

N° Ordre...../FHC/UMBB/2023

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE 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

HIDOUSSE LITICIA

Filière : Hydrocarbures

Option : Automatisation des procédés industriels : Commande Automatique

Thème

**Migration d'un système de commande STEP5 en SIMATIC PCS
neo du gazoduc de Sidi Arcine Alger – Beni Tamou Blida**

Devant le jury :

BOUMEDIENE Said	MCA	UMBB	Président
KAHOUL Fadhila	MCB	UMBB	Examinatrice
YOUSSEF Tewfik	MCB	UMBB	Encadrant
LAGHOUB Walid	Solution Engineer	SIEMENS	Co-Encadrant

Année universitaire 2022/2023

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



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département : Automatisation et Electrification des procédés

Filière : Hydrocarbures

Option : Automatisation des procédés industriels : Commande Automatique

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

MASTER

Thème

**Migration d'un système de commande STEP5 en SIMATIC PCS
neo du gazoduc de Sidi Arcine Alger – Beni Tamou Blida**

Présenté par :
HIDOUSSE LITICIA

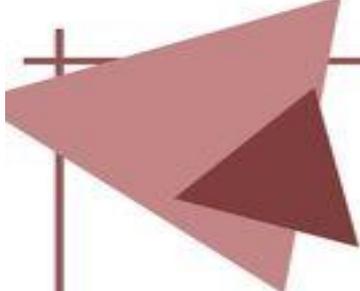
Avis favorable de l'encadrant
Signature

Avis favorable du Président du jury

Nom Prénom

Signature

Cachet et signature



Dédicace

Aujourd'hui, je prends la plume pour vous exprimer toute la profondeur de mes sentiments et ma reconnaissance infinie envers vous. Cette dédicace est dédiée à mon père et à ma mère, deux êtres exceptionnels qui ont marqué mon existence de leur amour inconditionnel.

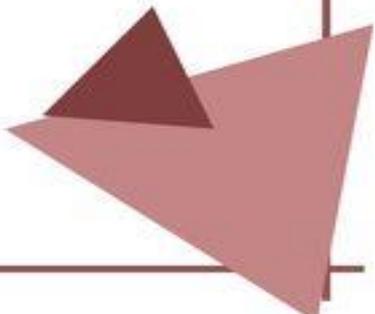
A toi, cher papa, tu as été bien plus qu'un père pour moi. Tu as été mon modèle, mon guide et mon confident. À travers les hauts et les bas de la vie, tu as toujours été là, me soutenant et m'encourageant à poursuivre mes rêves. Ta force, ta sagesse et ton amour ont été mes sources d'inspiration. Je suis remplie d'une gratitude immense pour tout ce que tu as fait pour moi, pour les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et pour les valeurs que tu m'as transmises. C'est grâce à toi que je suis debout aujourd'hui, prête à affronter le monde avec confiance. Cette réussite, je la partage avec toi, cher papa.

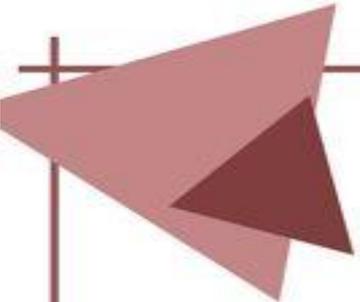
A toi, chère maman, ton amour inconditionnel a été mon phare dans les moments sombres. Ta bienveillance, ta douceur et ta patience infinie ont été mes réconforts constants. Tu as été mon roc, me protégeant de toutes les tempêtes de la vie. Tes encouragements constants, tes mots réconfortants et ton soutien inébranlable m'ont donné la force de me surpasser et de poursuivre mes études avec détermination. Je ne saurais jamais assez te remercier pour ta présence rassurante et tes sacrifices incommensurables. Ce mémoire est le reflet de l'amour et de l'admiration que je te porte, chère maman.

A mes frères Anis et Oussama, vous avez été mes compagnons d'aventures, mes alliés et mes modèles. A travers les épreuves et les joies de la vie, nous avons partagé des moments inoubliables et tissé des liens indéfectibles. Votre amitié, votre soutien et votre présence ont été un cadeau inestimable. Cette réussite, je la partage avec vous, mes chers frères, car vous faites partie intégrante de mon parcours.

A ma sœur Sirine bien-aimée, tu es un véritable trésor dans ma vie. Tu as été ma confidente, ma complice et mon amie. Nos liens se sont renforcés au fil des années, et tu as toujours été là pour moi. Je te suis infiniment reconnaissante pour les moments partagés, les fous rires et les épreuves surmontées ensemble. Ce mémoire est également dédié à toi, ma sœur chérie, en signe de gratitude et d'amour fraternel.

A mon encadrant professionnel M. Walid LAGHOUB, je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour vos efforts, votre soutien inconditionnel et vos conseils précieux tout au long de mon mémoire de fin d'études. Votre expertise, votre disponibilité et votre engagement ont été essentiels pour mon succès. Je vous suis sincèrement reconnaissante pour votre accompagnement et votre contribution inestimable à mon parcours professionnel.



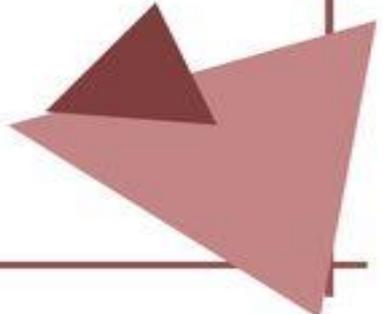


A mon encadrant universitaire M. Tewfik YOUSSEF, Je tenais à vous exprimer ma sincère gratitude pour votre soutien précieux tout au long de mon mémoire de fin d'études. Vos conseils éclairés, votre expertise et votre disponibilité ont été essentiels à ma réussite académique. Je vous remercie du fond du cœur pour votre investissement et votre accompagnement tout au long de ce parcours.

A mes chers camarades et amies, Je tenais à vous exprimer ma profonde reconnaissance pour votre soutien inestimable lors de l'élaboration de mon mémoire de fin d'études. Votre présence, votre encouragement et notre collaboration ont été des piliers essentiels de ma réussite. Je suis reconnaissante de pouvoir compter sur des camarades et des amies aussi formidables. Merci du fond du cœur pour votre amitié précieuse.

A tous ce qui ont participé à ma réussite, à tous qui m'aiment.

HIDOUSSI Líticia



Résumé :

L'objectif de notre projet de fin d'étude que nous avons réalisé au sein de l'entreprise SIEMENS est de faire une migration d'un système de commande et de supervision d'un process du transport du GPL (gaz de pétrole liquéfié) d'Alger vers Blida qui comprend : un terminal de départ, trois (03) postes de sectionnement et un terminal d'arrivé en basant sur la plateforme SIMATIC PCS neo V4.0.

Nous avons commencé par une description du process du transfert du GPL, ensuite l'instrumentation de mesure et de commande et l'analyse fonctionnelle pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation, suivi par une solution d'automatisation en utilisant les automates SIEMENS S7-400 (CPU 410-5H), S7-1200 et les périphéries ET 200SP HA. Enfin, nous avons établi un programme à l'aide du logiciel SIMATIC PCS neo à travers le langage CFC suivis d'une supervision.

Abstract:

The objective of our final year project, which we carried out within the company SIEMENS, is to migrate a control and monitoring system for the LPG (liquefied petroleum gas) transport process from Algiers to Blida. This includes a departure terminal, three (03) switching stations, and an arrival terminal, based on the SIMATIC PCS neo V4.0 platform.

We started with a description of the LPG transfer process, followed by measurement and control instrumentation and functional analysis to ensure the proper functioning of the entire installation. This was followed by an automation solution using SIEMENS S7-400 (CPU 410-5H), S7-1200 PLCs, and ET 200SP HA decentralized peripherals. Finally, we developed a program using the SIMATIC PCS neo software, utilizing the Continuous Function Chart (CFC) language, followed by a monitoring and control platform.

الملخص:

الهدف من مشروع نهاية الدراسة الذي قمنا به داخل شركة سيمنس هو تجديد نظام التحكم والمراقبة لعملية نقل غاز البترول المسال من الجزائر العاصمة إلى البلدية، والذي يتضمن: محطة انطلاق، ثلاث محطات قطع، ومحطة

وصول، باستخدام منصة: SIMATIC PCS neo V4.0

بدأنا بوصف عملية نقل غاز البترول المسال، ثم أجهزة القياس والتحكم وإجراء تحليل وظيفي لضمان سلامة تشغيل المنشأة

بأكملها. يلي ذلك حلاً للتشغيل التلقائي باستخدام وحدات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة: SIMATIC S7-400

(CPU 410-5H), S7-1200, ET 200SP HA. أخيراً، طورنا البرمجة بلغة سي اف سي متنوعة بالقيادة والإشراف.

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Description du process de transfert du GPL	3
I.1. Généralités sur Siemens :	3
I.1.1. Siemens :	3
I.1.2. Siemens SPA :	3
I.2. Généralité sur NAFTAL :	4
I.3. Gaz de pétrole liquéfié :	5
I.3.1. Composition de GPL :	5
I.3.2. Le propane :	5
I.3.3. Production du GPL :	5
I.3.4. Stockage du GPL :	6
I.4. Généralités sur les sites :	7
I.4.1. Terminal de départ :	7
I.4.2. Postes de sectionnement :	9
I.4.3. Terminal d'arrivé :	9
I.5. Conclusion	10
Chapitre II : Instrumentation et moyens d'automatisation	11
II.1. Introduction :	12
II.2. Instrument :	12
II.3. Les capteurs :	12
II.3.1. Définition d'un capteur :	12
II.3.2. Définition d'un transmetteur :	12
II.4. Les actionneurs :	14
II.4.1. Les vannes motorisées :	14
II.4.2. Les vannes manuelles :	14

II.4.3.	Les pompes d'expéditions :.....	14
II.4.4.	Les pompes de purge :.....	15
II.5.	Schéma de tuyauterie et instrumentation :.....	15
II.6.	Présentation des équipements des sites :.....	15
II.6.1.	Terminal de départ :.....	15
II.6.2.	Les postes de sectionnement :.....	16
II.6.3.	Terminal arrivé :.....	16
II.7.	Conclusion :.....	17
Chapitre III : Analyse fonctionnelle		18
III.1.	Introduction :.....	19
III.2.	Modes opératoires :.....	19
III.2.1.	Centrale d'Alger :.....	19
III.2.2.	Station de Blida :.....	19
III.2.3.	Postes de sectionnement PS01-PS02-PS03 :.....	19
III.3.	Conduite de la centrale d'Alger en mode automatique :.....	20
III.3.1.	Séquence de démarrage :.....	20
III.3.2.	Modes opératoires spéciaux :.....	21
III.3.3.	Séquence d'arrêt :.....	23
III.4.	Conduite de la station de blida en mode automatique :.....	23
III.4.1.	Séquence de démarrage :.....	23
III.4.2.	Séquence d'arrêt :.....	23
III.5.	Protection et sécurité générale :.....	24
III.6.	Conclusion :.....	24
Chapitre IV : Automatisation du process		20
IV.1.	Introduction :.....	26
IV.2.	Architecture hardware :.....	26
IV.2.1.	Critère du choix d'un automate :.....	26

IV.2.2.	Les gammes d'automates de Siemens :	26
IV.2.3.	Choix d'automates du terminal de départ et d'arrivée :	27
IV.2.4.	Choix d'automates pour les postes de sectionnement :	34
IV.2.5.	Choix des matériaux et modules d'E/S :	36
IV.2.6.	Architecture Réseau du système :	46
IV.3.	Architecture software :	50
IV.3.1.	SIMATIC PCS neo :	50
IV.4.	Conclusion :	59
Chapitre V : Programmation et supervision	20
V.1.	Introduction :	61
V.2.	La création d'un projet dans le PCS neo :	61
V.3.	La configuration du système :	62
V.4.	La configuration matérielle du process :	62
V.5.	L'architecture réseau du système :	64
V.6.	La supervision :	67
V.7.	La programmation :	70
V.7.1.	Langage de programmation CFC :	70
V.7.2.	Le langage de programmation SFC :	73
V.8.	La simulation :	76
V.9.	Conclusion :	80
Conclusion générale	81
Bibliographie	82

TABLE DES FIGURES

Figure I.1 : Siège de Siemens SPA, Hydra, Alger	3
Figure I.2 : Produits issus de la distillation du pétrole	5
Figure I.3 : Sphères du stockage du GPL	6
Figure I.4 : Cartographie du réseau des pipelines des carburants en Algérie	6
Figure I.5 : Schéma synoptique de la chaîne d'expédition du GPL	7
Figure I.6 : Vue par satellite du centre vrac de Sidi Arcine d'Alger.....	8
Figure I.7 : Schéma synoptique de terminal de départ	8
Figure I.8 : Poste de sectionnement	9
Figure I.9 : Schéma synoptique de terminal d'arrivé	10
Figure II.1 : P&ID terminal de départ	17
Figure III.1 : schéma de principe pour la saisie de volume et pression pour la constatation de fuite	26
Figure III.1 : Schéma bloc de la régulation du débit	26
Figure IV.1 : Vue d'un S7-400	28
Figure IV.2 : SIMATIC ET 200SP HA, SIMATIC ET 200SP et SIMATIC ET 200M	29
Figure IV.3 : Structure du ET 200SP HA	31
Figure IV.4 : Vue d'un S7-1200.....	34
Figure IV.5 : Aperçu sur la liste des E/S du PS01	38
Figure IV.6 : Aperçu sur la liste des E/S du TA	39
Figure IV.7 : CPU 410-5H	40
Figure IV.8 : PS 205 10A.....	40
Figure IV.9 : Module d'alimentation SITOP PSU200M	42
Figure IV.10 : Modules du ET 200SP HA TA.....	42
Figure IV.11 : Modules du S7-1200 des PS	43
Figure IV.12 : Configuration matérielle du S7-410-5H.....	44
Figure IV.13 : Configuration du ET 200SP HA du TD	44
Figure IV.14 : Configuration du ET 200SP HA du TA	45
Figure IV.15 : Modules du S7-1200 des PS	45
Figure IV.16 : Architecture réseau du système	46

Figure IV.17 : Vue d'un serveur de Siemens.....	47
Figure IV.20 : La multifonctionnalité de la seule interface du PCS neo.....	53
Figure IV.30 : Versionnage du projet sur PCS neo.....	58
Figure V.1 : Création d'un nouveau projet sur PCS neo.....	61
Figure V.2 : Création d'une nouvelle session.....	61
Figure V.3 : Insertion de la station monoposte.....	62
Figure V.4 : Insertion du module de logiciel de la Simulation.....	62
Figure V.5 : Insertion des contrôleurs.....	63
Figure V.8 : Affectation du RIO à son API.....	64
Figure V.9 : Ajout des modules d'E/S au RIO.....	64
Figure V.10 : L'architecture réseau du système.....	65
Figure V.11 : Terminal Bus.....	65
Figure V.12 Plant Bus.....	66
Figure V.13 : Field Bus Alger.....	66
Figure V.14 : Field Bus Blida.....	67
Figure V.15 : Insertion de dossier.....	67
Figure V.16 : Insertion d'une vue synoptique.....	68
Figure V.17 : Vue synoptique.....	68
Figure V.18 : Vue synoptique d'Alger.....	69
Figure V.19 : Vue synoptique PS.....	69
Figure V.20 : Vue synoptique de Blida.....	70
Figure V.21 : Ajout d'un CFC.....	70
Figure V.22 : Vue d'un CFC.....	71
Figure V.23 : Ajout d'un instrument.....	71
Figure V.24 : Organisation des dossiers.....	71
Figure V.25 : Organisation des instruments.....	72
Figure V.26 : CPC Pompe 10.....	72
Figure V.27 : CFC vanne motorisée MOV05.....	73
Figure V.28 : CFC communication Blida/Alger.....	73
Figure V.29 : Ajout d'un SFC.....	74
Figure V.30 : Vue SFC.....	74

Figure V.31 : SFC séquence de démarrage.....	75
Figure V.32 : SFC séquence d'arrêt.....	75
Figure V.33 : SFC de la purge.....	76
Figure V.34 : Démarrage du VC.....	77
Figure V.35 : VC en RUN.....	77
Figure V.36 : Chargement initial dans le VC.....	78
Figure V.37 : Changement vers le mode M&C.....	78
Figure V.38 : Simulation du TD.....	79
Figure V.39 : Simulation du TA.....	79
Figure V.40 : Vue des alarmes.....	80

Liste des tableaux

Tableau III.1 : L'état des équipements avant le démarrage automatique	23
Tableau III.2 : cause/effet.....	28
Tableau IV.1 : Constituants du S7-400	29
Tableau IV.2 : Les constituants du ET 200SP HA.....	34
Tableau IV.3 : Les constituants du S7-1200	36
Tableau IV.4 : Le bilan total d'E/S du TD	36
Tableau IV.5 : Aperçu sur la liste des E/S du TD	37
Tableau IV.6 : Le bilan total d'E/S du PS01	37
Tableau IV.7 : Le bilan total d'E/S du TA	38
Tableau IV.8 : Modules du S7-410-5H.....	41
Tableau IV.9 : Modules du ET 200SP HA TD	41

Les abréviations

SPA : Société Par Action

PCS : Process Control System

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

TD : Terminal de Départ

PS : Poste de Sectionnement

TA : Terminal d'Arrivé

CPU : Central Processing Unit (Unité centrale)

PS : Power Supply (l'alimentation électrique)

API : Automate Programmable Industriel

E/S : Entrées/Sorties

P&ID: Piping and Instrumentation Diagram/Drawing

CFC : Continious Fonction Chart

SFC : Sequential Fonction Chart

RIO : Remote I/O (périphérie décentralisée)

VC : Virtual Controler (contrôleur virtuel)

Introduction

générale

Introduction générale

L'automatisation est un domaine vaste qui comprend plusieurs filaires dont l'une est l'automatisation des procédés industriels qui a trouvé une application significative dans l'industrie du gaz et du pétrole comme la canalisation du GPL en utilisant des technologies avancées tel que les systèmes de contrôle des processus (PCS).

Les systèmes de contrôle des processus (PCS: Process Control System) sont des systèmes automatisés utilisés pour surveiller et réguler les opérations de production, de traitement et de distribution dans le secteur du pétrole et du gaz. Ils permettent de superviser les conditions environnementales telles que la température, la pression et le débit de fluides dans les pipelines, ainsi que la performance des équipements de production tels que les turbines, les pompes et les compresseurs. Ils sont d'une grande importance dans le secteur du pétrole et du gaz car ils permettent de réduire les coûts d'exploitation, d'optimiser la production, de minimiser les risques d'accidents et de maximiser la rentabilité des opérations.

En ce qui nous concerne, nous avons effectué notre stage de fin d'études au sein de Siemens SPA qui est une filiale de l'entreprise allemande Siemens en Algérie située à Hydra, Alger. Durant ce stage, diverses tâches nous ont été assignées. Ce document présente tout le travail accompli.

Siemens SPA est spécialisée dans la fourniture de solutions et de services dans les domaines de l'énergie, de l'industrie, de l'infrastructure et de la santé en Algérie. Elle est engagée dans des projets majeurs dans le pays, tels que la fourniture d'équipements de production d'énergie, la modernisation des infrastructures, la mise en place de solutions de transport intelligent et la numérisation industrielle. L'un de ces projets est celui du transport par canalisation Alger-Blida de NAFTAL qui fait particulièrement l'objet de notre travail.

Le projet est basé sur une migration d'un ancien système de commande et supervision qui est le STEP5 basé sur des automates programmables S5-101U en SIMATIC PCS neo basé sur des automates programmables S7-400 et S7-1200 et des périphéries décentralisées ET 200, de deux sites (Sidi Arcine, Alger et Beni Tamou, Blida) liés par un gazoduc pour un nouveau système de commande plus sécurisé et contrôlable à distance.

- **Problématique :**

La canalisation se fait à travers un gazoduc en commençant par le terminal de départ centre Vrac de Sidi vers le terminal d'arrivée de en passant par trois postes de sectionnement avec des anciens équipements, système de commande.

Les stations de départ et d'arrivé sont commandées et surveillées par des automates programmables du type SIMATIC S5-101U installés dans les salles de commande où s'effectue

la supervision par un tableau synoptique.

- Contraintes d'utilisation:
 - Ces automates tombent continuellement en panne, et présentent un certain nombre d'inconvénients.
 - Manque des pièces de rechange : le modèle S5-101U devient obsolète et révoqué par les nouvelles techniques de commande.

○ **Solution :**

L'objectif de notre projet est de reconditionner les sites et élaborer un programme de commande à distance et de supervision plus sécurisé en utilisant le SIMATIC PCS neo V4.0 de Siemens basé sur des automates programmables industriels S7-400 et S7-1200 et des périphéries décentralisées ET 200 afin d'éviter les dégâts et pallier les aléas cités dans la problématique.

○ Développement de l'étude :

Notre travail est réparti en cinq chapitres, il s'ensuit :

- Introduction Générale.
- **Chapitre I :** nous allons aborder des généralités sur le process du transfert du GPL et une présentation de Siemens, Siemens SPA, NAFTAL et les terminaux d'Alger-Blida et les postes de sectionnements.
- **Chapitre II :** il sera consacré aux moyens d'automatisation du procédé (instrumentation).
- **Chapitre III :** nous allons développer l'analyse fonctionnelle du procédé.
- **Chapitre IV :** il sera consacré à l'automatisation du process qui va comprendre :
 - ❖ Le choix et les caractéristiques des APIs proposés (SIMATIC S7-400 et SIMATIC S7-1200) et les périphéries décentralisées (SIMATIC ET 200SP HA)
 - ❖ L'ancien logiciel de programmation qui est le STEP5.
 - ❖ Le nouveau logiciel de programmation SIMATIC PCS neo.
- **Chapitre V :** nous allons présenter la réalisation expérimentale englobant :
 - ❖ Vue sur le programme de quelques instruments.
 - ❖ Vue synoptique du projet.
 - ❖ Simulation avec VC (Virtual Controller).
- Conclusion générale.
- **Bibliographie :** les références des ouvrages et des documents consultés qui sont jointes à la fin de l'étude.

Chapitre I :

Description du process de transfert du GPL

I.1. Généralités sur Siemens :

I.1.1. 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. [1]

I.1.2. 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. [2]



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

I.2. Généralité sur NAFTAL :

NAFTAL est une société par actions (SPA) au capital social de 160 000 000 000 .00 DA. Fondée en 1982 et filiale à 100% du Groupe Sonatrach, elle est rattachée à l'activité commercialisation. Elle a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national.

Elle intervient également dans le domaine de:

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

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

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

A l'ère de la mondialisation, NAFTAL a jugé indispensable la mise en place d'une nouvelle organisation par ligne de produit (bitumes, lubrifiants, réseau, logistique, GPL, pneumatique, Aviation, Marine).

NAFTAL fournit près de 13,3 million de tonnes de produits pétroliers par an, un chiffre appelé à augmenter avec une demande en constante croissance.

Elle a également mis en place une nouvelle vision stratégique à moyen terme orientée client avec un plan de mise en œuvre. [3]

I.3. Gaz de pétrole liquéfié :

Le gaz de pétrole liquéfié, abrégé en GPL est un mélange inflammable d'hydrocarbures légers, stockés et transportés à l'état liquide. [4]

I.3.1. Composition de GPL :

Les variétés du GPL achetées et vendues comprennent des mélanges qui sont principalement du propane (C₃H₈) ou du butane (C₄H₁₀):

I.3.2. Le propane :

Le gaz propane de formule chimique C₃H₈, appartient à la famille des gaz de pétrole liquéfié (GPL). Traditionnellement, le gaz propane est commercialisé en bouteille ou en citerne, il est utilisé dans divers secteurs industriels et activités domestiques tels que : la réfrigération, le chauffage, un carburant moteur, etc... [5]

I.3.2.1. Le butane :

Le gaz Butane de formule chimique C₄H₁₀ est un gaz à température ambiante et pression atmosphérique. Le butane est très inflammable, incolore, facilement liquéfié, qui se vaporise rapidement à la température ambiante. Il peut être utilisé comme gaz combustible, comme solvant pour l'extraction de parfum, etc... [6]

I.3.3. Production du GPL :

Lors du raffinage du pétrole brut, le butane et le propane constituent entre 2 et 3 % de l'ensemble des produits obtenus. Ils constituent les coupes les plus légères issues de la distillation du pétrole brut (Voir Figure I.2). Selon sa provenance, une tonne de pétrole brut traitée produit 20 à 30 kg de GPL. [4]

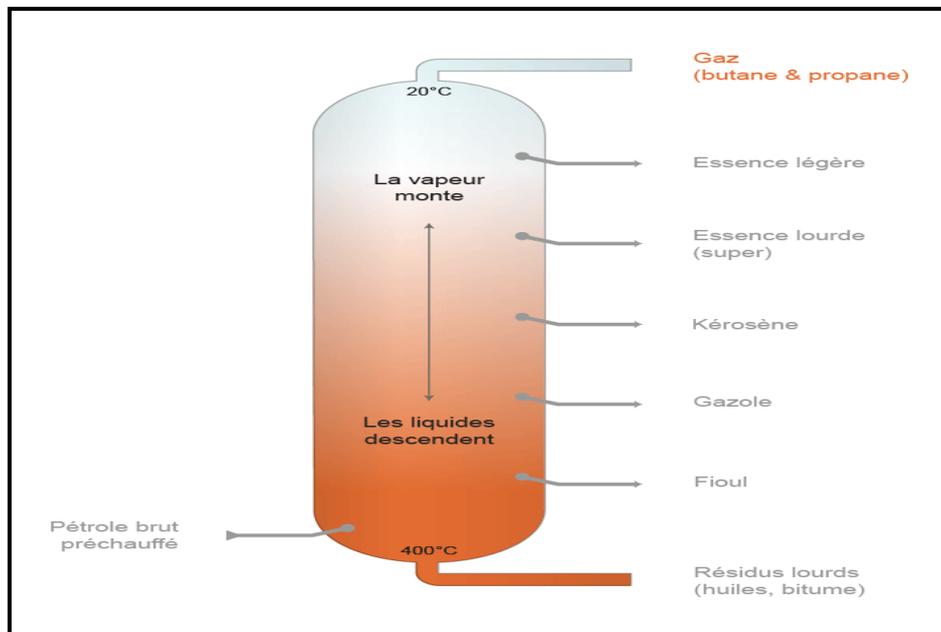


Figure I.2 : Produits issus de la distillation du pétrole

I.3.4. Stockage du GPL :

Les GPL occupent 270 fois moins d'espace qu'ils en occupent sous forme gazeuse. Par conséquent, les gaz sont stockés sous forme liquide dans des sphères (Voir Figure I.3) sous leurs propres pressions de vapeur qui ne dépendent que de [7] :

- La nature du produit stocké (ses propriétés physiques en particulier).
- La température de stockage.



Figure I.3 Sphères du stockage du GPL

I.4. Généralités sur les sites :

La transportation du gaz se fait du terminal de départ centre Vrac de Sidi Arcine, Berraki au terminal d'arrivé centre Vrac de Beni Tamou, Blida, à travers un gazoduc de 10'' qui passe par trois postes de sectionnement où le premier est situé à la commune de Baba Ali, le deuxième à Tassala El Merdja et le dernier à Bourafik.

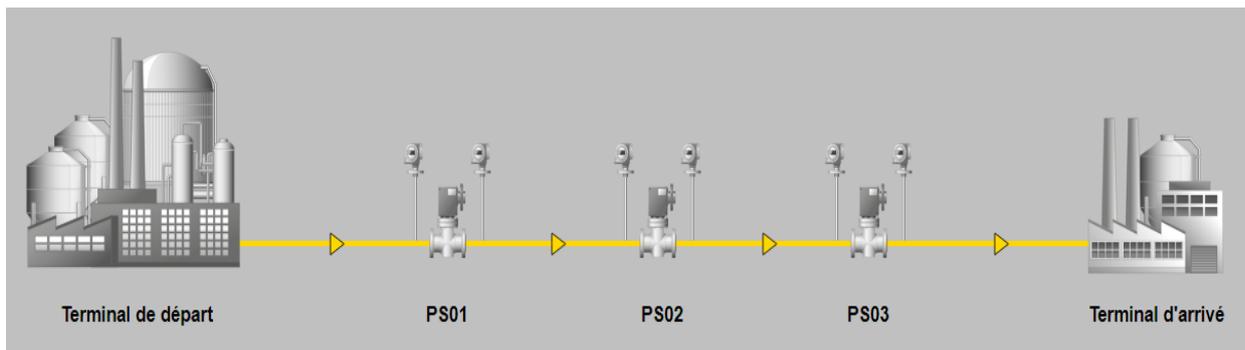


Figure I.5 : La chaîne d'expédition du GPL Alger-Blida

Chaque élément de la chaîne de transfert possède son propre système d'automatisation. Cependant, il doit communiquer avec les autres éléments de la chaîne afin d'assurer le bon déroulement de l'opération du transfert.

I.4.1. Terminal de départ :

Une installation qui comprend des instruments et de équipements située au début du gazoduc où le GPL est stocké en vrac avant d'être distribué [8], c'est la station d'envoi du gaz de pétrole liquéfié du centre vrac située Sidi Arcine Alger dans notre projet.

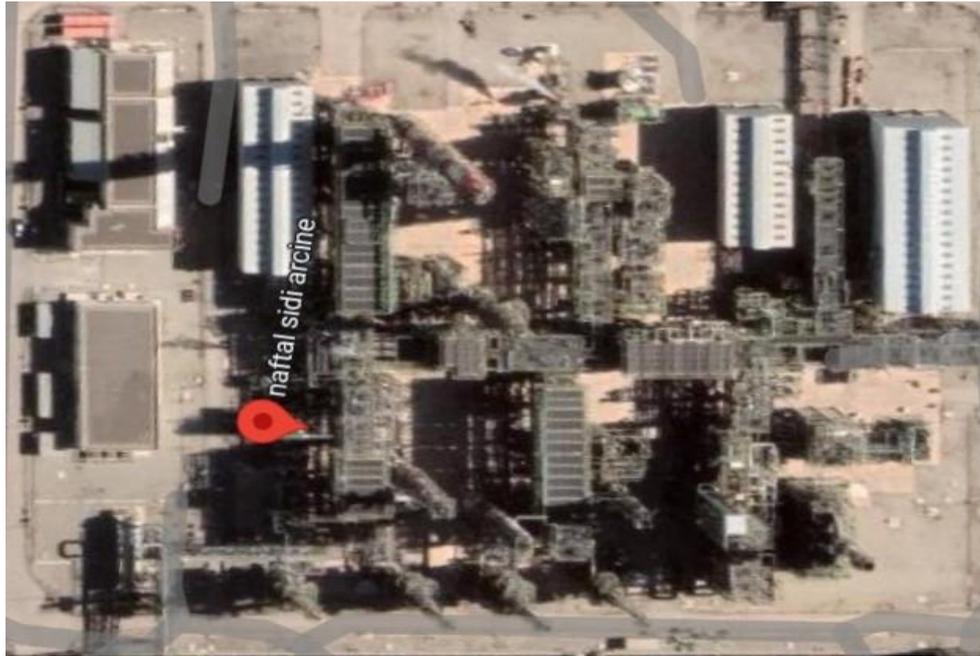


Figure I.6 : Vue par satellite du centre vrac de Sidi Arcine d'Alger

La conduite du pipeline est équipée par des systèmes de surveillance et de sécurité mécanique et hydraulique tels que : soupapes d'expansion thermique, joints isolants, clapets hydrauliques de sécurité. De plus, un ensemble de transmetteurs et détecteurs électroniques sont implémentés pour surveiller les grandeurs physiques du produit.

La figure I.6, ci-dessous, présente le schéma synoptique des différents blocs constituant le terminal de départ de transfert du GPL.

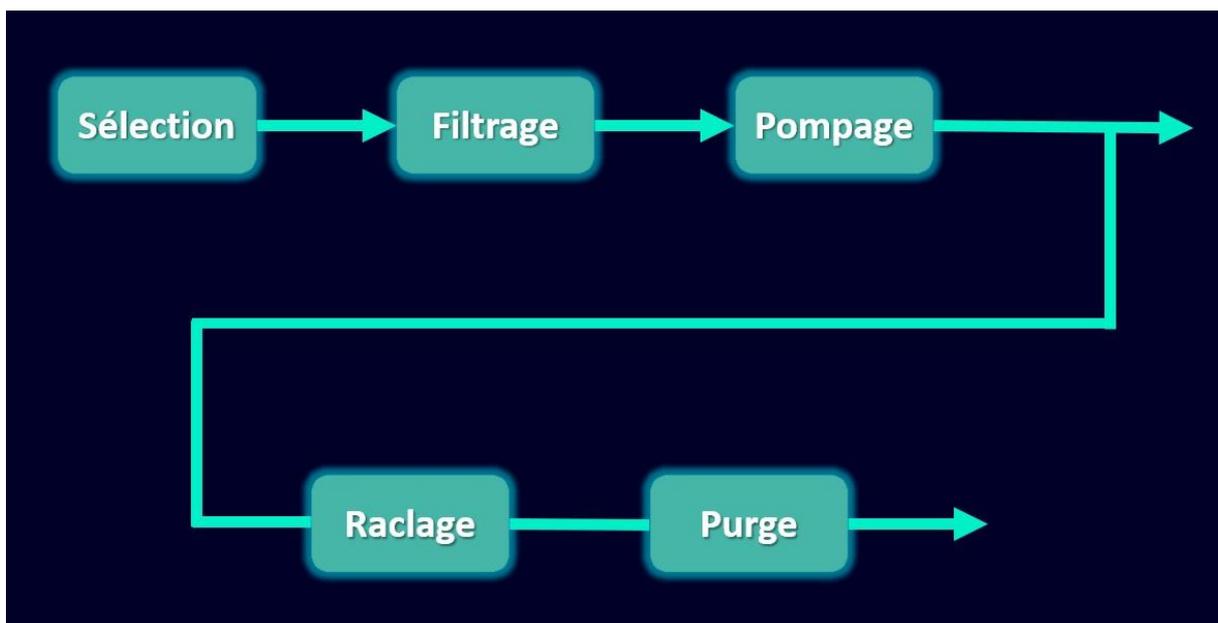


Figure I.7 : Schéma du terminal de départ

- **Le filtrage :** La canalisation est équipée d'un filtre qui assure la rétention et l'élimination de toute impureté probable, et purifie le GPL afin de protéger l'installation ainsi que les pompes d'expédition.
- **Le pompage :** L'installation comprend deux pompes d'expédition, qui fonctionnent en alternance selon le choix de l'opérateur.
- **La purge :** Un réservoir de purge équipé d'une pompe, et de transmetteurs surveille le niveau de liquide, qui est destiné à collecter les fuites de la canalisation, et sa vidange.
- **Le raclage :** Une station de raclage, qui fonctionne entièrement manuellement, afin de nettoyer la canalisation.

I.4.2. Postes de sectionnement :

Un poste de sectionnement est utilisé pour isoler une partie spécifique du gazoduc ou réaliser des opérations de maintenance, de réparation ou de modification du gazoduc en toute sécurité, sans avoir à interrompre la circulation du GPL dans l'ensemble du gazoduc. Cela peut être particulièrement utile dans le cas où il y aurait une fuite de GPL ou un autre problème dans une partie du gazoduc, car cela permet de minimiser les pertes et de limiter les dommages. [8]

Dans notre étude, il existe trois postes de sectionnement : un premier qui se situe à Baba Ali, un deuxième à Tassala el Mardja et un dernier à Boufarik.



Figure I.8 : Poste de sectionnement

I.4.3. Terminal d'arrivée :

C'est un site de stockage et de distribution situé à la fin du pipeline. Il est utilisé pour recevoir le GPL transporté par canalisation et le stocker dans des réservoirs avant de le distribuer aux clients finaux [8], c'est la station de la réception du gaz liquide qui est dans notre projet le centre vrac de Beni Tamou, Blida.

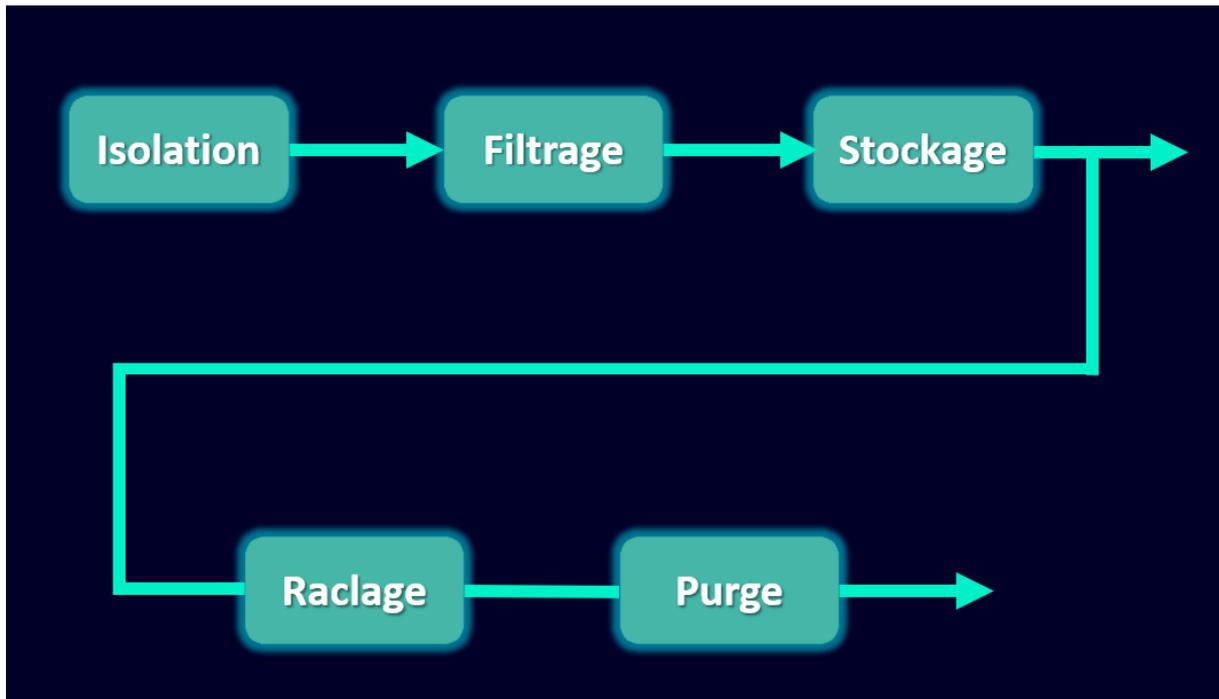


Figure I.9 : Schéma synoptique de terminal d'arrivée

- **L'isolation** : Sert à isoler la station en cas de danger et cela en plaçant des vannes de sécurité à l'entrée de station.
- **Le filtrage** : est un système permettant de séparer les constituants d'un mélange, cela consiste à retenir et à supprimer les éléments indésirables du flux afin de protéger l'installation du site.
- **La purge** : Il est prévu pour enlever l'air et nettoyer les pipelines avant le transfert d'autre produit.
- **Le raclage** : dispositif de nettoyage par raclage de la surface.

I.5. Conclusion

L'étude d'une partie du transport par canalisation du gazoduc d'Alger vers Blida nous a permis de mieux découvrir les stations comprises dans notre projet ainsi que le rôle de chacune dans la transportation du gaz de pétrole liquéfié.

Le chapitre prochain sera consacré à l'instrumentation et aux moyens d'automatisation de la conduite automatique des deux sites de départ et d'arrivée et les trois postes de sectionnement.

Chapitre II :

Instrumentation et moyens d'automatisation

II.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons explorer l'instrumentation utilisée dans le cadre de notre étude. Le domaine de l'instrumentation industrielle est vaste et comprend principalement les dispositifs de contrôle et les appareils de mesure de divers paramètres physiques tels que la pression, le débit, le niveau, la température et les analyses chimiques. Ces appareils produisent des signaux normalisés qui sont utilisés par d'autres appareils pour obtenir des informations, des alertes ou pour une commande automatique. Les systèmes de commande utilisent de nombreux signaux normalisés, notamment des signaux électriques de courant variant de 4 à 20 mA ou de tension de 0-24 V et des signaux pneumatiques variant de 20 à 100 kPa.

II.2. Instrument :

Appareil, dispositif, outil, servant à mesurer, à observer ou à enregistrer un phénomène physique, chimique, biologique ou autre, ou bien encore à en modifier les caractéristiques. [9]

II.3. Les capteurs :

II.3.1. Définition d'un capteur :

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande. [10]

II.3.2. Définition d'un transmetteur :

C'est un dispositif qui converti le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle-commande. Le couple capteur-transmetteur réalise la relation linéaire entre la grandeur mesurée et son signal de sortie. [10]

L'automatisation des stations du transfert du GPL d'Alger vers Blida nécessite la mesure de plusieurs grandeurs physiques indispensable pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation. A cet effet, un ensemble d'instruments de mesure est disponible sur site comme suit:

- Mesure de débit.
- Mesure de pression.

- Mesure de température.
- Mesure de niveau.
- Détecteur des racleurs.

II.3.2.1. Mesure de débit :

Le dispositif sera installé à l'aspiration des pompes d'expédition, pour l'utiliser comme donnée dans la régulation du débit minimum des pompes, afin de les protéger contre un fonctionnement à trop faible débit, qui provoque une surchauffe entraînant des dommages.

II.3.2.2. Mesure de pression :

La pression est un facteur très important dans la gestion du fonctionnement de l'installation qui fait l'objet d'étude de ce mémoire. Ainsi, il est nécessaire d'avoir la valeur de la pression dans différents points de l'installation. La lecture de la valeur de pression sera réalisée localement par des indicateurs de pression (Manomètres) et à partir du système de supervision par le biais des transmetteurs de pression.

- **Manomètres** : ils seront installés dans des différents points de l'installation. Ces Manomètres sont destinés à afficher la valeur de pression localement lors des différentes opérations (Purge, lancement de racleur, expédition des carburants et régulation).
- **Transmetteurs de pression** : ils seront utilisés dans la phase de régulation, dans le contrôle de l'état des pompes d'expédition.
- **Switch de pression** : le switch de pression est un élément de sécurité très important dans une installation, il ordonne les mises en marche et arrêt de la pompe.
- **Switch de pression différentiel** : il sera utilisé pour contrôler l'état du filtre.

II.3.2.3. Mesure de la température :

La surveillance de la température lors du transport des produits pétroliers est nécessaire. Le but d'un transmetteur de température est de contrôler la température du processus. Les indicateurs de température (thermomètres) mesurent avec précision et affichent la valeur des températures localement.

II.3.2.4. Mesure de niveau :

La mesure de niveau sera prévue pour les sphères de stockage et la citerne de purge pour protéger les pompes comme suit :

- **Un transmetteur de niveau** : il est installé au niveau de la citerne de purge. Il sert à indiquer en continu le niveau de produit récupéré dans la citerne.
- **Un indicateur de niveau** : il est installé au niveau de la citerne de purge et les sphères de stockage.

II.3.2.5. Détecteur de passage racleur :

C'est un dispositif utilisé pour indiquer quand un racleur a franchi un certain point. Il est généralement utilisé sur les gars de lancement et de réception des racleurs, pour informer l'utilisateur que le racleur a quitté la gare ou est arrivé. Lorsqu'un racleur passe devant un indicateur, la gâchette se déclenche, activant un signal visuel et électrique permettant ainsi à l'opérateur de le visualiser sur le système de supervision sur la plateforme du SIMATIC PCS neo.

II.4. Les actionneurs :

Un actionneur est un système qui transforme l'énergie qui lui est fournie (qu'il reçoit) en un phénomène physique (en chaleur, champs magnétique, lumière, mouvement, position, pression, son) qui fournit un travail. L'actionneur fait partie de la partie opérative du système automatisé tel qu'il lui permet d'effectuer la tâche pour laquelle il a été programmé.

Un ensemble d'actionneurs est indispensable pour assurer l'expédition des gaz sur le long du gazoduc. A cet effet, les sites comprennent:

- Des vannes.
- Des pompes d'expédition.

II.4.1. Les vannes motorisées :

Ce sont des vannes TOR équipées d'un moteur électrique ou pneumatique qui permet le control de l'ouverture et la fermeture de la vanne à distance par l'intermédiaire d'un automate.

II.4.2. Les vannes manuelles :

Ce sont des vannes actionnées manuellement à l'aide d'un volant par un opérateur pour contrôler l'ouverture et la fermeture de la vanne.

II.4.3. Les pompes d'expéditions :

L'expédition des carburants est assurée des pompes fournissant une pression suffisante

tout en convertissant l'énergie mécanique provenant du moteur en énergie cinétique puis en pression.

II.4.4. Les pompes de purge :

Une pompe sera placée au-dessus de chaque citerne de purge. Elle sert à pomper le produit quand le niveau de remplissage atteint le seuil maximal et elle s'arrête quand le niveau est minimal.

II.5. Schéma de tuyauterie et instrumentation :

Un P&ID est ce qui définit comme un diagramme de tuyauteries et d'instrumentation (DTI) aussi connu de la langue anglaise comme piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID) et est un diagramme qui montre le flux du processus dans les tuyauteries, ainsi que les équipements installés et les instruments. [11]

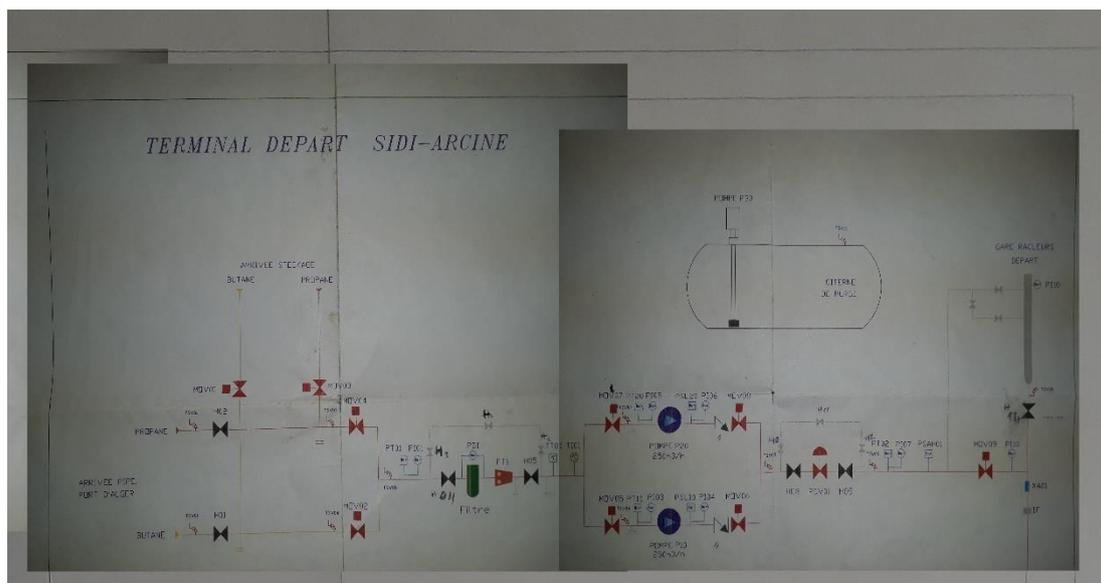


Figure II.1 : P&ID terminal de départ

II.6. Présentation des équipements des sites :

II.6.1. Terminal de départ :

La première station comprend:

- 09 vannes motorisées.
- 07 vannes manuelles.
- 03 transmetteurs de pression.

- 03 pressostats.
- 02 pompes d'expédition.
- Une pompe de purge.
- Un transmetteur de niveau purge.
- Un capteur niveau haut purge.
- Un capteur de niveau bas purge.
- Un transmetteur de température.
- Un transmetteur de débit.
- Un détecteur de passage racleurs.
- Un capteur de niveau bas propane.
- Un capteur de niveau bas butane.
- Des sphères de stockage du butane.
- Des sphères de stockage du propane.
- Une citerne de purge.
- Une gare racleurs de départ

II.6.2. Les postes de sectionnement :

Chacun des trois postes de sectionnement comprend :

- 02 transmetteurs de pression.
- Une vanne motorisée.
- Un transmetteur de température.
- Un détecteur de passage racleurs.

II.6.3. Terminal arrivé :

La dernière station comprend:

- 05 vannes manuelles.
- 03 vannes motorisées.
- 02 détecteurs de passage racleurs.
- Un transmetteur de pression.
- Un transmetteur de température.
- Un transmetteur de débit.
- Une pompe purge.
- Un transmetteur de niveau purge.

- Un capteur de niveau haut purge.
- Un capteur de niveau bas purge.
- Une citerne de purge.
- Une gare racleurs d'arrivé.
- Des sphères de stockage du propane.
- Des sphères de stockage du butane.

II.7. Conclusion :

Dans ce chapitre une description des différents dispositifs intégrés dans l'installation a été défini et une liste détaillée des équipements de chaque station.

Dans le but de l'automatisation de notre système, une analyse fonctionnelle du procédé sera présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre III :

Analyse fonctionnelle

III.1. Introduction :

Avant t'entamer l'étape d'automatisation du processus une analyse fonctionnelle [12] va être présenté dans ce chapitre.

III.2. Modes opératoires :

III.2.1. Centrale d'Alger :

III.2.1.1. Mode automatique :

La sélection d'un produit et le choix de l'une des pompes principales ouvrira les vannes motorisées et activera la pompe souhaitée dans une séquence.

III.2.1.2. Mode manuel :

Toutes les vannes, et les pompes sont commandées manuellement à partir de la salle de contrôle.

III.2.1.3. Opération de secours :

Toutes les vannes et les pompes sont entraînées directement sur site.

III.2.2. Station de Blida :

III.2.2.1. Mode distance :

Dans ce mode opératoire les équipements sont contrôlés automatiquement de la salle de contrôle d'Alger.

III.2.2.2. Mode manuel :

Toutes les vannes, pompes etc. sont conduites uniquement à partir du panneau de schéma fonctionnel

III.2.2.3. Opérations de secours :

Toutes les vannes et les pompes sont entraînées directement sur site.

III.2.3. Postes de sectionnement PS01-PS02-PS03 :

III.2.3.1. Mode distance :

Chacune des vannes des postes de sectionnement peut être conduite uniquement à partir de la salle de contrôle d'Alger.

III.2.3.2. Mode local :

Chacune des vannes des postes de sectionnement peut être conduite uniquement sur site.

III.3. Conduite de la centrale d'Alger en mode automatique :

III.3.1. Séquence de démarrage :

Condition : les vannes (MOVs et HVs) sont en position 'fermée' tout au long du pipeline.

- 1) Basculer le commutateur de mode opératoire de la position 'Secours' ou 'Manuel' à la position 'Automatique'.
- 2) Pour une opération de pompage, il faut amener toutes les HVs 04-05-08-09 de la station Alger en position 'OUVERTE'.
- 3) Il faut transmettre à la station Blida l'instruction d'ouvrir les HVs 204-205-209-210, il faut en outre placer le commutateur de mode opératoire de cette station Blida en position 'Distance'.
- 4) Le mode opératoire des vannes de ligne doit être en position 'Distance'.
- 5) La centrale décide le produit à pomper en ouvrant la vanne d'entrée respective MOV 01 ou MOV 03. La commande 'Ouvrir par ex. MOV 02 = BUTANE' entraîne l'ouverture de MOV 01.
- 6) L'opérateur choisit alors les pompes principales en mettant en service la pompe 10 ou la pompe 20, ce qui provoque l'ouverture des vannes à moteur correspondantes de cette ligne. Si les signaux en retour de toutes les HVs et MOVs sont corrects, la pompe principale se met en route au bout de 10 secondes environ. La commande de mise en service de la pompe principale est accompagnée d'une autre commande qui provoque l'ouverture des vannes MOV 09-100-110-120-200. Si les signaux en retour 'OUVERTE' des MOVs 09-100-110-120- et de MOV 200 ne sont pas tous arrivés au bout d'un temps de surveillance d'environ 60 secondes, la pompe principale passe à l'état Stop et les MOVs 09-1 10- 120-130 et de MOVs 200 sont aménagés en position fermée.

- 7) Au bout d'un laps de temps d'environ 5 à 15 minutes (à optimiser lors de la mise en exploitation après que le débit de sortie 'Alger' et le débit d'entrée 'Blida' se sont égalisés - la surveillance de fuite est mise en service.
- 8) En cas de commande 'Arrêt d'urgence' en provenance d'Alger ou de Blida, les pompes principales P10 ou P20 sont mises hors service immédiatement et toutes les vannes à moteur des stations Alger ou Blida ainsi que les vannes de ligne PS01-02-03 sont fermées immédiatement.
- 9) Une pression d'entrée trop faible avant les pompes est saisie par les transmetteurs PT10/20. La pression mesurée est convertie, compte tenu du produit ou de la température du produit, en pression minimale admissible. Si la pression reste trop faible pendant 10s. Environ, les pompes principales sont mises hors service et la vanne à moteur MOV 09 est amenée en position fermée.
- 10) En cas de pression de sortie trop élevée à Alger, seules les pompes principales sont mises immédiatement hors service.
- 11) Des alarmes telles que 'SURCHAUFFE', 'DECL. SURCHAUFFE', 'DECL.POMPE', 'VIBRATION', 'TEMP. PALIER', 'FUITE', 'PTAL (Pressure-Transmetteur alarm low)', 'LEVEL LOW SPHERE', provoquent uniquement la mise hors service de la pompe principale concernée ou empêchent son démarrage.
- 12) La pompe pour le réservoir de purge à Alger ou à Blida peut être mise en marche ou arrêtée à tout moment tant en mode 'Automatique' qu'en mode 'Distance'.

III.3.2. Modes opératoires spéciaux :

Conduite de la centrale Alger en mode automatique quand acheminement du produit par les HVs 01 et 02.

- 1) Basculer le commutateur de mode opératoire de la position 'Secours' ou 'Manuel' à la position 'Automatique'.
- 2) Pour une opération de pompage, il faut amener toutes les HVs 04-05-08-09 de la station Alger en position 'OUVERTE'.
- 3) Il faut transmettre à la station Blida l'instruction d'ouvrir les HVs 204-205-209-210, il faut en outre placer le commutateur de mode opératoire de cette station Blida en position 'Distance'.
- 4) Le mode opératoire des vannes de ligne doit être en position 'Distance'.

- 5) Le choix du produit à pomper est fait sur place par l'ouverture de la HV 01 ou 02 correspondante. Le signal annonçant l'ouverture de la HV entraîne nécessairement la mise en position fermée de la MOV 01 ou 02, ainsi que la mise en position ouverte de la MOV 02 ou 04.
- 6) L'opérateur choisit alors les pompes principales en mettant en service la pompe 10 ou la pompe 20, ce qui provoque l'ouverture des vannes à moteur correspondantes de cette ligne. Si les signaux en retour de toutes les HVs et MOVS sont corrects, la pompe principale se met en route au bout de 10 secondes environ. La commande de mise en service de la pompe principale est accompagnée d'une autre commande qui provoque l'ouverture des vannes MOV 09-100-110-120-200. Si les signaux en retour 'OUVERTE' des MOVS 09-100-110-120 et de MOV 200 ne sont pas tous arrivés au bout d'un temps de surveillance d'environ 60 secondes, la pompe principale passe à l'état Stop et les MOVs 09-100-110-120 et de MOVS 200 sont aménagés en position fermée.
- 7) Au bout d'un laps de temps d'environ 5 à 15 minutes (à optimiser lors de la mise en exploitation après que le débit de sortie 'Alger' et le débit d'entrée 'Blida' se sont égalisés - la surveillance de fuite est mise en service.
- 8) En cas de commande 'Arrêt d'urgence' en provenance d'Alger ou de Blida, les pompes principales P10 ou P20 sont mises hors service immédiatement et toutes les vannes à moteur des stations Alger ou Blida ainsi que les vannes de ligne PS1-2-3 sont fermées immédiatement.
- 9) Une pression d'entrée trop faible avant les pompes est saisie par les transmetteurs PT10/20. La pression mesurée est convertie, compte tenu du produit ou de la température du produit, en pression minimale admissible. Si la pression reste trop faible pendant 10 secs. Environ, les pompes principales sont mises hors service et la vanne à moteur MOV 09 est amenée en position fermée.
- 10) En cas de pression de sortie trop élevée à Alger, seules les pompes principales sont mises immédiatement hors service.
- 11) Des alarmes telles que 'SURCHAUFFE', 'I DECL. SURCHAUFFE', 'DECL.POMPE', 'VIBRATION', 'TEMP. PALIER', 'FUITE', 'PTAL (Pressure-Transmetteur alarm low)', 'LEVEL LOW SPHERE' etc., provoquent uniquement la mise hors service de la pompe principale concernée ou empêchent son démarrage.
- 12) La pompe pour le réservoir de purge à Alger ou à Blida peut être mise en marche ou arrêtée

à tout moment tant en mode 'Automatique' qu'en mode 'Distance.

III.3.3. Séquence d'arrêt :

- 1) Commuter sur Stop la pompe sélectionnée
- 2) Toutes les MOVS de la station passent en position fermée. Les vannes MOV 09 et MOV 200 ainsi que les vannes de ligne (PS01-02-03) sont amenées en position fermée conformément au découpage temporel décrit pour la constatation de fuite.

III.4. Conduite de la station de blida en mode automatique :

III.4.1. Séquence de démarrage :

La conduite en mode automatique se fait de la station d'Alger, il suffit juste transmettre à la station de blida et les postes de sectionnement l'état de chaque équipement dans le tableau III.1 ci-dessous comme suit :

Equipement	Dispositif	Etat avant démarrage
MOV100	Vanne motorisée de PS01	Fermée
MOV110	Vanne motorisée de PS02	Fermée
MOV120	Vanne motorisée de PS03	Fermée
MOV200	Vanne motorisée de l'entrée du TA	Fermée
MOV201	Vanne motorisée vers stockage BUTANE	Fermée
MOV202	Vanne motorisée vers stockage PROPANE	Fermée
HV200	Vanne manuelle de la gare de racleur D'arrière	Fermée
HV204	Vanne manuelle en amont du filtre	Ouverte
HV205	Vanne manuelle en aval du filtre	Ouverte
HV209	Vanne manuelle en amont de la vanne de régulation	Ouverte
HV210	Vanne manuelle en aval de la vanne de régulation	Ouverte

Tableau III.1 L'état des équipements avant le démarrage automatique

III.4.2. Séquence d'arrêt :

Cette séquence se lance à partir de terminal de départ, lorsque la commande d'arrêt arrive du terminal de départ au terminal d'arriver la vanne d'isolation (MOV200) et les vannes des postes de sectionnement passent à l'état fermeture. En suit la station d'arriver envoi une information au terminal de départ confirme l'exécution de l'opération.

III.5. Protection et sécurité générale :

L'installation est équipée d'un ensemble de systèmes de protection mécanique, hydraulique et électrique afin de la protéger contre des conditions de fonctionnement anormales pouvant conduire à l'endommagement des équipements de l'installation.

En outre, l'automatisation de l'installation offre une possibilité de la surveiller via des signaux de sécurité provenant des différents transmetteurs implémentés dans l'installation. Le tableau III.2 présente un résumé des signaux d'alarmes et les actions prévues :

Alarmes	Actions
<ul style="list-style-type: none"> - Commande arrêt d'urgence. - Pression trop faible avant la pompe en service pendant 10s. - Alarme de la fuite. 	La pompe est mise à l'arrêt et les vannes motorisées se ferment immédiatement.
Pression de sortie trop élevée	La pompe en service est mise à l'arrêt.
Alarmes : Surchauffe, fuite, vibration d'une pompe.	La pompe concernée est mise hors service ou empêchée de démarrer.
Alarme surchauffe moteur de la vanne	La pompe en service est mise hors service et la commande d'ouverture ou de fermeture de la vanne s'arrête.
Alarme temps de surveillance au démarrage des pompes	La pompe concernée est empêchée de s'actionner.

Tableau III.2 : cause/effet

III.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'analyse fonctionnelle et les modes de fonctionnement des stations de notre processus.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons notre solution d'automatisation hardware et software.

Chapitre IV :

Automatisation du process

IV.1. Introduction :

Après avoir étudié l'analyse fonctionnelle de l'installation, nous abordons dans ce chapitre l'automatisation de notre process.

Nous allons proposer et présenter notre solution d'automatisation constituée d'une partie hardware et d'une partie software.

L'automatisation d'un processus de transfert du GPL en utilisant le SIMATIC PCS neo permet de contrôler efficacement les opérations de transfert, d'optimiser les performances et de surveiller les équipements de manière centralisée. Le DCS offre une interface utilisateur intuitive et permet une intégration facile avec d'autres systèmes pour une gestion efficace du processus de transfert.

IV.2. Architecture hardware :

IV.2.1. 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 solidité.
- Les coûts et la disponibilité sur le marché.

IV.2.2. Les gammes d'automates de Siemens :

Siemens est l'un des principaux fabricants d'automates programmables pour l'industrie. Voici un aperçu des gammes d'automates programmables de Siemens [13] :

- **SIMATIC S5** : cette gamme d'automates programmables est désormais obsolète, mais a été très populaire dans les années 80 et 90. Les automates S5 étaient basés sur une architecture de rack et offraient des fonctionnalités avancées pour l'époque. Cependant, ils ont été remplacés par les gammes plus modernes de Siemens, telles que les SIMATIC S7.
- **SIMATIC S7-300** : cette gamme d'automates est conçue pour les applications industrielles de taille moyenne à grande. Elle offre une grande flexibilité, une grande

capacité de traitement et une large gamme de modules d'extension pour répondre aux exigences des différentes applications.

- **SIMATIC S7-400** : il s'agit de la gamme d'automates la plus puissante de Siemens, conçue pour les applications industrielles les plus exigeantes. Elle offre une grande capacité de traitement, une grande disponibilité et une large gamme de fonctionnalités de sécurité intégrées.
- **SIMATIC ET 200** : il s'agit d'une gamme d'automates décentralisés qui peuvent être utilisés pour étendre les fonctionnalités des automates centraux. Ils peuvent être connectés via des réseaux de communication pour une intégration facile dans des systèmes existants.
- **Les modules logiques LOGO** : ce sont des mini-automates largement utilisés pour les petites applications d'automatisation telles que la domotique ou sur de petites machines. Les modules logiques LOGO sont très flexibles, l'utilisateur a la possibilité d'ajouter des E/S supplémentaires via des modules d'extension.
- **SIMATIC S7-1200** : il s'agit d'une gamme d'automates compacts destinée aux petites et moyennes applications. Ils peuvent être utilisés pour contrôler des machines simples ou pour réaliser des tâches de traitement des données en temps réel.
- **SIMATIC S7-1500** : cette gamme d'automates est conçue pour les applications industrielles complexes et exigeantes. Elle offre des performances élevées, une grande capacité de traitement et une large gamme de fonctionnalités de sécurité intégrées.

IV.2.3. Choix d'automates du terminal de départ et d'arrivée :

IV.2.3.1. Présentation de l'automate programmable S7-400 :

Le S7-400 est un système de contrôle de processus programmable fabriqué par Siemens. Il est souvent utilisé dans les industries lourdes, telles que l'industrie chimique, l'industrie pétrolière et gazière, et l'industrie des métaux. Il dispose d'une architecture modulaire qui permet aux utilisateurs de configurer l'API en fonction de leurs besoins spécifiques. Le système est équipé d'un processeur rapide et d'une grande capacité de mémoire pour stocker les programmes de commande, les données de processus et les fonctions de diagnostic. Il prend également en charge une variété de protocoles de communication, tels que le protocole PROFIBUS, PROFINET, Modbus TCP/IP et OPC UA, qui permettent l'intégration de l'API dans des systèmes de contrôle plus larges. [14]



Figure IV.1 : Vue d'un S7-400

Le S7-400 va être utilisé dans notre projet comme CPU tel qu'il va traiter les informations venant du site à travers une périphérie décentralisée ET 200 en utilisant une CPU spécialement conçu pour le SIMATIC PCS neo.

Voici un tableau présentant les constituants du S7-400 dans ce cas :

Equipement	Fonctionnement	Illustration
Châssis UR: Universal Rack CR: Central Rack ER: Extension Rack	Fournit la structure physique des différents modules de l'API et offre une protection mécanique des constituants du S7-400	
Module d'alimentation PS : Power Supply	Fournit de l'électricité au système et Convertit la tension de secteur (120/230 V CA ou 24 V cc) en tensions de fonctionnement pour le S7-400, à savoir 5 V cc et 24 V cc	
Module de l'unité centrale CPU : Central Process Unit	Traite les données et des instructions pour les tâches de contrôle et de supervision, exécute les programmes utilisateur et communique avec d'autres modules	

<p>Carte mémoire</p>	<p>Fournit une capacité de stockage de données supplémentaire pour les programmes et les données de l'application.</p>	
----------------------	--	---

Tableau IV.1 : Constituants du S7-400

IV.2.3.2. 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.

SIMATIC PCS neo offre un large éventail de possibilités pour traiter de manière fiable un grand nombre de signaux différents : Soit avec le système modulaire SIMATIC ET 200 I/O, soit avec le système compact SIMATIC CFU.

	SIMATIC ET 200SP HA	SIMATIC ET 200SP	SIPLUS ET 200SP	SIMATIC ET 200MP	SIPLUS ET 200MP
Availability	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Robustness	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Ex I/O modules	Ex-Zone 1/0	Ex-Zone 1/0	●●●●	Ex-Zone 2	●●●●
Channel density	Up to 32	Up to 16		Up to 64	
Footprint	Standard	Compact		Standard	
Installation enclosure	Distributed	Distributed		Distributed	
Functional range	●●●●	●●●●		●●●●	
					
	<p>●●●● Premium ●●●● Extended ●●●● Standard</p>				

Figure IV.2 : SIMATIC ET 200SP HA, SIMATIC ET 200SP et SIMATIC ET 200M

Le SIMATIC ET 200SP HA répond aux exigences les plus élevées en matière de disponibilité et de robustesse et est conçu pour toutes les applications, telles que la sécurité fonctionnelle ou la protection contre les explosions. Avec jusqu'à 32 canaux sur une largeur de 22,5 mm, il permet également de gagner de la place. Si des E/S de processus distribuées doivent être installées directement dans des zones à risque d'explosion, on utilise le SIMATIC ET 200iSP. Le SIMATIC CFU pose de nouveaux jalons en matière d'intégration simple des

appareils et de décentralisation cohérente. [15]

Après une analyse et une comparaison entre les périphéries décentralisées dans la Figure IV.2 et les besoins de notre projet nous avons choisi le SIMATIC ET 200SP HA.

IV.2.3.2.1. Présentation de la périphérie décentralisée ET 200SP HA :

Le ET 200SP HA peut être connecté au S7-410-5H via une liaison PROFIBUS ou PROFINET, qui permet une communication rapide et fiable entre les deux systèmes. Le S7-410-5H peut être configuré pour surveiller et contrôler les entrées et les sorties du ET 200SP HA, ainsi que pour recevoir des informations de diagnostic sur l'état des modules.

Les modules d'E/S déportés tels que le ET 200SP HA peuvent être ajoutés ou retirés facilement selon les besoins de l'application, ce qui permet une grande flexibilité dans la conception des systèmes de contrôle. [15]

IV.2.3.2.2. Avantages du ET 200SP HA :

➤ **La disponibilité :**

- Redondance au niveau de l'interface PROFINET (S2 ou R1).
- Remplacement à chaud en cours de fonctionnement.
- Possibilité d'extension de la station en cours de fonctionnement.

➤ **Facile à utiliser :**

- Modules compacts avec câblage permanent.
- Un bornier pour tous les signaux 24 V standard.
- Système de connexion sans outil avec des bornes à enfoncer.

➤ **Architecture :**

- Compact avec jusqu'à 56 modules d'E/S par station.
- Haute concentration : jusqu'à 32 canaux sur un module de seulement 22,5 mm de large.
- Bus d'alimentation intégré au système.

➤ Intégration transparente dans SIMATIC PCS neo.

➤ Standard de communication PROFINET IO. [16]

IV.2.3.2.3. Architecture du ET 200SP HA :

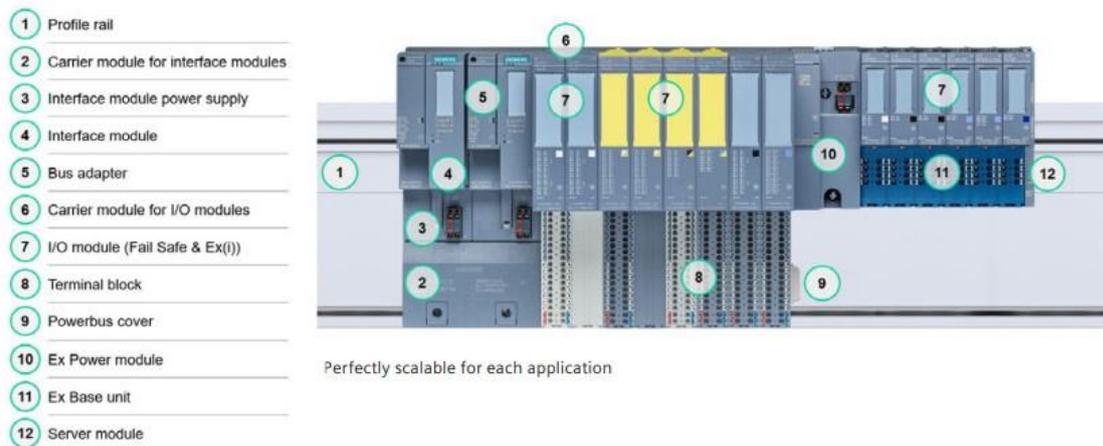
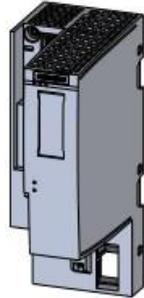
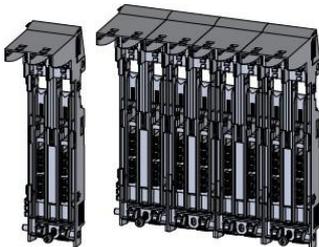
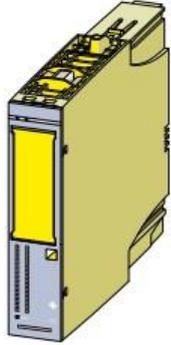


Figure IV.3 : Structure du ET 200SP HA

Voici un tableau présentant les constituants du SIMATIC ET 200SP HA [17]:

Equipement	Fonctionnement	Illustration
Profilé support	Le profilé support est l'élément sur lequel sont fixés les modules des périphériques IO. La partie supérieure correspond au rail DIN normalisé (35 mm de largeur).	
Châssis pour module d'interface	<p>Ils sont disponibles dans les variantes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Châssis pour 1 module d'interface (nécessaire pour la connexion simple du périphérique IO à PROFINET IO) • Châssis pour 2 modules d'interface (nécessaire pour la connexion redondante du périphérique IO à PROFINET IO) <p>Les châssis relient le module d'interface au bus de fond de panier.</p>	

	Ils permettent l'échange de données avec les modules de périphérie.	
Module d'interface	<p>Le module d'interface :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relie le périphérique IO au contrôleur IO • Permet l'échange de données avec les modules de périphérie par le biais du bus de fond de panier. 	
BusAdapter	<p>Les adaptateurs de bus BusAdapter pour PROFINET IO vous permettent de choisir librement la technique de connexion pour le périphérique IO.</p> <p>Pour les modules d'interface</p>	
Châssis	<p>Il amène le bus de fond de panier à tous les modules de périphérie. Le bus d'énergie est transmis en fonction de l'embase respectivement installée.</p> <p>Les châssis pour modules de périphérie sont disponibles dans les variantes suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Châssis double • Châssis octuple 	
Embase	<p>Le choix de l'embase définit les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type de tension d'alimentation • Constitution de groupes de potentiel • Type de module de périphérie nécessaire • Montage redondant des modules de périphérie 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Embase avec distributeur de potentiel 	
Module de périphérie	<p>Les modules de périphérie pour l'ET 200SP HA sont enfichés dans des emplacements formés par la combinaison du châssis et de l'embase. Grâce aux capteurs et actionneurs raccordés au châssis, les modules de périphérie acquièrent l'état actuel du processus et déclenchent les réactions appropriées. Il existe les types de modules suivants en plus des modules standard (DI, DO, AI, AO) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Module relais (RQ) • Module universel 	
Module de périphérie de sécurité	<p>Les modules de périphérie de sécurité sont compatibles avec les modules de périphérie non de sécurité du point de vue mécanique. Grâce aux capteurs et actionneurs connectés à l'embase, les modules de périphérie de sécurité acquièrent les signaux de processus actuels ou déclenchent les réactions requises. Les types de modules de périphérie suivants existent :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Module d'entrées TOR de sécurité (F-DI) • Module de sorties TOR de sécurité (F-DQ) 	

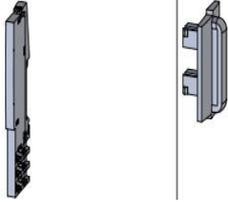
<p>Cache d'emplacement</p>	<p>Les caches sont placés sur les châssis :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dont les emplacements ne sont pas équipés de modules de périphérie ; • Dont les emplacements sont réservés (comme emplacements vides) pour une extension future. 	
<p>Module serveur et cache de bus d'énergie</p>	<p>Le module serveur et le cache de bus d'énergie achèvent la configuration du périphérique IO.</p> <p>Le cache du bus d'énergie sert à protéger les contacts du bus d'énergie.</p>	
<p>Élément de codage (pour embase)</p>	<p>Le système de périphérie décentralisée ET 200SP HA présente un élément de codage mécanique. Cet élément code le type du module de périphérie enfi-ché.</p>	

Tableau IV.2 : Les constituants du ET 200SP HA

IV.2.4. Choix d'automates pour les postes de sectionnement :

IV.2.4.1. Présentation de l'automate programmable S7-1200 :

Le S7-1200 est un automate programmable industriel (API) de la gamme SIMATIC S7 de Siemens. Il s'agit d'un API compact et modulaire qui offre des fonctions de commande avancées pour les petites et moyennes applications industrielles. Il dispose d'un processeur performant et d'une grande capacité de mémoire pour stocker les programmes de commande, les données de processus et les fonctions de diagnostic. Il prend également en charge une variété de protocoles de communication, tels que le protocole PROFIBUS, PROFINET, Modbus TCP/IP et OPC UA, ce qui facilite l'intégration de l'API dans des systèmes de contrôle plus larges. [18]



Figure IV.4 : Vue d'un S7-1200

Voici un tableau présentant les constituants du S7-1200 [18]:

Equipement	Fonctionnement	Illustration
Module d'alimentation PS : Power Supply	Fournit l'alimentation électrique à l'ensemble du système.	
Module de l'unité centrale CPU : Central Process Unit	C'est le cerveau du système. Il exécute les programmes de l'automate et assure la communication avec les autres composants.	
Cartes de communication Point-to-point	Permet la communication entre le S7-1200 et d'autres équipement sans passer par un réseau de communication comme PROFINET, PROFIBUS...etc.	

Carte de batterie	Fournit une alimentation de secours pour le S7-1200, permettant à l'automate de continuer à fonctionner pendant une période déterminée en cas de panne de courant pour éviter les pertes de données et les temps d'arrêt coûteux en cas d'incident.	
Module de communication	Il permet de connecter l'automate à un réseau, tel qu'Ethernet, PROFINET ou PROFIBUS, pour communiquer avec d'autres équipements.	
Carte mémoire	Fournit une capacité de stockage de données supplémentaire pour les programmes et les données de l'application.	

Tableau IV.3 : Les constituants du S7-1200

Chaque poste de sectionnement va comprendre un S7-1200 qui va être utilisé pour lire les informations venant des sites à travers une table d'échange, ainsi qu'à travers une carte de batterie l'API peut continuer à fonctionner pendant une période déterminée en cas de panne de courant pour éviter les pertes de données et les temps d'arrêt coûteux en cas d'incident.

IV.2.5. Choix des matériaux et modules d'E/S :

IV.2.5.1. 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 IV.4 ci-dessous présente le bilan total d'entrées/sorties, avec une marge

de sécurité de 20% prévue pour toutes modifications ou rajout d'équipements dans le futur.

IV.2.5.1.1. Terminal de départ :

Type	Nombre	Marge de sécurité 20%	Total
Entrées digitales	130	26	156
Sorties digitales	105	21	126
Entrées analogiques	9	2	11
Sorties analogiques	1	1	2

Tableau IV.4 : Le bilan total d'E/S du TD

Equipement	Commentaire	Tag	Type
MOV 01	Commande ouverture MOV 01	DI_BP_CO_MOV01	BOOL
MOV 01	Commande fermeture MOV 01	DI_BP_CF_MOV01	BOOL
MOV 01	MOV 01 ouverte	DI_FC_MOV01_O	BOOL
MOV 01	MOV 01 fermée	DI_FC_MOV01_F	BOOL
MOV 01	Défaut MCC MOV 01	DI_DF_MCC_MOV01	BOOL
MOV 02	Commande ouverture MOV 02	DI_BP_CO_MOV02	BOOL
MOV 02	Commande fermeture MOV 02	DI_BP_CF_MOV02	BOOL
MOV 02	MOV 02 ouverte	DI_FC_MOV02_O	BOOL
MOV 02	MOV 02 fermée	DI_FC_MOV02_F	BOOL
MOV 02	Défaut MCC MOV 02	DI_DF_MCC_MOV02	BOOL
MOV 03	Commande ouverture MOV 03	DI_BP_CO_MOV03	BOOL
MOV 03	Commande fermeture MOV 03	DI_BP_CF_MOV03	BOOL
MOV 03	MOV 03 ouverte	DI_FC_MOV03_O	BOOL
MOV 03	MOV 03 fermée	DI_FC_MOV03_F	BOOL
MOV 03	Défaut MCC MOV 03	DI_DF_MCC_MOV03	BOOL
MOV 04	Commande ouverture MOV 04	DI_BP_CO_MOV04	BOOL
MOV 04	Commande fermeture MOV 04	DI_BP_CF_MOV04	BOOL
MOV 04	MOV 04 ouverte	DI_FC_MOV04_O	BOOL
MOV 04	MOV 04 fermée	DI_FC_MOV04_F	BOOL
MOV 04	Défaut MCC MOV 04	DI_DF_MCC_MOV04	BOOL
MOV 05	Commande ouverture MOV 05	DI_BP_CO_MOV05	BOOL
MOV 05	Commande fermeture MOV 05	DI_BP_CF_MOV05	BOOL
MOV 05	MOV 05 ouverte	DI_FC_MOV05_O	BOOL
MOV 05	MOV 05 fermée	DI_FC_MOV05_F	BOOL
MOV 05	Défaut MCC MOV 05	DI_DF_MCC_MOV05	BOOL
MOV 06	Commande ouverture MOV 06	DI_BP_CO_MOV06	BOOL
MOV 06	Commande fermeture MOV 06	DI_BP_CF_MOV06	BOOL
MOV 06	MOV 06 ouverte	DI_FC_MOV06_O	BOOL
MOV 06	MOV 06 fermée	DI_FC_MOV06_F	BOOL

Tableau IV.5 : Aperçu sur la liste des E/S du TD

IV.2.5.1.2. Postes de sectionnement :

Type	Nombre	Marge de sécurité 20%	Total
Entrées digitales	10	2	12
Sorties digitales	7	1	8
Entrées analogique	1	1	2

Tableau IV.6 : Le bilan total d'E/S du PS01

Equipement	Commentaire	Tag	Type
MOV 100	Commande ouverture MOV 100	DI_CO_MOV100	BOOL
MOV 100	Commande fermeture MOV 100	DI_CF_MOV100	BOOL
MOV 100	MOV 100 ouverte par contacteur	DI_MOV100_O	BOOL
MOV 100	MOV 100 fermée par contacteur	DI_MOV_100_F	BOOL
XA101	Racleur passage	DI_XA101	BOOL
Commutateur	Local	DI_Local	BOOL
Commutateur	Commutateur à distance	DI_Comm. Dist	BOOL
Commutateur	Défaut	DI_DF	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_01	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_02	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_03	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_04	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_05	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_06	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_07	BOOL
DI reserve	Reserve	DI_Reserve_08	BOOL
MOV 100	Commande ouverture MOV 100	DO_CO_MOV100	BOOL
MOV 100	Commande fermeture MOV 100	DO_CF_MOV100	BOOL
MOV 100	Ouverture MOV 100 par contacteur	DO_MOV100_O	BOOL
MOV 100	Fermeture MOV 100 par contacteur	DO_MOV100_F	BOOL
Commutateur	Local	DO_Local	BOOL
Commutateur	Distance	DO_Dist	BOOL
Commutateur	Défaut	DO_DF	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_01	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_02	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_03	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_04	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_05	BOOL
DO reserve	Reserve	DO_Reserve_06	BOOL

Figure IV.5 : Aperçu sur la liste des E/S du PS01

IV.2.5.1.3. Terminal d'arrivé :

Type	Nombre	Marge de sécurité 20%	Total
Entrées digitales	46	9	55
Sorties digitales	41	8	49
Entrées analogique	8	2	10
Sorties analogiques	1	1	2

Tableau IV.7 : Le bilan total d'E/S du TA

Equipement	Commentaire	Tag	Type
MOV 200	Commande ouverture MOV 200	DI_CO_MOV200	BOOL
MOV 200	Commande fermeture MOV 200	DI_CF_MOV200	BOOL
MOV 200	MOV 200 fermée	DI_MOV200_F	BOOL
MOV 200	MOV 200 ouverte	DI_MOV200_O	BOOL
MOV 200	Défaut MCC MOV 200	DI_DF_MCC_MOV200	BOOL
MOV 201	Commande ouverture MOV 201	DI_CO_MOV201	BOOL
MOV 201	Commande fermeture MOV 201	DI_CF_MOV201	BOOL
MOV 201	MOV 201 ouverte	DI_MOV201_O	BOOL
MOV 201	MOV 201 fermée	DI_MOV201_F	BOOL
MOV 201	Défaut MCC MOV 201	DI_DF_MCC_MOV201	BOOL
MOV 202	Commande ouverture MOV 202	DI_CO_MOV202	BOOL
MOV 202	Commande fermeture MOV 202	DI_CF_MOV202	BOOL
MOV 202	MOV 202 ouverte	DI_MOV202_O	BOOL
MOV 202	MOV 202 fermée	DI_MOV202_F	BOOL
MOV 202	Défaut MCC MOV 202	DI_DF_MCC_MOV202	BOOL
P200	Commande démarrer pompe P200	DI_CD_P200	BOOL
P200	Commande arrêter pompe P200	DI_CA_P200	BOOL
P200	Pompe P200 en marche	DI_P200_M	BOOL
P200	Pompe P200 arrêtée	DI_P200_A	BOOL
P200	Défaut MCC pompe P200	DI_DF_MCC_P200	BOOL
P200	ESD P200	DI_ESD_P200	BOOL
PCV200	Vanne de régulation fermée	DI_PCV200_F	BOOL
PCV200	Défaut MCC PCV200	DI_DF_MCC_PCV200	BOOL
FT200	Débit haut	DI_FT200_H	BOOL
FT200	Débit bas	DI_FT200_B	BOOL
FT200	Impulsion de comptage	DI_Impuls.Comp_FT200	BOOL
FT200	Reset compteur	DI_Reset_FT200	BOOL
LSH01	Purge niveau haut	DI_LSH01	BOOL
LSL01	Pruge niveau bas	DI_LSL01	BOOL

Figure IV.6 : Aperçu sur la liste des E/S du TA

IV.2.5.2. Choix des modules d'E/S et configuration matérielle :

IV.2.5.2.1. Terminal de départ et d'arrivé :

IV.2.5.2.1.1 L'automate programmable S7-400 :

Dans chacun des deux terminaux de départ et d'arrivé, nous allons utiliser un API S7-400 comme CPU tel qu'il va traiter les informations venant du site à travers une périphérie décentralisée ET 200SP HA propre à chaque station, en utilisant une CPU spécialement conçu pour le SIMATIC PCS neo.

Dans ce cas-là le S7-400 comprend uniquement une unité centrale et une alimentation électrique.

➤ L'unité centrale CPU 410-5H (6ES7410-5HX08-0AB0) :

La CPU 410-5H est l'une des unités centrales de traitement (CPUs) disponibles pour le S7-400. C'est un contrôleur dernière génération qui est spécialement conçu pour le SIMATIC PCS neo et le SIMATIC PCS 7. La CPU 410-5H (Process Automation) peut être utilisée dans toutes les branches de l'automatisation des processus. La modularité d'une grande flexibilité, basée sur les objets de processus PCS 7 ou PCS neo, permet de couvrir l'ensemble de la plage de puissance, du plus petit contrôleur au plus grand, pour des applications standard, à haute

disponibilité ou de sécurité avec un seul matériel. Il couvre tout le spectre des performances des systèmes complémentaires AS 412 à AS 417. [19]

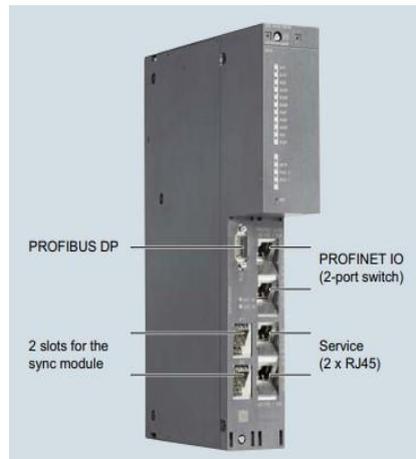


Figure IV.7 : CPU 410-5H

➤ **Le module d'alimentation électrique PS 405 4A (6ES7405-0DA02-0AA0) :**

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. [20]



Figure IV.8 : PS 205 10A

Voici un tableau présentant la liste des modules du S7-410-5H de chaque terminal, départ et arrivé :

Numéro d'article	Description	Nombre
6ES7400-1TA01-0AA0	S7-400, châssis UR1, 18 emplacements	1
6ES7407-0KA02-0AA0	S7-400 PS 405 4A	1
6ES7410-5HX08-0AB0	S7-400 CPU 410-5H	1
6GK7 443-1EX20-0XE0	Processeur de communication CP 443-1	1

Tableau IV.8 : Modules du S7-410-5H

IV.2.5.2.1.2 La périphérie décentralisée du terminal de départ :

Le bilan des E/S du terminal de départ nous a permis de choisir les modules d'E/S adéquats en vue de son automatisation.

Le tableau ci-dessous présente les modules que nous avons choisi et leurs consommations du courant pour choisir le module d'alimentation :

Numéro d'article	Description	Nombre	Valeur maximale de la consommation en courant
6DL1155-6AU00-0PM0	ET 200SP HA, IM155-6 PN	1	0.7 A
6DL1131-6BL00-0PH1	ET 200SP HA, DI 32X24VDC	5	5*0.015 A
6DL1132-6BL00-0PH1	ET 200SP HA, DQ 32X24VDC/0,5A	4	4*0.07 A
6DL1134-6TH00-0PH1	ET 200SP HA, AI 16XI 2- WIRE HART	1	0.09 A
6DL1135-6TF00-0PH1	ET 200SP HA, AQ 8XI HART HA	1	0.35 A
Total			1.495 A

Tableau IV.9 : Modules du ET 200SP HA TD

Après avoir établi le bilan énergétique des modules du ET 200SP HA (IM et les Modules E/S) représenté dans le Tableau IV.9 nous avons opté pour l'utilisation d'une alimentation SITOP PSU200M (6EP1333-3BA10) [21] illustrée dans la figure ci-dessous :



Figure IV.9 : Module d'alimentation SITOP PSU200M

IV.2.5.2.1.3 La périphérie décentralisée du terminal arrivé :

Le bilan des E/S du terminal arrivé nous a permis de choisir les modules d'E/S adéquats en vue de son automatisation. Le tableau ci-dessous présente les modules que nous avons choisi et leurs consommations du courant pour choisir le module d'alimentation :

Numéro d'article	Description	Nombre	Valeur maximale de la consommation en courant
6DL1155-6AU00-0PM0	ET 200SP HA, IM155-6 PN	1	0.7 A
6DL1131-6BL00-0PH1	ET 200SP HA, DI 32X24VDC	2	2*0.015 A
6DL1132-6BL00-0PH1	ET 200SP HA, DQ 32X24VDC/0,5A	2	2*0.07 A
6DL1134-6TH00-0PH1	ET 200SP HA, AI 16XI 2- WIRE HART	1	0.09 A
6DL1135-6TF00-0PH1	ET 200SP HA, AQ 8XI HART HA	1	0.35 A
Total			1.31 A

Figure IV.10 : Modules du ET 200SP HA TA

Après avoir établi le bilan énergétique des modules du ET 200SP HA (IM et les Modules E/S) représenté dans le Tableau IV.10 nous avons opté pour l'utilisation d'une alimentation SITOP PSU200M (6EP1333-3BA10) [21] illustrée dans la figure IV.9.

IV.2.5.2.2. Postes de sectionnement :

IV.2.5.2.2.1 L'automate programmable S7-1200 :

Le S7-1200 qui va être utilisé pour lire les informations venant du à travers une table d'échange, ainsi qu'à travers une carte de batterie l'API peut continuer à fonctionner pendant une période déterminée en cas de panne de courant pour éviter les pertes de données et les temps d'arrêt coûteux en cas d'incident.

Le bilan des E/S de chaque poste de sectionnement nous a permis de choisir les modules d'E/S adéquats en vue de son automatisation.

Le tableau ci-dessous présente les modules que nous avons choisis :

Numéro d'article	Description
6GK7243-1BX30-0XE0	Processeur de communication CP 1243-1
6ES7214-1AG40-0XB0	CPU 1214C, CC/CC/CC, 14ETOR/10STOR/2EA

Figure IV.11 : Modules du S7-1200 des PS

IV.2.5.3. La configuration matérielle :

Nous avons effectué la configuration matérielle à l'aide de TIA Selection Tool de Siemens.

IV.2.5.3.1. TIA Selection Tool Cloud :

Le TIA Selection Tool Cloud est un logiciel de sélection de produits de Siemens destiné aux systèmes d'automatisation industrielle, tels que les systèmes d'entraînement, les contrôleurs, les variateurs de vitesse, les modules d'E/S, les dispositifs de sécurité, les commutateurs et les routeurs, etc. Ce logiciel est conçu pour faciliter la sélection et la configuration de ces produits, ainsi que pour simplifier la planification et la documentation des projets d'automatisation. Il permet également de générer des listes de commande et des offres pour les clients.

Le TIA Selection Tool Cloud est une partie du portefeuille de logiciels Totally Integrated Automation (TIA) de Siemens, qui est conçu pour aider les clients à concevoir, à planifier et à mettre en œuvre des solutions d'automatisation industrielle efficaces et rentables.

[22]

IV.2.5.3.2. La configuration matérielle du S7-410-5H des TD et TA



Figure IV.12 : Configuration matérielle du S7-410-5H

IV.2.5.3.3. Configuration matérielle du ET 200SP HA du TD :

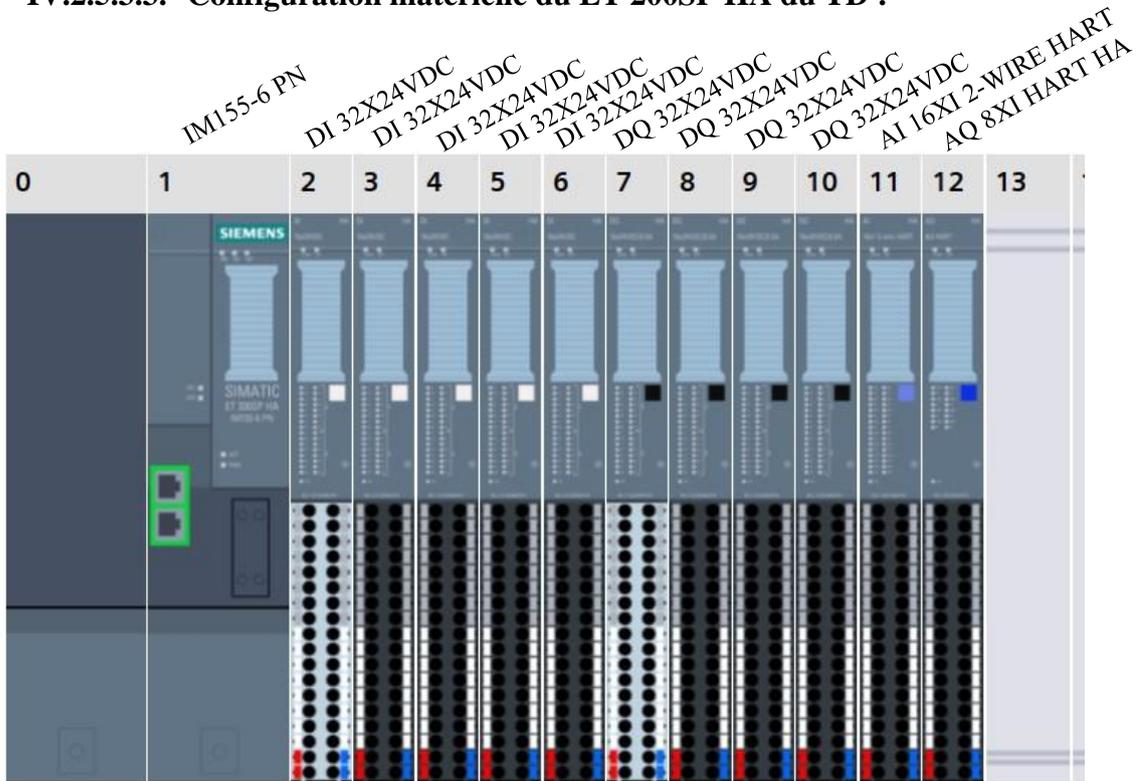


Figure IV.13 : Configuration du ET 200SP HA du TD

IV.2.5.3.4. Configuration matérielle du ET 200SP HA du TA :

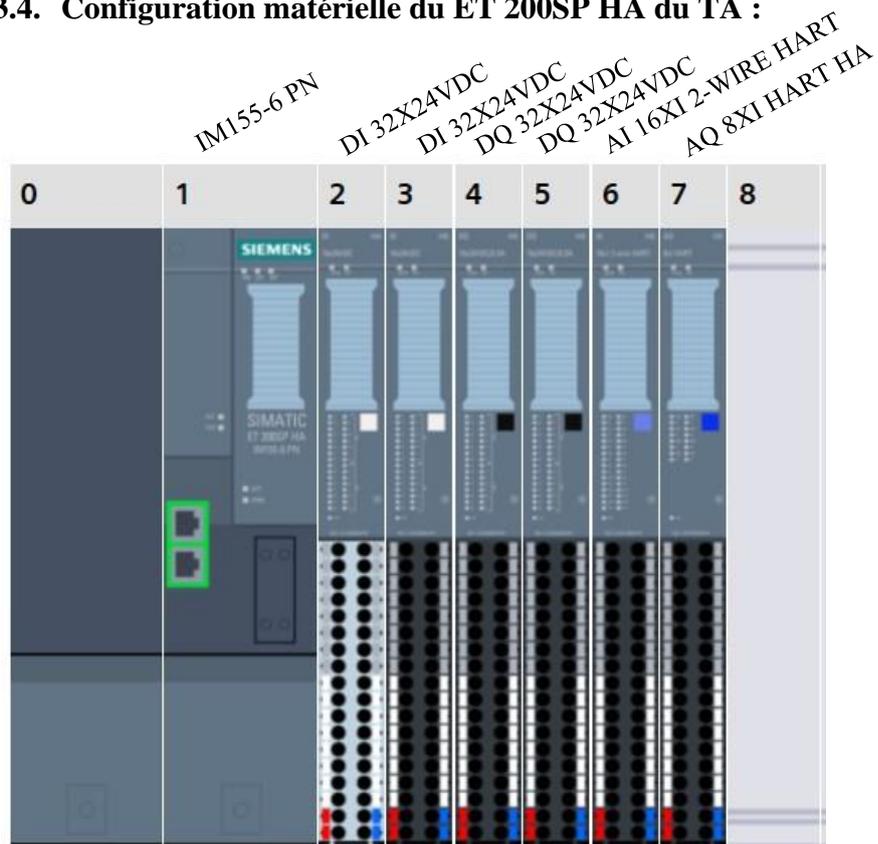


Figure IV.14 : Configuration du ET 200SP HA du TA

IV.2.5.3.5. Architecture réseau du S7-1200 des PS :

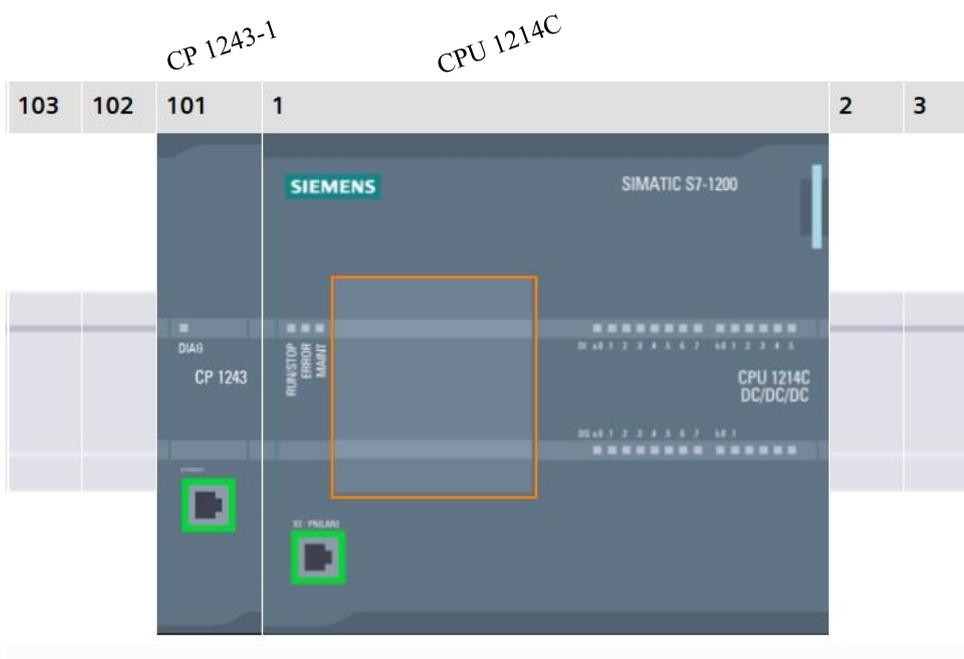


Figure IV.15 : Modules du S7-1200 des PS

IV.2.6. Architecture Réseau du système :

L'architecture réseau du système a été effectuée par Microsoft Visio. Le câblage de notre système va être en Ethernet industriel dont la liaison se fait en fibre optique dans les longues distances et par Ethernet dans les courtes.

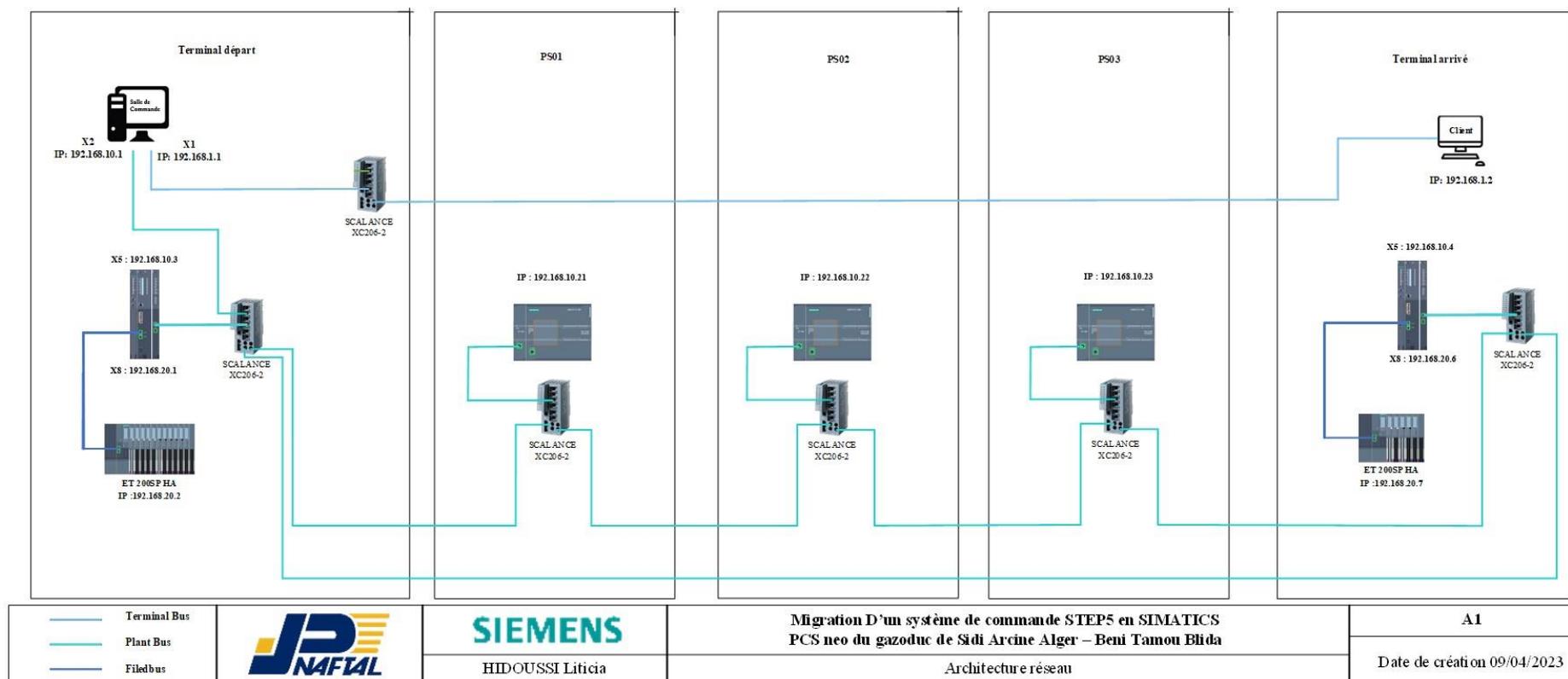


Figure IV.16 : Architecture réseau du système

Nous avons opté pour une configuration monoposte (single station en anglais) constituée d'une station qui combine ES (station ingénieur), AC (console d'administration), MC (surveillance et contrôle), DC (domaine de contrôle) et OS (serveur OS) en une seule station, avec la possibilité d'avoir des web-clients avec la surveillance et le contrôle MC. Cette configuration monoposte est recommandée pour les petites installations.

➤ **Le serveur** : un serveur informatique est un dispositif informatique matériel ou logiciel qui offre des services, à différents clients. Les services les plus courants sont :

- Le partage de fichiers.
- Héberger des sites Web et des applications en ligne.
- Stocker des fichiers et des données pour une utilisation partagée.
- Fournir des services de messagerie électronique et de collaboration.
- Exécuter des applications spécifiques pour les entreprises ou les organisations.
- Gérer des bases de données pour les applications et les services.
- Gérer et contrôler l'accès aux ressources et aux services sur un réseau. [23]



Figure IV.17 : Vue d'un serveur de Siemens

- **Station ingénieur (ES)** : c'est où le PCS neo est installé, le programme est écrit et la supervision à travers des P&IDs est effectuée.
- **Surveillance et contrôle (MC)** : c'est l'interface homme/machine (HMI) spécialisée pour la supervision du process à travers des P&IDs, les alarmes et la prise des décisions à travers un écran.
- **Console d'administration (AC)** : responsable sur l'accès et le privilège de chaque utilisateur.
- **Le domaine contrôleur (DC)** : selon Windows, un contrôleur de domaine est un serveur qui gère tous les aspects liés à la sécurité des interactions entre un utilisateur et un domaine, en centralisant la sécurité et l'administration, c'est un serveur pour l'authentification et l'autorisation centralisées des ordinateurs et des utilisateurs dans un réseau informatique. [24]
- **Le client** : un client est un ordinateur, un appareil ou une application connectée au réseau qui accède à des ressources ou à des services fournis par un serveur ou un système

distant. Le client utilise un protocole de communication pour envoyer des requêtes au serveur et recevoir des réponses en retour. [25]

IV.2.6.1. Protocole de communication :

IV.2.6.1.1. Ethernet industriel :

Il s'agit simplement du protocole Ethernet standard avec des connecteurs robustes, des appareils pouvant résister aux conditions difficiles des environnements industriels, des configurations redondantes et quelques autres mises à jour qui rendent Ethernet plus déterministe pour une utilisation industrielle. Pour cette raison, l'Ethernet industriel envahit pratiquement toutes les zones d'une usine. [26]

IV.2.6.1.2. PROFINET :

PROFINET permet de réaliser des solutions d'automatisation dans le domaine de l'automation d'usines, de l'automatisation de processus et de l'automation de bâtiments. En outre, ces solutions sont utilisées dans les applications de sécurité ainsi que pour tout l'éventail de la technologie d'actionnement jusqu'à la commande de mouvement synchronisée.

PROFINET (Process Field Network) est une norme de communication basée sur Ethernet industriel offrant une vaste gamme d'applications. Le bus de terrain (Field Bus) utilise TCP/IP et les normes de technologie de l'information, permet un traitement en temps réel et l'intégration de systèmes de bus de terrain. PROFINET a été développé par Siemens et les entreprises membres de l'organisation d'utilisateurs de PROFIBUS (PNO) et est utilisé en association avec les systèmes de commande Siemens. Grâce aux normes CEI 61158 et CEI 61784, PROFINET a été standardisé et couvre, en tant que technologie de communication universelle, toutes les exigences de la technologie d'automatisation.

La compatibilité internationale d'un appareil PROFINET est garantie par une certification de l'organisation d'utilisateurs PNO. [27]

IV.2.6.1.3. Fibre optique :

La fibre optique est un câble permettant de propager des ondes lumineuses entre deux lieux. La lumière est conduite sans perte au cœur du câble, et elle suit les éventuelles courbures de son support.

Dans les réseaux de télécommunications, la fibre optique est particulièrement appréciée pour son atténuation très faible et ses débits très élevés. Ces caractéristiques font de la fibre optique la meilleure solution disponible pour transmettre des données sur de grandes

distances, comme dans le cas des câbles sous-marins intercontinentaux. De plus, la fibre optique est insensible aux interférences électromagnétiques. Elle est donc fortement utilisée par les armées et les entreprises exigeant une importante fiabilité, ou dans les environnements où les câbles de cuivre seraient perturbés par des ondes radio ou de forts courants électriques. [28]

IV.2.6.1.4. Le switch :

Un switch, commutateur ou commutateur réseau en français, est un équipement qui fonctionne comme un pont multiport et qui permet de relier plusieurs segments d'un réseau informatique entre eux. Le switch est chargé d'analyser les trames qui arrivent sur les ports d'entrée. Il opère une filtration des données afin de les orienter vers le bon port. Le switch a donc une double fonction de filtrage et de connectivité. [29]

Dans notre projet, nous avons opté pour le switch manageable SCALANCE XC206-2 de Siemens.

IV.2.6.1.5. Terminal bus :

Le terminal bus est plus souvent dédié aux échanges entre les serveurs et les clients. Dans notre process cette liaison se fait à travers un câble à fibre optique à deux brins venant de Blida et un switch SCALANCE XC206-2 de Siemens qui comprend deux ports fibre optique d'entrée A et B, une autre liaison à travers un câble Ethernet qui lie la sortie du switch avec le port Ethernet du PC de la salle de contrôle d'Alger.

La connexion se fait à travers les adresses IP tel que le web-client de Blida comprend une seule carte réseau alors que le serveur comprend deux cartes réseau tel que la première sera liée en terminal bus avec le web-client.

IV.2.6.1.6. Plant bus :

Il s'agit de la communication entre les stations d'automatisation et le serveur tel que la deuxième carte réseau du serveur va être lié avec chacune des premières cartes réseaux des APIs à travers des switches SCALANCE XC206-2 de Siemens.

IV.2.6.1.7. Le bus de terrain (Fieldbus) :

Le bus de terrain est simplement un moyen de communiquer avec les périphériques d'entrée (capteurs, commutateurs, etc.) et les périphériques de sortie (vannes, entraînements, lampes d'indication, etc.) sans qu'il soit nécessaire de connecter chaque périphérique individuel au contrôleur (PLC, PC industriel, etc.) et/ou de communiquer entre les périphériques décentralisés à travers une seule carte réseau et les stations d'automatisation (un API par

exemple) à travers leurs deuxième carte réseau. Par conséquent, dans l'ensemble, Fieldbus peut réduire les coûts. [30]

IV.2.6.1.8. La carte réseau :

La carte réseau dispose d'une intelligence capable d'analyser les données entrantes. Si l'appareil voit qu'un message entrant est adressé à son adresse MAC, il traitera les données, sinon, il transmet le message au périphérique suivant via le câble Ethernet.

Une carte réseau sait si un autre périphérique existe plus loin le long du câble. S'il existe, il lui envoie des messages entrants. Si aucun périphérique n'existe, la carte réseau renvoie le message. Cela permet aux réseaux Ethernet d'être assemblés dans plusieurs topologies différentes : en réseau en étoile, réseau linéaire ou réseau en anneau. [26]

IV.3. Architecture software :

IV.3.1. SIMATIC PCS neo :

IV.3.1.1. Description :

C'est le premier système de contrôle de processus basé sur le Web qui permet aux ingénieurs et aux opérateurs de travailler sur une interface utilisateur sécurisée et hautement intuitive. SIMATIC PCS neo est un DCS (système de contrôle distribué) qui permet une ingénierie multi-utilisateur et un accès à distance depuis n'importe quel endroit et offre une évolutivité maximale des petits modules de processus aux usines d'envergure mondiale. Il peut être utilisé dans diverses industries, y compris les produits pharmaceutiques, les produits chimiques, les aliments et les boissons, et plus encore. [31]

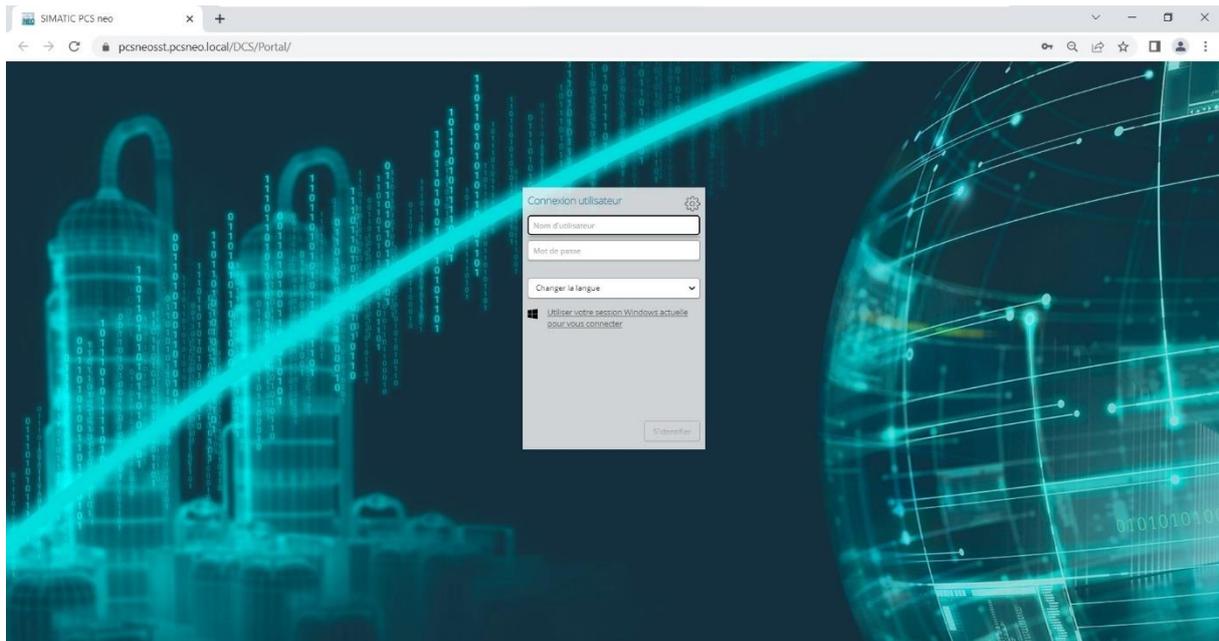


Figure IV.18 : Vue avant l'accès au PCS neo sur Google Chrome

IV.3.1.2. Les avantages du PCS neo :

IV.3.1.2.1. Online Support et PUD Manager :

Une documentation complète et une vue d'ensemble des principales informations techniques et solutions pour SIMATIC PCS neo sont disponibles dans Industry Online Support.

Le Plant and User Documentation Manager (PUD Manager) est un portail d'aide basé sur HTML5, qui vous permet de trouver facilement et rapidement les contenus de la documentation. [32]

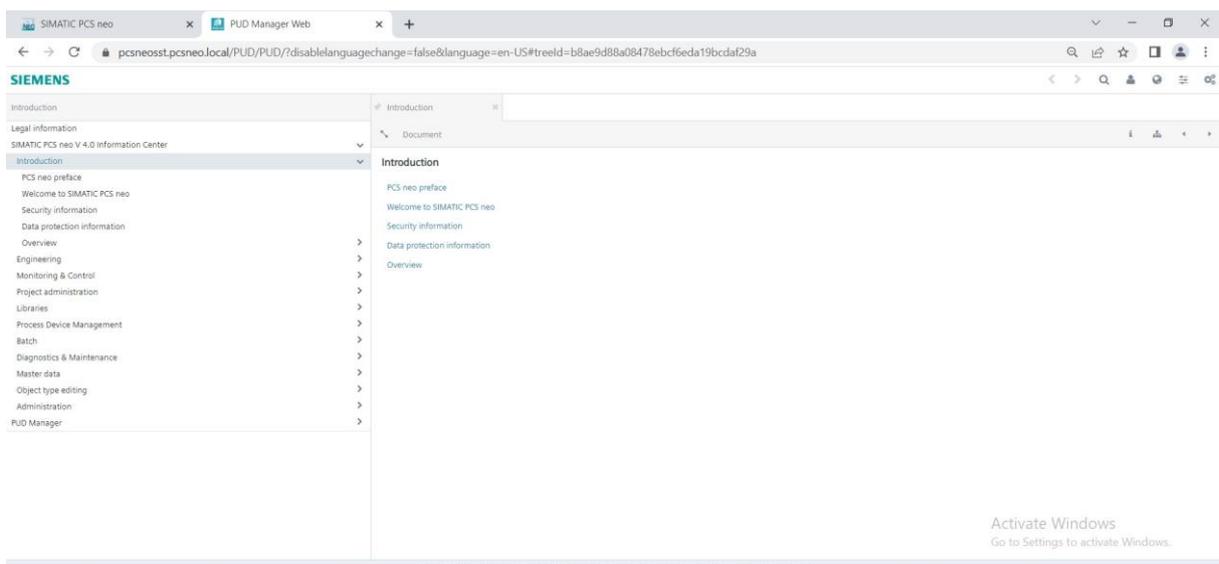


Figure IV. 19 : Vue help du PCS neo

IV.3.1.2.2. L'accès au système :

Les experts ont un accès immédiat aux projets d'ingénierie et processus d'exploitation de n'importe où, en utilisant seulement une connexion web sécurisée. Le SIMATIC PCS neo convient à tous les appareils, de l'ordinateur de bureau au téléphone portable tel que l'approche web complète basée sur HTML 5 : Le système fonctionne dans le navigateur sans installation de logiciel d'où l'ingénierie, exploitation et maintenance sont partout et indépendamment de l'appareil. [32]

IV.3.1.2.3. Facilité d'utilisation :

L'interaction avec le système se fera de manière claire et facilement par le biais d'une interface intuitive. [32]

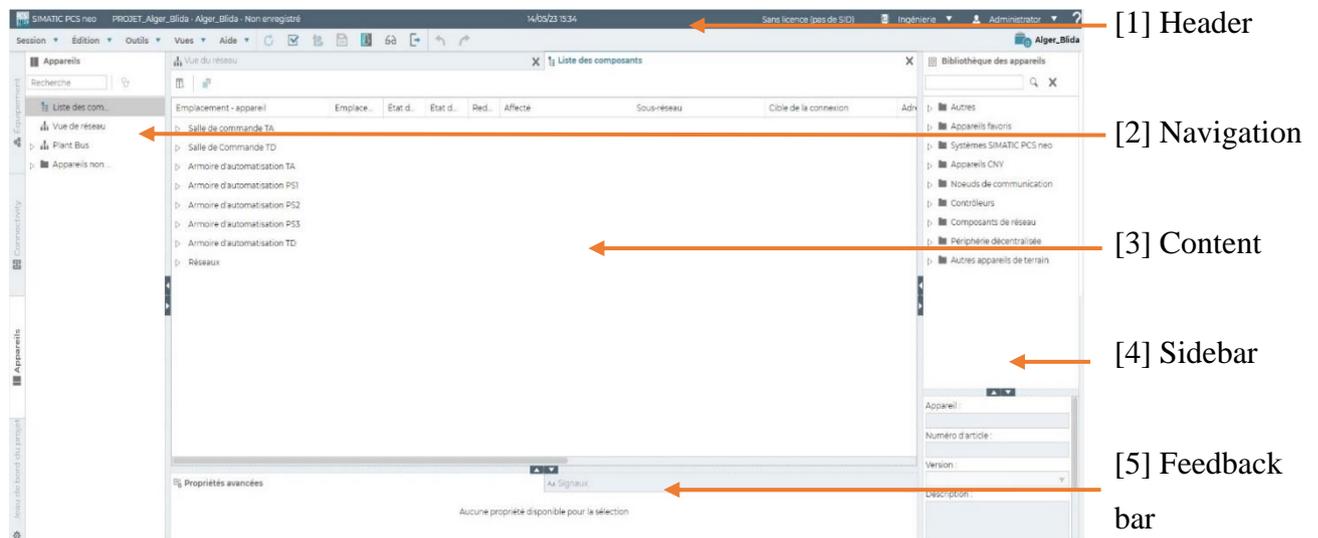


Figure IV.19 : Vue de l'interface du PCS neo

➤ Concept de table de travail :

- Navigation plus rapide grâce à une interface utilisateur unique et conviviale.
- Exécution rapide des tâches grâce à des flux de travail intuitifs. [32]



Figure IV.20 : La multifonctionnalité de la seule interface du PCS neo

➤ **Vue de l'ingénieur :**

- L'application web offre des fonctionnalités HTML5 de pointe.
- Maximisation de l'efficacité en adaptant la disposition de l'écran à vos préférences (le zoom). [32]

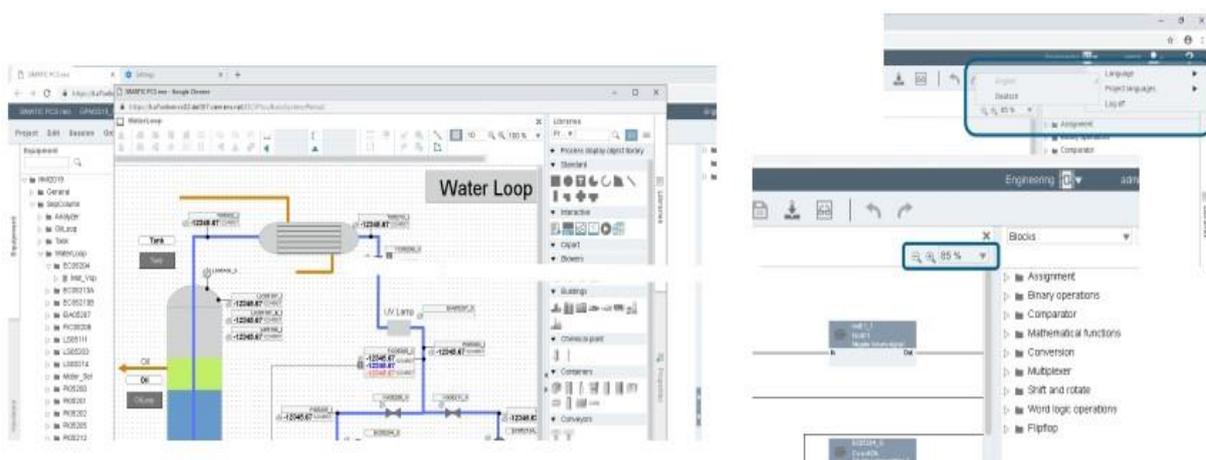


Figure IV.21 : Aperçu sur la vue d'ingénieur dans le PCS neo

➤ **Zoom sur M&C (Monitoring & Control/ Surveillance et contrôle) :**

- Une sélection complète d'outils et d'algorithmes flexibles et prêts à l'emploi algorithmes pour un large éventail de tâches liées aux procédés.

- Symboles ergonomiques et plastrons orientés vers les tâches à accomplir.
- Représentation uniforme des informations d'état.
- Modes de fonctionnement unifiés (automatique, marche, manuel, local, hors service...). [32]

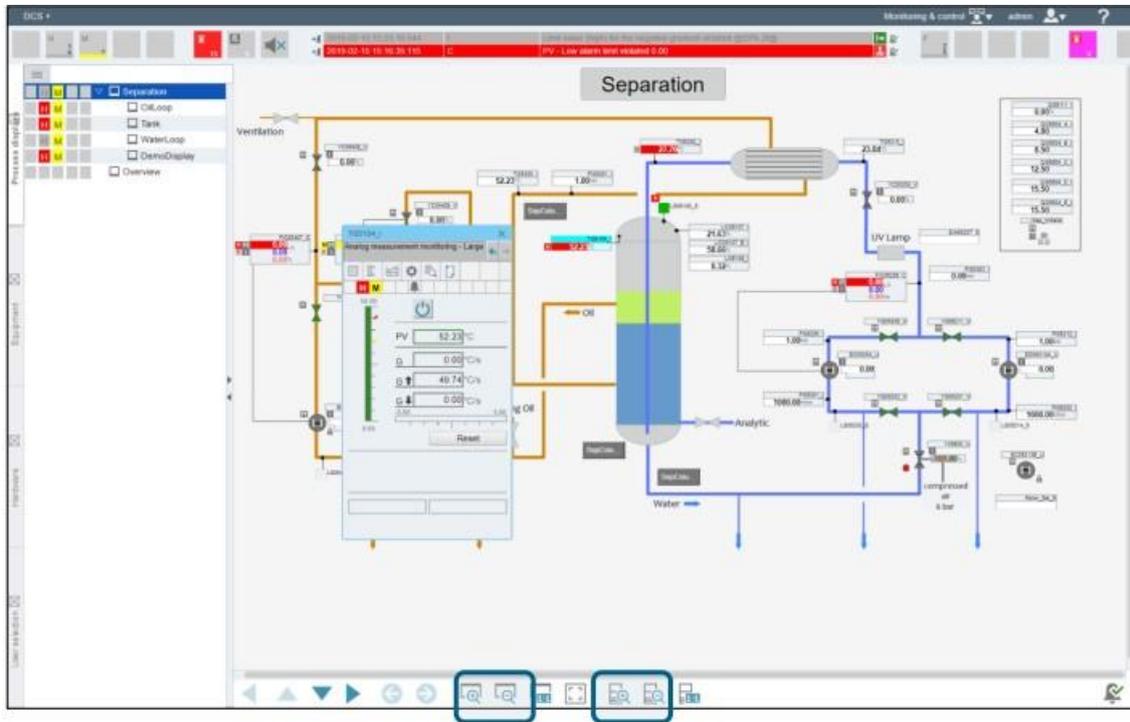


Figure IV.22 : Aperçu sur la vue M&C (Surveillance et contrôle)

➤ **Fonction de recherche de CFC** : l'utilisation de la fonction de recherche du CFC est pour trouver et modifier rapidement les paramètres, qu'ils soient cachés ou non.

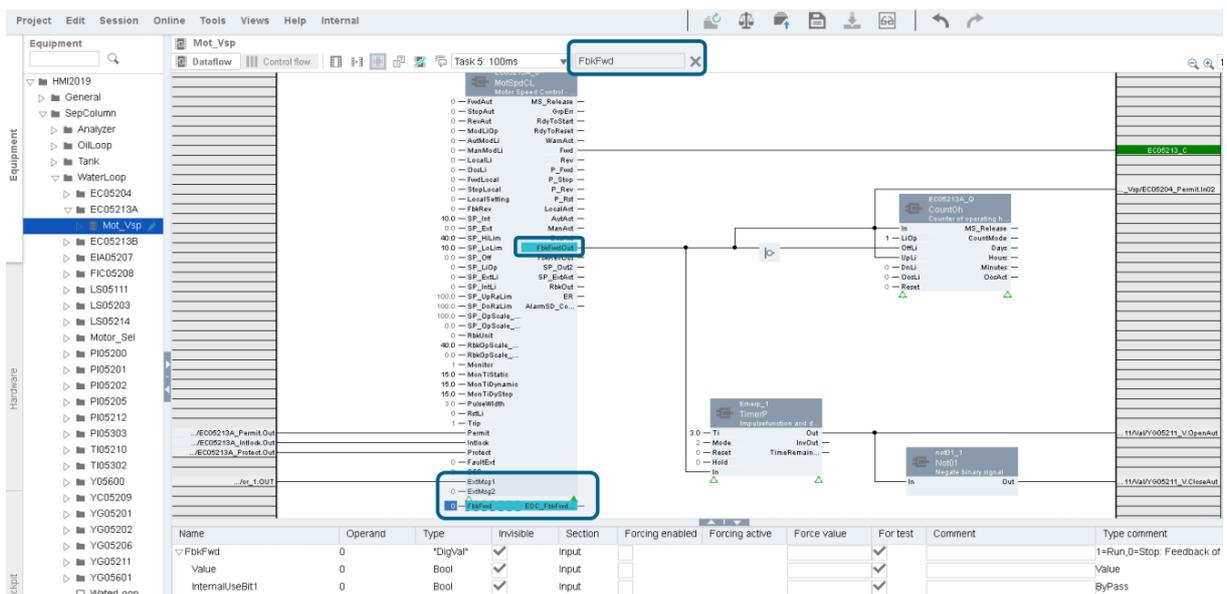


Figure IV.23 : Aperçu sur la fonction de recherche du CFC

➤ **Une plate-forme de système orientée objet :**

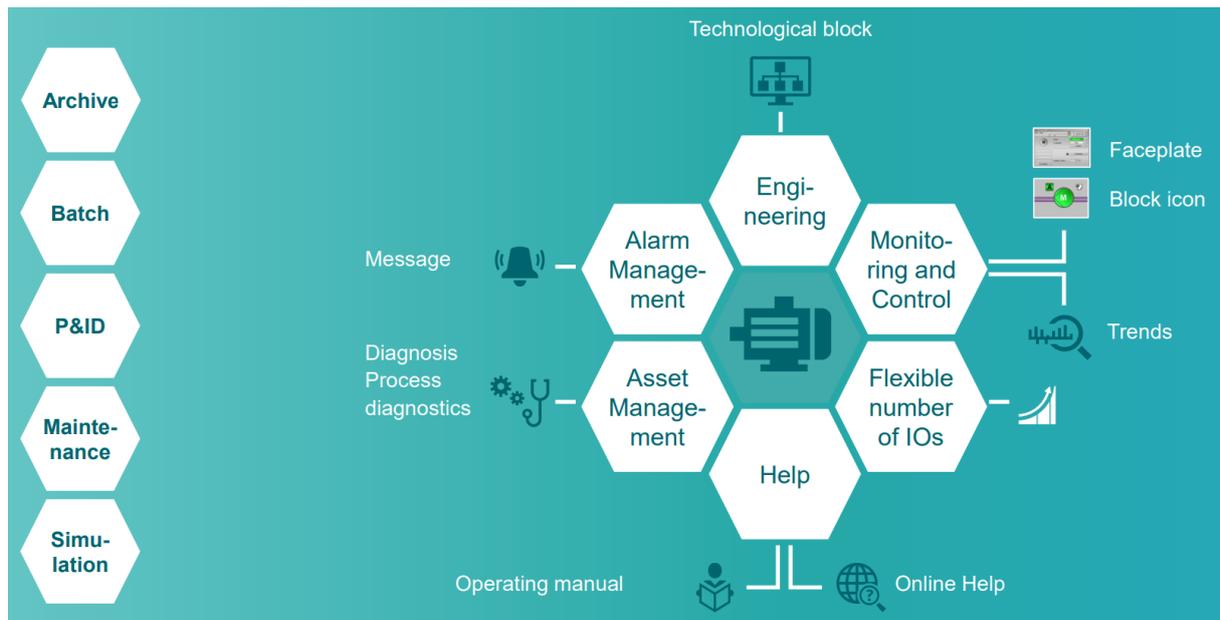


Figure IV.24 : La plate-forme des instruments en PCS neo

➤ **Ingénierie orientée objet - objets de procédé :** une sorte d'organisation pratique où il y a un accès rapide à tous les paramètres et réglages de l'objet de processus. [32]

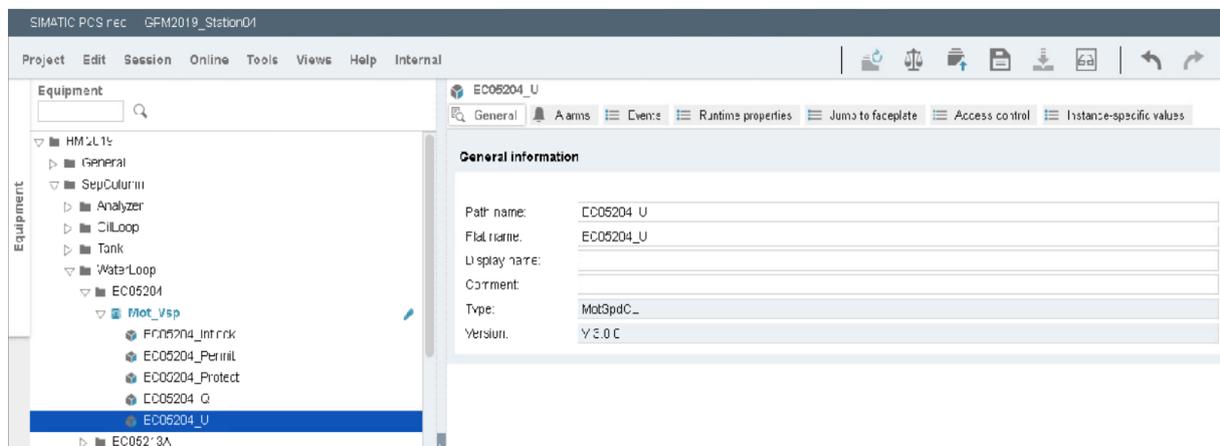


Figure IV.25 : L'accès rapide aux paramètres et réglages des objets du processus

➤ **Ingénierie orientée objet - système d'alarmes :** donner les informations pertinentes au bon endroit, autonomiser les opérations en apportant les informations les plus pertinentes de manière organisée. [32]

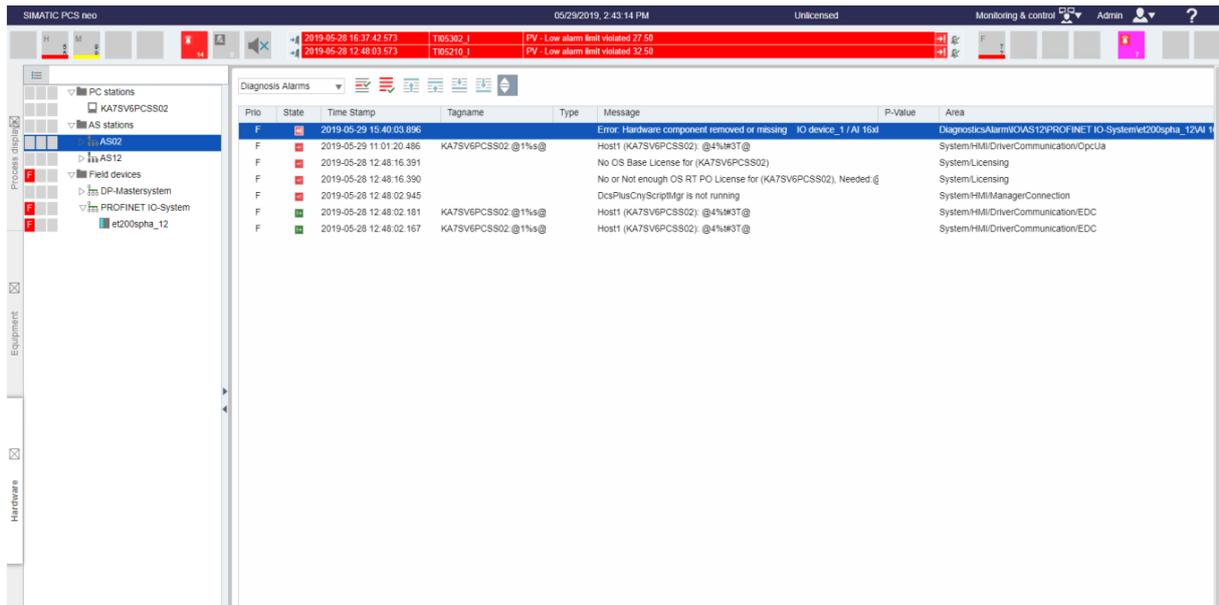


Figure IV.26 : Aperçu sur le système d'alarmes

IV.3.1.2.4. Évolutivité :

Avoir fournir des petites unités ou gérer un site de production entier. L'imagination d'un système qui puisse être mis à niveau et étendu de manière transparente en cours d'exploitation. [32]

- **Gestion centralisée des modèles :** l'accélération de l'ingénierie grâce à des modèles préconfigurés et standardisés. [32]

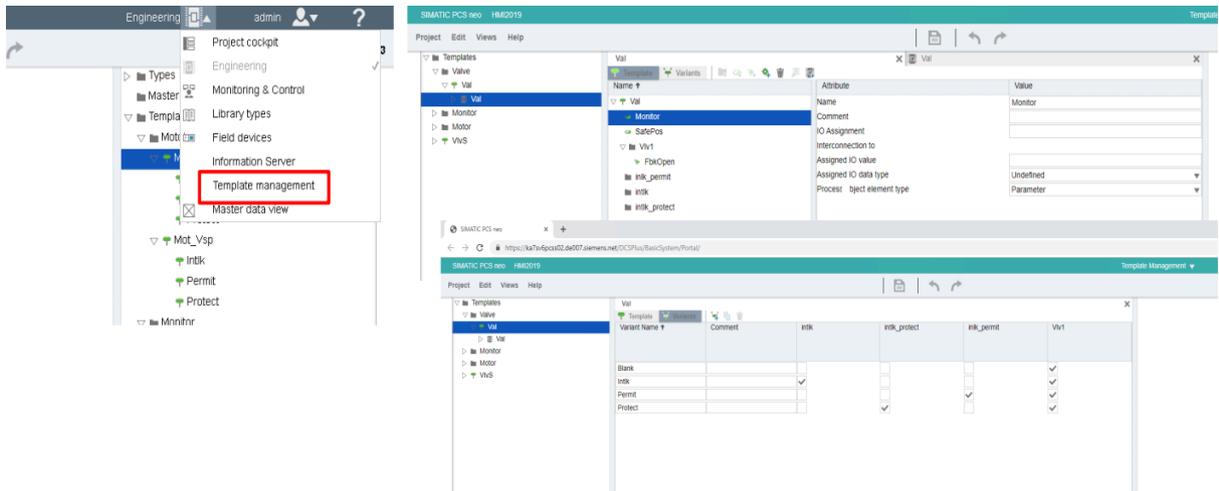


Figure IV.27 : Les templates préconfigurés dans le PCS neo

- **Paquet de type modulaire :** même apparence pour l'opérateur tel que l'objet à programmer s'apparaît au niveau de l'interface homme/machine avec le même tag en le glissant vers la vue synoptique. [32]

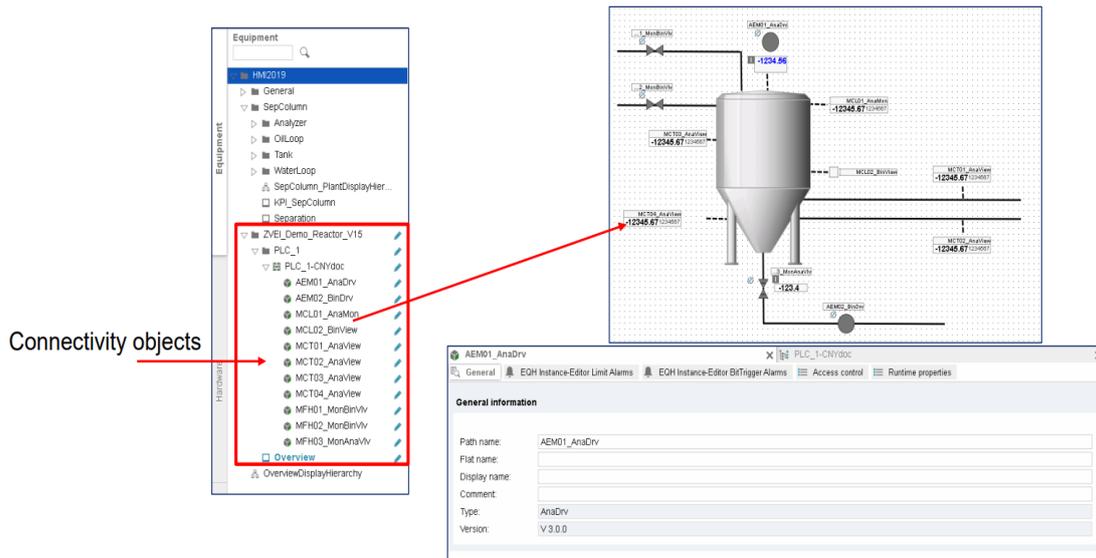


Figure IV. 28 : Paquet de type modulaire PCS neo

IV.3.1.2.5. Collaboration :

La solution tout-en-un vous offre une collaboration mondiale basée sur le Web pour plus de 30 utilisateurs. Ce concept multi-utilisateur offre une transparence et une cohérence maximales lorsque vous travaillez dans des équipes mondiales. Grâce à la gestion de session intégrée, plusieurs utilisateurs peuvent travailler sur le même projet à partir de n'importe quel endroit en même temps, quel que soit l'emplacement, en utilisant différents types d'appareils finaux. Cela permet un travail indépendant et une synchronisation avec d'autres utilisateurs après l'achèvement du projet. L'échange de données provenant de différentes sources et de différents formats est facilement mis en œuvre. La connexion sécurisée permet non seulement à des utilisateurs internes de se connecter, mais également d'intégrer des fournisseurs externes de manière optimale dans le concept de sécurité.

Associez votre expertise globale à une disponibilité immédiate et assurez une qualité de projet constante avec la gestion des modifications assistée par le système sans oublier l'ingénierie de projet flexible à partir d'une base de données centrale. [32]

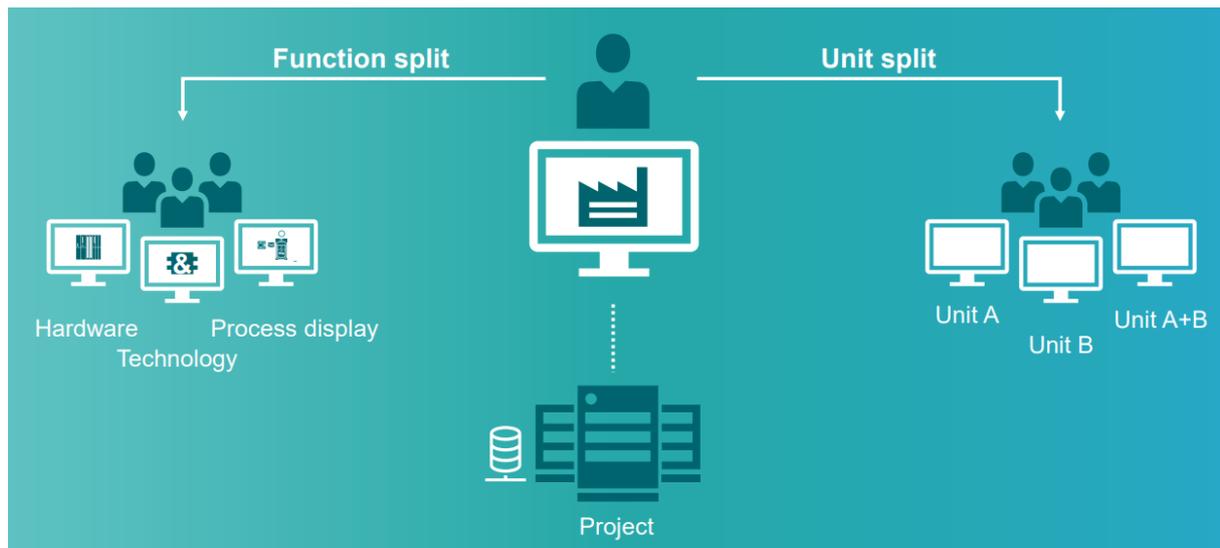


Figure IV. 29 : Flexibilité de l'ingénierie de PCS neo

- **Version du projet :** Le versionnage automatique du projet permet de revenir à n'importe quel état du projet à n'importe quel moment. [32]

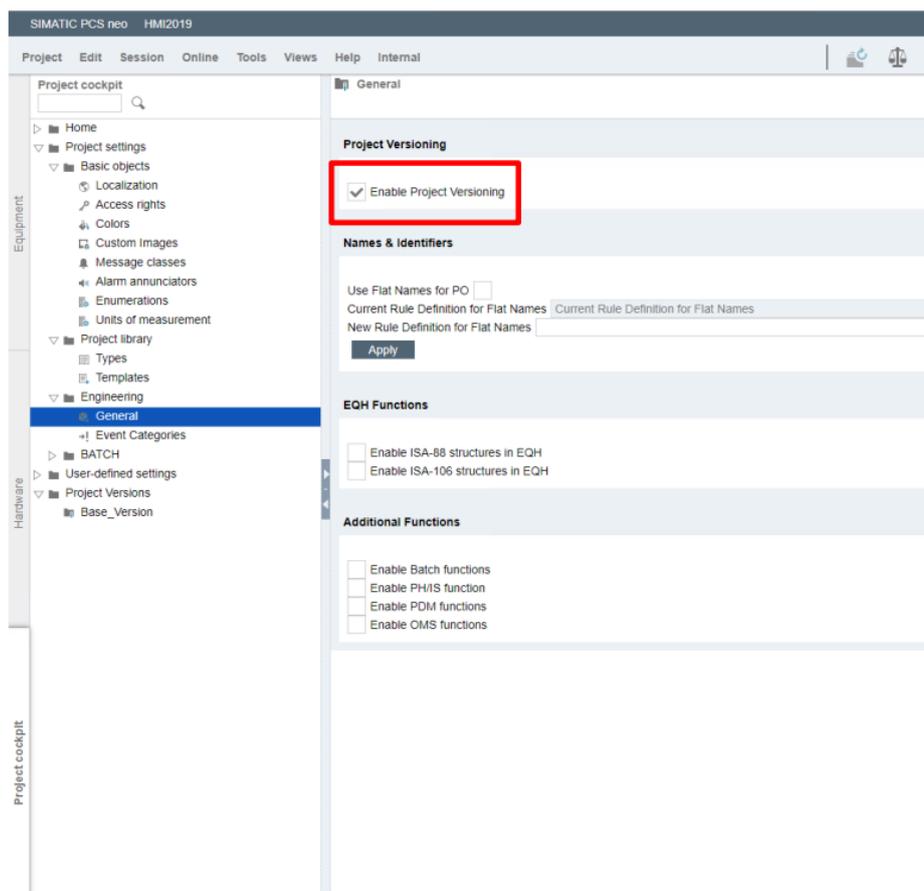


Figure IV.30 : Versionnage du projet sur PCS neo

IV.3.1.2.6. Numérisation

SIMATIC PCS neo permet la création d'une numérisation à l'identique de votre installation. Vous pouvez ainsi créer un jumeau numérique avec lequel vous avez à tout moment un accès complet et sécurisé à tous les états et toutes les données, ainsi qu'à l'ingénierie, à des simulations et à l'automatisation.

Ces informations sont mises de manière centralisée à la disposition de tous les utilisateurs. Au cœur du système, on trouve l'architecture système ouverte et une gestion des données orientée objet. [32]

IV.3.1.2.7. Cybersécurité :

La sécurité est une priorité absolue pour SIMATIC PCS neo. Les mesures de sécurité sont préconfigurées dès le départ pour assurer la sûreté des installations, la sûreté du réseau et l'intégrité du système. Vous pouvez également configurer des adaptations personnalisées. [32]

IV.3.1.3. Les limites du SIMATIC PCS neo V4.0 :

- 2000 POs par API (Process Object).
- 64000 POs par projet.
- 56/56 PLC par projet.
- 16 postes client par serveur.
- 8/8 (Single/redundant) M&C par server.
- 8000 POs par M&C. [33]

IV.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé le choix et les caractéristiques des automates programmables de Siemens proposés S7-400 (CPU 410-5H), S7-1200, les périphéries décentralisées et le logiciel de programmation associé SIMATIC PCS neo (V4.0). La constitution modulaire, la configuration matérielle et l'architecture réseau de notre système.

La présentation précédente du logiciel de programmation SIMATIC PCS neo et ces avantages, prépare le terrain en vue de l'application « programmation et supervision du pipeline d'Alger-Blida » qui fera l'objet du prochain chapitre.

Chapitre V :

Programmation et supervision

V.1. Introduction :

La programmation et la supervision de ce projet constitue une étape clé pour mettre en œuvre les fonctionnalités essentielles du système. Cette section explore les techniques et les langages de programmation utilisés, ainsi que les outils de supervision pour assurer un fonctionnement optimal. En combinant une conception efficace et une mise en œuvre rigoureuse, ce chapitre vise à garantir le bon déroulement du projet dans son ensemble.

V.2. La création d'un projet dans le PCS neo :

La création d'un projet quelconque sur PCS neo nécessite les étapes suivantes:

- 1) Ouvrir le logiciel.
- 2) L'accès à l'interface: Gestion des projets.
- 3) La création d'un projet comme le montre la figure V.1.
- 4) La création d'une session comme le montre la figure V.2.

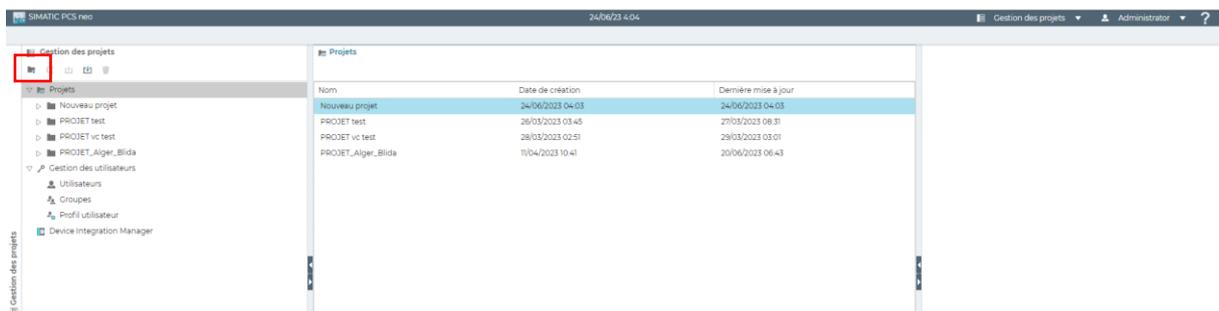


Figure V.1 : Création d'un nouveau projet sur PCS neo

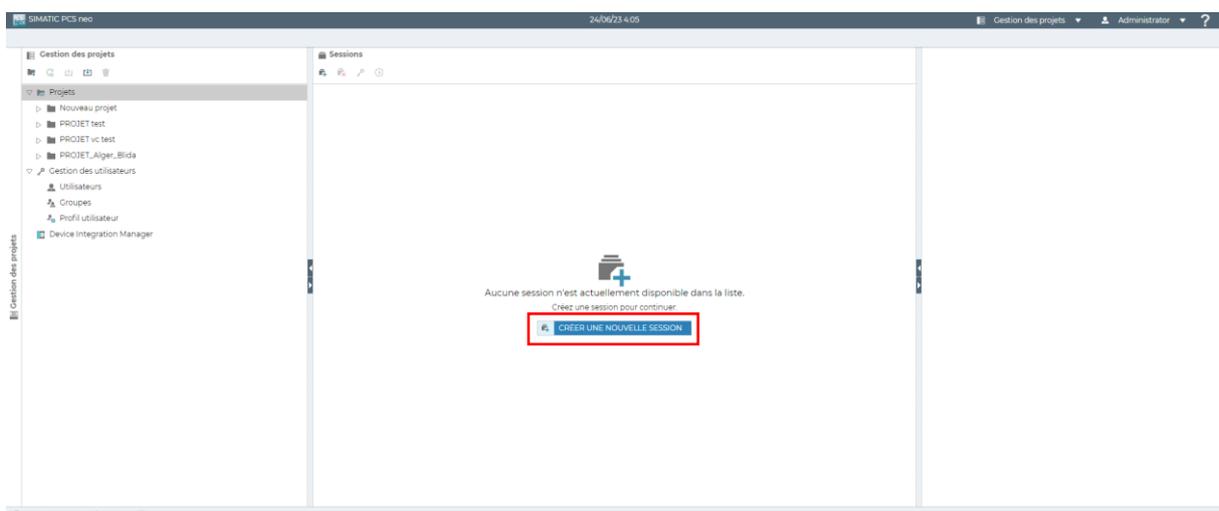


Figure V.2 : Création d'une nouvelle session

V.3. La configuration du système :

Cette étape se diffère d'un projet à un autre selon le système et les besoins, dans notre cas comme nous avons déjà cité le choix de la configuration monoposte tel qu'il faut :

- 1) Aller à gauche de la navigation exactement aux appareils puis à la liste des composants.
- 2) Cliquer sur « Baie serveur » et un choix au niveau de la bibliothèque des appareils va s'apparaître automatiquement.
- 3) Glisser la « Station monoposte » vers « Baie serveur » après avoir cliqué sur « Station PCS neo » puis « composants des appareils » comme le montre la figure V.3.
- 4) Glisser le module du logiciel « simulation » dans la « Station monoposte » pour pouvoir simuler après, comme le montre la figure V.4.

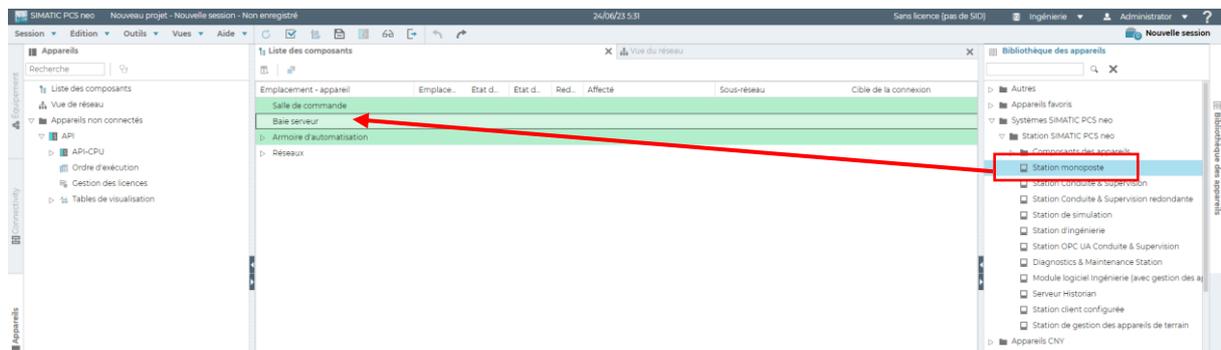


Figure V.3 : Insertion de la station monoposte

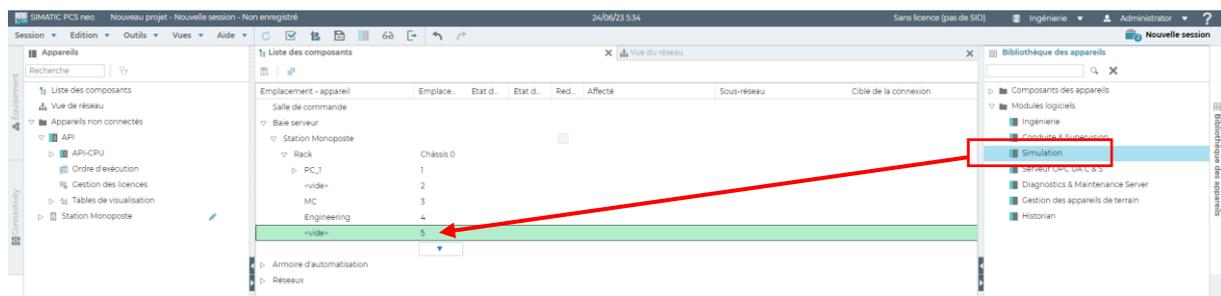


Figure V.4 : Insertion du module de logiciel de la Simulation

V.4. La configuration matérielle du process :

Elle se diffère selon le système, le choix de l'ingénieur et le type de l'industrie dont se fait l'automatisation du procédé industriel. Dans le but d'appliquer ce que nous avons déjà fait dans le chapitre précédant il faut suivre les étapes suivantes :

- 1) Glisser la CPU du contrôleur choisi vers « armoire d'automatisation » comme

le montre la figure V.5.

- 2) Glisser le module d'alimentation choisi comme dans la figure V.6.
- 3) Insertion de la périphérie décentralisée choisie comme dans la figure V.7.
- 4) L'affectation de la périphérie décentralisée à son API comme dans la figure V.8.
- 5) Ajouter les modules d'E/S du RIO selon le choix et le bilan d'E/S du système à automatiser qui est au niveau de la figure V.9.

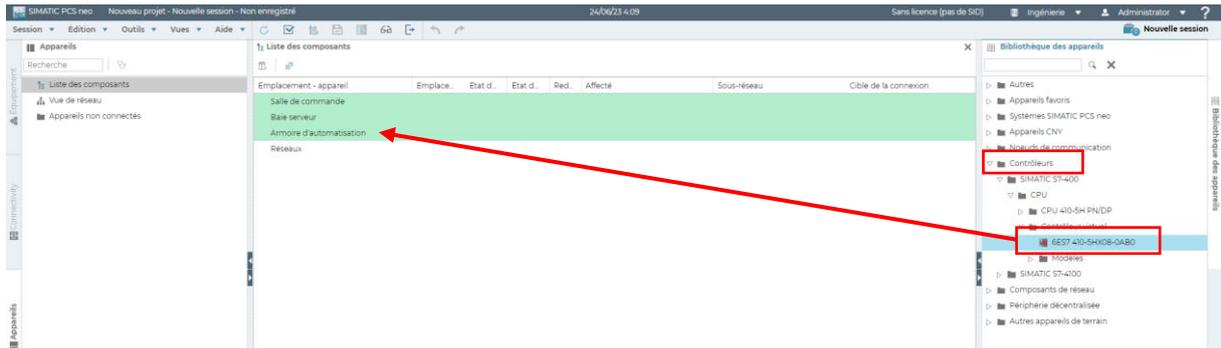
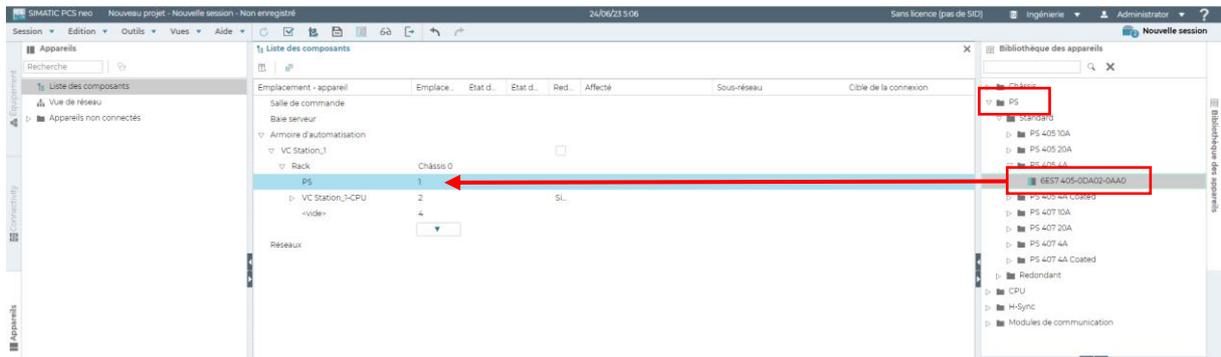


Figure V.5 : Insertion des contrôleurs



Figur V.6 : Insertion de l'aliment

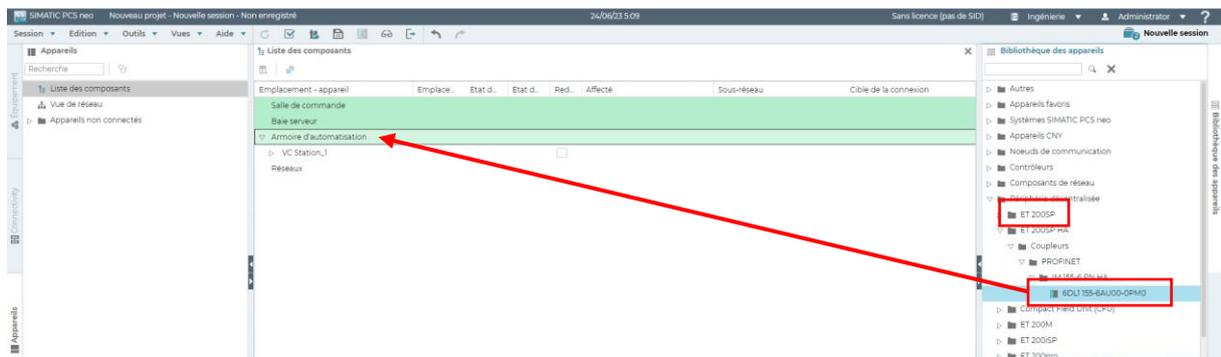


Figure V.7 : Insertion de la périphérie décentralisée

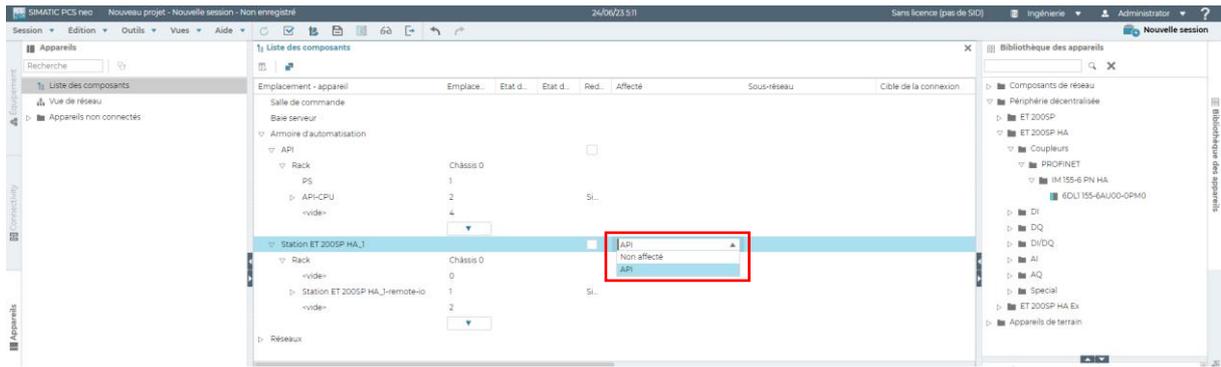


Figure V.8 : Affectation du RIO à son API

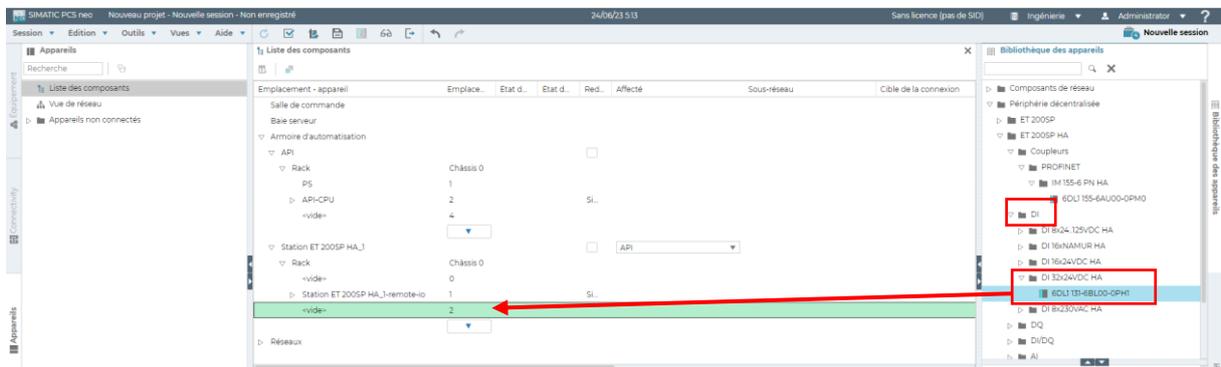


Figure V.9 : Ajout des modules d'E/S au RIO

V.5. L'architecture réseau du système :

Elle lie les constituants du système à travers les adresses IP tel qu'il y a trois niveaux : Terminal Bus, Plant Bus et Field Bus comme le montre les figures suivantes :

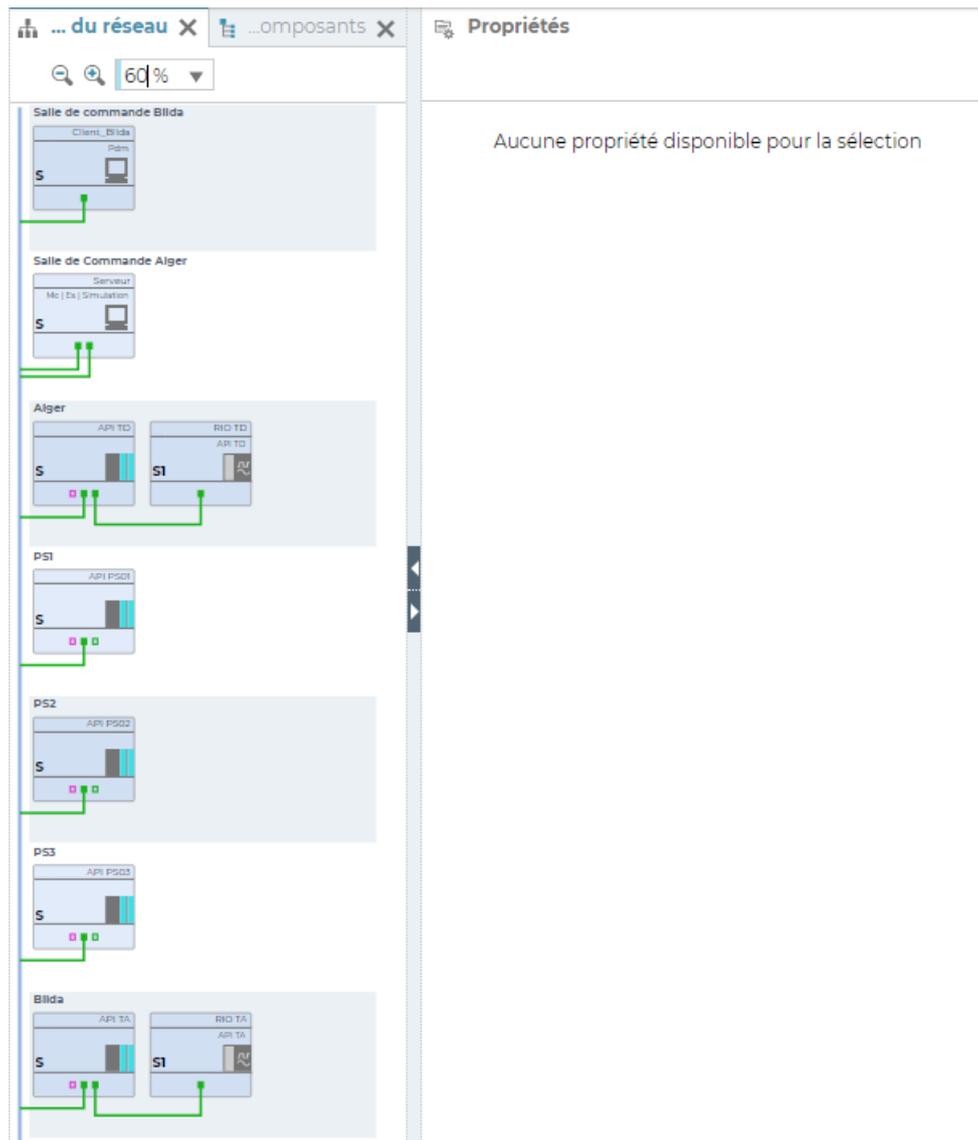


Figure V.10 : L'architecture réseau du système

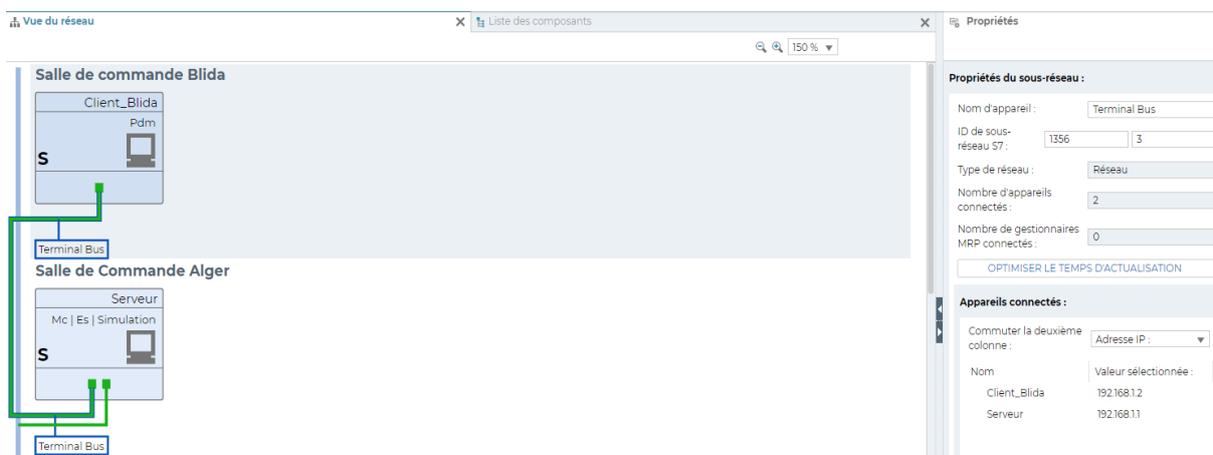


Figure V.11 : Terminal Bus

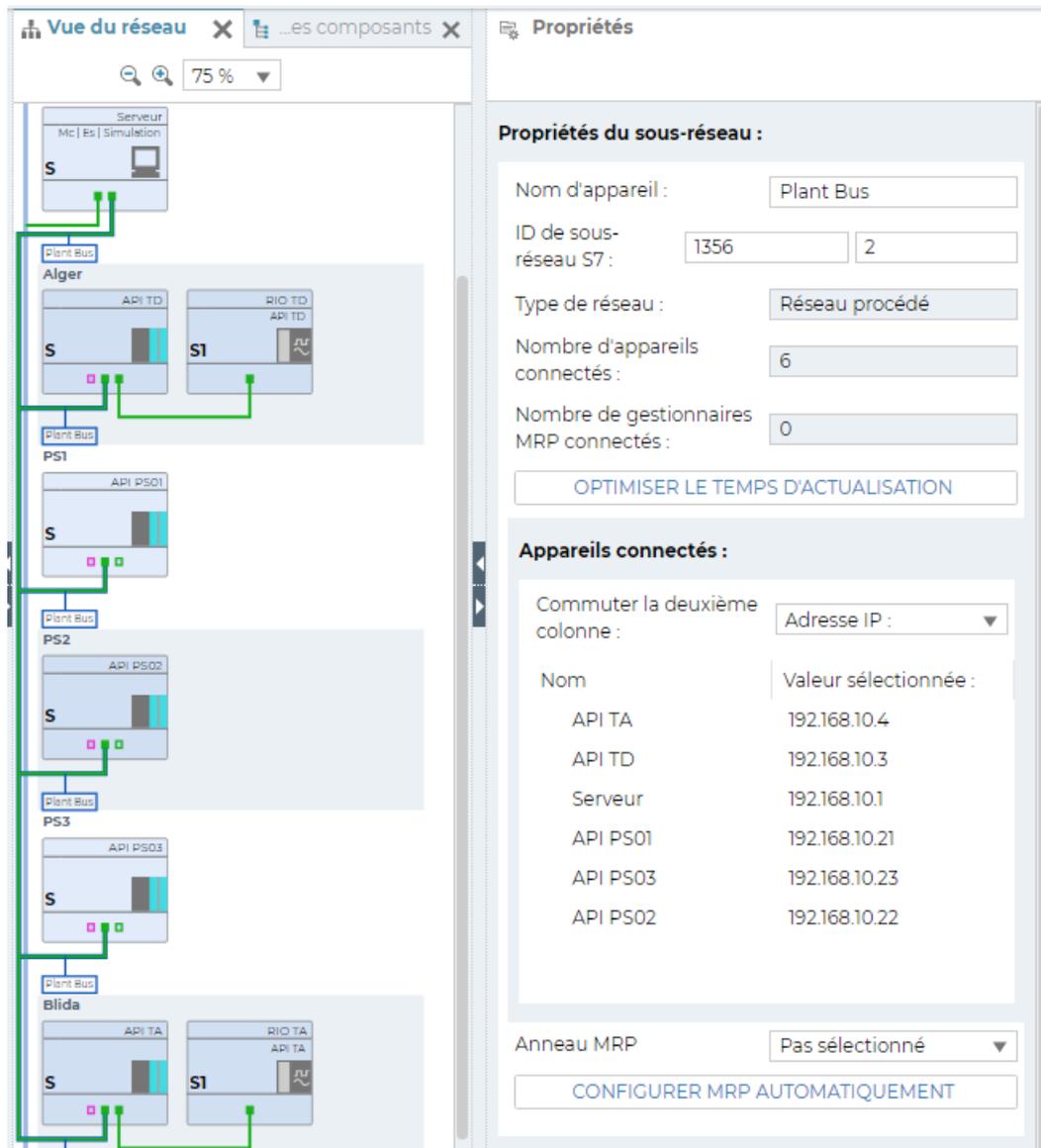


Figure V.12 Plant Bus



Figure V.13 : Field Bus Alger

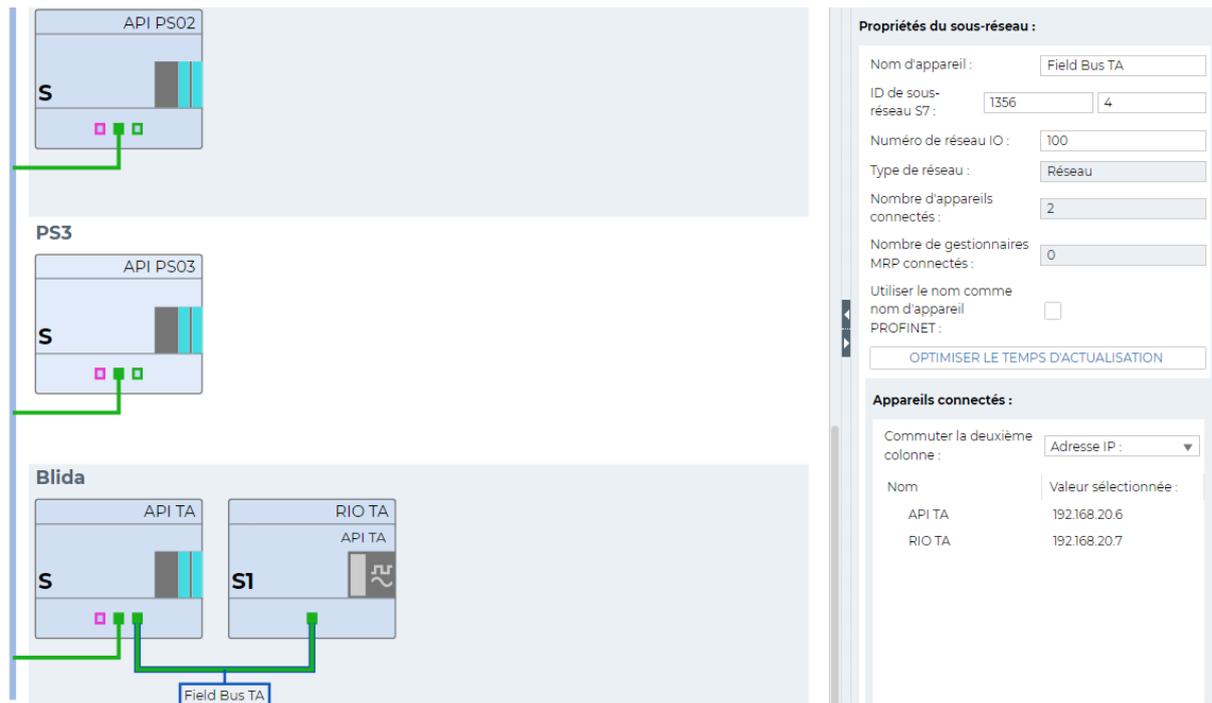


Figure V.14 : Field Bus Blida

V.6. La supervision :

C'est l'interface homme/machine qui s'effectue directement au niveau du PCS neo comme suit :

- 1) Aller à gauche de la navigation exactement à « équipement » puis ajouter un dossier et un écran en cliquant sur « synoptique » comme le montre la figure V.15 et V.16
- 2) L'interface de la supervision est montrée dans la figure V.17 où il y a à droite tous les objets prédéfinis et les modèles pour la conception d'une interface homme/machine selon le processus.

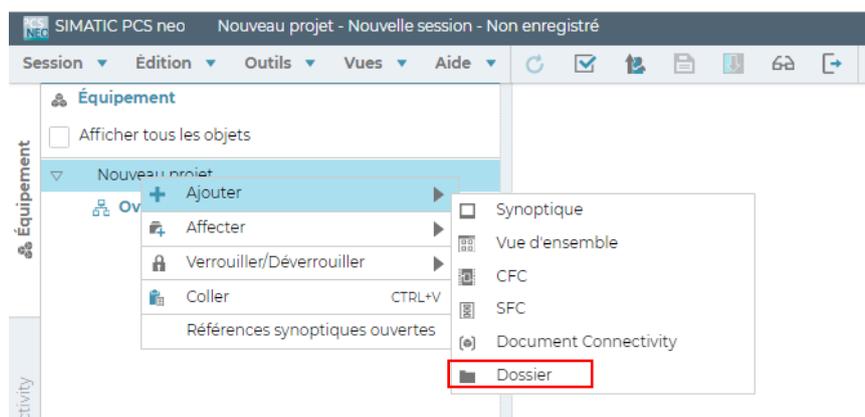


Figure V.15 : Insertion de dossier

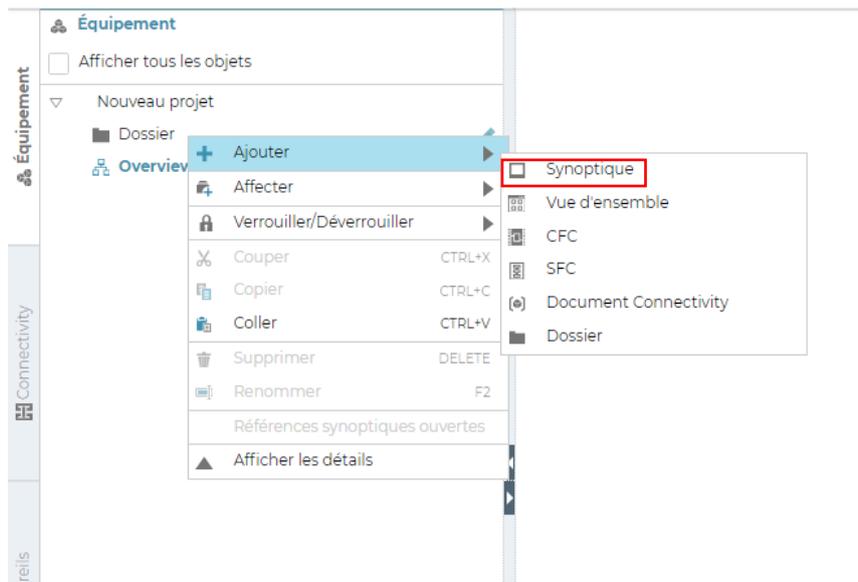


Figure V.16 : Insertion d'une vue synoptique

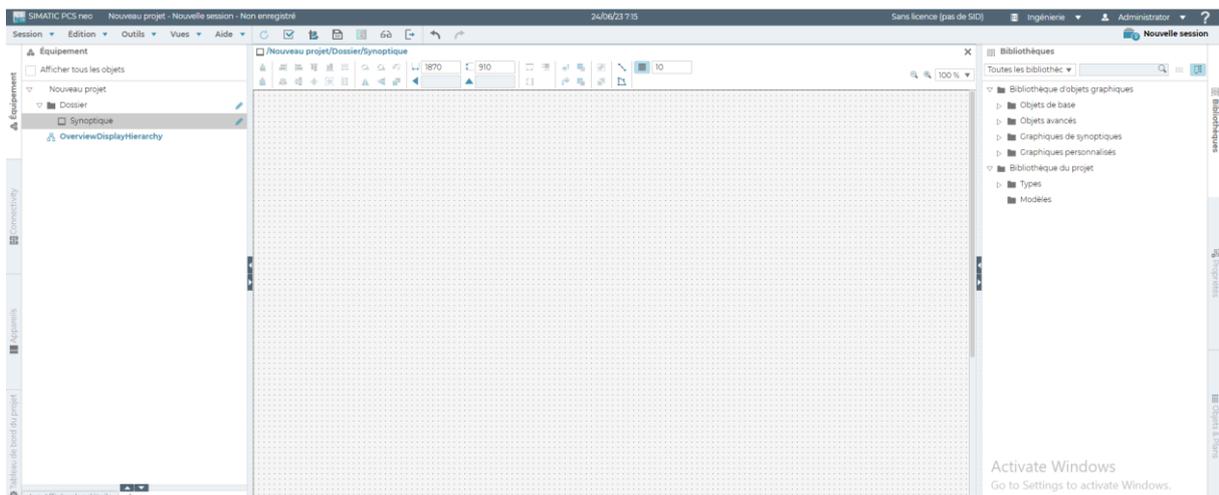


Figure V.17 : Vue synoptique

Pour notre canalisation les vues synoptiques des deux stations de départ et d'arrivée plus les postes de sectionnement sont montrés dans les figures V.18 V.19 et V.20.

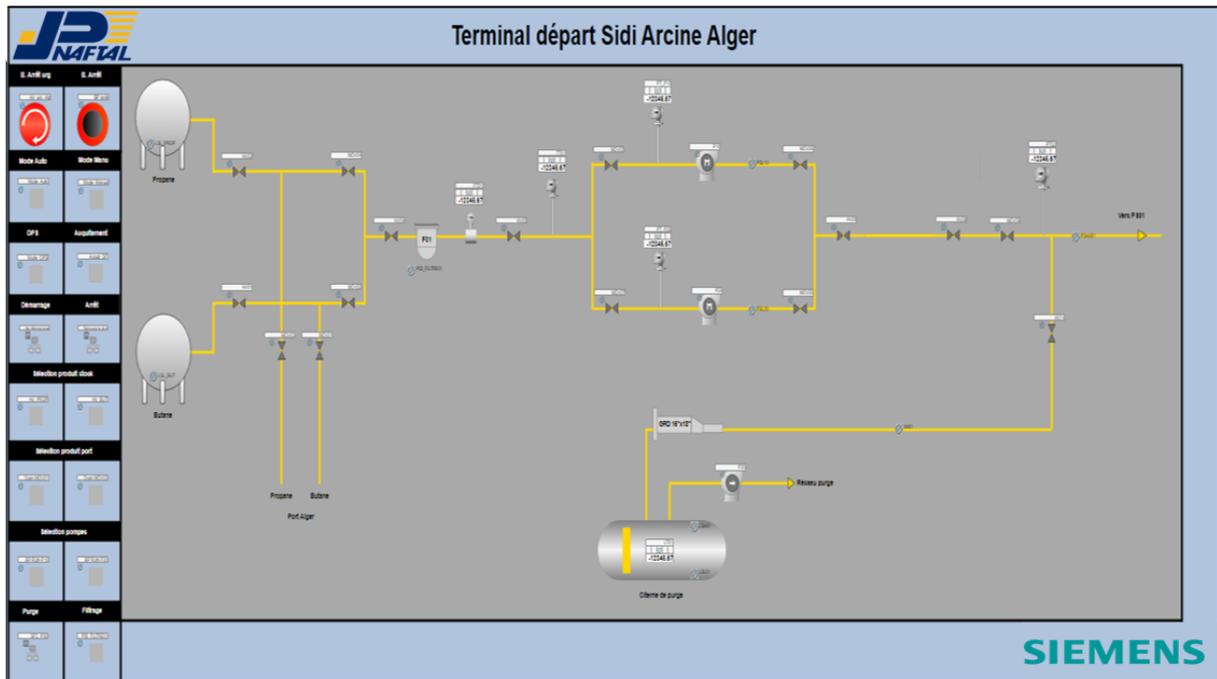


Figure V.18 : Vue synoptique d'Alger

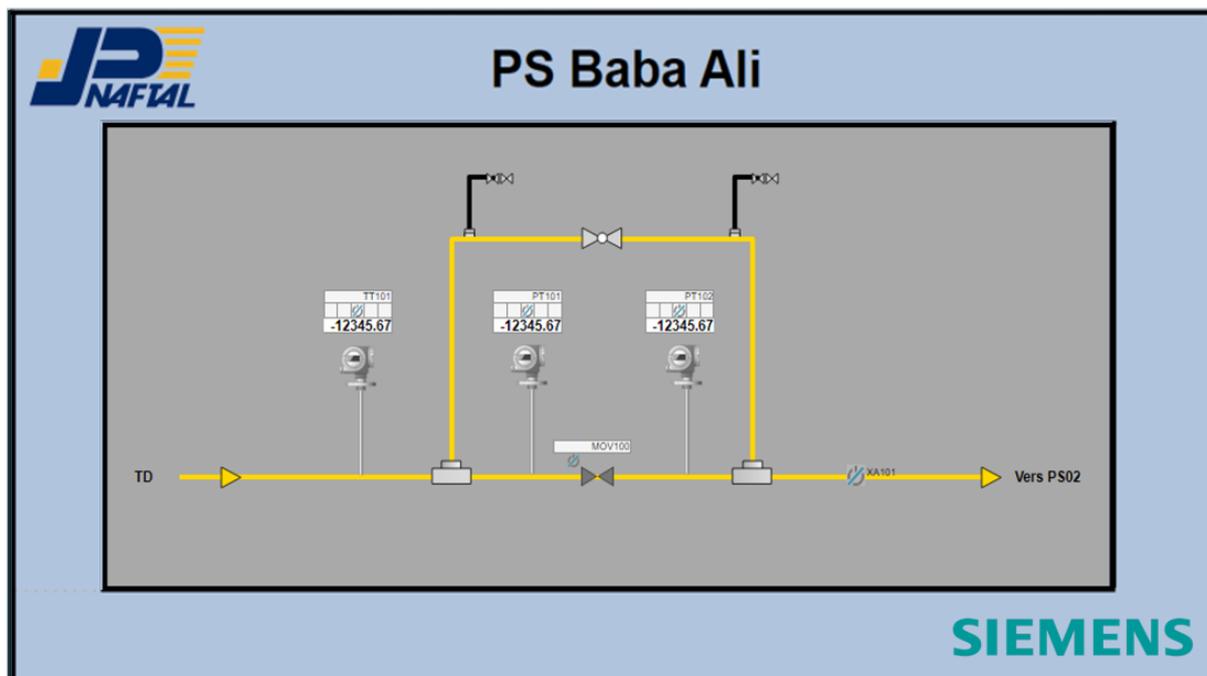


Figure V.19 : Vue synoptique PS

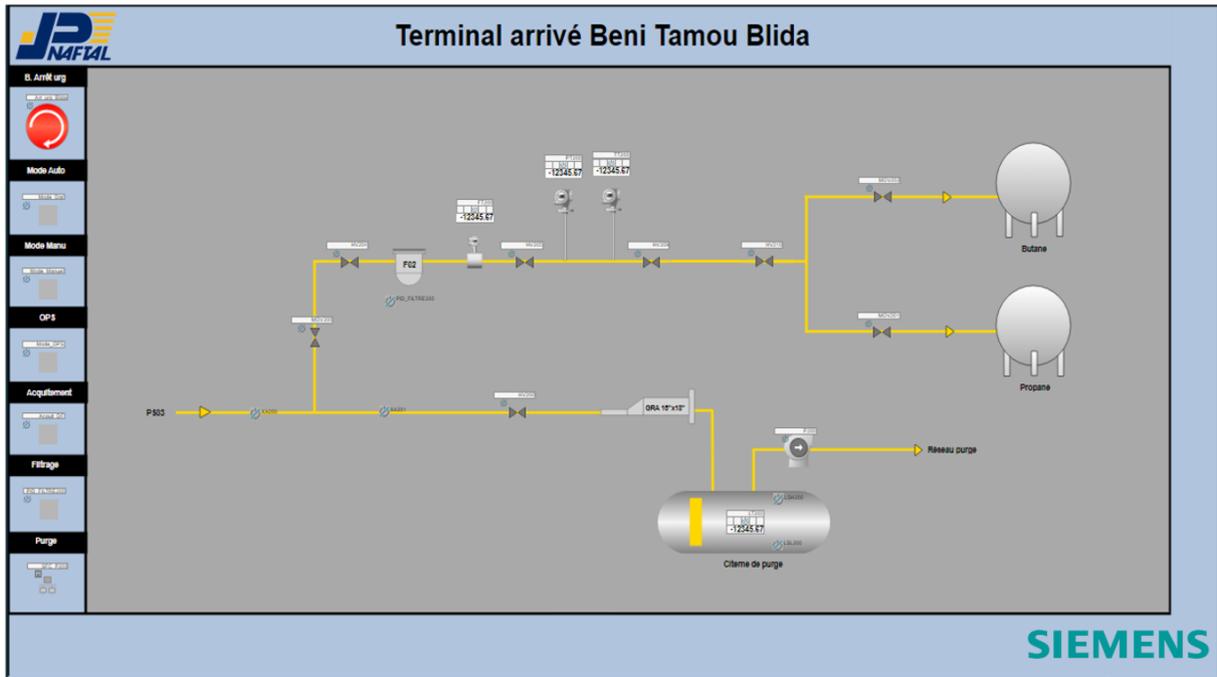


Figure V.20 : Vue synoptique de Blida

V.7. La programmation :

V.7.1. Langage de programmation CFC :

Un diagramme CFC est un objet dans lequel sont enregistrée des étapes de processus s'exécutant de manière continue. CFC signifie "Continuous Function Chart". La base de la programmation sont des blocs prédéfinis dans des bibliothèques à interconnecter. Les CFC sont édités dans l'ingénierie CFC. [34]

Les diagrammes CFC sont repérés à l'aide de l'icône suivante 

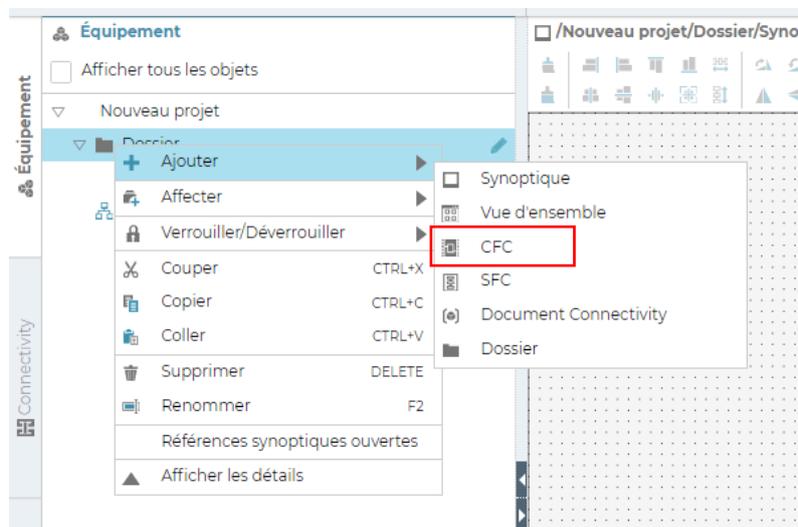


Figure V.21 : Ajout d'un CFC

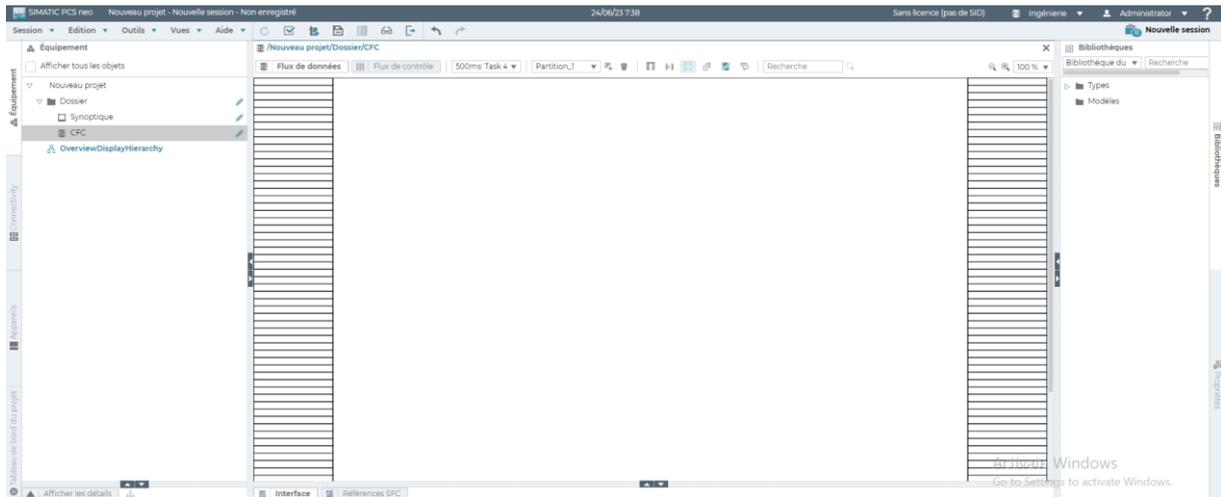


Figure V.22 : Vue d'un CFC

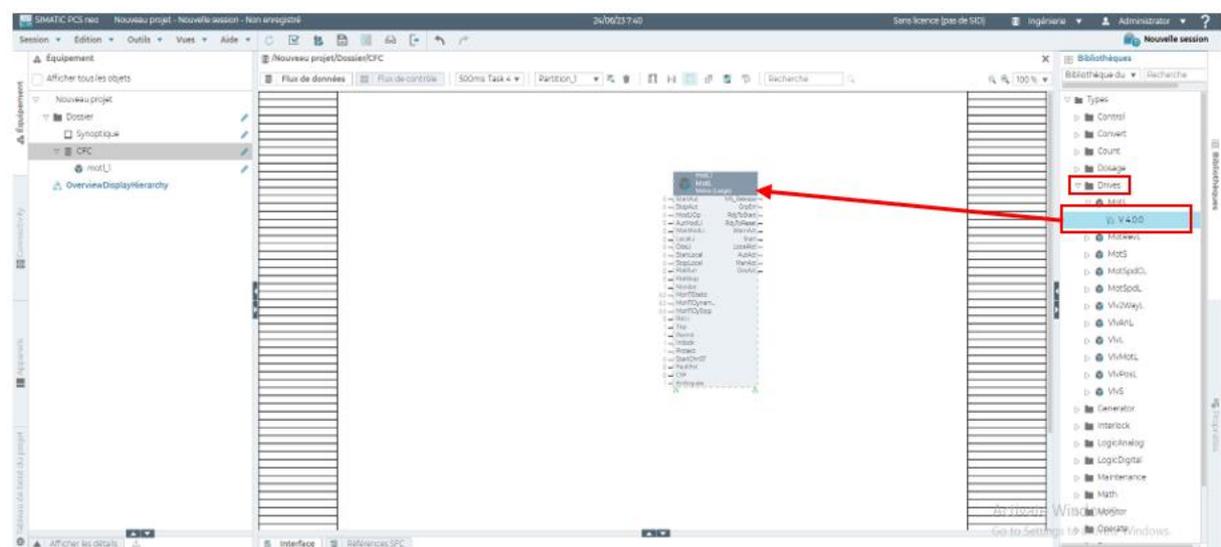


Figure V.23 : Ajout d'un instrument

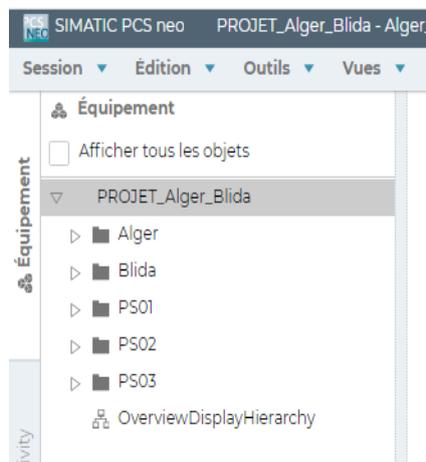


Figure V.24 : Organisation des dossiers

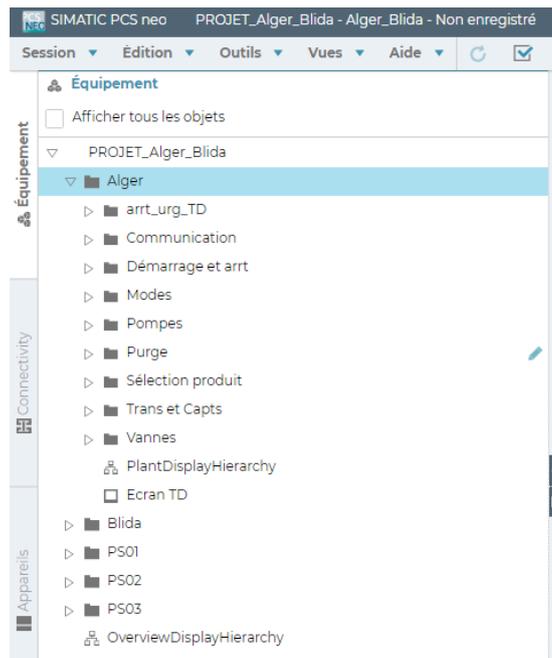


Figure V.25 : Organisation des instruments

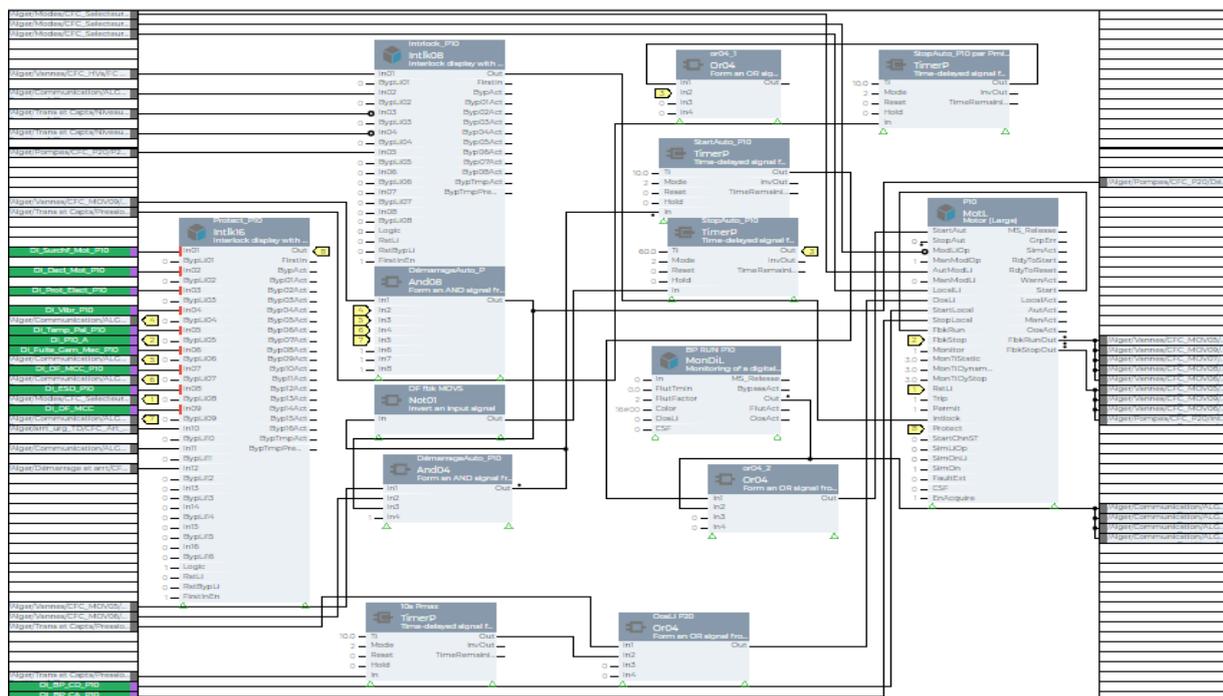


Figure V.26 : CPC Pompe 10

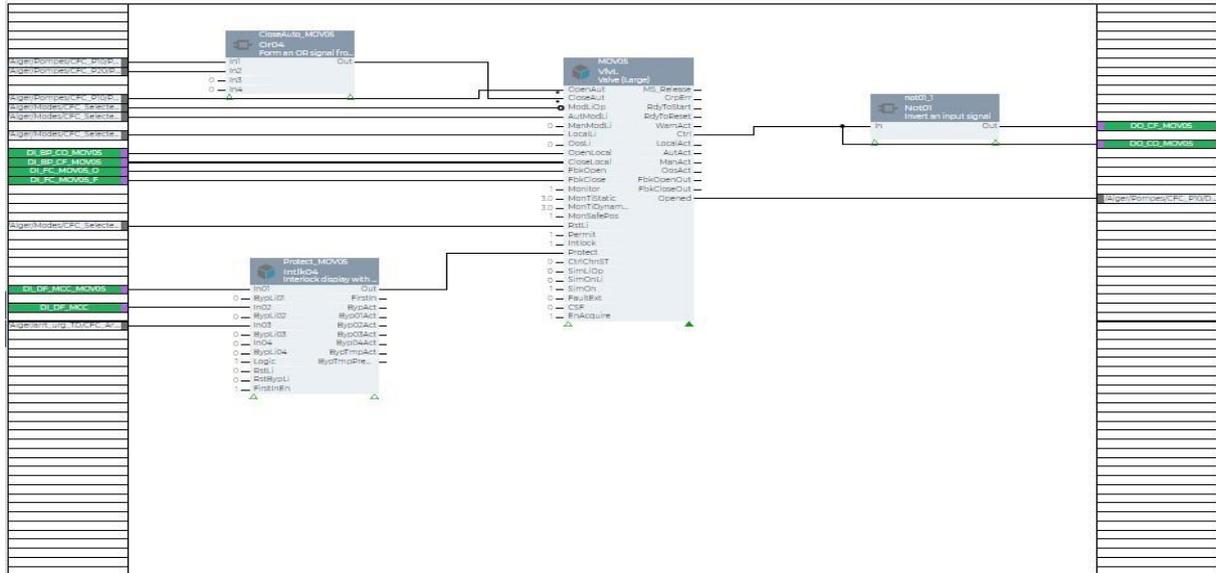


Figure V.27 : CFC vanne motorisée MOV05

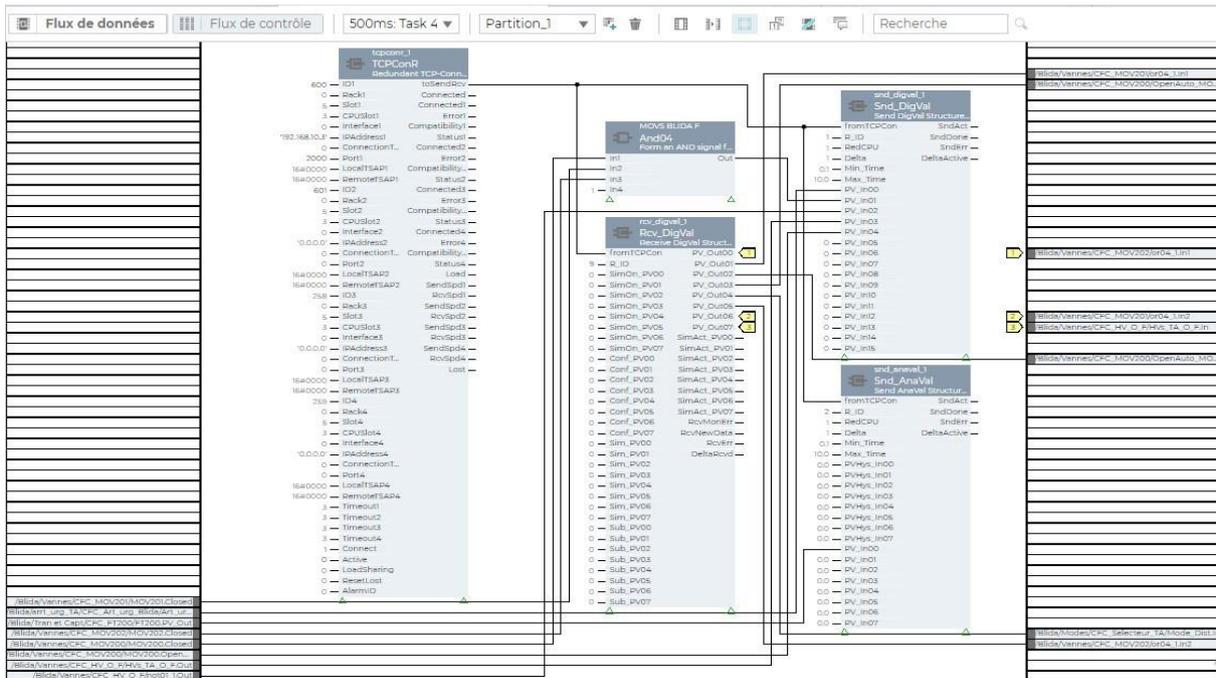


Figure V.28 : CFC communication Blida/Alger

V.7.2. Le langage de programmation SFC :

Un SFC (Sequential Function Chart) est un objet avec lequel vous programmez l'exécution d'un processus. Un SFC permet de représenter les étapes d'un processus continu et d'intégrer l'exécution de blocs de programme en fonction d'un état ou d'un événement.

Un SFC contient un ou plusieurs diagrammes séquentiels. Il permet de programmer et connecter des blocs. [35]

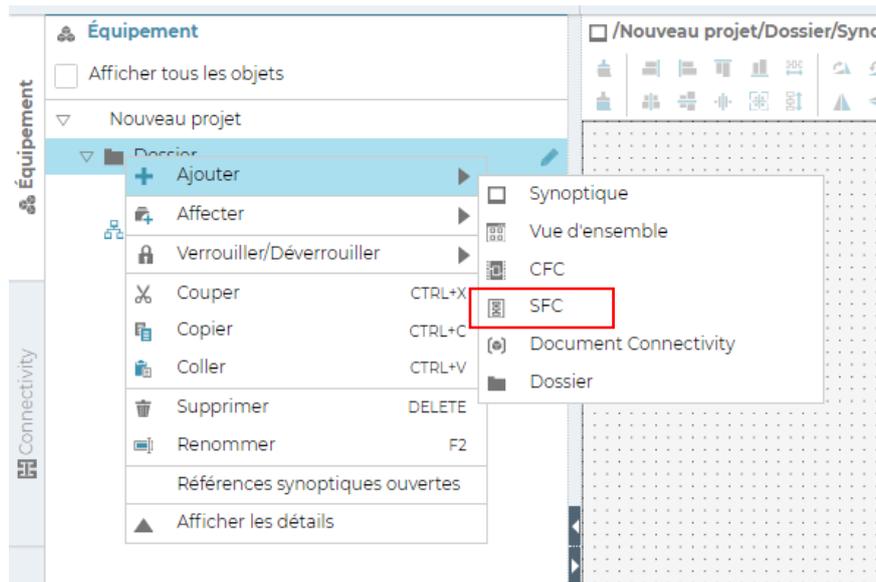


Figure V.29 : Ajout d'un SFC

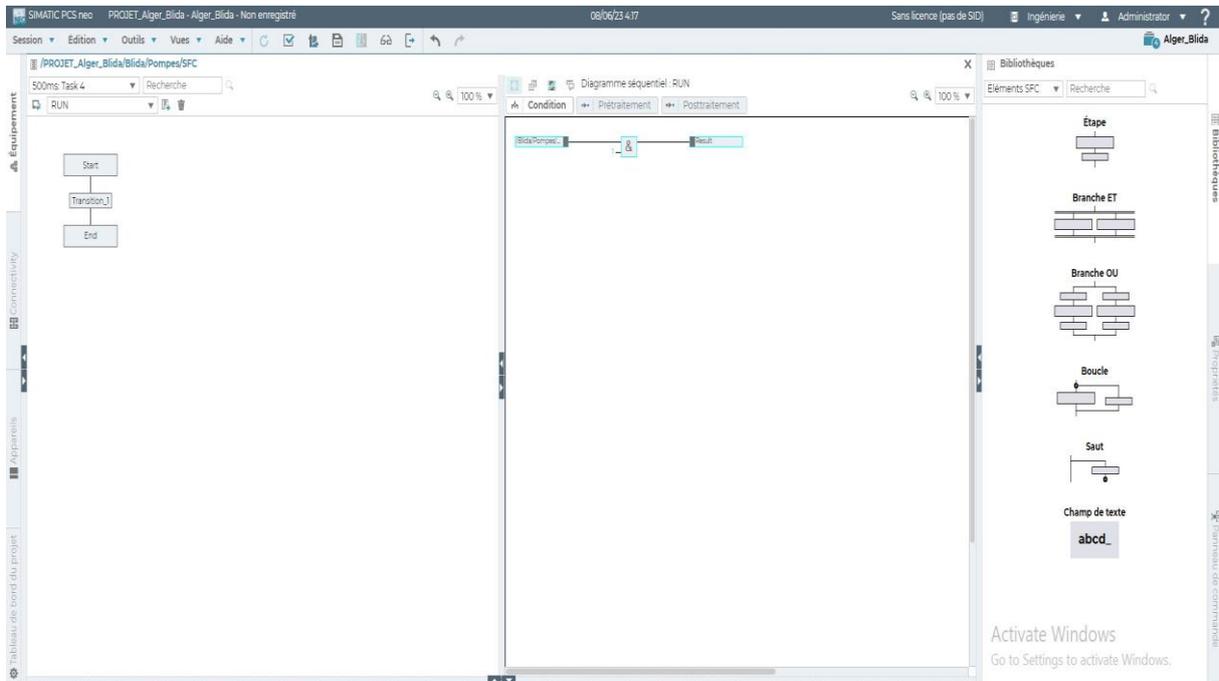


Figure V.30 : Vue SFC

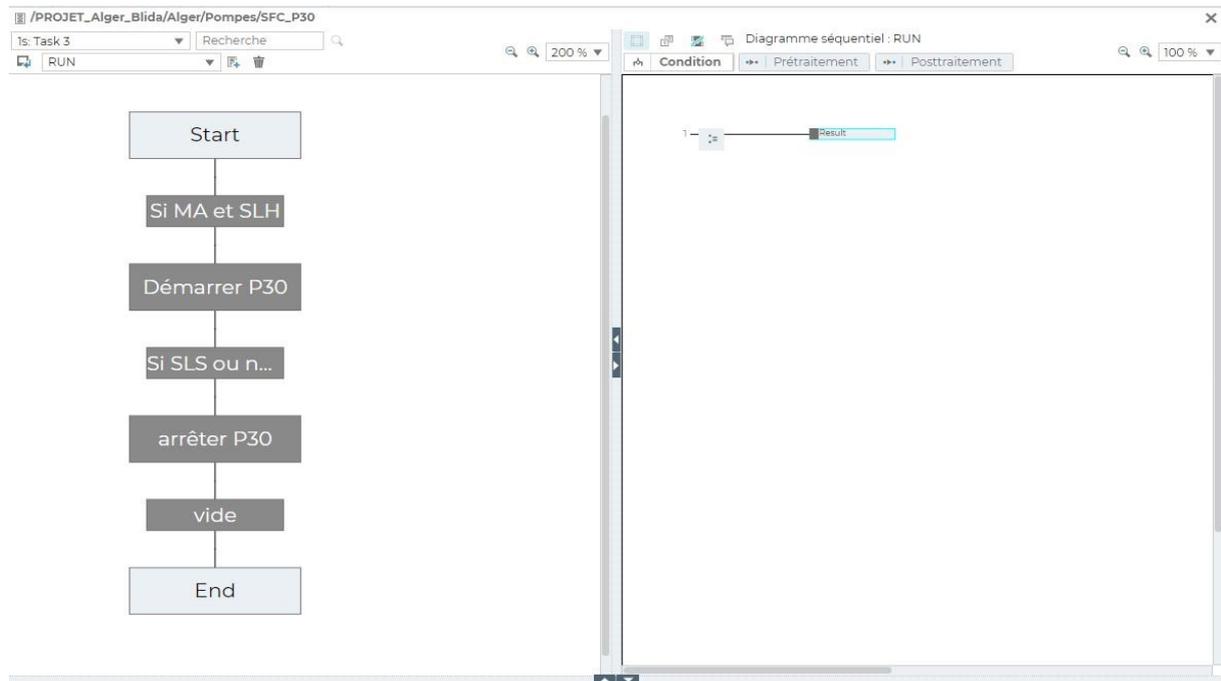


Figure V.33 : SFC de la purge

V.8. La simulation :

Nous avons testé le programme que nous avons fait au contrôleur virtuel (VC : Virtual Controller) tel qu'il faut :

- 1) Démarrer VC à partir de l'API que nous souhaitons exécuter le programme en utilisant son unité centrale CPU comme dans la figure V.34 et vérifier s'il est en RUN comme est montré dans la figure V.35.
- 2) Faire un chargement initial (Initial Load) des modifications du programme comme dans la figure V.36.
- 3) Changement du mode d'ingénierie vers le mode conduite et supervision (M&C : Monitoring & Control) pour pouvoir faire des tests, simuler ou juste voir la vue synoptique connectée avec le programme. Voir figure V.37.

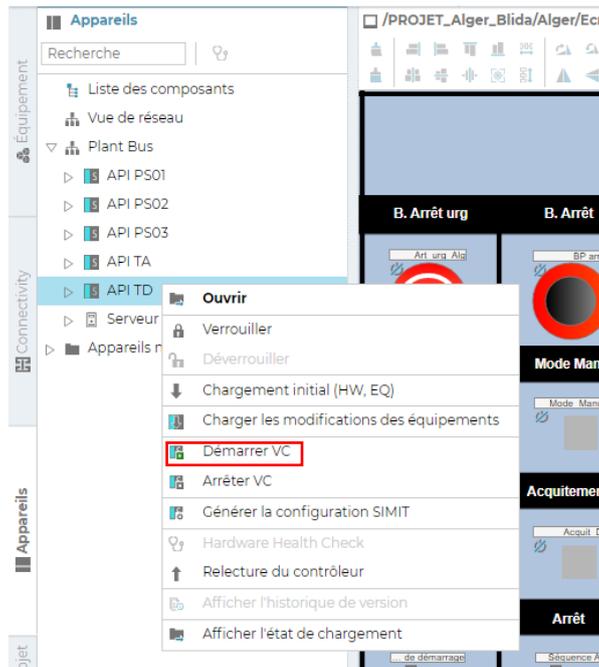


Figure V.34 : Démarrage du VC

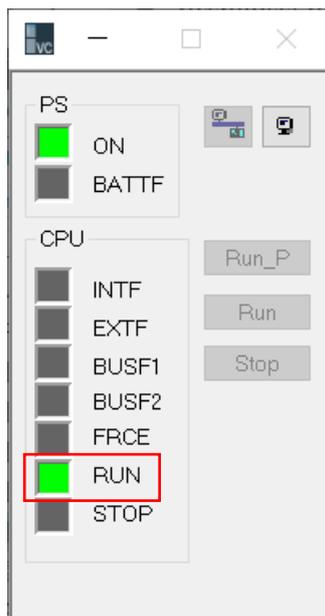


Figure V.35 : VC en RUN

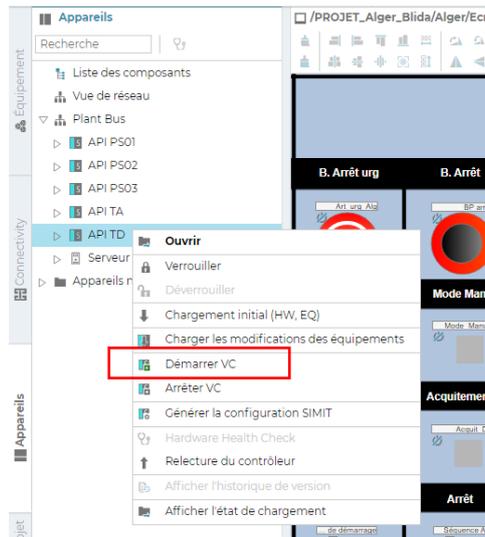


Figure V.36 : Chargement initial dans le VC

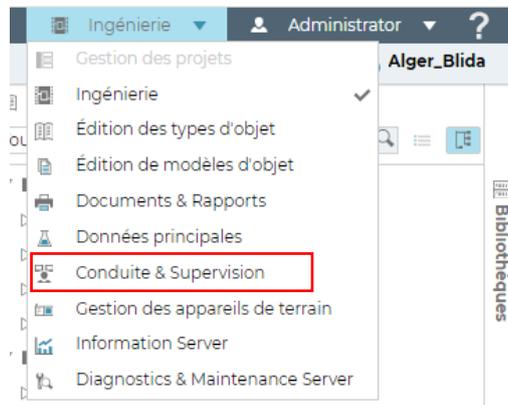


Figure V.37 : Changement vers le mode M&C

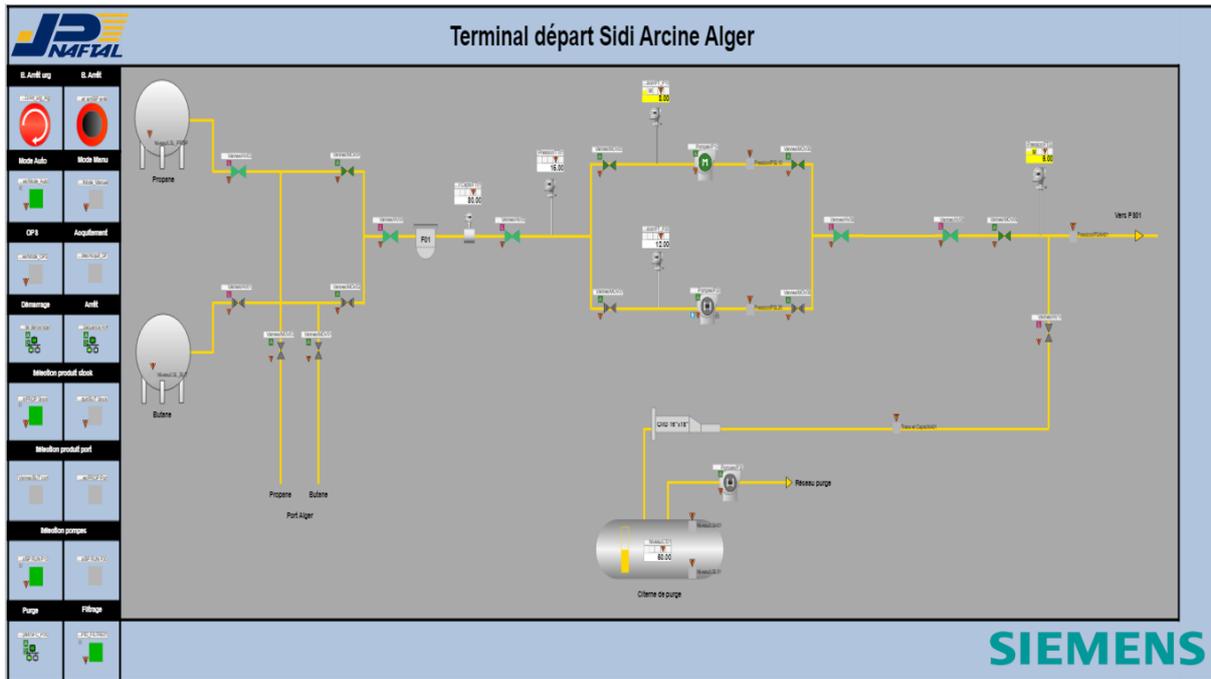


Figure V.38 : Simulation du TD

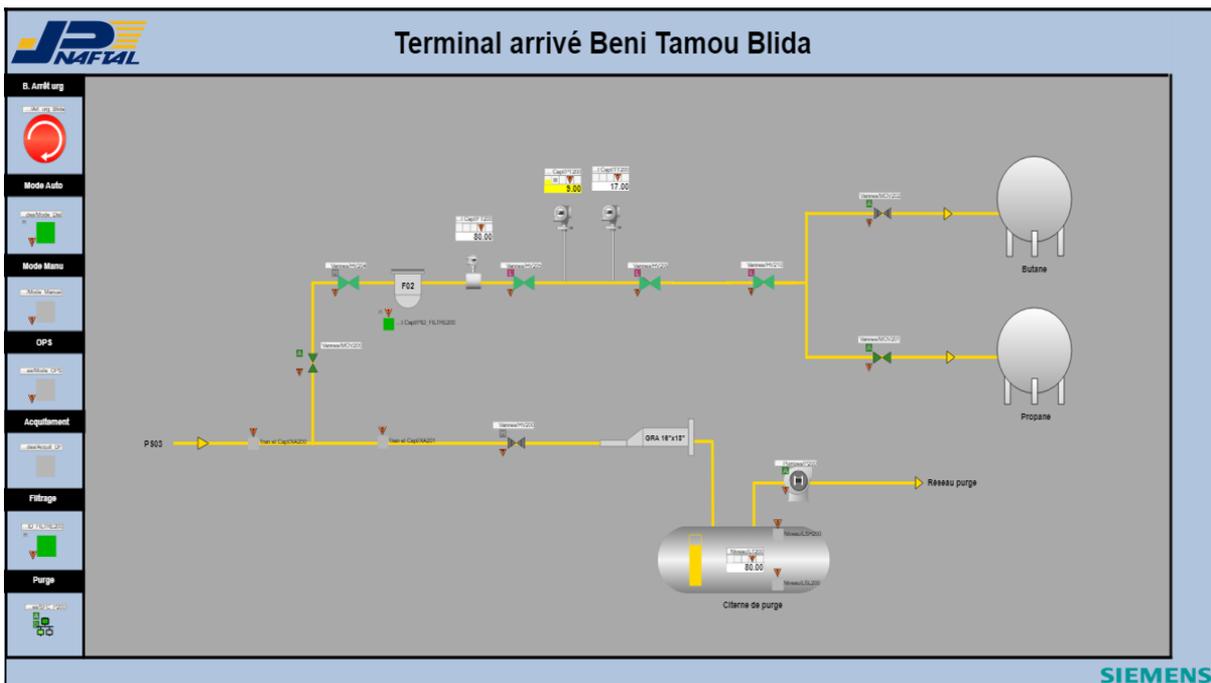


Figure V.39 : Simulation du TA

P.	S.	Time stamp	Name	A.	Message text	Proc.	Path	Tag description
		2023-06-07 03:55:41.007	Niveau/LSH01		Out - Binary value set			
		2023-06-07 03:52:06.929	Modes/Mode_Auto		Out - Binary value set			
		2023-06-07 03:29:15	PS02/PT101	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS02/PT101	
		2023-06-07 03:29:15	PS02/PT102	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS02/PT102	
		2023-06-07 03:29:15	PS02/PT102	LL	PV - LL limit violated 10.00	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS02/PT102	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/TT101	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/TT101	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/TT101	LL	PV - LL limit violated 10.00	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/TT101	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/PT101	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/PT101	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/PT101	LL	PV - LL limit violated 10.00	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/PT101	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/PT102	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/PT102	
		2023-06-07 03:29:15	PS01/PT102	LL	PV - LL limit violated 10.00	0.00	/PROJET_Alger_BldA/PS01/PT102	
		2023-06-07 03:29:15	Régulation/pdco...	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/Alger/Régulation/pdco...	
		2023-06-07 03:29:15	Régulation/pdco...	LL	PV - LL limit violated 10.00	0.00	/PROJET_Alger_BldA/Alger/Régulation/pdco...	
		2023-06-07 03:29:15	Régulation/PID01	LLL	PV - LLL limit violated 500	0.00	/PROJET_Alger_BldA/Alger/Régulation/PID01	

Figure V.40 : Vue des alarmes

V.9. Conclusion :

Nous avons consacré ce chapitre à :

- La création d'un projet sur PCS neo.
- La configuration du système.
- La configuration matérielle.
- L'architecture réseau.
- Les vues synoptiques
- Les langages de programmation.
- La simulation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et la supervision du gazoduc du GPL d'Alger-Blida de NAFTAL en remplaçant la commande obsolète existante à base d'anciens automates programmables de Siemens qui tombent continuellement en panne et ne sont plus commercialisés de nos jours et les révoqués par les nouvelles technologies.

D'abord, nous avons décrit dans un premier temps les produits refoulés d'Alger vers Blida, et nous avons présenté la chaîne de transfert qui comprend un terminal de départ, trois (03) postes et un terminal d'arrivée d'une manière générale, puis l'instrumentation projetée dans le système.

Ensuite, nous avons établi une analyse fonctionnelle du système, suivie par la solution hardware/software détaillée proposée en prenant en compte la technologie et l'environnement de travail, après avoir établi le bilan d'entrées/sorties des stations. Nous avons proposé la configuration du nouveau système et son architecture réseau liant tous des automates programmables et les périphériques décentralisés tout au long de la distance entre le centre vrac d'Alger et le centre vrac de Blida.

La nouvelle solution qui comprend le programme et la supervision est à base des gammes SIMATIC S7-400, S7-1200, les périphériques décentralisés ET 200SP HA et le logiciel SIMATIC PCS neo.

Pour clôturer notre travail, nous avons effectué une série de tests en simulation sur le PCS neo à travers le contrôleur virtuel (VC : Virtual controller), pour s'assurer du bon fonctionnement de nos programmes, ce qui a permis de valider notre travail.

Enfin, cette expérience a été enrichissante, elle nous a permis de découvrir le monde professionnel, et nous a offert une bonne préparation à notre future intégration dans le monde industriel.

Bibliographie

- [1] Siemens, «Siemens Report for fiscal,» 2022. [En ligne]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:19bbc110-8533-46e4-a27e-ec128d1d1434/Annual-Financial-Report-FY2022.pdf>. [Accès le 01 Avril 2023].
- [2] C. d. presse, «Siemens fête ses 60 ans de présence en Algérie,» 05 Décembre 2022. [En ligne]. Available: <https://www.algerie360.com/siemens-fete-ses-60-ans-de-presence-en-algerie/>. [Accès le 02 04 2023].
- [3] NAFTAL, «A propos de NAFTAL,» [En ligne]. Available: <https://www.naftal.dz/fr/index.php/a-propos-de-naftal>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [4] «Gaz de pétrole liquéfié,» 21 Avril 2023. [En ligne]. Available: <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-de-petrole-liquefies-gpl>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [5] «Définition du propane,» [En ligne]. Available: <https://gaz-tarif-reglemente.fr/lexique-gaz/definition-propane.html>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [6] «Définition du butane,» [En ligne]. Available: <https://gaz-tarif-reglemente.fr/lexique-gaz/definition-butane.html>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [7] «Stockage du GPL,» [En ligne]. Available: <http://formationpropane.com/www/servicesweb2/sites>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [8] «Composants des réseaux de transport par canalisation,» [En ligne]. Available: <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Transport-par-canalisation-page-2.html>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [9] «Instrument,» [En ligne]. Available: <https://www.universalis.fr/encyclopedie/instrument/>. [Accès le 20 03 2023].
- [10] «Chap. II : Capteurs et transmetteurs,» 2006. [En ligne]. Available: [http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202\)%20Capteurs.pdf](http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202)%20Capteurs.pdf). [Accès le 20 Mars 2023].
- [11] «QU'EST-CE QUI EST UN P&ID?,» 01 Mars 2017. [En ligne]. Available: <https://www.pirobloc.com/fr/blog-fr/quest-ce-qui-est-un-p-id-piping-and-instrumentation-diagram/>. [Accès le 03 Avril 2023].

- [12] *Analyse fonctionnelle. Ancienne documentation du projet*, 1989.
- [13] Siemens, «Gammes d'automates programmable de Simens,» [En ligne]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems.html>. [Accès le 03 avril 2023].
- [14] Siemens, «Siemens S7-400,» [En ligne]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-400.html>. [Accès le 30 mars 2023].
- [15] Siemens, «Distributed process I/O: maximum availability and flexibility,» [En ligne]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/process-control/dcs-hardware/distributed-peripheral.html#SIMATICET200distributedIO>. [Accès le 05 avril 2023].
- [16] Siemens, «Système de périphérie décentralisée ET 200SP HA,» [En ligne]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/000/109781000/att_1027217/v1/et200sp_ha_system_manual_fr-FR_fr-FR.pdf. [Accès le 05 avril 2023].
- [17] Siemens, «Système de périphérie décentralisée ET200SP HA,» [En ligne]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/478/109802478/att_1081403/v1/et200sp_ha_system_en-US_en-US.pdf. [Accès le 02 Avril 2023].
- [18] Siemens, «Product overview for SIMATIC S7-1200,» [En ligne]. Available: <https://www.generationrobots.com/media/SIEMENS-SIMATIC-S7-1200-product-overview.pdf>. [Accès le 08 avril 2023].
- [19] Siemens, «CPU 410-5H Process Automation,» [En ligne]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/822/74736822/att_82023/v1/S7_400_h_fr_fr-FR.pdf. [Accès le 04 Avril 2023].
- [20] Siemens, «PS 405 4A,» [En ligne]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/ww/Catalog/Product/6ES7405-0DA01-0AA0>. [Accès le 03 Avril 2023].
- [21] Siemens, «SITOP PSU200M,» [En ligne]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6ep1333-3ba10/sitop-psu200m-1-2ac-24vdc-5a?pid=86408&mlfb=6EP1333-3BA10&mfn=ps&lc=fr-FR>. [Accès le 03 Avril 2023].

- [22] Siemens, «TIA Selection Tool – quick, easy, smart configuration,» [En ligne]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/tia/tia-selection-tool.html>. [Accès le 05 Avril 2023].
- [23] «KIT de survie de chef de projet,» [En ligne]. Available: <http://www.yannvidal.com/wordpress/pdf/kit2survie.pdf>. [Accès le 05 Mai 2023].
- [24] Siemens, «Domaine controleur,» [En ligne]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/811/109780811/att_1026566/v1/Main_Siche rheitskonzept_SIMATIC_b_en-US.pdf. [Accès le 05 Mai 2023].
- [25] «Client-serveur,» [En ligne]. Available: <https://www.capterra.fr/glossary/743/clientserver>. [Accès le 05 Mai 2023].
- [26] «Ethernet industriel : l'essentiel à savoir,» [En ligne]. Available: <https://iotindustriel.com/autres/guides-de-choix-et-definitions/ethernet-industriel-lessentiel-a-savoir/>. [Accès le 06 Mai 2023].
- [27] «PROFINET : la norme de communication sécurisée dans les réseaux industriels,» [En ligne]. Available: <https://www.burkert.fr/fr/services-et-assistance/Telechargement-et-Information/glossaire/PROFINET-la-norme-de-communication-securisee-dans-les-reseauxindustriels#:~:text=PROFINET%20est%20une%20norme%20de,syst%C3%A8mes%20de%20bus%20de%20terrain>. [Accès le 06 Mai 2023].
- [28] «Informatique : Fibre optique,» [En ligne]. Available: <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-fibre-optique-18133/>. [Accès le 06 Mai 2023].
- [29] « Switch (commutateur) : définition, traduction et acteurs,» [En ligne]. Available: <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203321-switch-definition-traduction-et-acteurs/>. [Accès le 06 Mai 2023].
- [30] «Qu'est-ce que Fieldbus ?,» [En ligne]. Available: <https://www.processindustryforum.com/article/what-is-fieldbus>. [Accès le 06 Mai 2023].
- [31] Siemens, «SIMATIC PCS neo : Système de contrôle de processus entièrement basé sur le Web,» [En ligne]. Available: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/process-control/simatic-pcs-neo.html>. [Accès le 07 Mai 2023].

- [32] Siemens, «SIMATIC PCS neo,» [En ligne]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:222a01dc-77b4-45d8-a321-9cedfa595773/event-simatic-pcs-neo.pdf>. [Accès le 08 Mai 2023].
- [33] Siemens AG, *PCS neo Limits*.
- [34] Siemens, «PUD Manager,» [En ligne]. Available: <https://pcsneosst.pcsneo.local/PUD/PUD/Mobile.aspx?language=fr-FR#treeId=52df13d8ef5c35e40225ca2446cfb0f3>. [Accès le 24 Juin 2023].
- [35] Siemens, «MUD Manager,» [En ligne]. Available: <https://pcsneosst.pcsneo.local/PUD/PUD/Mobile.aspx?language=fr-FR#treeId=c94d97fa2153990a6f4092614ebdbed0>. [Accès le 24 Juin 2023].
- [36] Sonatrach, «Transport et stockage du GPL,» [En ligne]. Available: <https://www.sonatrach.com/activites/gaz-de-petrole-liquefie-gpl/transport-et-stockage>. [Accès le 02 Avril 2023].
- [37] Siemens, «ET 200SP HA,» [En ligne]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360532>. [Accès le 05 avril 2023].
- [38] Siemens, «PCS neo,» [En ligne]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:b8969eee-aa82-46f2-8069-0eba05111690/pcs-neo-webinar-praesentation.pdf>. [Accès le 07 Mai 2023].