuration de la station AS

1. On ouvre la fenêtre de vue des composants au niveau de la station AS.
2. double-clique sur la configuration matérielle.
3. Selon le cahier des charges, on déclarera les composants (matériaux) que nous les besoins, qui sont :
 - L'alimentation PS405 4A, nous la mettons comme suivant : (SIMATIC- 400> PS-400> Standard PS-400> PS 405 4A).
 - La CPU 410E. En deuxième position du rack, en la retire du « Catalogue matériel" (SIMATIC-400> CPU-400> CPU 410E).
 - Le module de communication Ethernet.

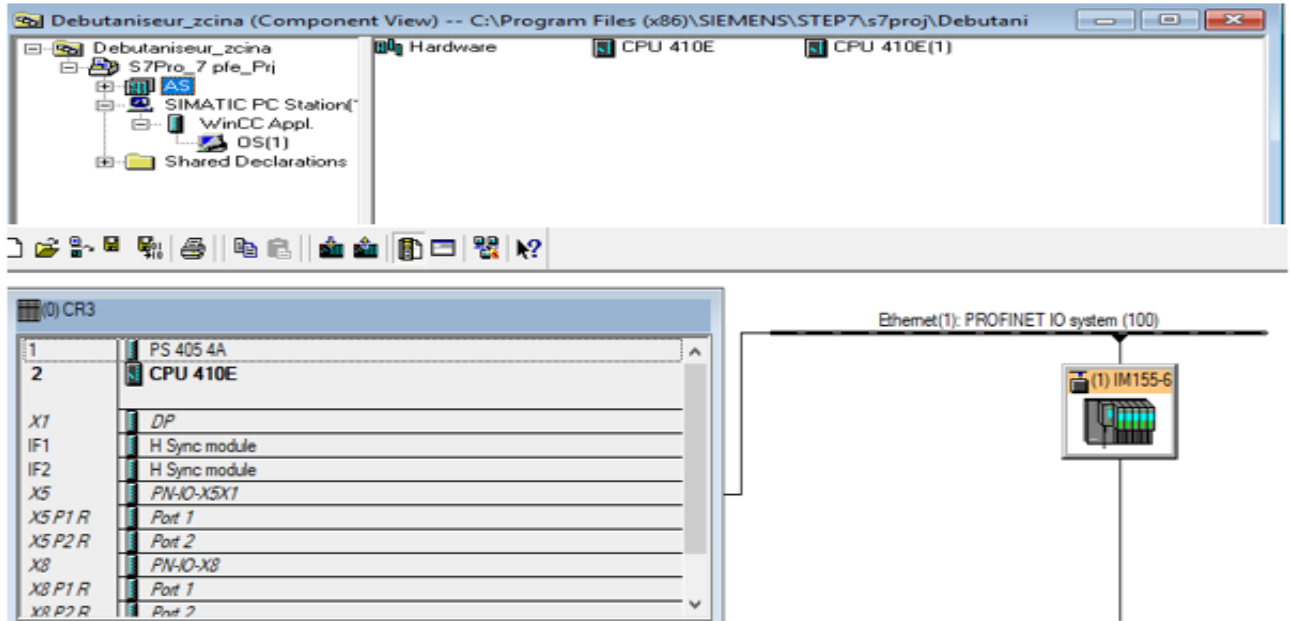


Figure IV.4: Configuration de la station AS.

IV.4.2. Configuration de la station OS

Dans la fenêtre de vue des composants, on crée une nouvelle station SIMATIC PC au niveau de la station projet ES. Cette station permet de réaliser une interface homme-machine pour les tâches de supervision. On suit les étapes suivantes :

1. Ouvrir la configuration sur (station SIMATIC PC => configuration).
2. Après l'ouverture de configuration, on suit les points suivants :
 - Sélectionner le rack.
 - Puis choisir à partir de "Catalogue du matériel" sur PC SIMATIC > IHM > WINCC Application et on fait double clic.
 - Puis choisir à partir de "Catalogue du matériel" : station PC
 - SIMATIC > CP-industriel Ethernet > Générale IE
 - Choisir le réseau et confirmer par OK

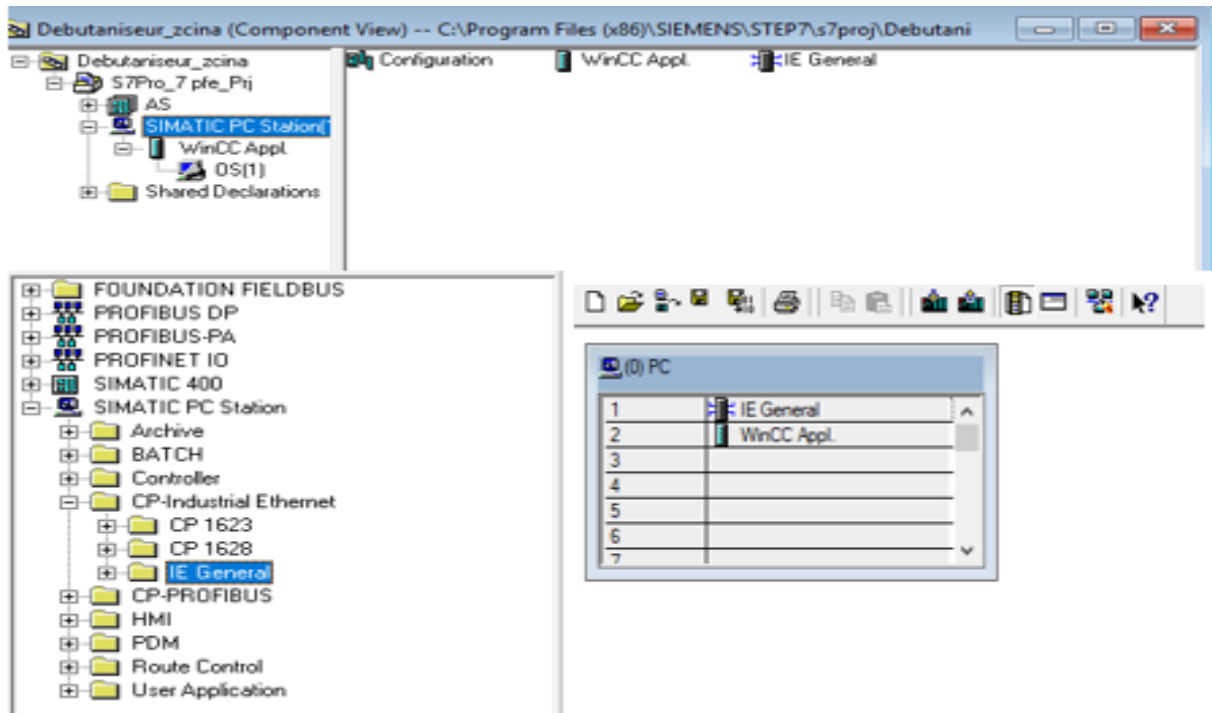


Figure IV.5: Configuration de la station OS.

IV.4.3. Configuration réseau

La configuration réseau permet de définir le type de liaison entre les différentes stations du projet : la station AS, la station ET200SP HA et la station SIMATIC PC.

Nous avons utilisé dans notre cas l'Ethernet industriel comme outil de communication entre la station AS et les autres stations.

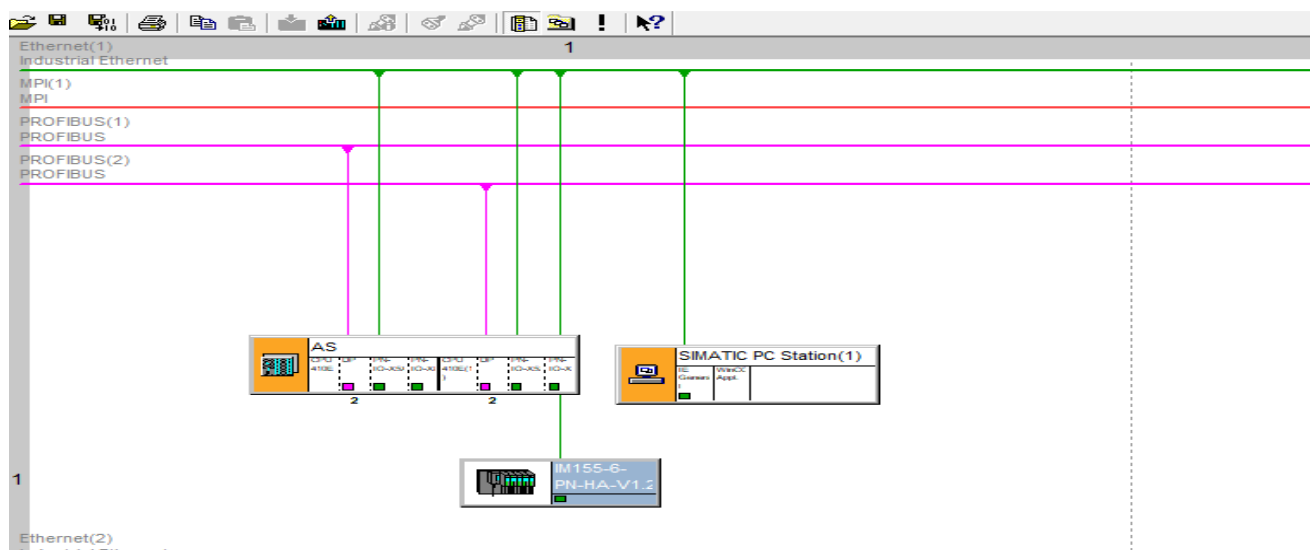


Figure IV.6: Configuration réseau de notre projet.

IV.5. Programmation

IV.5.1.L'éditeur CFC

Le bloc CFC est un éditeur graphique basé sur le logiciel PCS7, il permet d'élaborer une architecture logicielle globale à partir des blocs programmés. On peut accéder à ce bloc par :

1. Clic droit sur le projet PC Station, on choisit "insérer un nouvel objet".
2. Puis on choisit "CFC". Comme le montre la figure 3

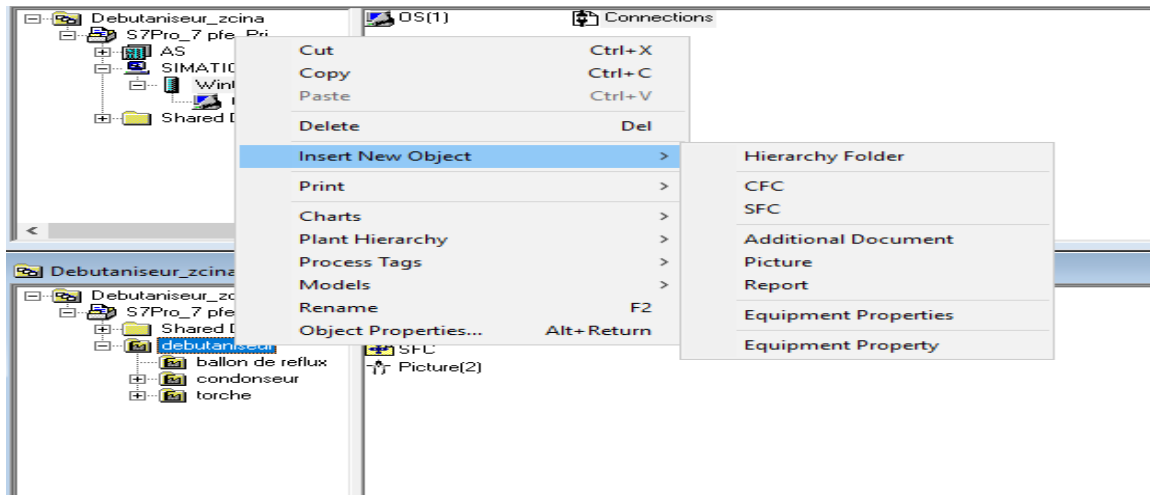


Figure IV.7:Ajoute d'un CFC.

La figure IV.8 représente la structure de l'éditeur CFC qui contient 2 parties :

- Partie droite qu'il affiche un diagramme CFC vide et comporte 6 pages.
- Partie gauche qui contient le catalogue avec les blocs, les bibliothèques et les diagrammes.

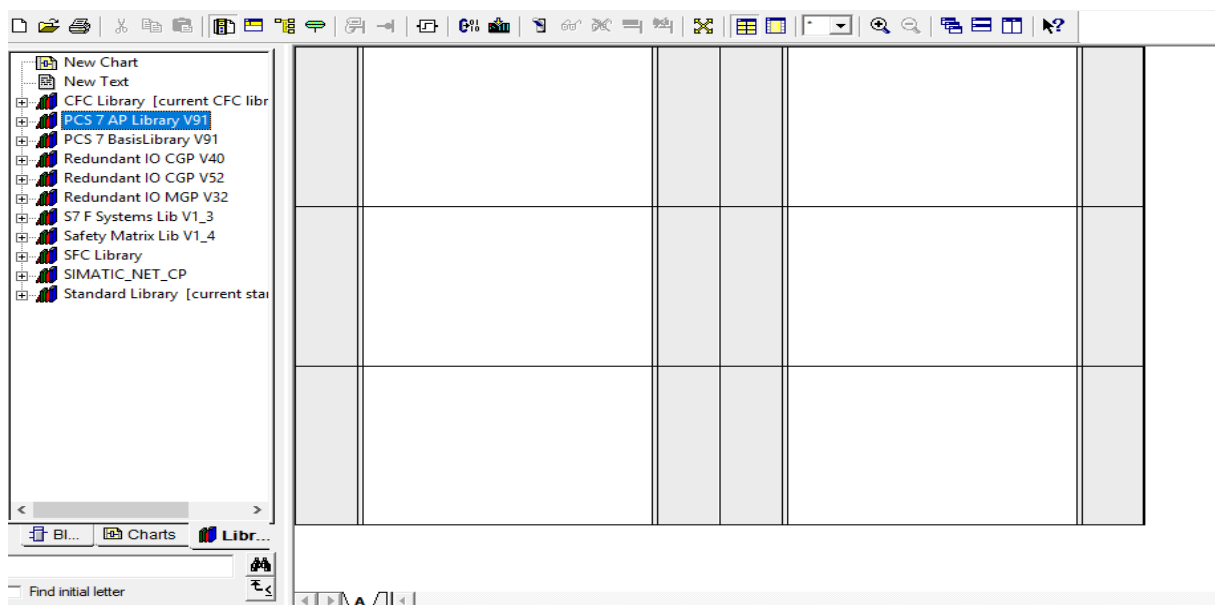


Figure IV.8:L'éditeur CFC.

❖ Solution du programme

➤ CFC de la vanne de régulation 32PIC-02040

Le bloc de configuration "VlvPosL" de la vanne analogique avec positionneur a été relié avec le bloc de position. La mise en "pose" assure que le positionneur est activé, en parallèle elle a été reliée avec le bloc "PidConL" de régulateur PID qui reçoit le signal par le capteur de pression et le régler selon les bon paramètres (gain, temps d'intégration, temps de dérivation...), puis il l'envoyer à la vanne pour influencer son comportement en temps réel.

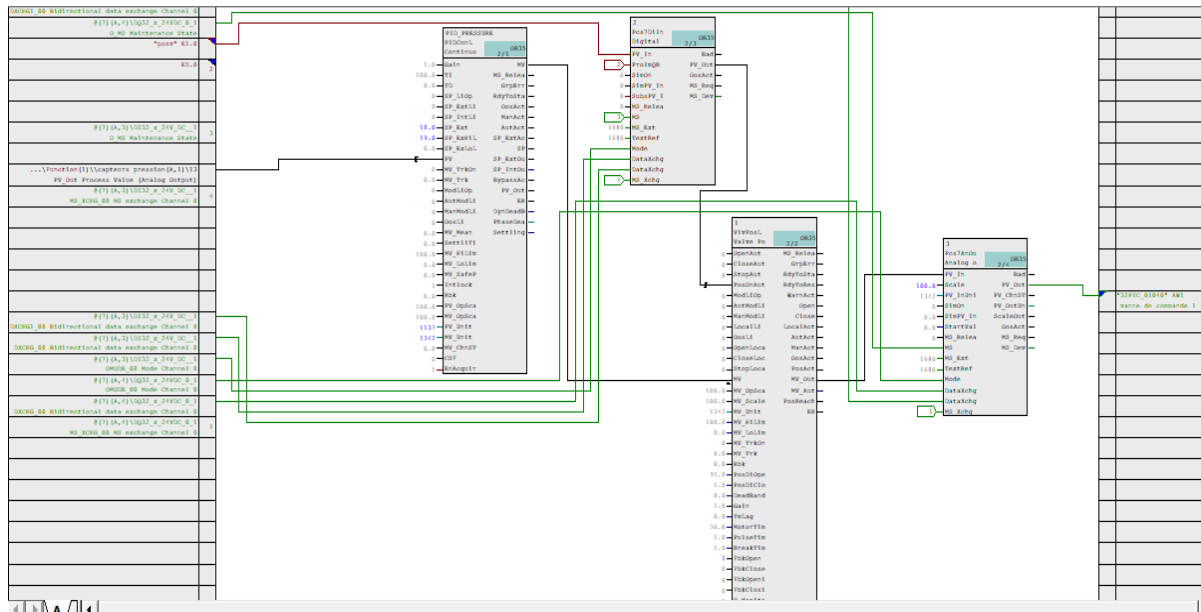


Figure IV.9:CFC de la vanne de régulation.

➤ CFC de moteur Aero G12-GC3202

Nous avons programmé le bloc Motl (moteur large) par le relier avec deux driver d'entrée digitale "PcsDIn" l'une pour démarrer le moteur s'il reçoit un signal physique égale à 1 à l'entrée du bloc Start Aero et l'autre pour l'arrêter s'il reçoit un signal physique égale à 1 à l'entrée du bloc stop Aero comme le montre la figureIV.10.

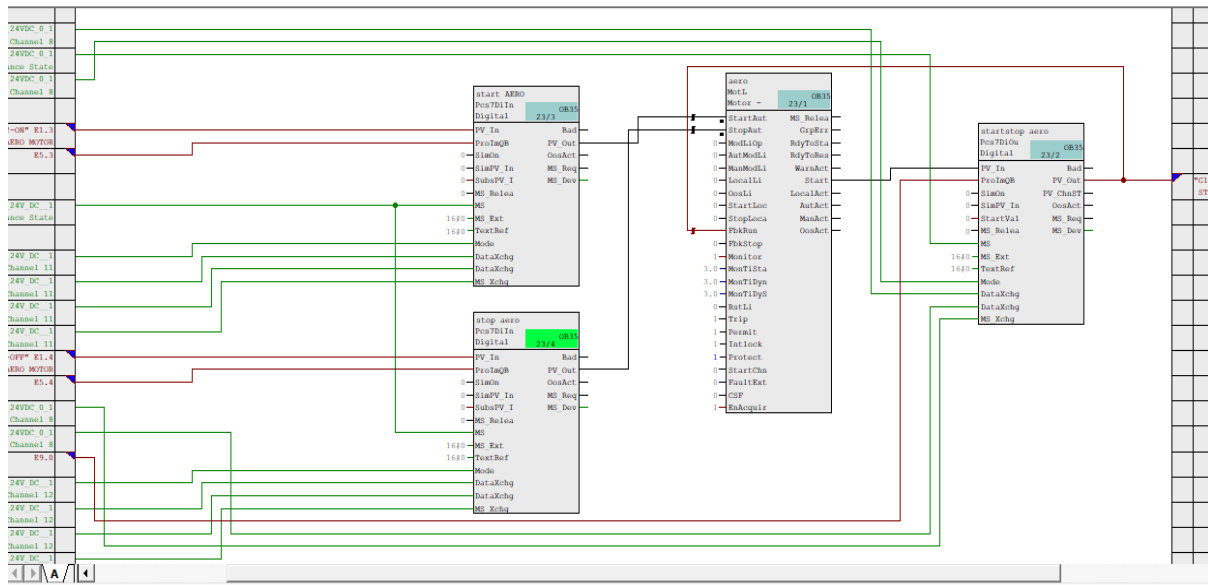


Figure IV.10:CFC de moteur Aero G12-GC3202.

➤ CFC d'indicateur de pression 32PIC02040 et 32PIC02058

Les indicateurs de pression qui sont représenté par les blocs "MonAnl" comme le montre la figure ci-dessous sont reliées avec des driver d'entrée analogique "PcsAnIn" pour recevoir les signaux physiques des capteurs de pression ou bien les autres capteurs de mesure : température, débit, niveaux...

Nous avons prendre ici l'exemple d'un capteur de pression comme le montre la figureIV.11.

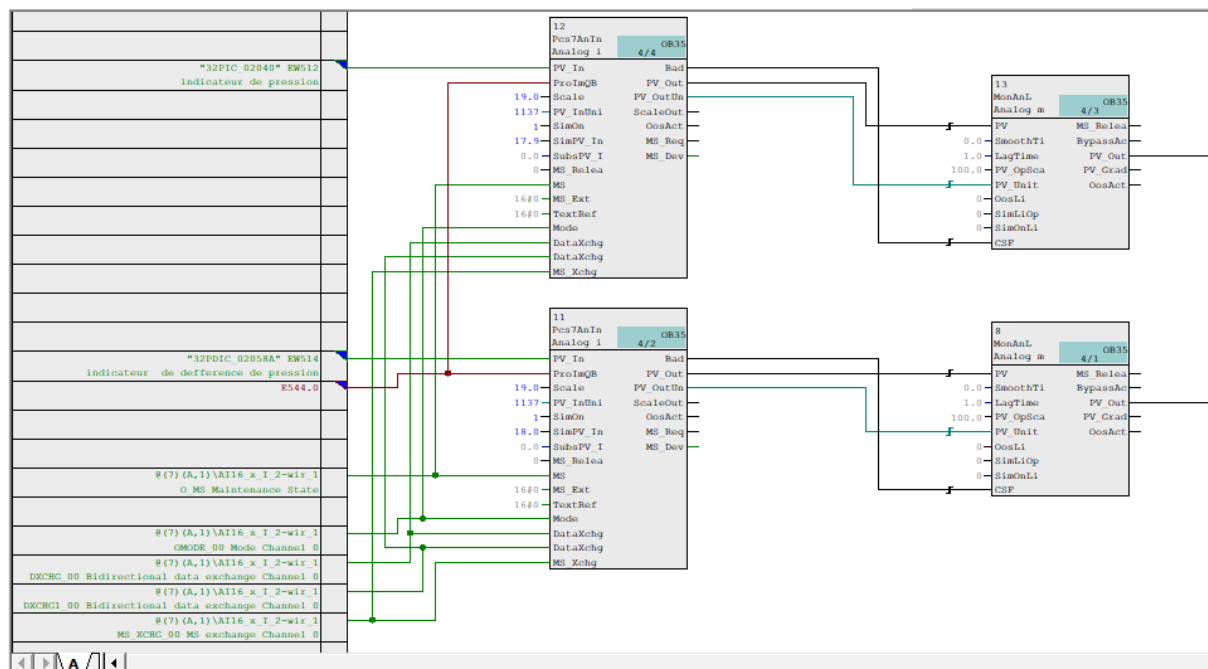


Figure IV.11:CFC d'indicateur de pression.

IV.6 Chargement et compilation de programme

IV.6.1 Compilation

Afin de vérifier le projet pour détecter d'éventuelles erreurs de configuration ou de programmation il s'agit de compilation qui se fait par les étapes suivantes :

1. Cliquons sur la station ENG puis sur compiler.
2. Une fenêtre d'interface s'affiche, clic sur Next
3. Nous confirmons par clic sur compiler.
4. Cocher les paramètres suivants, puis clique sur "Next".
5. Une fenêtre s'affiche pour indiquer que la compilation est terminée sans aucune erreur ou avertissement.

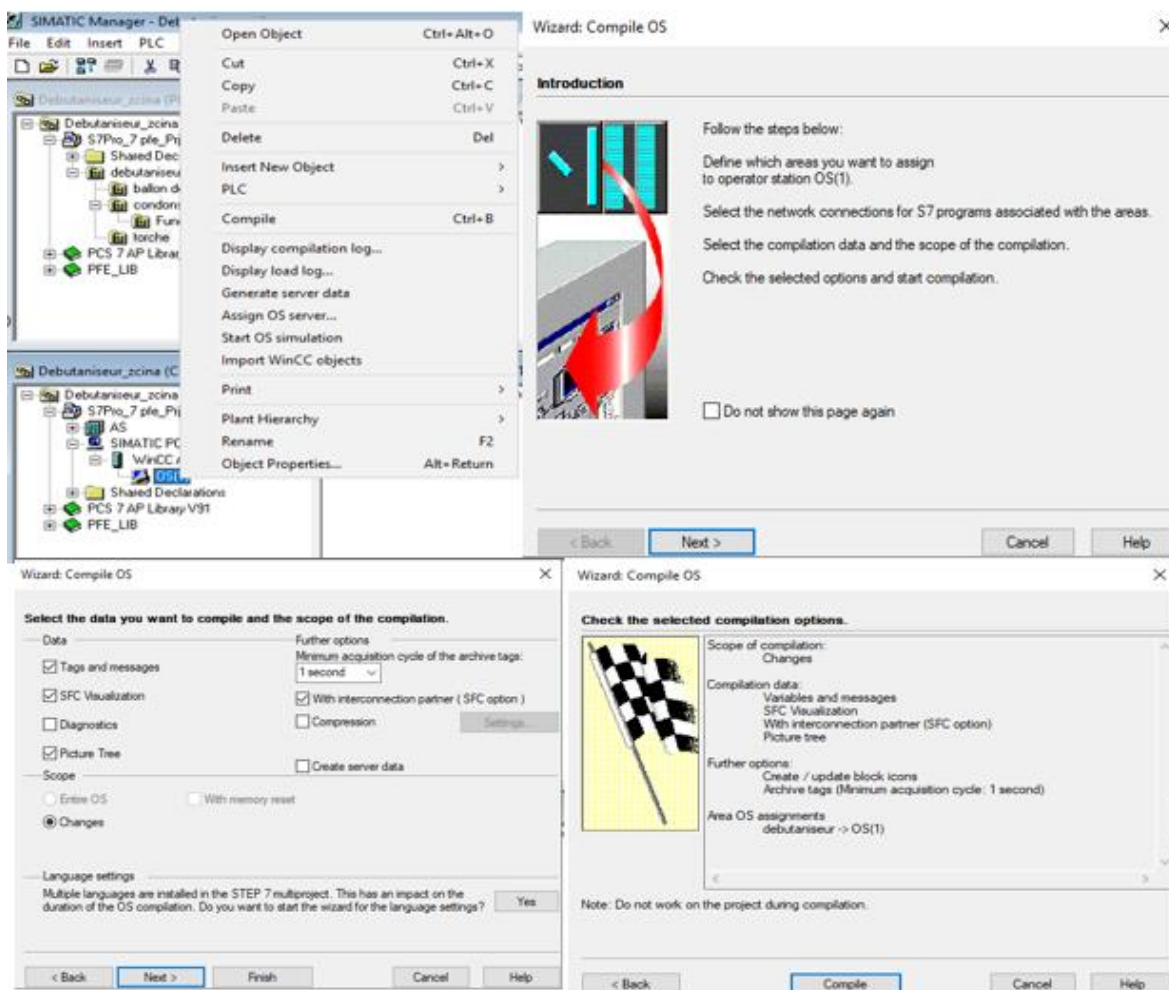


Figure IV.12: Compilation du programme.

IV.6.2 Chargement

Une fois la compilation réussie sans aucune erreur, on charge le programme par les étapes suivantes :

- Cliquons sur le bouton " download".
- Choisissons la CPU désiré en cas d'un système redondant.

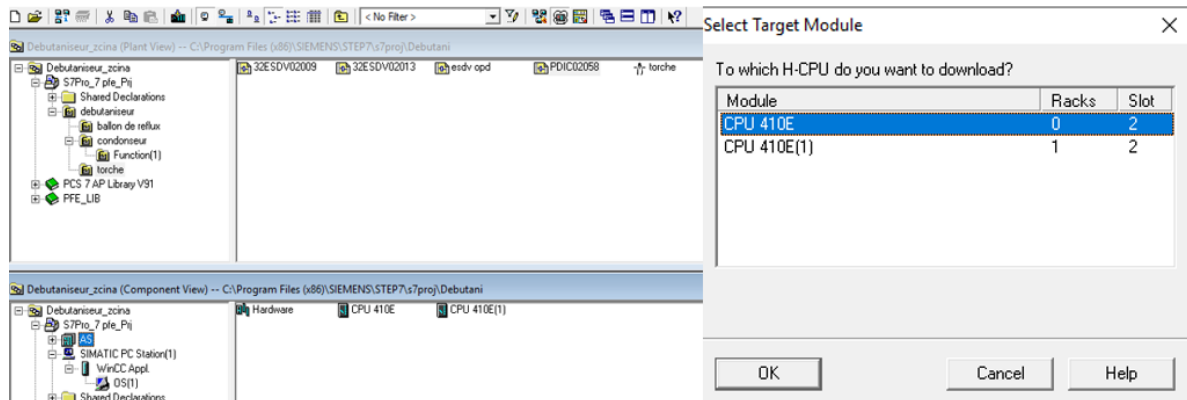


Figure IV.13:Chargement de programme dans la CPU.

IV.7 Simulation

La simulation est un instrument mobilisé dans le domaine de la recherche et du développement, qui autorise l'analyse des réactions d'un système face à différentes contraintes, se dispensant ainsi de la nécessité d'expérimentations réelles.

IV.7.1 Simulation avec PLCSIM

Le simulateur de modules S7-PLCSIM nous offre la possibilité d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable virtuel que nous simulons sur notre ordinateur.

Il n'est pas nécessaire de se connecter à du matériel S7, car la simulation est entièrement réalisée à l'intérieur du logiciel PCS7.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de manipuler les différents paramètres utilisés, tels que l'activation ou la désactivation des entrées.

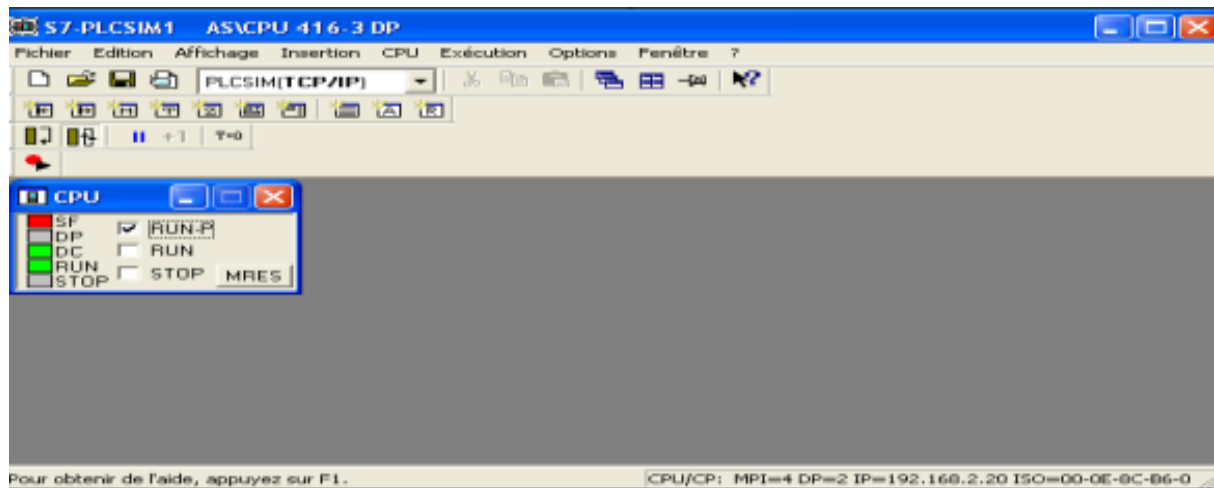


Figure IV.14:Interface de simulation PLCSIM.

❖ **Watch on du CFC de la vanne de régulation 32PIC02040**

La fonction "Watch on" a été activée pour surveiller les valeurs et les états des blocs en temps réel.

Les valeurs observées sur le bloc en mode "Watch on" correspondent aux valeurs attendues, assurant la précision du système simulé.



Le moteur a été mis en mode simulation pour tester et valider le comportement sans affecter le système réel.

Des tests ont été effectués pour vérifier que le moteur démarre et s'arrête correctement en réponse aux signaux des entrées.

Le résultat observé sur le "Watch on" qui est le paramètre Start égale à 1, indiquant que la logique de commande fonctionne correctement.

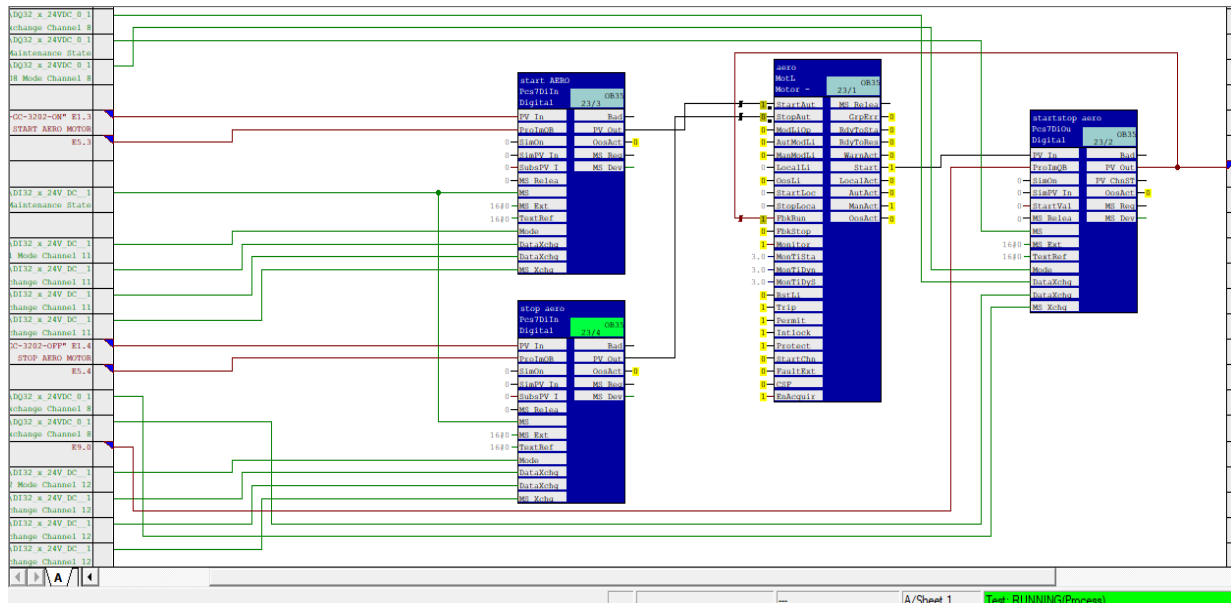


Figure IV.16: Watch on du CFC d'Aero moteur.

❖ Watch on du CFC des indicateur de pression 32PIC02040 et 32PIC02058

En mode simulation, les indicateurs de pression réagissent correctement aux valeurs transmises par les capteurs de pression.

Les valeurs observées sur le bloc MonAnL en mode "Watch on" sont précises et correspondent aux valeurs attendues des capteurs.

Les indicateurs de pression affichent les données de manière cohérente, facilitant la surveillance des conditions de pression dans le système.

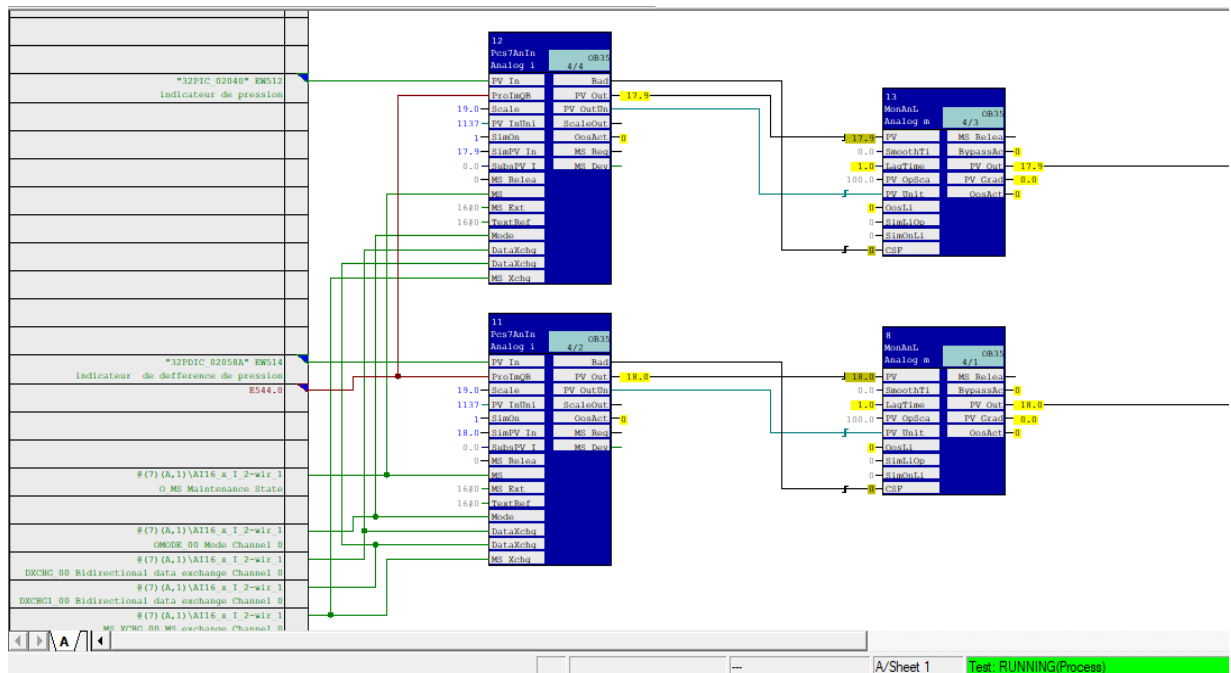


Figure IV.17: Watch on du CFC d'indicateur de pression.

IV.8 Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons présenté les techniques permettant de créer un projet sous PCS7, en proposons et développons une solution logicielle pour le processus de la section de débutanisation du ZCINA, dans le chapitre suivant, nous concentrons sur la supervision de l'ensemble de processus sur Win CC.

Chapitre V

Supervision de débutaniseur

Chapitre V

Supervision de débutaniseur

V.1. Introduction

La supervision représente une méthode industrielle de surveillance et de contrôle informatique des processus de fabrication automatisés. Elle implique l'acquisition de diverses données telles que les mesures, les alarmes et les informations sur l'état de fonctionnement, ainsi que la gestion des paramètres de commande et de contrôle des processus, habituellement confiée à des automates.

Dans ce chapitre, nous exposons les étapes requises pour mettre en place la supervision à l'aide du logiciel Windows Control Centre "WINCC" pour le projet préalablement programmé dans le chapitre précédent.

V.2. La supervision

Un système de supervision industrielle a pour dessein de prêter assistance à l'opérateur dans la gestion du processus. Son dessein réside dans la mise à disposition d'un ensemble de résultats explicités et interprétés à l'opérateur, et ses principaux bénéfices s'articulent comme suit :

- La surveillance à distance du processus.
- La détection des anomalies.
- Le diagnostic et le traitement des alertes.
- Le traitement des données.

V.2.1. Le logiciel de supervision WinCC

Lorsque la complexité du processus augmente et que les machines de l'installation doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette dernière s'obtient au moyen de l'interface IHM qui signifie humain machine interface [9].

WinCC est un système de supervision homme-machine avancé, couramment utilisé sur la plateforme Microsoft Windows. Il joue un rôle primordial en tant qu'interface reliant l'opérateur humain à la machine industrielle, en établissant une communication bidirectionnelle.

La gestion opérationnelle effective du processus est assumée par les automates programmables industriels. Ainsi, WinCC facilite tant la communication entre l'opérateur et le système, que celle entre WinCC et l'automate.

V.2.2. Utilisation de WinCC

WinCC est structuré en deux volets distincts :

- Le volet de gauche : englobe toutes les applications de WinCC où l'on retrouve divers éditeurs utilisables pour configurer la station opérateur (OS).
- Le volet de droite : présente une fenêtre affichant des informations approfondies sur l'application WinCC que nous avons sélectionnée. Nous utilisons exclusivement l'éditeur Graphics Designer (FigureV.1) pour concevoir la vue du processus de notre projet.

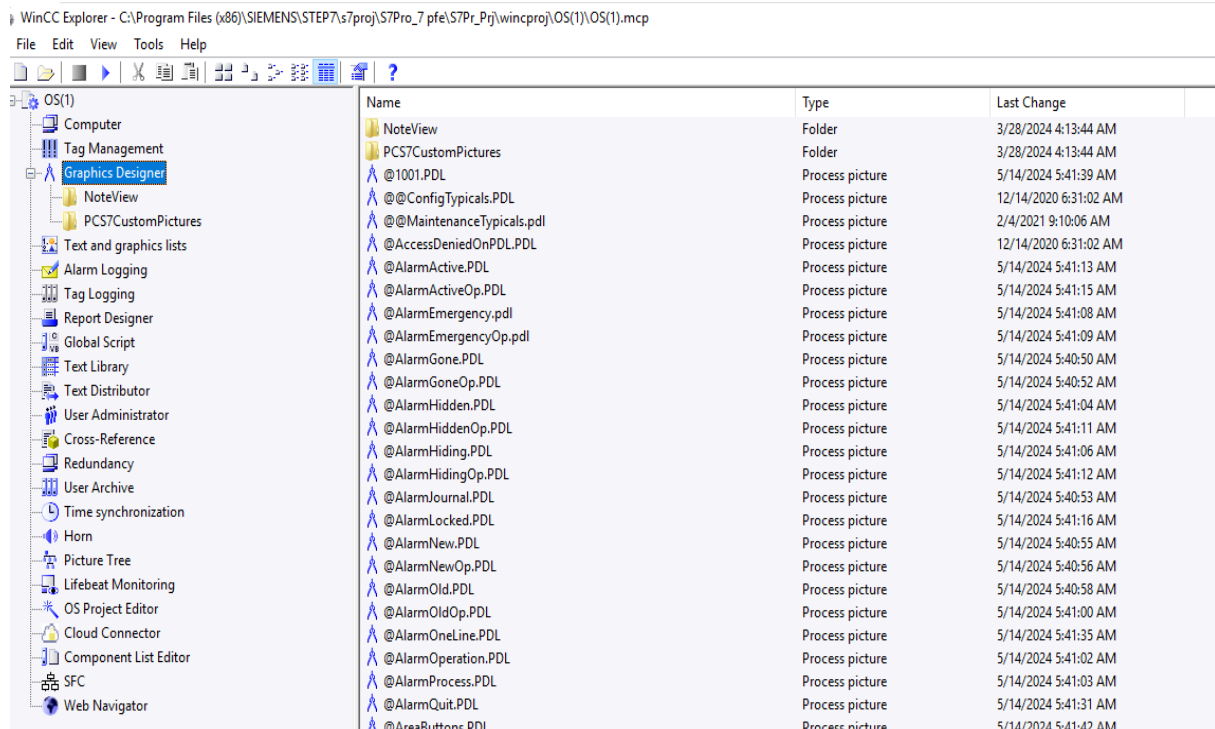


Figure V.1:WinCC Explorer.

V.2.3. Présentation de Graphics Designer

Graphics Designer (FigureV.2) est un éditeur de l'OS. Son interface utilisateur se présente comme suit :

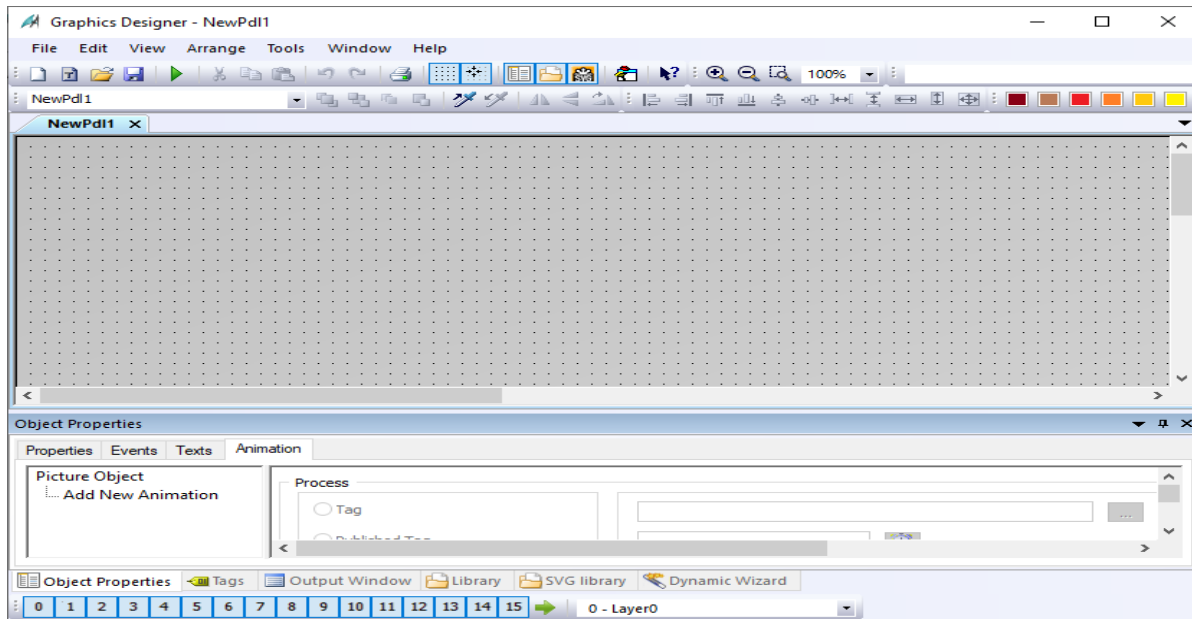


Figure V.2:Graphics Designer.

- Sur la gauche, on trouve une barre d'outils qui permet d'attribuer différentes couleurs aux objets.
- Au centre, se situe la zone de dessin où nous pouvons placer les objets destinés à la vue de procédure.
- Sur la droite, se trouve la palette d'objets, comprenant une bibliothèque d'objets par défaut proposés par Graphics Designer, ainsi qu'une palette de styles qui permet d'influer sur la forme des objets. Graphics Designer distingue deux types d'objets :

- **Les objets statiques**

Il s'agit d'objets des dessins de base comme ceux que nous trouvons dans une application graphique par exemple des lignes, des cercles, des polygones, du texte statique.

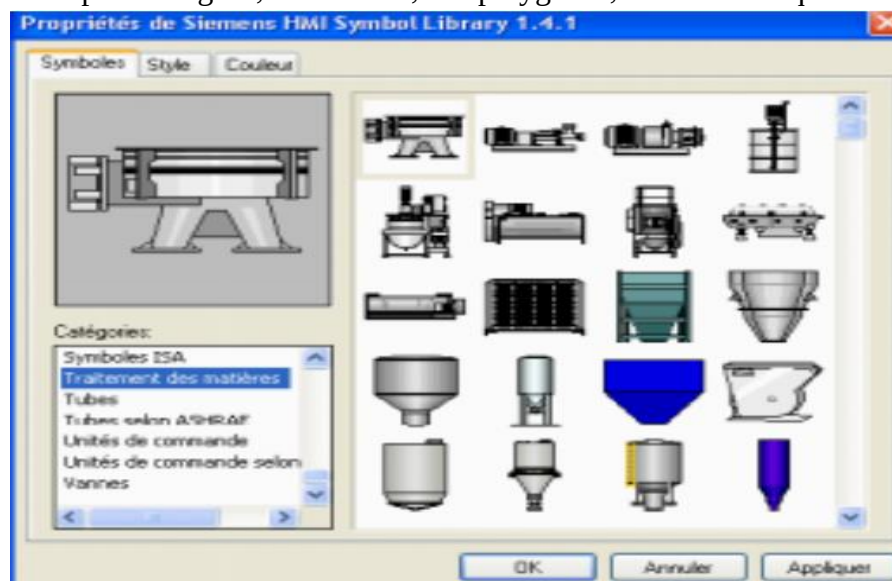


Figure V.3:Exemple d'une bibliothèque statique.

- **Les objets dynamiques**

Sont ceux qui sont activés grâce à une liaison avec un connecteur de bloc variable (tels que des moteurs, des clapets, des groupes, des alarmes et des boutons).

Pour pouvoir utiliser ces objets, il est nécessaire de créer préalablement un nouveau fichier dans la même section gauche de WinCC Explorer.

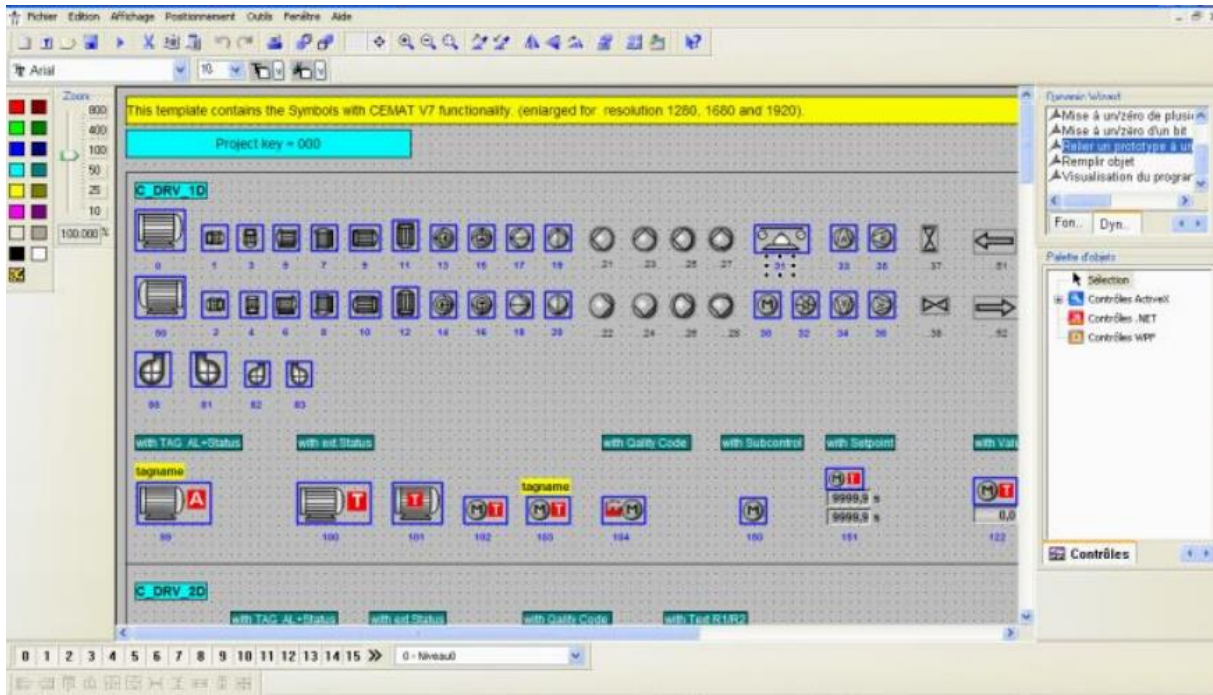


Figure V.4: Exemple d'une bibliothèque dynamique.

❖ **Vue générale de projet sur Graphics Designer**

La vue créée pour notre projet sur le débutaniseur est montrée dans la figure V.5. La vue (picture2) contient tous les symboles de notre processus, l'une des symboles sont affichées automatiquement dans la vue dynamique après la création des bloc CFC de programme comme nous avons ici des panneaux des indicateurs, des vannes analogiques et motorisées, et aussi les deux moteurs l'un de la pompe et l'autre de l'Aero réfrigérant.

Alors que nous avons créé manuellement le dessin des différents équipements : débutaniseur, ballon de reflux, le condenseur, les pipes à l'aide de la vue statique de Graphics designer.

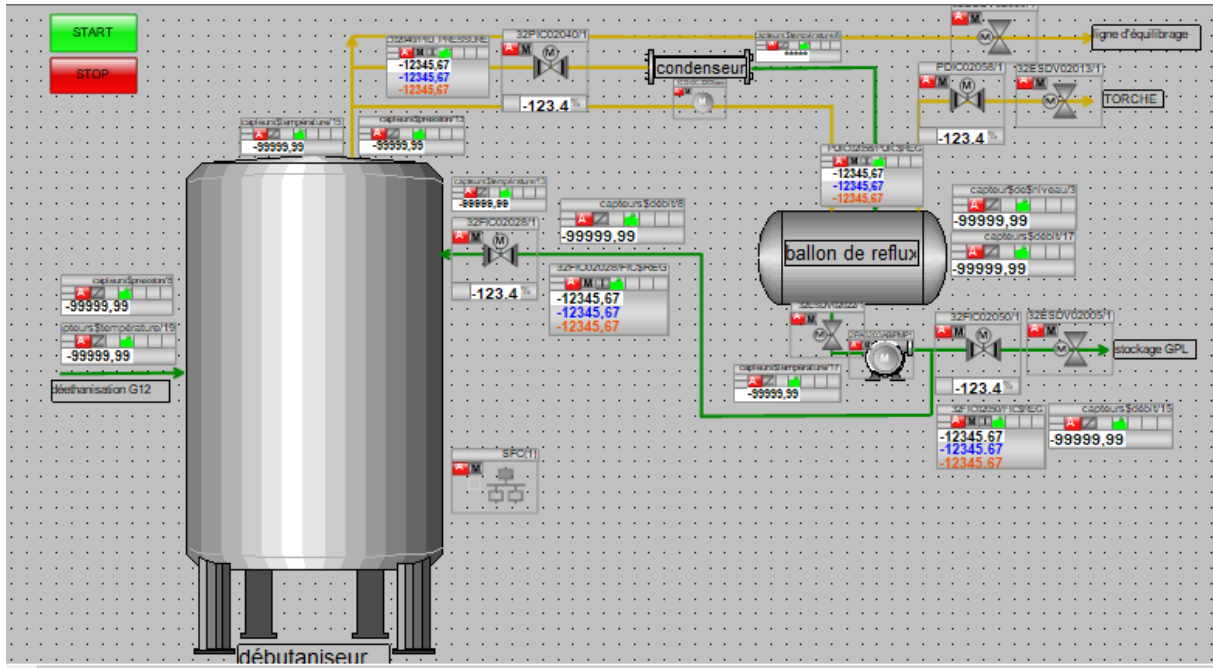


Figure V.5 : Vue général de projet sur Graphics designer.

Au sein de WINCC Explorer, une fois que nous avons cliqué sur l'Éditeur de projet OS, une fenêtre s'ouvre et nous sélectionnons la fenêtre de Mise en page afin de choisir la résolution de l'écran. Ensuite, en cliquant sur le bouton "Détail", nous pouvons définir le nombre de conteneurs à afficher sur l'interface de supervision. Une fois que nous avons enregistré ces paramètres, nous quittons l'éditeur.

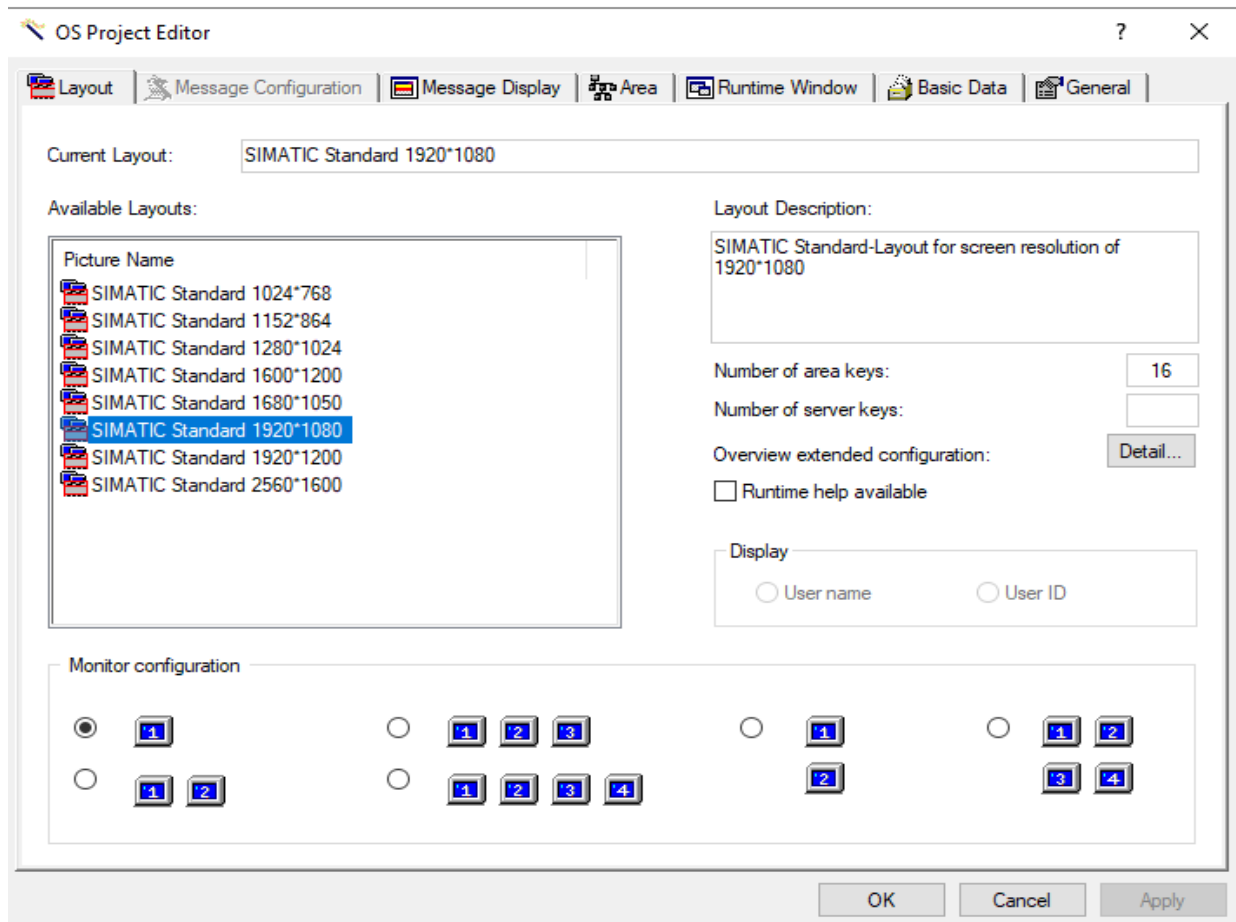


Figure V.6: Vue Editeur de projet OS.

V.2.4 RUNTIME

Une fois le projet est créé et sa configuration est terminée, on lance la simulation en appuyant sur le triangle bleu dans la fenêtre de WINCC Explorer.

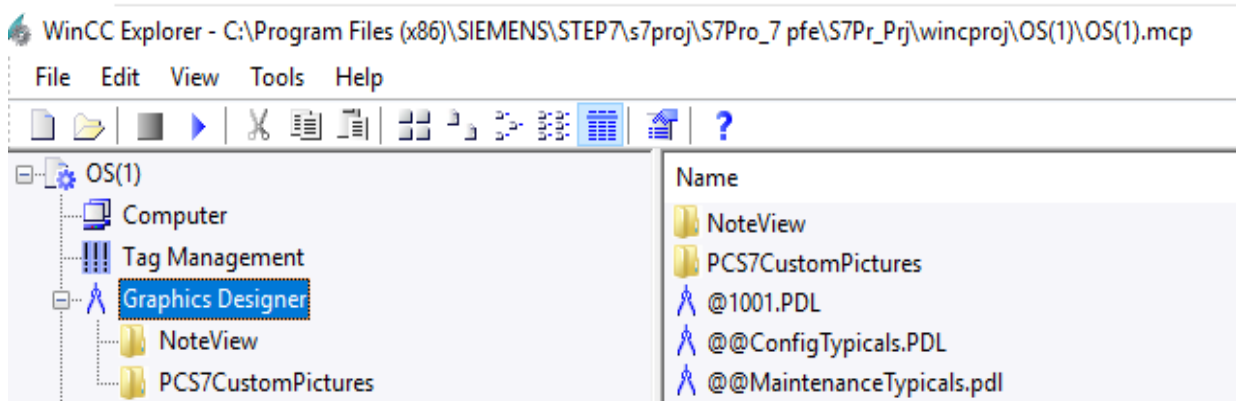


Figure V.7: Lancement de simulation.

V.2.5 Visualisation de notre projet

❖ Vue générale de l'écran WinCC

La figure V.8 montre la vue générale de l'interface WinCC Runtime qui est divisée en plusieurs zones principales comme suivant :

- 1) Alarmes
- 2) Navigation de vues
- 3) Bandeau des commandes générales
- 4) Vue d'atelier

Dans la figure, nous voyons un synoptique d'une partie de section débutanisation. Les différentes vannes analogiques de régulation qui sont intégrées avec un régulateur PID qui reçoit le signal par les capteurs et le régle, puis il l'envoie à la vanne pour réagir par des indicateurs de statut (vert pour en marche), on peut accéder à ces paramètres ou voir la valeur de processus et de consigne à travers la face plate. Les données en temps réel sur le débit et la pression sont affichées à côté de chaque vanne de régulation.

Les vannes motorisées qui servent pour la sécurité sont affichées en état vert juste après le receipt de signal de démarrage.

Les indicateurs de température, débit, pression et niveau sont représentés en état rouge affichent les valeurs réelles de chaque grandeur physique.

Les moteurs de la pompe et de l'Aéro sont affichés par un indicateur de statut vers le cas de leur fonctionnement.

Sur le côté gauche de l'écran, il peut y avoir des boutons supplémentaires pour démarrer ou arrêter le système.

La section en haut de l'écran affiche les alarmes et les événements du processus avec la date et l'heure. La bande est colorée en fonction de leur niveau de priorité (rouge pour les alarmes, jaune pour les avertissements), permettant aux opérateurs de réagir rapidement aux conditions anormales.

La zone d'atelier est où les opérateurs peuvent voir des synoptiques de processus et des données en temps réel.

Les utilisateurs peuvent cliquer sur les éléments de cette arborescence pour afficher les détails spécifiques de chaque composant dans la zone d'atelier.

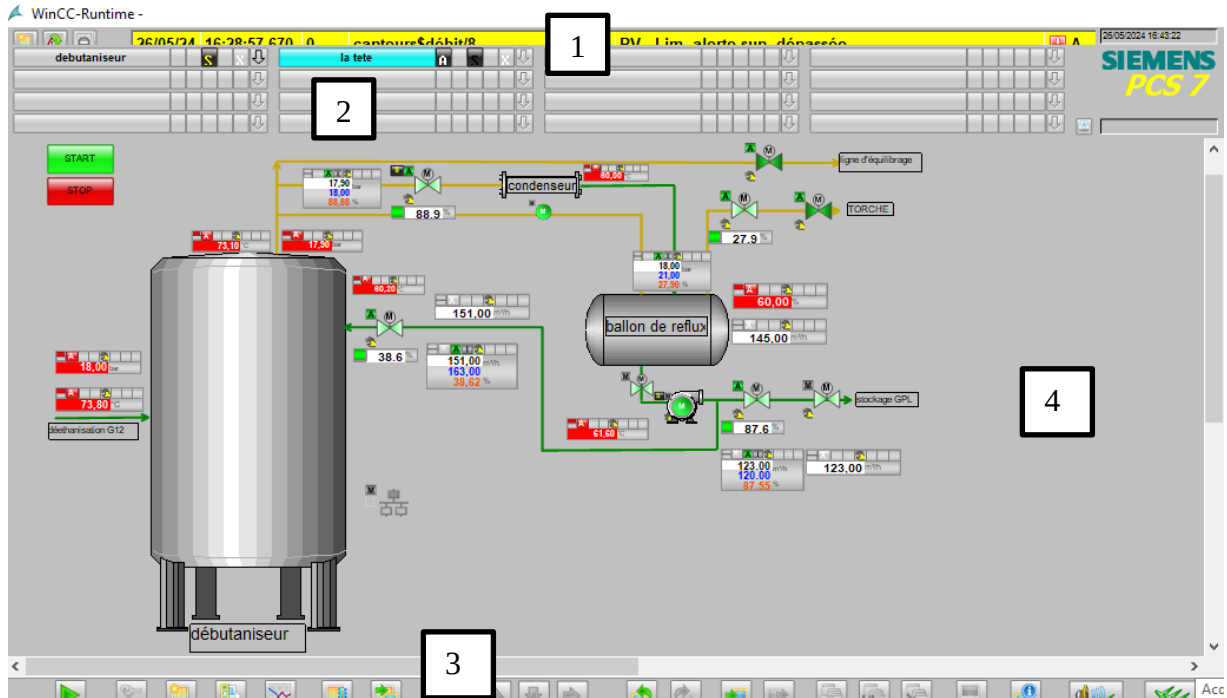


Figure V.8: Vue générale de l'interface WinCC Runtime.

❖ Faces-avant (Face plates)

Les équipements dynamisés, les moteurs, les vannes, les transmetteurs Disposent d'une face-avant (Figure V.9), afin d'accéder aux détails de l'élément sélectionné.

- Description.
- Etat des verrouillages.
- Etat de l'équipement.
- Boutons de commande opérateur, à utiliser pour une commande directe de process et de l'objet dépend de l'état de bloc et des autorisations actives.
- Alarme : Permet d'accéder à l'historique des alarmes concernant cet équipement.
- Diagnostique : Permet d'obtenir des détails sur l'état de l'équipement.

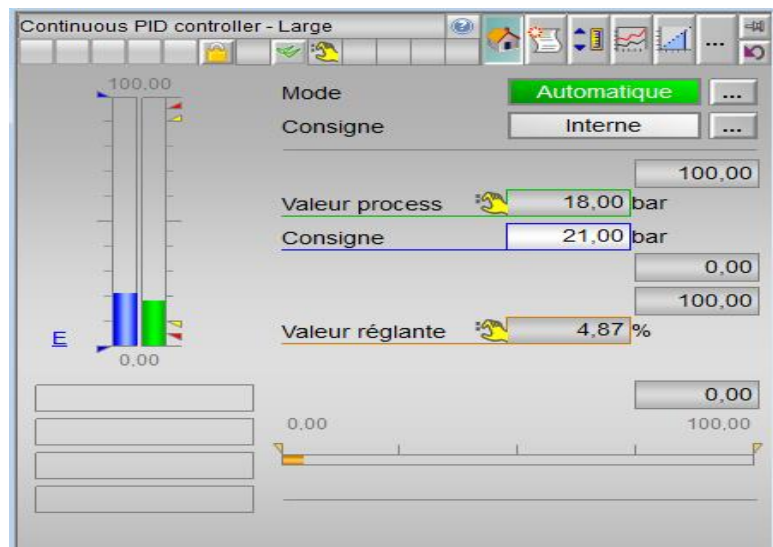


Figure V.9: Face-avant de régulateur PID d'une vanne.

❖ Face-avant de Moteur de l'Aero

La figure V.10 Représente la face avant de moteur Aero (Motor-Large) qui contient sur la vue principale le mode de fonctionnement et la commande.

Nous choisissons le mode automatique, le moteur s'active automatiquement juste après le recevoir du signal de commande, donc il sera en mode marche.

Le moteur se désactive automatiquement lorsque le signal de commande disparaît, donc il sera en mode arrêt après la durée définie par le temporisateur.

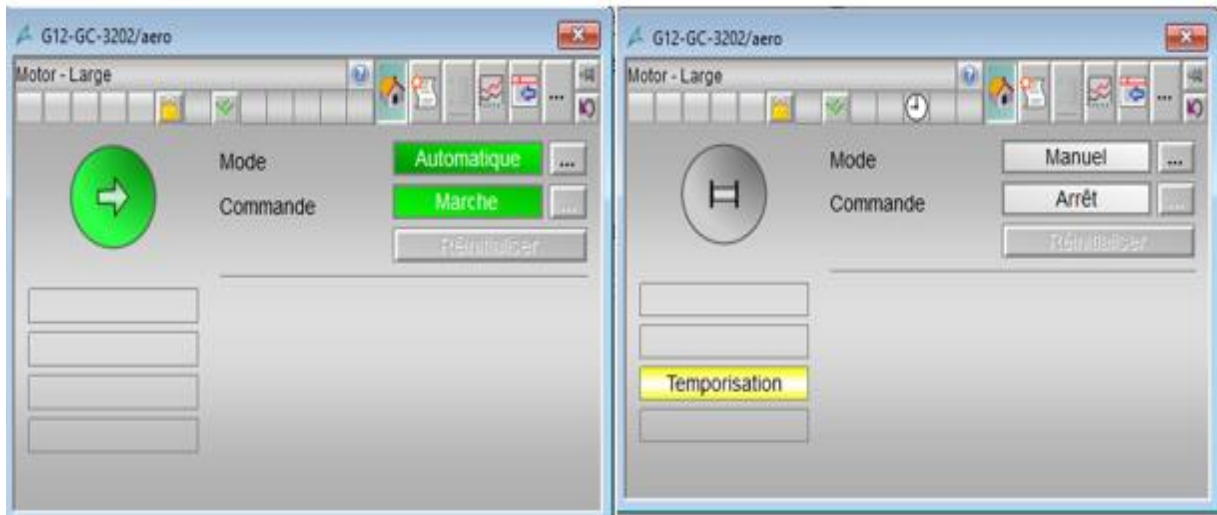


Figure V.10:Face-avant de Moteur de l'Aero.

❖ Paramétrage de régulateur PID

La figure V.11 Représente la face avant de la vanne de régulation avec positionneur qui contient deux parties, l'une de la vanne et l'autre de régulateur PID.

Le réglage des paramètres de régulateur PID est effectué automatiquement (choisissons mode automatique), donc la valeur réglante (ici 49.36 %) varie selon la valeur process qui la donne le capteur de débit. Cette dernière agit sur l'ouverture de la vanne automatiquement comme il affiche ici valeur relecture 49.4 %.

La régulation position doit être en "marche" pour s'assurer que le positionneur de la vanne est activé.

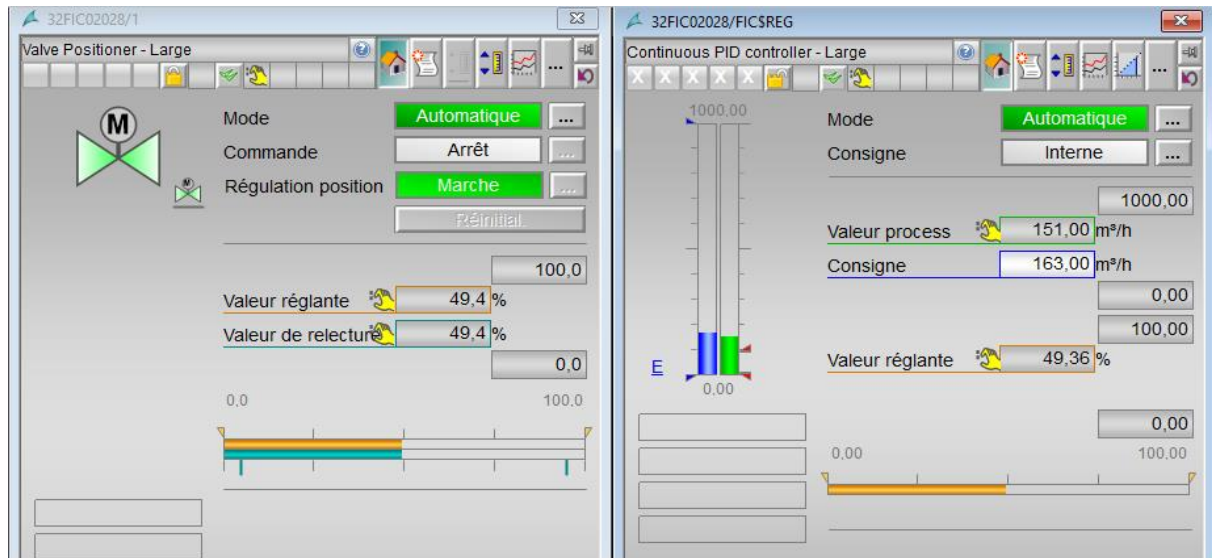


Figure V.11: Paramétrage de régulateur PID.

V.3 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons abordé de manière succincte les étapes de simulation de notre projet. Nous avons utilisé Graphics Designer pour créer des vues du procès et Runtime pour offrir un contrôle et une surveillance en temps réel de processus. Ensuite, nous avons lancé le système de supervision WINCC. Nous avons effectué un test afin de démontrer le bon fonctionnement des procédures conçues pour répondre aux exigences du cahier des charges. Ce chapitre présente les résultats de la simulation et de la supervision de notre projet.

Conclusion générale

Conclusion générale

La supervision et le contrôle d'une colonne d'extraction de GPL, tel que le Débutaniseur ZCINA Hassi Messaoud, à travers l'utilisation du système DCS Siemens PCS7, marque une avancée significative dans l'optimisation des processus industriels. Cette intégration technologique de pointe permet une gestion plus précise et efficace des opérations, contribuant ainsi à l'amélioration globale des performances de l'installation.

Dans ce mémoire, nous avons détaillé les différentes stations et fonctionnalités du site de ZCINA Hassi Messaoud. Cette analyse nous a permis de mieux comprendre l'environnement opérationnel dans lequel s'inscrit la colonne d'extraction de GPL, soulignant l'importance de chaque composante dans le fonctionnement global de l'installation.

Nous avons examiné en profondeur l'unité essentielle d'extraction du GPL, en analysant de manière détaillée l'instrumentation et les systèmes de régulation utilisés. Cette étude approfondie nous a permis de comprendre le fonctionnement de l'unité et d'identifier les éléments clés qui garantissent son bon rendement.

En poursuivant notre analyse, nous avons approfondi l'examen du processus de contrôle et de supervision de la colonne d'extraction de GPL de ZCINA Hassi Messaoud, mettant en lumière l'importance du DCS Siemens PCS7 en tant que système central. Nous avons mis en évidence les défis spécifiques liés à la surveillance et au contrôle de ce type d'équipement, tout en explorant les solutions novatrices offertes par le PCS7 pour relever ces défis avec succès.

Nous avons analysé les avantages concrets du contrôle et de la supervision par PCS7 dans les opérations quotidiennes de la colonne d'extraction de GPL. En soulignant l'impact positif des innovations technologiques et des bonnes pratiques industrielles, nous avons mis en évidence la valeur ajoutée que cette approche apporte à l'efficacité opérationnelle et à la fiabilité des processus.

En conclusion, cette expérience a été extrêmement enrichissante. Elle nous a permis d'explorer en profondeur le monde du travail et de nous préparer de manière efficace aux défis et aux opportunités qui se présentent dans le domaine de la supervision et du contrôle des processus industriels.

Bibliographie

- [1]. Product catalogue and online ordering system for Digital Industries and Smart Infrastructure. <https://mall.industry.siemens.com>
- [2]. Manuel descriptif de SONATRACH : <https://sonatrach.com>.
- [3]. VENIS.B. Carte de situation géographique de Hassi Messaoud."Hassi Messaoud- Algérie". Édité en 1972.
- [4]. S. MONTMASSON, B. BONNET et B. ROUYER : "Description du procédé " Manuel opératoire. SONATRACH.ZCINA Hassi Messaoud.
- [5]. H. AMRANE et H. KIRATCHE ". Projet de fin d'étude : "Amélioration du contrôle de température unité GPL ZCINA". Faculté des hydrocarbures et de la chimie Boumerdes.2016
- [6]. MEKKAOUI.B, EL HAMDANI.Z, ABID.O." Projet de fin d'étude. "Simulation et optimisation des paramètres d'extractions des liquides des gaz associé de complexe ZCINA". Faculté des sciences et de la technologie université d'el OUED.2016/2017.
- [7]. A. OUKIL et C. RICHER. Manuel opératoire SONATRACH ZCINA Hassi Messaoud. "LPG vues synoptiques ". 12/04/12.
- [8]. N. SIAGH. Projet de fin d'étude. "Commande de la température d'un four de régénération de GPL/ZCINA". Ecole Nationale de polytechnique d'Oran. 2019/2020
- [9]. Y. TALBI. Projet professionnel de fin de formation "Optimisation des paramètres de marche de débiteur de l'unité GPL/ZCINA". IAP Boumerdes. 2016.
- [10].SONATRACH. Manuel Opératoire. " GPL vues synoptiques SAIPEM/YOKOGAWA ".
- [11]. S. KRAUS.RICHARD. "Le raffinage du pétrole". Édition 1972.
- [12]. S. MONTMASSON, B. BONNEY, B. ROUYER. Manuel opératoire SONATRACH. "Description du procédé". ZCINA Hassi Messaoud. 10/11/09
- [13]. M. MORRELLON, L. FOURNIER, A. BAVILA. Manuel opératoire SONATRACH "description des unités ". ZCINA Hassi Messaoud.14/11/11.
- [14]. Manuel Emerson. "Manuel de la vanne de régulation". Cinquième édition 2017/2019.
- [15]. M.CHEYSSON. "Installation des pompe centrifuges utilisées dans l'industrie du pétrole". Editions technique.
- [16]. Manuel Emerson. "Type d'insertion de débitmètre :Principe des débitmètres électromagnétiques | Emerson FR".20/04/2024.
- [17]. L. WUITHIER. "Le raffinage de pétrole". Procédés de séparation. Edition en 1972.
- [18]. Sensy Temp. Fiche technique. "Capteurs de température pour les industries pétrolières et gazières". Fabriqué par "ABB". 05/2014.
- [19]. DJEBRANE.M et KHATER. F. Projet de fin d'étude. "Automatisation et supervision de la section d'extraction du GPL-ZCINA". Faculté des hydrocarbures et de la chimie. UMBB. Boumerdès. 2017/2018.
- [20]. S. BEHAZ. " Régulation ". Support de cours. HASSI-MESSAOUD .2009

- [21]. Les systèmes de contrôle distribués ou DCS : Automation-sense.com. 01/05/2024.
- [22]. S. ABDUL, H. ABDUL, A.M.Waseem : "Distributed control systems". 2019.
- [23]. Siemens. Description fonctionnel A5E02109227-01. "Système de conduite de processus PCS 7 CFC pour SIMATIC S7". Germany. 2009.
- [24]. Siemens. "Siemens S7-400" : <https://www.siemens.com/s7-400>. 30 mars 2024.
- [25]. SIMATIC et 200sp ha. Siemens AG.
- [26]. Siemens. Workshop PCS 7. Edition. August 2003.
- [27]. Siemens. "Documentation de Système de conduite de processus PCS 7 Getting Started", (V7.1). Publié à Germany. 2009.
- [28]. Cours système PCS7. Formation Siemens SPA.
- [29]. Système de conduite de process PCS7. Manuel de mise en œuvre. PCS7-configuration PC V9.1. 02/2021.