

Universite Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

Département d'Electronique et des Télécommunications



Mémoire de Fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Professionnel

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation & Systèmes

Présenté par :

BENMIR Abdelmoumene & ABROUK Marzouk

-THÈME-

**Conception du Système de Supervision et Contrôle d'un
Compresseur d'Air par un Automate Programmable Industriel**

Soutenu publiquement

Le : 23/06/2024

Devant le jury :

Mr	CHLAOUA Rachid	MCB	Président	UKM Ouargla
Mr	BENHELLAL Belkheir	MCB	Examineur	UKM Ouargla
Mm	KARA Fouzia	MAA	Encadreur	UKM Ouargla
Mr	ACHOUR Abdeldjalil	Ingénieur	Co-Encadreur	SONATRACH

Année Universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENT

NOUS REMERCIONS DIEU LE TOUT PUISSANT QUI NOUS A DONNÉ LE COURAGE ET LA
VOLONTÉ AFIN DE MENER À BIEN CE TRAVAIL.

NOUS TENONS À REMERCIER CHALEUREUSEMENT NOTRE PROMOTION, LE DR. KARA
FOUZIA, QUI OCCUPE LE POSTE DE PROFESSEUR AU DÉPARTEMENT D'ELECTRONIQUE
ET DES TÉLÉCOMMUNICATIONS.

EN RAISON DE SA SUPERVISION, DE SES RECOMMANDATIONS, DE SON SOUTIEN ET DE
SON ORIENTATION TOUT AU LONG DE NOTRE ACTIVITÉ.

*NOUS EXPRIMONS NOTRE GRATITUDE ENVERS TOUS LES EMPLOYÉS DE LA ZONE DE
DP-GTL GASSI TOUIL, NOTAMMENT L'INGÉNIEUR ACHOUR ABDELJALIL QUI A ÉTÉ
PRÉSENT À NOS CÔTÉS ET NOUS A APPORTÉ UN SOUTIEN PRÉCIEUX DANS NOTRE
TRAVAIL.*

QUE TOUS CEUX QUI ONT PARTICIPÉ, DE PRÈS OU DE LOIN, À LA RÉALISATION DE CE
TRAVAIL REÇOIVENT ICI NOTRE SINCÈRE RECONNAISSANCE.

DÉDICACE

JE SOUHAITE EXPRIMER MA GRATITUDE ENVERS MES CHERS PARENTS
QUI ONT CONTRIBUÉ À MA FORMATION.

À MES FRÈRES ET SŒURS, POUR QUI J'AI TOUJOURS ÉTÉ DÉTERMINÉ À
DONNER LE MAXIMUM DE MOI-MÊME.

JE TIENS À EXPRIMER MA GRATITUDE ENVERS MON BINÔME ABROUK
POUR CES CINQ ANNÉES DE TRAVAIL EMPREINTES DE SOUVENIRS.

JE TIENS À ADRESSER MES SALUTATIONS À MES AMIS ET CAMARADES
DE L'UNIVERSITÉ KASDI MERBAH, AINSI QU'À TOUTE LA PROMOTION
INSTRUMENTATION & SYSTÈME DE 2024.

À TOUTES LES PERSONNES QUI ME SONT CHÈRES ET QUI ME PORTENT
DANS LEUR CŒUR.

Résumé— Nous avons pour but de développer un système de surveillance et de contrôle d'une unité industrielle qui produit d'air comprimé (l'air Instrument), qui sert ensuite à alimenter les dispositifs de contrôle d'une usine. Le mécanisme de fonctionnement de cette unité consiste à aspirer et comprimer l'air ambiant à travers différentes étapes. Pour mener à bien cette tâche, nous avons automatisé le fonctionnement du système "compresseur d'air" en utilisant l'API SIEMENS. Nous avons programmé différentes boucles de contrôle en utilisant le logiciel TIA PORTAL. Nous avons également surveillé le compresseur d'air et actionné les alarmes, afin d'obtenir un schéma illustré par le logiciel de supervision Wincc.

Mots-clés— Processus industriels, Wincc, logiciel YOKOGAWA, Compresseur d'air instrument et l'air comprimé, logiciel TIA PORTAL.

ملخص — هدفنا هو تطوير نظام مراقبة وتحكم لوحدة صناعية تنتج هواء مضغوطاً يُستخدم بعد ذلك لتشغيل أجهزة التحكم في مصنع ما. تتمثل آلية عمل هذه الوحدة في شفط وضغط الهواء الجوي عبر مراحل مختلفة. لتنفيذ هذه المهمة بنجاح، قمنا بتطبيق التشغيل التلقائي لنظام "ضاغط الهواء" باستخدام واجهة برمجة التطبيقات الخاصة بشركة SIEMENS. كما برمجنا حلقات تحكم متعددة باستخدام برنامج TIA .PORTAL. كما قمنا بمراقبة ضاغط الهواء وتفعيل التنبيهات الضرورية، بهدف الحصول على رسم توضيحي يُظهر عملية الإنتاج من خلال برنامج الرصد والتحكم WINCC.

الكلمات المفتاحية— الأنظمة الصناعية، Wincc، برنامج YOKOGAWA، ضاغط هواء الجهاز والهواء المضغوط، برنامج TIA PORTAL

Abstract_ Our goal is to develop a surveillance and control system of an industrial unit that produces compressed air, which is then used to power control devices in a factory. The operation mechanism of this unit involves the aspiration and compression of ambient air through various stages. To accomplish this task, we automated the operation of the "air compressor" system using the SIEMENS API. We programmed different control loops using the TIA PORTAL software. Additionally, we monitored the air compressor and activated alarms to obtain a diagram illustrated by the Wincc supervision software.

Keywords— Industrials systems, Wincc, YOKOGAWA software, Compressor of instrument air and compressed air, TIA PORTAL software.

Liste des figures

Figure [1] :	Contrôle actuel du compresseur d`air	13
Figure [2] :	Local Elektronikon.....	13
Figure [1-1] :	Les différents champs de Gassi Touill.	17
Figure [1-2] :	Situation géographique du Gassi Touil	18
Figure [1-3] :	Schéma des différentes zones	21
Figure [1-4] :	Schéma PFD de la zone G05	22
Figure [2-1] :	Schéma interne du compresseur (type sans huile).....	26
Figure [2-2] :	Schéma simplifié de compresseur et des circuits	28
Figure [2-3] :	Schéma du procès d'air et de l'huile.....	29
Figure [2-4] :	Les refroidisseurs du compresseur d`air (Depuis le champ)	29
Figure [2-5] :	Les filtres d'air (Depuis le champ).....	31
Figure [2-6] :	Intérieur du Compresseur	33
Figure [2-7] :	Transmetteur de pression (PT) (Depuis le champ)	34
Figure [2-8] :	Transmetteur de température (TT) (Depuis le champ)	35
Figure [2-9] :	Transmetteur de pression différentielle (PDT) (Depuis le champ)	35
Figure [2-10] :	Transmetteur de niveau (LT) (Depuis le champ)	36
Figure [2-11] :	Transmetteur de vibration (VT) (Depuis le champ)	37
Figure [2-12] :	La vanne d'admission (Depuis le champ).....	37
Figure [2-13] :	Réservoir de stockage l`air comprimé (Depuis le champ)	38
Figure [2-14] :	Schémas P&ID	39
Figure [3-1] :	Structure d`un API.....	42
Figure [3-2] :	API modulaire.....	43
Figure [3-3] :	API compact	43
Figure [3-4] :	Traitement du programme automate.....	44
Figure [3-5] :	Diagramme Ladder	44
Figure [3-6] :	FBD (Fonction Block Diagram)	45
Figure [3-7] :	SFC (Grafcet)	45
Figure [3-8] :	Le logiciel TIA portal	48
Figure [3-9] :	Configuration (hardware)	49
Figure [3-10] :	La liaison PROFINET entre CPU et PC.....	51
Figure [3-11] :	Table de mnémoniques	52

Figure [3-12] :	Bloc scaling %FC2	53
Figure [3-13] :	Bloc SR.....	53
Figure [3-14] :	CTU	54
Figure [3-15] :	La simulation	55
Figure [3-16] :	Le simulateur PLCSIM.....	55
Figure [3-17] :	Notre choix de HMI.....	56
Figure [3-18] :	Tableau des tags HMI.....	57
Figure [3-19] :	La page (HOME)	59
Figure [3-20] :	AIR COMPRESSOR PROCESS dans le cas normale	60
Figure [3-21] :	AIR COMPRESSOR PROCESS dans le cas TRIP.....	60
Figure [3-22] :	Les TREND's.....	61
Figure [3-23] :	Les alarmes	61
Figure [3-24] :	Configuration matérielle	63
Figure [3-25] :	Schéma de communication du système	63

Liste des abréviations

SONATRACH : Société nationale de transport et commercialisation des hydrocarbures

DP : Direction production

GTL : Gassi Touil

RGA : Récupération des Gaz Associés

DCS : Système de contrôle distribué

BP : Basse Pression

PGT : Projet de Gassi Touil

GPL : Gaz de Pétrole liquéfié

PCV : Presseur Control Valve (vanne de control de pression)

PSV : Presseur Safety Valve (soupape de sécurité)

PT : Transmetteur de pression

TT : Transmetteur de température

PDT : Transmetteur de pression différentielle

LT : Transmetteur de niveaux

VT : Transmetteur de vibration

P&ID : Diagramme de canalisation et d'instrumentation

API : Automate Programmable Industriel

(E/S) : Entrés / Sortes

CPU : Unité de traitement de contrôle

PLC : Contrôleur de logiciel programmable

FBD : Schéma blocs fonctionnels

SFC : Grafcet

HMI : Interface Homme Machine

SCADA : Acquisition de données et contrôle de supervision

TIA : Automatisation totalement intégrée

PROFINET : Réseau de terrain de processus (Process Field Network)

PI : Profinet International

OB1 : Bloc d'organisation

LO-LIMIT : La limite inférieure

HI-LIMIT : La limite supérieure

SR : Set, Reste

HDD : Disque Dur (Hard Disque Drive)

BMS : Système de gestion de bâtiment

ASCII : Code américain standard pour l'échange d'information (American Standard Code for Information Interchange)

RTU : Unité Terminale à Distance

ESD : Arrêt d'urgence

Table des matières

Introduction générale	12
-----------------------------	----

Chapitre 1 : Présentation du champ DP-GTL

1.1- Introduction.....	16
1.2- Historique du champ de Gassi Touil	16
1.3- Situation géographique de Gassi Touil	17
1.4- Développement du site Gassi Touil.....	18
1.5- Organisation et structure de la région de Gassi Touil	18
1.6- L'organisation et fonctionnement de la division de maintenance.....	19
1.6.1 Service méthode	19
1.6.2 Service instrumentation	19
1.6.3 Service électricité	19
1.6.4 Service mécanique	19
1.7- Les activités de la région de Gassi Touil.....	20
1.8- Description de la nouvelle usine de traitement de gaz	20
1.8.1 Zone G01 : Séparation initial.....	21
1.8.2 Zone G05 : Compresseur (booster).....	22
1.8.4 Zone G11 : Séparation de C1, C2.....	22
1.8.5 Zone P10 : Séparation GPL	22
1.8.6 Zone G50 : Turbine à gaz.....	22
1.8.7 Zones de stockage de GPL et de condensat	22
1.8.8 Zone 420 : Les compresseurs d'air et les générateurs d'azote.....	23
1.9- Conclusion.....	23

Chapitre 2 : Présentation de Compresseur d'air Industriel

2.1- Introduction	25
2.2- Le compresseur d'air	25
2.2.1-Les compresseurs à vis rotatives	25

2.2.2-Les compresseurs à vis rotatives avec injection d'huile	26
2.2.3-Les compresseurs à vis rotatives sans injection d'huile.....	26
2.3- Description de procédé	27
2.3.1-Fonctionnement de compresseur	27
2.4- Schéma Simplifié de compresseur et des circuit	28
2.5- Les refroidisseurs du compresseur d`air	29
2.5.1-Intercooler.....	30
2.5.2-Aftercooler.....	30
2.6- Les filtres d'air.....	30
2.6.1-Élimination des contaminants	31
2.6.2-Protection des composants de compression	31
2.6.3-Prévention de la contamination par l'huile	31
2.6.4-Conformité aux réglementations	32
2.7- La fonctionnement d'huile de lubrification	32
2.8- Les instruments utilisé pour contrôler un compresseur d'air	33
2.8.1-Transmetteur de pression (PT).....	33
2.8.2-Transmetteur de température (TT)	34
2.8.3-transmetteur de pression différentielle (PDT)	35
2.8.4-Transmetteur de niveau (LT)	36
2.8.5-Transmetteur de vibration (VT).....	36
2.8.6-La vanne d'admission.....	37
2.9- Schémas P&ID du compresseur d'air.....	39
2.10- Conclusion.....	39

Chapitre 3 : Réalisation et Programmation

3.1- Introduction	41
3.2- Généralisé sur les API siemens.....	41
3.2.1-Caractéristique d'un Automatismes	41

3.2.2-Structure d'un API	42
3.3- Les types des API	42
3.3.1-API modulaire	43
3.3.2-API compact.....	43
3.4- Traitement de l'automate programmable	43
3.5- Les langages graphiques de programmation d`un API.....	44
3.5.1- Diagramme Ladder.....	44
3.5.2-FBD (Fonction Block Diagram)	45
3.5.3-SFC (Grafcet).....	45
3.6- HMI (Interface homme machine).....	46
3.7- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).....	46
3.7.1-Domaine d'application de SCADA	47
3.8- Logiciel TIA portal (Totally Integrated Automation).....	47
3.8.1-Intégration complet.....	47
3.9- Modules et extension.....	48
3.9.1-Simatic step 7	48
3.9.2-Simatic wincc flexible.....	48
3.10- Simulation et test	48
3.10.1-PLCsim	49
3.10.2-Cahier de charge	49
3.11- Réalisation de programme	49
3.12- Carte d`E/S	50
3.13- Outil de Communication :	50
3.13.1-Le Protocole PROFINET (Process field Network).....	51
3.14- Création de la table des mnémoniques	52
3.15- Partie de programmation	52
3.15.1- Bloc Scaling %FC2.....	53

3.15.2-Bloc SR.....	53
3.15.3-Blocs de comparaisons	54
3.16- La simulation de programme a l'aide de SIMATIC-PLCsim	54
3.17- Création l'interface homme machine (HMI)	56
3.17.1-Programmation graphique de l'interface homme machine (HMI)	56
3.18- Résultats.....	58
3.18.1- La page HOME.....	59
3.18.2-Le compresseur d'air	59
3.18.3-Les TREND's	60
3.18.4-Les Alarmes	611
3.19- Les protocoles de communication d'un système SCADA.....	61
3.19.1-Modbus	61
3.19.2-Modbus RTU	62
3.20-Configuration Matérielle	62
3.21-Configuration schématique du système.....	62
3.22- Conclusion.....	63
Conclusion générale	645
Bibliographie.....	67

Introduction générale

Dans un contexte de développement et de progrès, les entreprises de production pétrolière et gazière, en particulier SONATRACH, doivent automatiser de plus en plus leurs installations de production pour améliorer la supervision des unités et des machines. Cette supervision représente une forme avancée du dialogue Homme-Machine, permettant de surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé. Ses capacités surpassent celles des fonctions de conduite et de contrôle effectuées à l'aide d'interfaces.

La société SONATRACH n'échappe pas à cette réalité et se voit dans l'engagement et le besoin fondamental de superviser toutes les stations situées dans ses installations de production, ce qui contribue à faciliter la maintenance pour les techniciens et les ingénieurs et à réduire les problèmes sur le terrain. C'est dans ce contexte que notre projet de fin d'études se concentre sur le contrôle et la supervision des systèmes industriels.

Nous nous concentrons sur l'étude et la conception d'un système de contrôle pour une unité industrielle, crucial dans toute usine de gaz et de pétrole, agissant tel un poumon vital dans le corps humain de l'installation.

Problématique

Contrôle actuel du compresseur d'air

Le contrôle –commande de compresseur se fait à partir du panneau local. Les séquences de démarrage arrêt se fait à l'aide du smart Relay siemens logo.

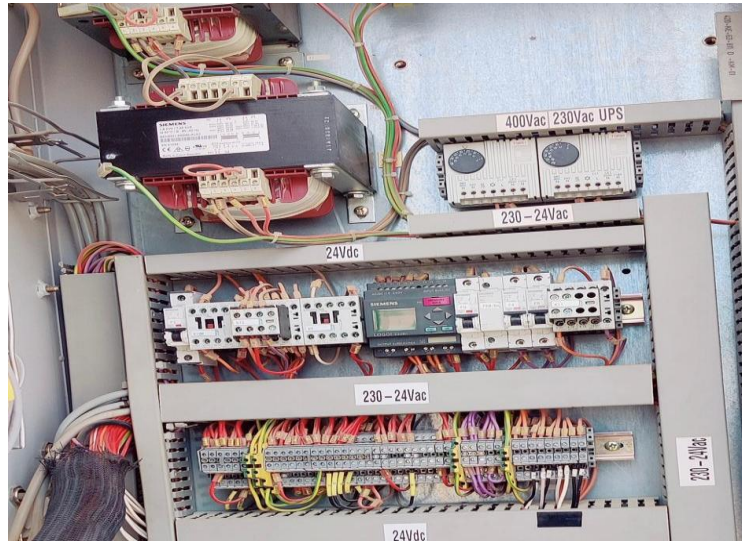


Figure [1] : Contrôle actuel du compresseur d'air.

Et la supervision se fait à l'aide du contrôleur local ELECTRONIKON (les alarmes, les sept points charge/décharge, le monitoring et la transmission des paramètres).

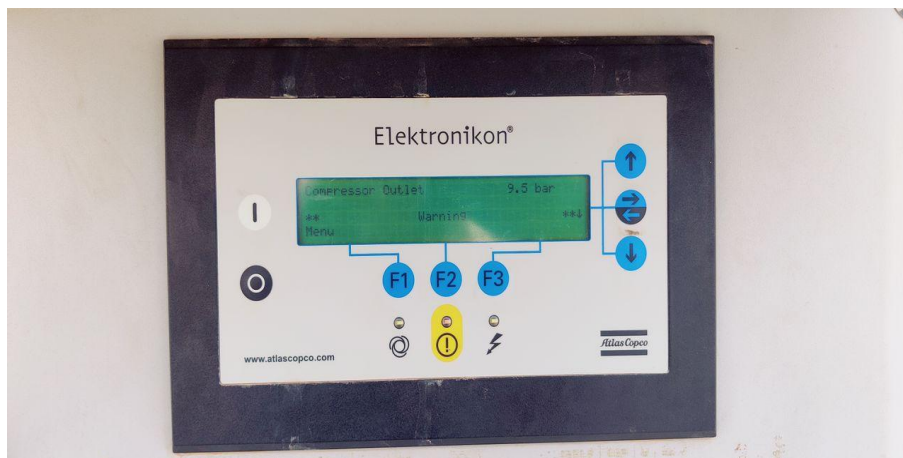


Figure [2] : Local Elektronikon.

Limitation du système de commande actuel

- L'absence de pièces de rechange disponibles.
- Connexion très complexe.
- Une mauvaise fermeture des contacts peut entraîner une fausse information.
- La logique figée empêche les changements dans les processus.

- Très impactée par les éléments environnementaux tels que la poussière, les vibrations, l'humidité,....
- Chaque compresseur possède sa propre commande, ce qui signifie qu'il n'y a pas de communication avec les autres compresseurs.
- Difficulté supervision : Il est impossible pour l'opérateur de suivre et de gérer en temps réel les paramètres analogiques tels que les boucles de pression et le débit. De plus, l'opérateur ne peut pas voir le fonctionnement du système, ni les alarmes et les avertissements.
- Difficulté de maintenance : L'arrêt pour révision ou entretien d'un compresseur peut entraîner un déclenchement total en raison d'une mauvaise gestion de la commande existante.

Après une visite concrète et une attente de plusieurs jours à la société SONATRACH dans la région de GASSI TOUIL dans le sud de l'Algérie, nous avons pris la décision de mettre en place un système de surveillance du compresseur d'air pour cette tâche. Nous allons étudier sa définition, ses usages, ses composantes et son fonctionnement en raison de son importance dans différents secteurs industriels.

L'objectif est de développer un système de contrôle qui remplace le contrôleur actuel dans cette unité chargée de la production de l'air instrument et des services. Ce système permettra au contrôleur de créer un écran de contrôle sur place, offrant ainsi la possibilité d'inspection de l'unité, de détection des dysfonctionnements et de développement de solutions appropriées.

Nous avons opté pour l'utilisation de l'API SIEMENS programmée à travers le TIA Portal. Les travaux réalisés dans le cadre de ce mémoire sont structurés en trois chapitres distincts:

- Le premier chapitre présente une définition et un aperçu du champ DP-GTL de la région de GASSI TOUIL, ainsi que son histoire, ses divers secteurs et services.
- Au cours du deuxième chapitre, on examine la définition du Compresseur d'air, ses différents composants, le principe de son fonctionnement, ainsi que les différentes boucles de régulation.
- Au cours du troisième chapitre, nous abordons les API SIEMENS et fournissons une définition du TIA Portal afin de mener à bien ce projet et de travailler sur le compresseur d'air. Un programme spécifique a été mis en œuvre pour superviser et contrôler le compresseur d'air.

Chapitre 1 : Présentation du champ DP-GTL

1.1- Introduction

Le gaz naturel occupe une place croissante dans l'énergie mondiale. Durant de nombreuses années, il a été perçu comme un produit secondaire du pétrole ; il était brûlé à la torche sur de nombreux sites. Les États-Unis ont commencé à l'utiliser, d'abord dans l'industrie, puis pour des usages domestiques, en remplaçant progressivement le gaz manufacturé. Par la suite, sa croissance a été extrêmement rapide, grâce à la richesse de ses réserves, à leur répartition nettement plus équilibrée que celle des réserves pétrolières et à sa qualité exceptionnelle pour le consommateur final.

Le patrimoine énergétique de l'économie algérienne repose principalement sur le gaz naturel, qui représente 61% des réserves récupérables, contre 15% de pétrole brut. Les réserves de gaz récupérables de l'Algérie sont estimées à plus de 3000 milliards de m³. GASSI TOUIL est l'un des nombreux gisements de gaz naturel dans le Sahara algérien.

Nous aborderons dans ce chapitre le site de Gassi-Touil, où nous avons réalisé notre stage, ainsi que le fonctionnement global de l'unité de traitement de gaz naturel (CPF). [1]

1.2- Historique du champ de GASSI TOUIL

La zone pétrolière et gazière de Gassi Touil est constituée de différents champs, dont les principaux sont : Nezla Nord/Sud, Hassi Touareg Nord/Sud, Gassi Touil, Hassi Chergui Nord/Sud, Toual, Brides.

Le forage de GT 1 a mis au jour le champ de Gassi Touil en 1961. La présence de gaz dans les réservoirs des Trias Supérieur et Inférieur a été révélée par ce forage. Pour trouver de l'huile dans le Trias inférieur à une profondeur de 2100 m, il a fallu attendre le forage de GT 3 (Novembre 1962-Mars 1963), situé sur le flanc est de la structure.

Le développement de ce champ a été poursuivi très rapidement durant les deux années suivantes où pas moins de 30 puits ont été forés et mis en exploitation. Depuis, le forage de nouveaux puits a continué jusqu'en 1974, pour délimiter les contours du gisement.

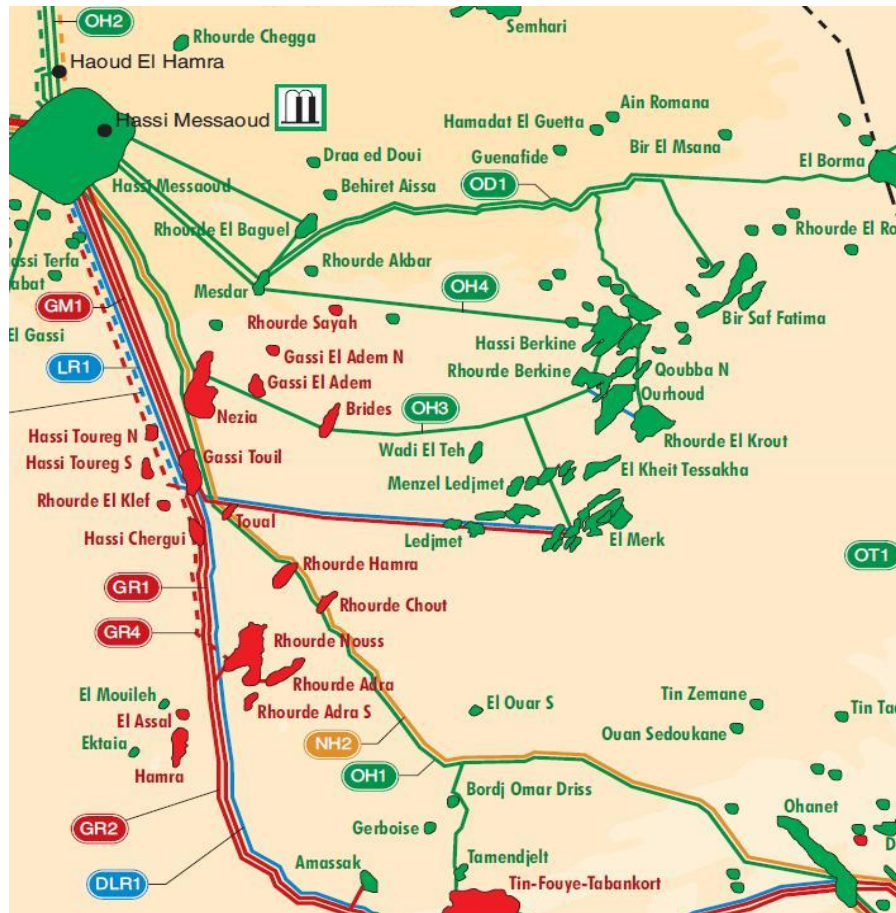


Figure [1-1] : Les différents champs de Gassi Touil

1.3- Situation géographique de Gassi Touil

Le champ de Gassi Touil est situé à 150 km au sud de Hassi Messaoud, à une latitude de 30° 31' 0" nord et à une longitude de 6° 28' 7" et l'altitude moyenne est d'environ 200m. Il s'étend sur une longueur d'environ 170 km et une largeur de 105 km, dans une zone désertique avec des tempêtes de sable et des éclairs.

Le climat se distingue par une humidité relative minimale de 10 % et maximale de 75 %. Il y a une grande variabilité de température, allant de -5 °C en hiver à 55 °C en été. Le vent est fort et fréquemment avec du sable, avec une direction nord-est/sud-ouest du vent. [1]

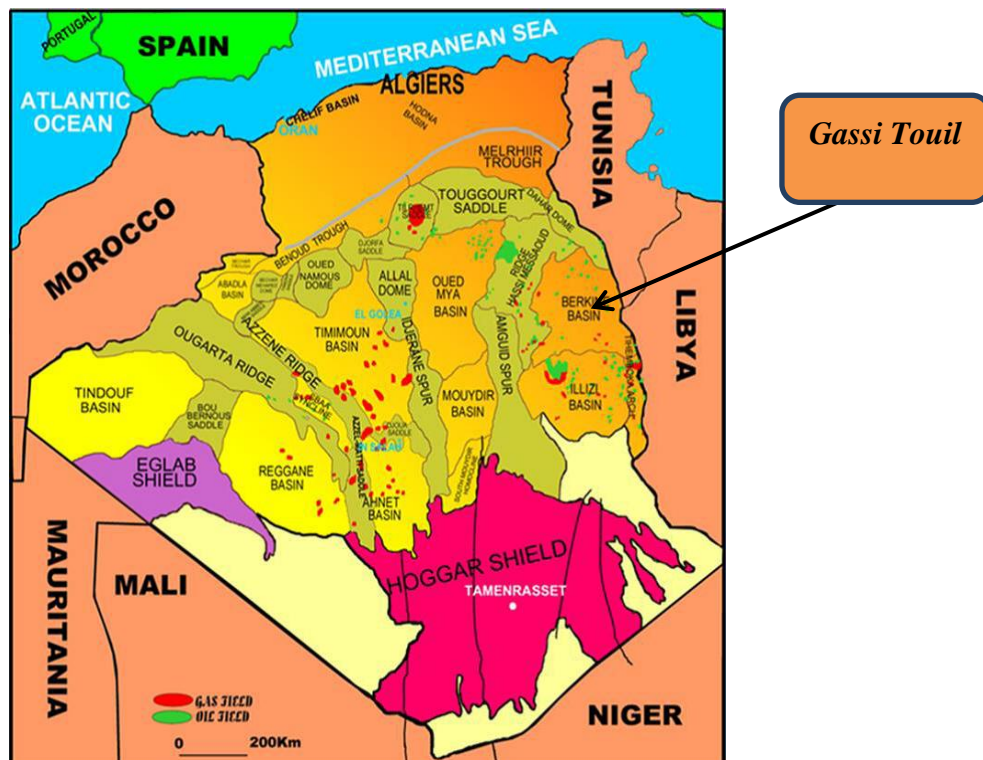


Figure [1.2] : Situation géographique du Gassi Touil.

1.4- Développement du site Gassi Touil

Des étapes cruciales ont marqué le développement du champ grâce aux réserves importantes révélées par le gisement découvert :

- En 1965, on réalise une unité de séparation brute d'une capacité de 21 850 m³/j.
- En 1976, la société française SOFREGAZ a construit une unité de traitement du gaz pour le gaz du champ de Gassi-Touil (TAGS). Le système de traitement initial installé a une capacité de 20 millions de Sm³/jour de gaz, ce qui permet de produire 2900 tonnes de condensât récupérés.
- 2000 : Construction d'une station d'épuration, dont l'objectif principal est de préserver l'environnement. La station a une capacité de traitement de 100 m³/h.
- En 2003, l'unité RGA (Récupération des Gaz Associés BP, MP, HP) a été mise en place et est supervisée par un système DCS. La capacité de réinjection est de 4 900 000 Sm³/j à une pression de 150 bars.

- 2010 : La société JGC a construit une unité de traitement du gaz afin de traiter le gaz provenant du champ de Gassi-Touil. L'installation a une capacité initiale de traitement de 12 millions de m³/jour de gaz. [2]

1.5- Organisation et structure de la région de Gassi Touil

Les 9 divisions de la direction régionale de Gassi Touil sont responsables par un directeur régional. Au sein de ces 9 divisions, nous nous concentrons exclusivement sur la division de maintenance, notamment sur le service d'électricité.

1.6- L'organisation et fonctionnement de la division de maintenance

Elle joue un rôle crucial dans la région, ce qui se manifeste principalement par ses différentes activités visant à assurer le bon fonctionnement des équipements d'exploitation. Il s'agit principalement de fonctionnements techniques, électriques, mécaniques et de régulation. La définition succincte des quatre services de cette division est la suivante :

1.6.1 Service méthode

Il a pour responsabilité :

- La documentation technique.
- La présentation des éléments de substitution.
- La création des comptes rendus (hebdomadaires, mensuels, annuels).

1.6.2 Service instrumentation

Il est responsable de l'entretien et de la maintenance des instruments pneumatiques et électroniques ainsi que des équipements de régulation (vannes, transmetteurs ou autres).

Les principales tâches de ce département sont :

Vérification, nettoyage et contrôle des dispositifs de régulation (pneumatique et électronique)

1.6.3 Service électricité

En tant que responsable de tous les travaux liés à l'électricité, tels que le réseau d'alimentation en énergie électrique, les sous-stations électriques, l'équipement, l'appareillage,...., ce service a pour mission de prendre des mesures préventives, curatives et prédictives. [1]

1.6.4 Service mécanique

Tous les travaux de nature mécanique sont réalisés par ce service, tels que l'accouplement, l'alignement, le changement des parties défectueuses, la réparation. C'est un ensemble de deux ateliers :

- Le service de réparation des pannes mécaniques est assuré par l'atelier mécanique.
- L'atelier d'usinage est équipé de machines-outils.

1.7- Les activités de la région de Gassi Touil

Elle possède divers équipements essentiels pour assurer la production, le stockage et l'expédition du gaz et du brut, notamment :

- Une unité brute de traitement.
- Des installations pour le stockage des matières premières.
- Un système de traitement du gaz à effet de serre.
- Une pompe à gaz pour maintenir la pression dans le gisement.
- Un dispositif de déshuilage visant à préserver l'environnement.
- Laboratoire de recherche.
- Unité de fonctionnement.
- Service de sécurité dans l'industrie.

1.8- Description de la nouvelle usine de traitement de gaz

Le Projet de Gassi Touil « PGT » est lancé dans le cadre de développement de différents champs à gaz. Cette usine de traitement de gaz est conçue pour traiter 12 millions de mètres cubes de gaz/jour provenant des champs de gaz. La capacité de fonctionnement de l'usine CPF est comprise entre 30% (3,6 millions de mètres cubes de gaz par jour), et 110% (13,2 millions de mètres cubes de gaz par jour) de sa capacité de base. La nouvelle usine permet de produire de GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié), de condensat et du gaz sec. Elle est composée des zones suivantes :

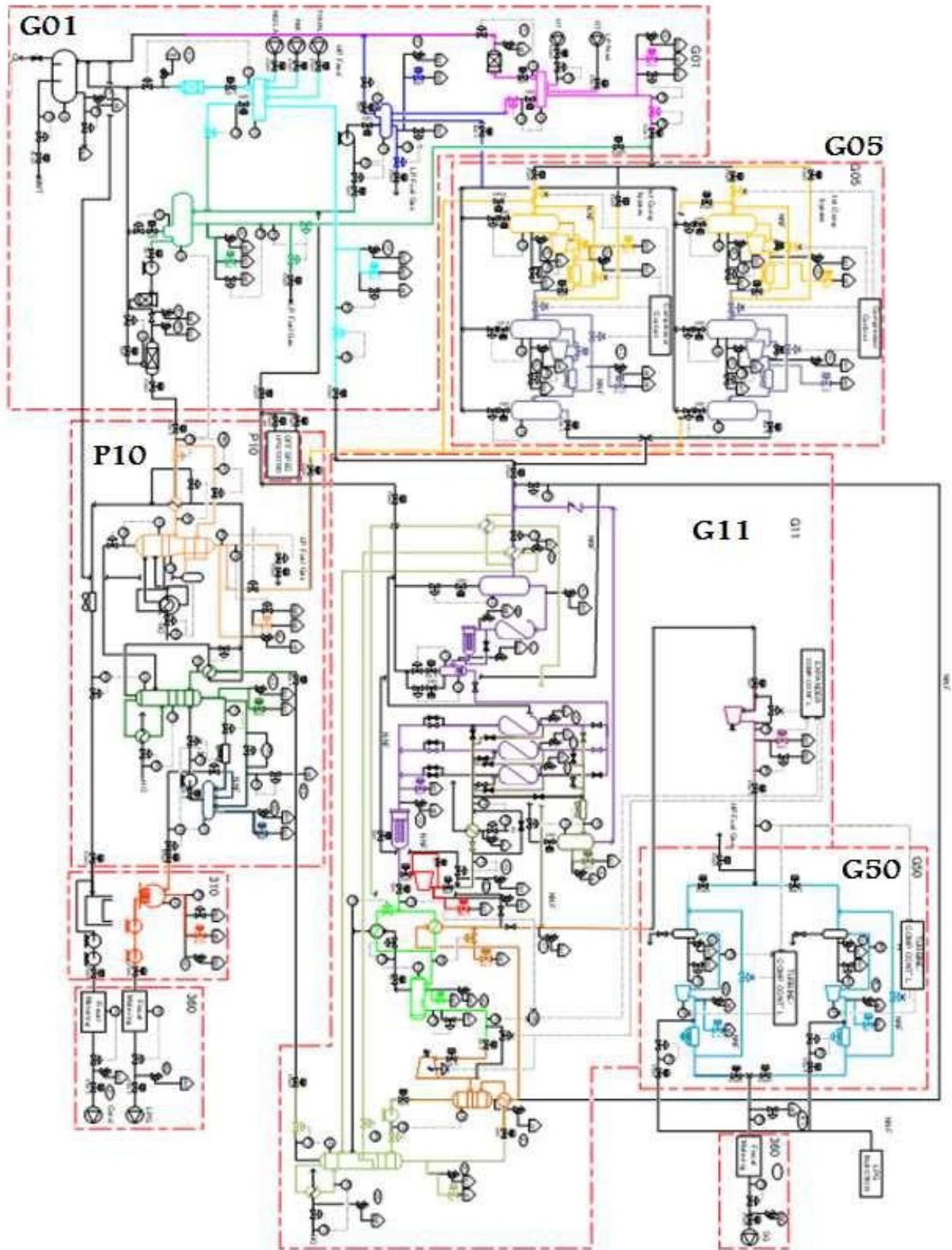


Figure [1-3] : Schéma des différentes zones [1]

18.1- Zone G01 : Séparation initial

Il y a deux manifolds dans cette zone G01 : un manifold pour trois véhicules à haute pression HP (70bar) : NAZLA, TOUAL, RODH ELKHELEF, et un manifold pour deux véhicules à basse pression BP GASSI TOUIL (28 bar) et HASSI TOUAREG (36 bar).

1.8.2- Zone G05 : Compresseur (booster)

Il y a deux étages A/B dans cette zone G05 ; À chaque étage, nous disposons de deux compresseurs alimentés par deux moteurs électriques de tension 5.5KV et d'une vanne régulatrice pour contrôler la pression du gaz qui arrive.

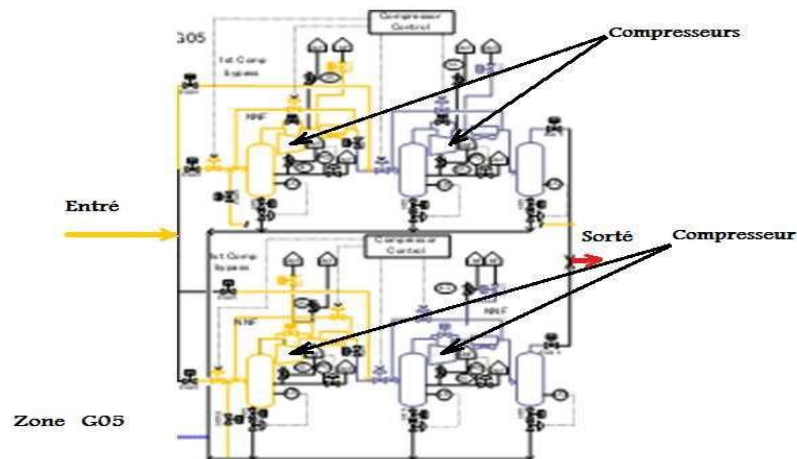


Figure [1-4] : Schéma PFD de la zone G05 [1]

Remarque Les moteurs électriques avec une tension d'alimentation de 5500V sont équipés de démarreurs progressifs.

1.8.3- Zone G11 : Séparation de C1, C2

Dans cette zone, on peut récupérer des liquides tels que le condensat et le GPL pour le traitement des gaz. Éliminer la poussière, le sable, les gouttes d'eau...

1.8.4- Zone P10 : Séparation GPL

Le processus de séparation du GPL Les deux équipements essentiels présents dans la zone P10 sont un stabiliseur qui reçoit le liquide qui arrive à la zone G01 et un débuthaniseur qui reçoit le liquide qui arrive à la zone G11.

1.8.5- Zone G50 : Turbine à gaz

Il existe dans cette zone deux turbines à gaz. Chaque turbine est équipée d'un compresseur afin d'augmenter la pression du gaz qui atteint la zone G11 avant d'être envoyé vers la destination finale.

1.8.6- Zones de stockage de GPL et de condensat

La production de GPL et de condensat par l'usine CPF sera temporairement stockée sur place avant d'être envoyée par les conduites de transport. Les équipements utilisés pour stocker le GPL seront les suivants :

- Deux installations de stockage de GPL conformes aux normes, avec un volume de 500 m³.
- Une installation de stockage de GPL non conforme aux normes, avec un volume de 500 m³. Les équipements utilisés pour stocker le condensat seront les suivants :
- Deux réservoirs de stockage de condensat à toit flottant respectant les normes, avec un volume de 5000 m³.
- Un réservoir de stockage de condensat hors normes avec un toit fixe, d'une capacité de 3000 m³.

1.8.7- Zone 420 : Les compresseurs d'air et les générateurs d'azote

Les compresseurs d'air servent à alimenter les instruments et à les utiliser de différentes manières dans le processus. Les générateurs d'azote sont utilisés dans le processus pour utiliser du nitrogène gazeux.

1.9- Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre la présentation du champ Gassi Touil ainsi que leur historique. Gassi Touil est une région de production pétrolière et gazière. Ce domaine s'est rapidement développé et une nouvelle usine a été érigée pour la fabrication du GPL, du condensat et du gaz sec.

Chapitre 2 : Présentation de Compresseur d`air Industriel

2.1- Introduction

L'air instrument est un type d'air comprimé utilisé pour faire fonctionner les instruments de contrôle et de régulation des installations de processus. C'est un composant essentiel de toute industrie liée aux processus, y compris les opérations pétrolières et gazières. Il est utilisé pour alimenter divers dispositifs pneumatiques tels que les vannes de régulation, les actionneurs et les outils. Ces dispositifs aident à l'exécution de diverses tâches de contrôle et d'automatisation au sein de l'usine, contribuant ainsi de manière significative à l'efficacité opérationnelle. Le compresseur d'air est le responsable première pour convertir l'air ambiant en air instrument.

2.2- Le compresseur d'air

Il existe deux méthodes mécaniques de base pour augmenter la pression d'un gaz : réduire son volume et augmenter sa vitesse afin que l'énergie cinétique puisse être convertie en pression. Les machines à déplacement positif qui augmentent la pression en réduisant le volume sont les suivantes :

- Les compresseurs alternatifs, qui ont un piston se déplaçant à l'intérieur d'un cylindre.
- Les compresseurs à vis rotatives, dans lesquels le gaz est comprimé entre deux hélices intermédiaires en rotation et le carter dans lequel elles sont logées.
- Les compresseurs à lobes rotatifs, à travers lesquels le gaz est poussé par des lobes s'entremêlant.

2.2.1-Les compresseurs à vis rotatives

Nous allons discuter des avantages et des inconvénients du compresseur à vis rotatives, ainsi que des pannes courantes susceptibles de survenir pendant son fonctionnement. Le compresseur à vis rotatives utilise deux rotors (vis hélicoïdales) pour comprimer l'air. Il y a un rotor "féminin" et un rotor "masculin". Les rotors ont une forme différente, mais s'emboîtent parfaitement l'un dans l'autre.

Lorsque les rotors commencent à tourner, l'air est aspiré d'un côté et se "bloque" entre les rotors. Comme les rotors tournent continuellement, l'air est poussé vers l'autre extrémité des rotors (le "côté de pression") et de l'air frais est aspiré.

Comme il s'agit d'un processus continu, ce type de compresseur ne fait pas beaucoup de bruit ; il fonctionne silencieusement et en douceur.

Comparé au compresseur alternatif à piston, le compresseur à vis rotatives est beaucoup plus cher, mais il utilisera beaucoup moins d'énergie au fil des ans, ce qui se traduira par un coût global inférieur. [10]

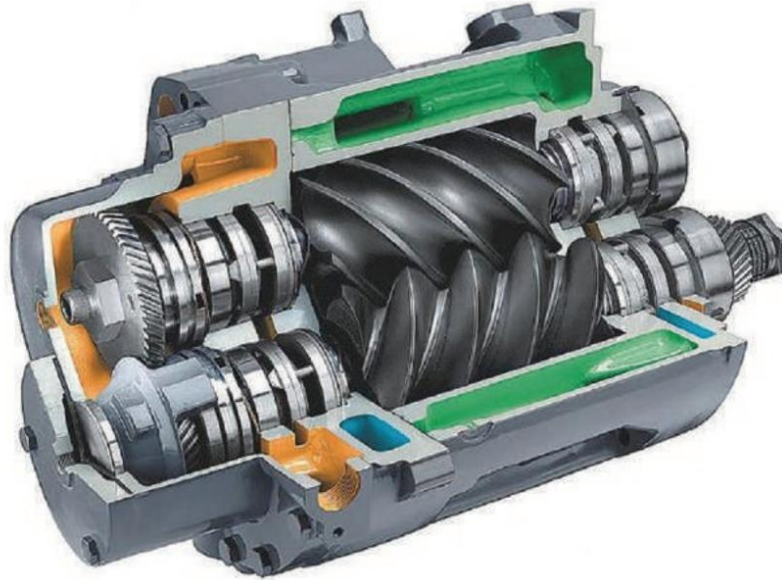


Figure [2-1] : Schéma interne du compresseur (type sans huile). [4]

2.2.2-Les compresseurs à vis rotatives avec injection d'huile

De l'huile est injectée dans l'élément du compresseur pendant la compression de l'air, formant un mélange d'huile et d'air sous pression (généralement d'environ 8 bars). Ce mélange est ensuite séparé dans un séparateur d'huile spécialisé, où la force centrifuge élimine la plupart de l'huile et le reste est filtré. L'huile séparée est refroidie et renvoyée au compresseur, tandis que l'air comprimé sans huile sort du compresseur par une sortie de pression et passe à travers un post-refroidisseur. [4]

2.2.3-Les compresseurs à vis rotatives sans injection d'huile

Le fonctionnement de base est le même que celui du compresseur à vis injectée d'huile, sauf que cette fois, il n'y a pas d'huile, seulement de l'air ! En raison de cela, les rotors utilisés sont de qualité supérieure avec très peu d'espace entre eux. Cependant, ils ne se touchent pas, sinon ils s'useraient trop rapidement. Comme il n'y a pas d'huile injectée pendant la compression, la compression est généralement réalisée en deux étapes, car si nous comprimons l'air en une seule fois de 1 à 8 bars, il deviendrait vraiment très chaud.

La première étape comprime l'air à quelques bars (disons 4 bars). L'air sera très chaud à ce moment-là, donc il passe d'abord par un intercooler avant d'entrer dans la deuxième étape. La deuxième étape comprimera davantage l'air de 4 bars jusqu'au niveau final, généralement 8 bars. Normalement, les deux étapes seront construites sur un seul engrenage, avec un seul électromoteur les entraînant en même temps. [4]

Avantages

- Air 100 % sans huile

Inconvénients

- Plus cher que le type injecté d'huile
- L'entretien/la réparation est plus difficile et plus cher que l'entretien/la réparation du type injecté d'huile
- Plus bruyant que les compresseurs injectés d'huile

2.3- Description de procédé

Le compresseur contient deux étage et l'air du compresseur entre à travers le filtre (37-F-0-0101) situé sur le capot, Il passe par les conduits revêtus de matière Insonorisant. Par un flexible rond, l'air passe à travers la vanne d'admission / décharge et entre dans le premier étage du compresseur.

Les rotors hélicoïdaux compriment l'air à une pression de 3,22 bars. Il est déchargé dans un venturi qui amortit les pulsations de pression susceptibles de se produire. Le refroidisseur (37-X-0-0101/1101/2101) intermédiaire réduit la température d'air avant qu'entre dans le deuxième étage. Une vanne de sécurité (37-PSV-0101) est également aménagée dans le système pour le préserver contre une pression inhabituellement élevée du stade intermédiaire. Immédiatement en aval du refroidisseur intermédiaire est monté un séparateur humidité (37-V-0-0101) pour éliminer la condensation qui pourrait se former dans certaines conditions humidité et de température ambiante. Un joint de dilatation se trouve entre le séparateur d'humidité et le deuxième étage. Le deuxième étage comprime encore air pour atteindre la pression voulue de 10,29 bars. Effet pulsatile de la pression est amorti par un tube venturi. [4]

2.3.1-Fonctionnement de compresseur

Le compresseur fonctionne selon les modes suivants :

- **Le mode de charge** : consiste à rétablir une pression d'air dans le réseau en ouvrant la vanne d'admission.

- **Le mode décharge** : le compresseur fonctionne à vide et ne s'échappe pas du réseau, mais son moteur continue de tourner. Ce processus est réalisé en fermant la vanne d'admission du compresseur.

Les instruments qui assurent les modes de fonctionnement (charge/décharge) du compresseur sont des pressostats (interrupteurs de pression) réglables :

- PSH (8 bars) : Lorsque la pression dans le réseau dépasse 8 bars, le compresseur passe en mode décharge.
- PSL (7 bars) : Lorsque le réseau présente une pression inférieure ou égale à 7 bars, le compresseur passe en mode de charge.

2.4- Schéma simplifié se compresseur et des circuits

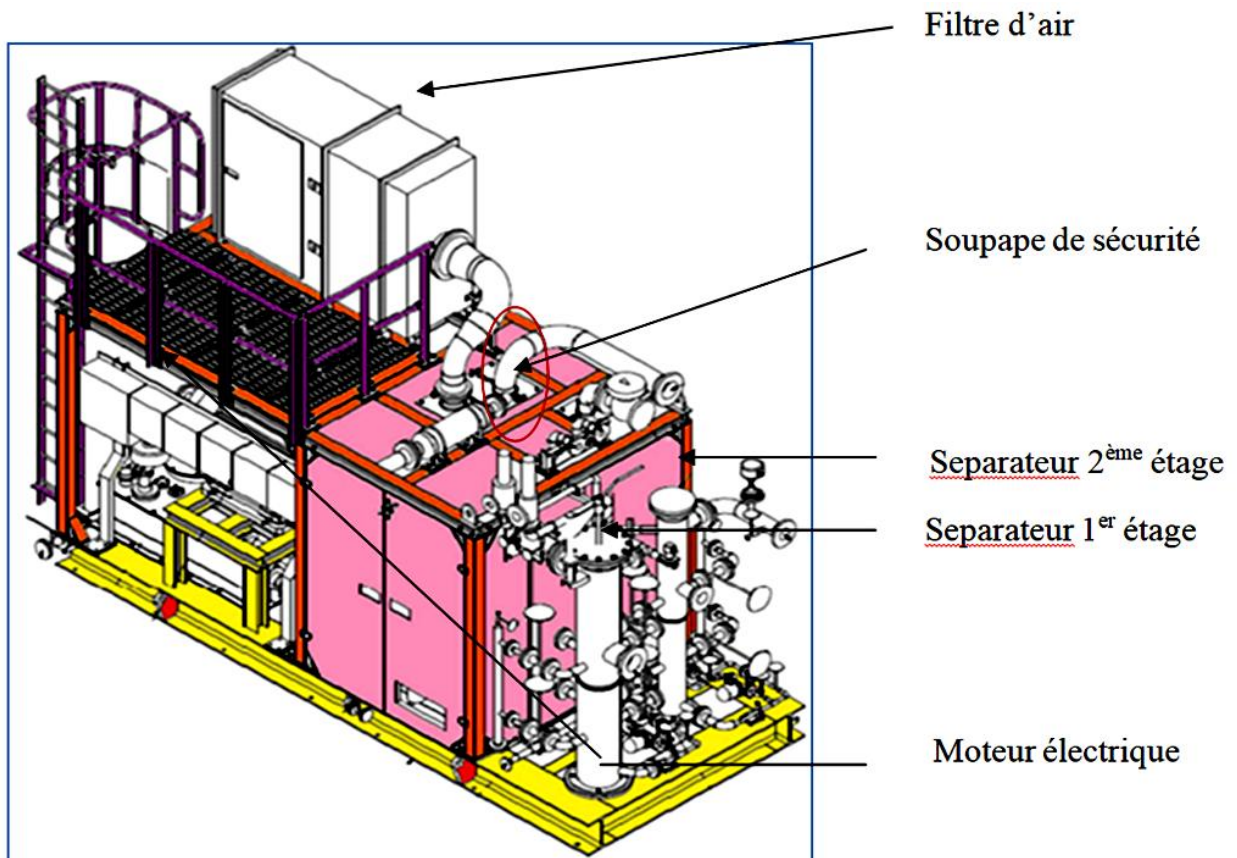


Figure [2-2] : Schéma simplifié du Compresseur et des Circuit [4]

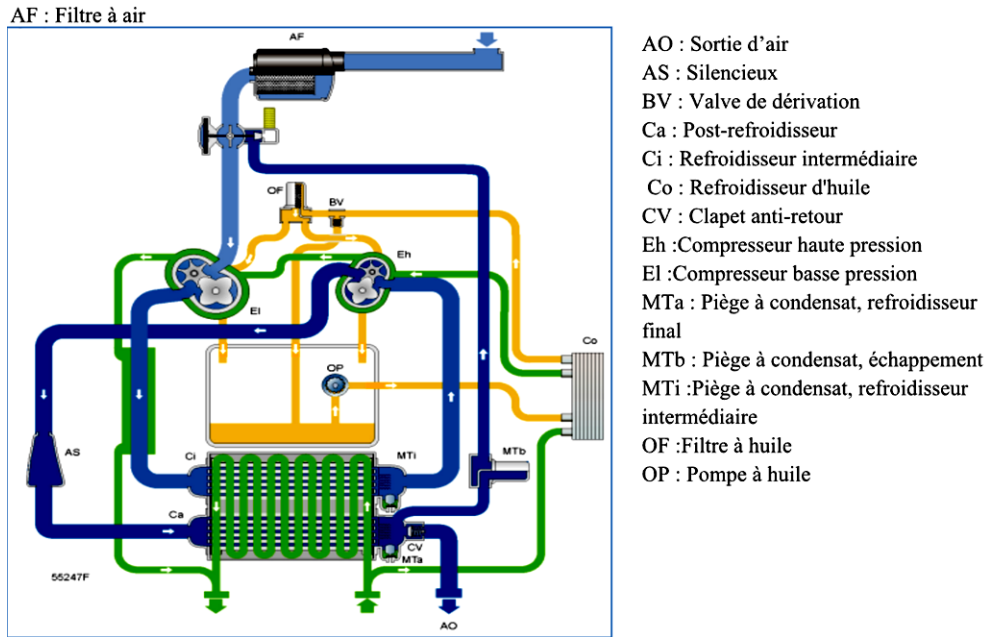


Figure [2-3] : Schéma du processus d'air et de l'huile [4]

2.5- Les refroidisseurs du compresseur d'air

Intercoolers et aftercoolers sont des composants essentiels dans les compresseurs d'air sans huile utilisés dans l'industrie pétrolière. Explorons leurs rôles et leur importance :



Figure [2-4] : Les refroidisseurs du compresseur d'air (Depuis le champ)

2.5.1-Intercooler

Dans un processus de compression à plusieurs étapes, les intercoolers sont positionnés entre les étapes de compression successives. Leur fonction principale est de refroidir l'air comprimé entre les étapes, réduisant sa température avant qu'il n'entre dans l'étape de compression suivante. Ce processus de refroidissement améliore l'efficacité et les performances du compresseur en diminuant le travail requis pour une compression supplémentaire. Dans l'industrie pétrolière, où de grands volumes d'air peuvent nécessiter une compression à des pressions élevées, les intercoolers aident à gérer la chaleur générée pendant la compression, garantissant un fonctionnement optimal du compresseur et prévenant les problèmes de surchauffe. [5]

2.5.2-Aftercooler

Les aftercoolers sont installés en aval de la dernière étape de compression, juste avant que l'air comprimé ne soit distribué aux applications en aval. Leur objectif principal est de refroidir l'air comprimé à des températures proches de l'ambiante, en éliminant l'excès de chaleur généré pendant la compression. Ce processus de refroidissement provoque la condensation de l'humidité présente dans l'air comprimé, entraînant l'élimination de la vapeur d'eau et la production d'air instrument sec et de haute qualité. Les aftercoolers jouent un rôle crucial dans le maintien de l'intégrité des systèmes d'air instrument dans l'industrie pétrolière en prévenant les problèmes liés à l'humidité tels que la corrosion et le dysfonctionnement de l'équipement pneumatique. [5]

2.6- Les filtres d'air

Les filtres à air sont des composants indispensables des compresseurs d'air sans huile dans l'industrie pétrolière. En éliminant efficacement les contaminants de l'air aspiré et en garantissant la propreté de l'air comprimé en sortie, les filtres jouent un rôle essentiel dans la protection des composants du compresseur, le maintien de la qualité de l'air instrument et la garantie de la conformité aux normes réglementaires.



Figure [2-5] : Les filtres d'air (Depuis le champ)

2.6.1- Élimination des contaminants

Les filtres à air sont la première ligne de défense contre les contaminants tels que la poussière, la saleté et les débris présents dans l'air ambiant aspiré dans le compresseur. Dans l'industrie pétrolière, où les installations opèrent souvent dans des environnements difficiles avec des niveaux élevés de particules en suspension dans l'air, les filtres sont essentiels pour garantir la propreté de l'air entrant. En capturant ces contaminants, les filtres les empêchent d'entrer dans la chambre de compression et de potentiellement endommager les composants du compresseur ou l'équipement en aval.

2.6.2- Protection des composants de compression

Les compresseurs d'air sans huile reposent sur des tolérances et des jeux précis entre les pièces mobiles, en particulier dans la chambre de compression. Même de petites particules de contamination peuvent entraîner une abrasion, une usure et des dommages aux éléments du compresseur tels que les rotors et les joints. Les filtres à air empêchent ces particules d'entrer dans la chambre de compression, préservant l'intégrité des composants critiques et prolongeant la durée de vie du compresseur.

2.6.3- Prévention de la contamination par l'huile

Contrairement aux compresseurs à injection d'huile, les compresseurs sans huile fonctionnent sans huile lubrifiante dans la chambre de compression. Cela élimine le risque de contamination par l'huile dans la sortie d'air comprimé. Cependant, sans filtration appropriée, d'autres contaminants de l'air ambiant pourraient toujours constituer une menace. Les filtres à air

à haute efficacité éliminent efficacement ces contaminants, garantissant que l'air comprimé reste propre, sec et exempt d'huile et d'autres impuretés.

Maintien de la qualité de l'air instrument : dans l'industrie pétrolière, la qualité de l'air instrument est cruciale pour le fonctionnement fiable de l'instrumentation pneumatique, des vannes de régulation et d'autres systèmes critiques. Un air contaminé peut entraîner des lectures inexactes, un dysfonctionnement de l'équipement et des risques pour la sécurité. En utilisant des filtres à air de qualité, les installations pétrolières peuvent maintenir la pureté de l'air instrumental, réduisant ainsi le risque de défaillance de l'équipement et garantissant la précision et la sécurité des opérations.

2.6.4-Conformité aux réglementations

L'industrie pétrolière est soumise à des normes réglementaires strictes en matière de qualité de l'air, de protection de l'environnement et de sécurité au travail. Une filtration appropriée de l'air comprimé est essentielle pour respecter ces réglementations et assurer la conformité aux normes de l'industrie. Les filtres à air haute performance aident les installations pétrolières à atteindre et à maintenir la conformité en éliminant efficacement les contaminants du flux d'air comprimé, réduisant ainsi le risque de pollution environnementale et assurant un environnement de travail sûr pour le personnel.

2.7- La fonctionnement d'huile de lubrification

La mise sous pression est assurée par une pompe située sur la pince, entre le premier et le deuxième étage. Cette pompe est actionnée par le disque principal du moteur et synchronisée avec les deux étages de compression.

La pression exercée par la pompe doit être suffisamment élevée pour assurer la lubrification et éviter l'endommagement de certaines pièces. La soupape (37-PSV-0103) s'ouvre lorsque la pression dépasse 7,5 bars. Si la pression de l'huile augmente pour une raison quelconque (régime élevé, obstruction locale de la tuyauterie ou erreur des opérateurs), l'excès d'huile est dérivé vers le réservoir. La régulation de la pression est assurée par une vanne (37-PCV-0101) équipée d'un capteur de pression relié directement au réservoir d'huile de graissage, maintenant ainsi la pression de l'huile dans le circuit à 3 bars. Si la pression dans le système de distribution devient trop élevée, la vanne PCV s'ouvre ; si la pression diminue, elle se ferme. [3]

Soupape
De sécurité

Vanne
Control
Pression



vent

Caisse
D'huile

Figure [2-6] : L'intérieur du Compresseur

2.8-Les instruments utilisé pour contrôler un compresseur d'air

2.8.1-Transmetteur de pression (PT)

Il y a cinq transmetteurs de pression pour contrôler la pression dans cet équipement : un pour la pression d'huile et quatre pour le contrôle de la pression d'air. Ces transmetteurs fonctionnent sur le principe de mesure de la pression à l'aide d'un élément sensible, généralement un diaphragme ou un capteur piézoélectrique, qui se déforme en réponse à la pression appliquée. Cette déformation est convertie en un signal électrique proportionnel à la pression mesurée, qui est ensuite transmis à un système de contrôle ou d'affichage pour une surveillance continue. Dans le cas des transmetteurs de pression d'air, deux sont placés dans le premier étage en amont et en aval de l'intercooler, tandis que les deux autres sont positionnés en amont et en aval de l'aftercooler pour assurer un contrôle précis de la pression tout au long du processus.



Figure [2-7] : Transmetteur de pression (PT) (Depuis le champ)

2.8.2-Transmetteur de température (TT)

Il y a cinq transmetteurs de température pour contrôler la température dans cet équipement : un pour l'huile de lubrification et deux pour l'intercooler, ainsi que deux pour l'aftercooler. Ces transmetteurs utilisent des capteurs PT100, qui sont des capteurs de température résistifs. Les PT100 fonctionnent sur le principe de la variation de résistance électrique en fonction de la température. Lorsque la température change, la résistance du capteur PT100 change proportionnellement, ce qui est détecté et converti en un signal électrique. Ce signal est ensuite transmis à un système de contrôle ou d'affichage pour surveiller et contrôler la température de manière précise. Dans ce cas, un transmetteur est dédié à l'huile de lubrification, tandis que deux autres sont placés à l'entrée et à la sortie de l'intercooler, et les deux derniers sont installés à l'entrée et à la sortie de l'aftercooler, assurant ainsi une surveillance continue et efficace de la température dans tout le système.



Figure [2-8] : Transmetteur de température (TT) (Depuis le champ)

2.8.3-Transmetteur de pression différentielle (PDT)

Il y a un transmetteur de pression différentielle pour surveiller la pression différentielle dans cet équipement. Ce transmetteur est équipé de deux cellules à diaphragme, une pour les basses pressions et une pour les hautes pressions. Le transmetteur de pression différentielle fonctionne en mesurant la différence de pression entre deux points dans un système. Dans ce cas, le PDT est installé avant et après le filtre du circuit d'huile de lubrification. Lorsque la pression différentielle entre ces deux points change, les diaphragmes se déforment en conséquence, ce qui est détecté et converti en un signal électrique. Ce signal est ensuite transmis à un système de contrôle ou d'affichage pour surveiller et contrôler la pression différentielle, assurant ainsi un fonctionnement optimal du système de filtration de l'huile de lubrification.

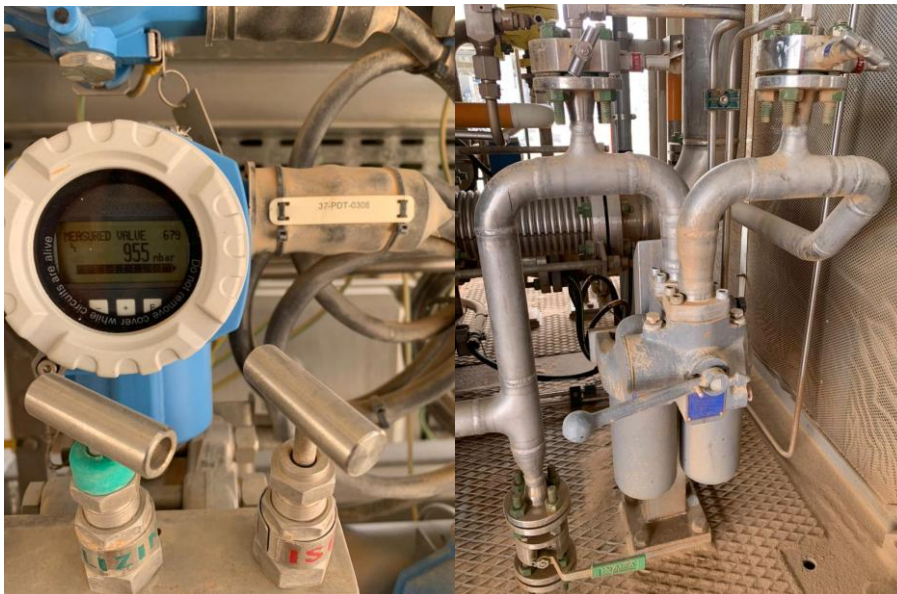


Figure [2-9] : Transmetteur de pression différentielle (PDT) (Depuis le champ)

2.8.4-Transmetteur de niveau (LT)

Il y a deux transmetteurs de niveau qui fonctionnent selon le principe de la pression différentielle pour surveiller le niveau dans les deux réservoirs de récupération d'eau, chacun situé après chaque refroidisseur. Chaque transmetteur est équipé de deux cellules à diaphragme, une pour les basses pressions et une pour les hautes pressions. Ces transmetteurs de niveau utilisent le principe de la pression différentielle pour mesurer la hauteur de liquide dans les réservoirs. Lorsque le niveau de liquide change, la pression différentielle entre les deux cellules à diaphragme change en conséquence. Ces variations sont détectées et converties en signaux électriques, qui sont ensuite transmis à un système de contrôle ou d'affichage pour surveiller et contrôler le niveau de liquide dans les réservoirs de récupération d'eau, garantissant ainsi un fonctionnement efficace du système de compression.



Figure [2-10] : Transmetteur de niveau (LT) (Depuis le champ)

2.8.5-Transmetteur de vibration (VT)

Il y a deux transmetteurs de vibration, chacun installé sur l'une des deux étapes de compression. Si l'un d'entre eux détecte une vibration élevée, l'unité se mettra hors tension. Les transmetteurs de vibration fonctionnent en détectant les fluctuations dans les niveaux de vibration dans les équipements. Lorsque des niveaux de vibration anormalement élevés sont détectés, cela peut indiquer un problème potentiel dans le fonctionnement de l'équipement. Dans ce cas, si l'un des transmetteurs détecte une vibration excessive, une procédure de sécurité est activée, entraînant l'arrêt de l'unité pour prévenir tout dommage supplémentaire ou tout risque pour la sécurité.

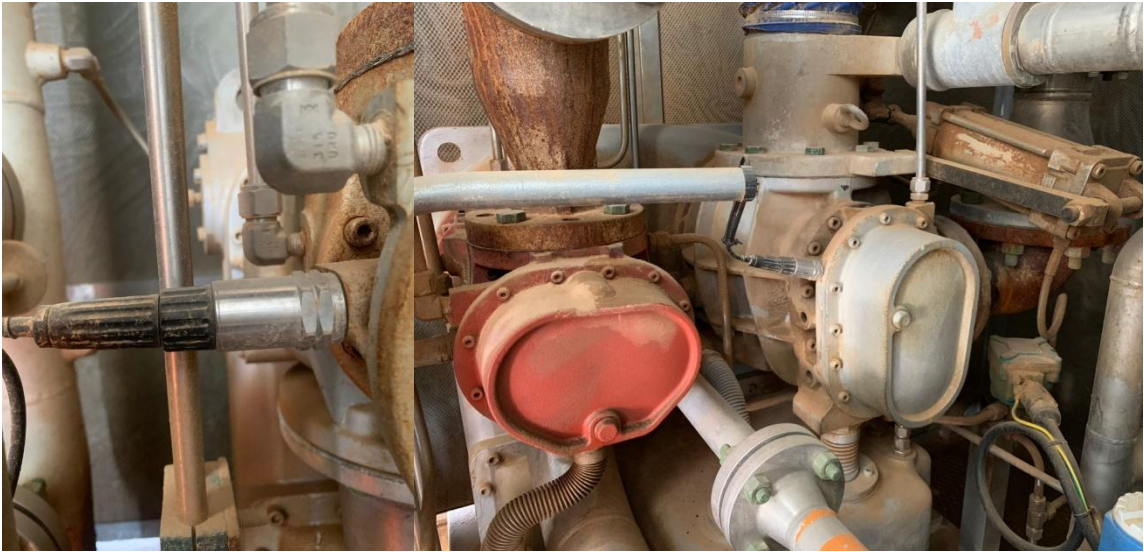
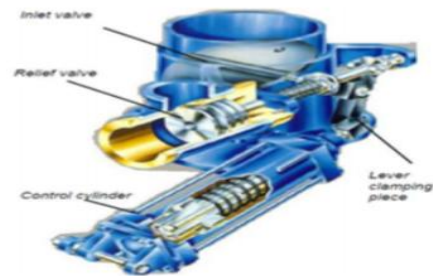


Figure [2-11] : Transmetteur de vibration (VT) (Depuis le champ)

2.8.6-La vanne d'admission

Pendant l'opération de décharge, la vanne d'admission/mise à vide se ferme. Grâce à une tringleriez mécanique, la vanne de purge s'ouvre en laissant sortir l'air comprimé éventuel du groupe.



la vanne d'admission

Figure [2-12] : La vanne d'admission (Depuis le champ)

2.8.7-Réservoir de stockage l'air comprimé

L'air comprimé à haute pression produit par des compresseurs d'air est stocké dans le réservoir. Ce compressé d'air sert à fournir de l'air à différents équipements et processus dans les usines pétrolières, comme des outils pneumatiques, des actionneurs de vannes et des systèmes de contrôle. Les réservoirs de stockage d'air comprimé présentent fréquemment des systèmes de régulation de pression afin de maintenir une pression de sortie constante et sécurisée. Cela

englobe des valves de sécurité afin d'éviter une surpression et des régulateurs de pression pour adapter la pression en fonction des exigences des équipements alimentés par air comprimé.



Figure [2-13] : Réservoir de stockage l`air comprimé (Depuis le champ)

2.9- Schémas P&ID du compresseur d'air

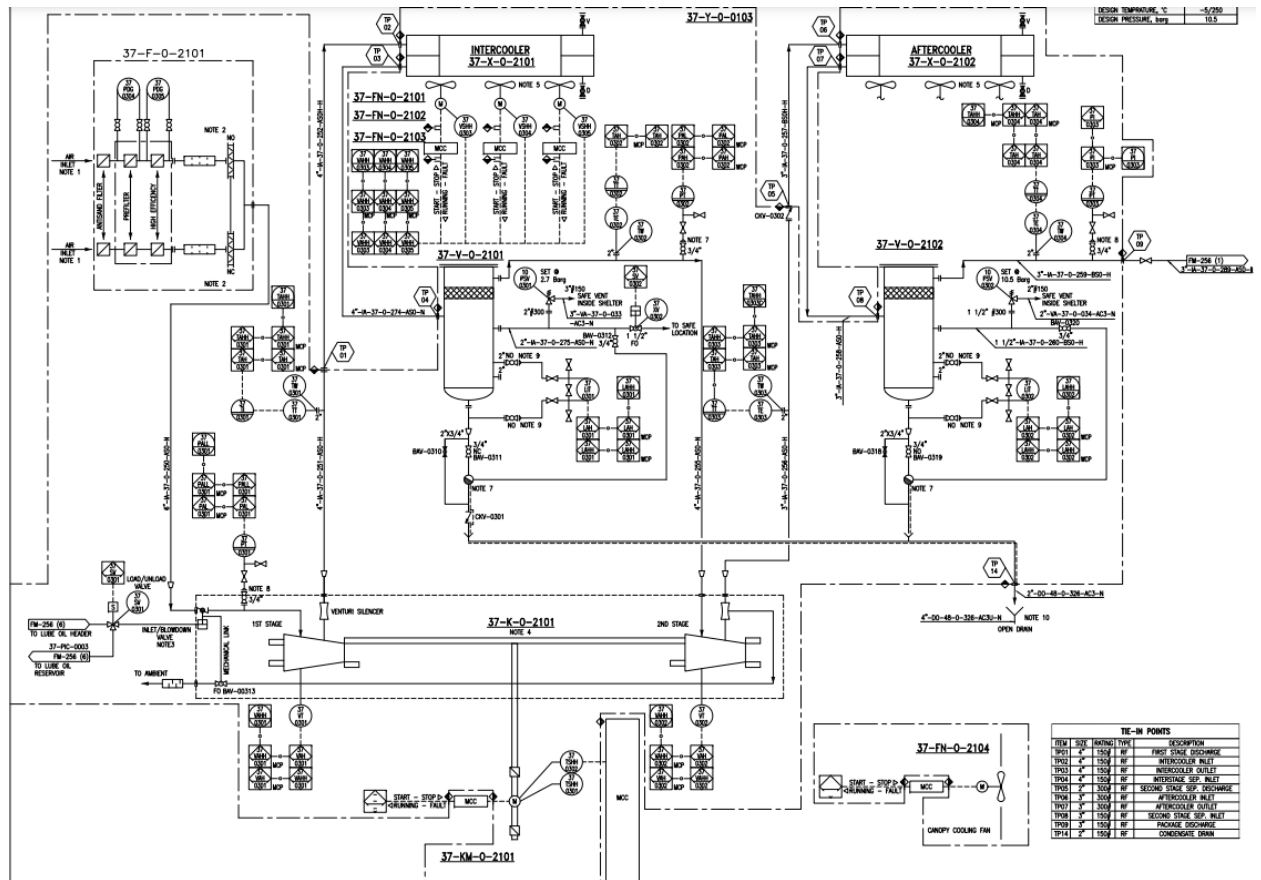


Figure [2-14] : Schémas P&ID [6]

2.10- Conclusion

Dans l'industrie, l'utilisation responsable de l'air instrument et de l'azote permet non seulement d'accroître les performances de production et de préserver la qualité des produits, mais aussi de sécuriser les procédés de production en diminuant les risques d'accidents et en assurant des environnements de travail sûrs et efficaces.

Chapitre 3 : Réalisation & Programmation

3.1- Introduction

Dans différents secteurs industriels, la programmation industrielle joue un rôle crucial dans l'automatisation et le contrôle des processus de fabrication. Dans une installation industrielle, il s'agit de concevoir des ensembles d'instructions et de commandes qui permettent de superviser et de coordonner le fonctionnement des équipements, des machines et des systèmes automatisés.

En raison de l'évolution de la technologie, les exigences de l'automatisation sont devenues extrêmement exigeantes. Son objectif est d'accroître la productivité, d'améliorer la qualité et de réduire les coûts de production. De plus, elle doit également assurer l'amélioration des performances.

La création d'une interface HMI vise à offrir une vision globale de l'état du système "air compresseur", englobant tous les équipements du système (filtre, aftercooler, intercooler, les vanne, transmetteurs, les ballons de récupération d'eau ...).

3.2- Généralisé sur les API siemens

Les contrôleurs programmables industriels API sont les composants les plus utilisés aujourd'hui pour créer une automatisation. Il existe dans presque tous les domaines de l'industrie parce qu'il répond aux besoins d'adaptabilité et de flexibilité d'un grand nombre d'opérations.

Cette émergence est en grande partie due à la puissance de son environnement développement et de nombreuses possibilités d'interconnexion. [10]

3.2.1- Caractéristique d'un Automatismes

L'automatisation est un dispositif qui permet à une machine ou à un appareil de fonctionner automatiquement. Une automatisation bien conçue garantit les tâches suivantes.

- Il simplifie grandement le travail humain, en le libérant des machines et en lui permettant de se consacrer à des activités plus nobles.
- Réduire les tâches complexes, dangereuses, difficiles ou indésirables en les faisant exécuter par des machines.
- Faciliter le changement de fabrication en permettant le passage d'une qualité ou d'un type de production à un autre.

- Améliorer la qualité des produits en alignant les machines aux normes de fabrication et aux tolérances respectées au fil du temps.
- Réaliser des économies de matière et d'énergie.
- Contrôler et protéger les appareils et les machines.

L'automatisation intervient à toutes les étapes des opérations industrielles, impliquant des domaines variés tels que l'industrie de transformation et de transport, les machines-outils et l'industrie tertiaire.

Les processus industriels impliquent des machines appelées actionneurs, contrôlées par un automate ou une unité de commande. Cette unité génère des commandes basées sur les informations provenant des machines, recueillies via des interrupteurs, des thermostats et divers capteurs. Un dialogue existe entre le système de commande et l'opérateur humain, un aspect désormais reconnu comme crucial et faisant l'objet de nombreuses recherches. [4]

3.2.2-Structure d'un API

La conversion des signaux de commande en actions physiques, comme la mise en marche de moteurs ou de vannes, est appelée actionnement dans un automate programmable (API).

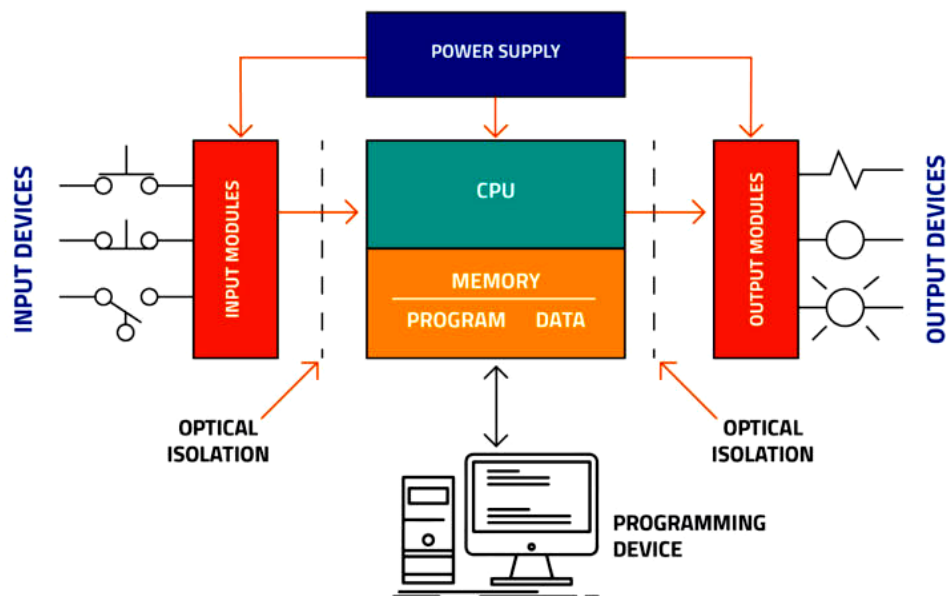


Figure [3-1] : Structure d'un API

3.3- Les types des API

Ils peuvent être divisés en plusieurs types en fonction de leur taille, de leur complexité et de leurs capacités de traitement. Voici quelques types d'automates programmables courants.

3.3.1-API modulaire

Ces automates sont constitués de modules CPU (Central Processing Unit indépendants, de modules d'entrées/sorties (E/S), de modules de communication, etc. Ils offrent une grande flexibilité en permettant aux utilisateurs de configurer l'API en fonction des besoins spécifiques de l'application.

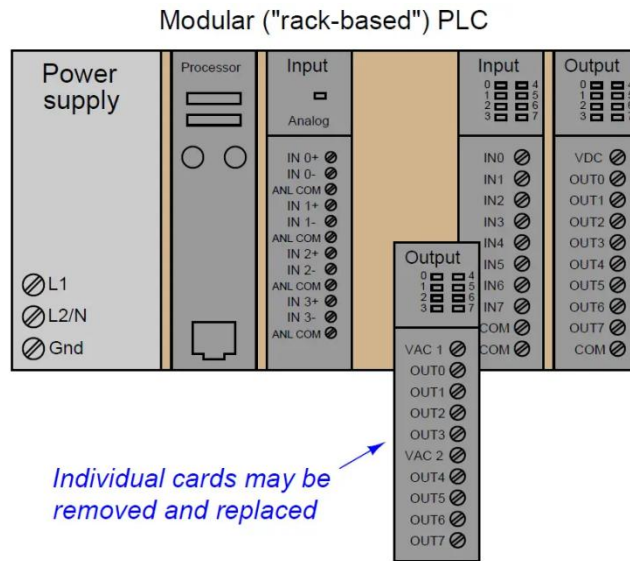


Figure [3-2] : API modulaire

3.3.2-API compact

Les contrôleurs compacts intègrent le processeur et les E/S dans un boîtier compact. Ils sont généralement utilisés dans des applications où l'espace est limité, comme les armoires électriques ou les machines autonomes.



Figure [3-3] : API compact

3.4- Traitement de l'automate programmable

L'automate programmable reçoit des données via ses entrées (cartes d'entrée), qui Il est ensuite traité par un programme défini (microprocesseur) et le résultat obtenu est fournie par sa sortie (carte de sortie). Ce cycle de traitement est toujours le même quel que soit le programme,

cependant le temps de cycle automate dépend de la taille du programme et le pouvoir des automates. C'est l'unité centrale qui gère les automates programmables : elle reçoit, stocker et traiter les données entrantes et déterminer l'état des données sortantes en fonction de l'état Plans réalisés.

-Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

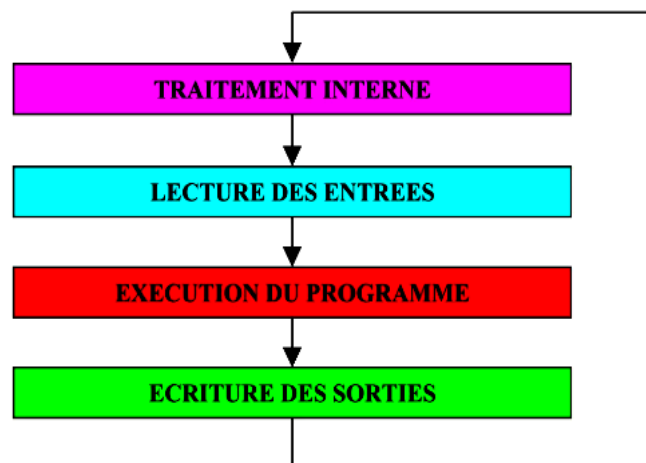


Figure [3-4] : Traitement du programme automate

3.5- Les langages graphiques de programmation d'un API

3.5.1- Diagramme Ladder

L'un des langages de programmation les plus couramment utilisés pour les automates programmables est le langage de Ladder, ou diagramme à relais. Il fait appel à des symboles graphiques afin de représenter la logique de contrôle en utilisant des contacts et des bobines, comme dans les circuits de relais classiques.

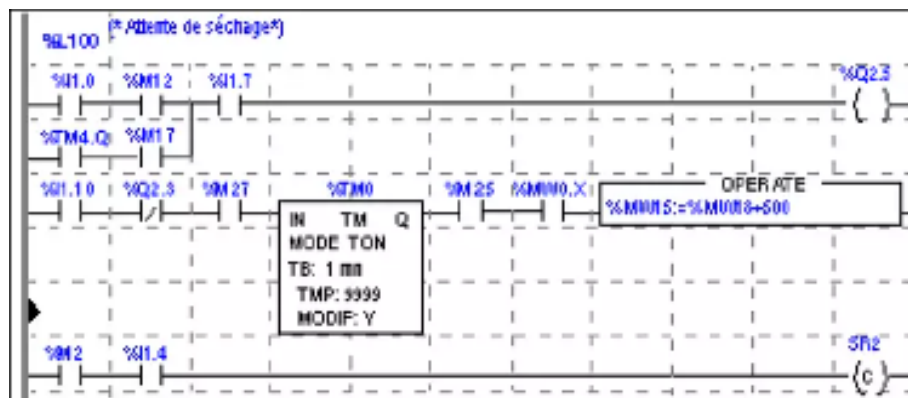


Figure [3-5] : Diagramme Ladder [7]

3.5.2-FBD (Fonction Block Diagramme)

La représentation graphique du Fonction Block Diagramme utilise des blocs de fonctions interconnectés afin de représenter la logique de contrôle. En utilisant des blocs prédéfinis pour des opérations logiques et mathématiques, il est possible de modéliser des systèmes complexes.

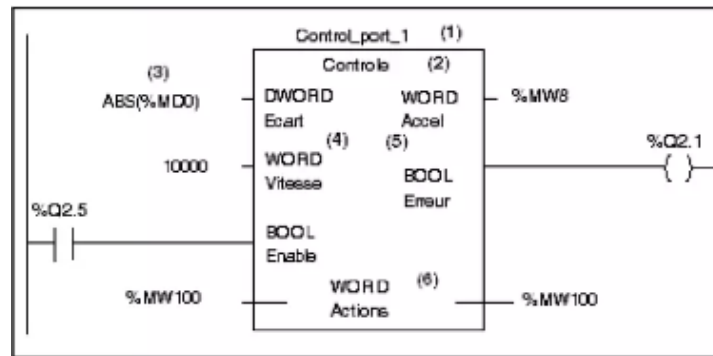


Figure [3-6] : FBD (Fonction Block Diagram) [7]

3.5.3-SFC (Grafcet)

Grafcet est un langage graphique pour décrire les séquences d'opération dans un système. Il représente des états et des transitions, il est utilisé pour des applications où le contrôle séquentiel est critique, telles que les machines d'assemblages.

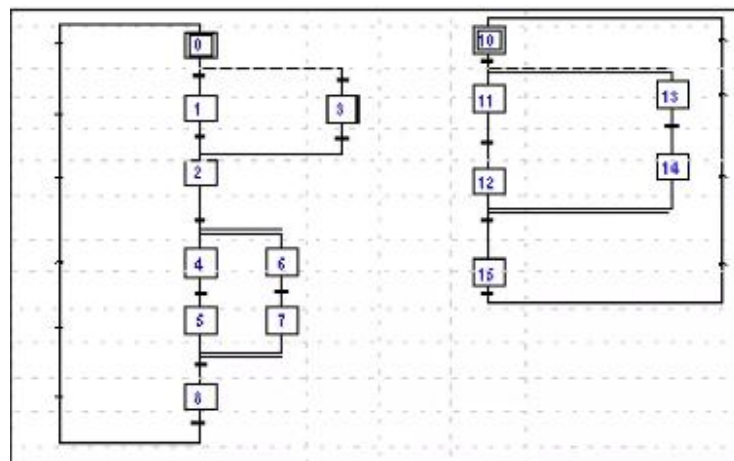


Figure [3-7] : SFC (Grafcet) [7]

Après avoir défini le cahier des charges du système à automatiser, il est nécessaire de choisir l'automate programmable en prenant en compte plusieurs critères essentiels :

- Nombre d'entrées/sorties : Pour votre application, il est nécessaire de déterminer le nombre d'entrées et de sorties nécessaires. Cela comprend les échanges numériques et analogiques.
- Vérifiez la capacité de traitement de l'API, en particulier la vitesse du processeur et le temps de cycle.
- Mémoire : Il est important de vérifier que l'API possède une capacité de mémoire adéquate pour stocker le programme et les données de votre application.
- Modules d'extension : Pour les applications évolutives, il est crucial d'avoir la possibilité d'ajouter des modules d'E/S supplémentaires ou d'autres types de modules (communication, comptage, etc.).
- Protocoles de communication : Assurer la compatibilité des protocoles supportés (PROFINET, PROFIBUS, Ethernet/IP, Modbus, etc.) avec les autres équipements de votre installation.
- Logiciel de programmation : la facilité d'utilisation et les fonctionnalités de logiciel de programmation comme (step7 et TIA portal pour siemens) sont des facteurs importants.
- Facilité de maintenance : Choisissez un API qui offre des outils de diagnostic et de maintenance faciles à utiliser.

3.6- HMI (Interface homme machine)

L'interface homme-machine est l'interface utilisateur dans un système de fabrication ou de contrôle des processus. Elle fournit une visualisation graphique sous une forme synoptique d'un système de contrôle et de surveillance industriel. C'est un dispositif qui permet le dialogue entre l'opérateur et la machine, de cette manière, l'opérateur a la possibilité de visualiser une représentation schématique de la chaîne de production ou de l'usine qu'il supervise, La conception de l'IHM vise à rendre le système facile à utiliser, à comprendre et à faire fonctionner, ainsi qu'à fournir des retours, des conseils et à prévenir les erreurs.

3.7- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

SCADA signifie "Contrôle de supervision et Acquisition de données", qui décrit les fonctions de base d'un système SCADA. Les entreprises utilisent des systèmes SCADA pour surveiller et contrôler les équipements sur tous leurs sites, ainsi que pour collecter et enregistrer

des données sur leurs opérations. Grâce aux systèmes SCADA, les organisations peuvent contrôler leurs processus industriels sur site ou à distance et interagir directement avec les équipements, tels que les moteurs, les pompes et les capteurs, à tous les niveaux, le tout à partir d'un emplacement central. Les systèmes SCADA permettent également aux organisations de surveiller leurs processus, génèrent des rapports basés sur des données en temps réel et archivent ces données pour un traitement et une évaluation ultérieurs. [8]

3.7.1-Domaine d'application de SCADA

Les systèmes SCADA sont largement utilisés dans l'industrie pour l'acquisition de données, le contrôle et la surveillance des processus industriels. Les systèmes SCADA peuvent être trouvés dans divers contextes, y compris:

- Surveillance des processus industriels.
- Transport de produits chimiques.
- Réseaux d'adduction d'eau et stations d'épuration.
- Contrôle de la production d'énergie électrique.
- Distribution électrique, gazoducs et oléoducs.
- Réseaux de chauffage/refroidissement centraux.
- Recherche et études scientifiques et industrielles.

3.8-Logiciel TIA portal (Totally Integrated Automation)

Siemens a créé TIA Portal, un environnement logiciel complet qui permet de concevoir, programmer, configurer, mettre en service, entretenir et diagnostiquer les systèmes d'automatisation industrielle. Il propose une combinaison complète des outils et des fonctionnalités indispensables pour superviser toutes les étapes d'un projet d'automatisation.

3.8.1-Intégration complète

Dans une seule interface, TIA Portal regroupe tous les éléments de l'automatisation, tels que les API, les IHM, les réseaux industriels et les systèmes de contrôle de mouvement. Cela permet de centraliser tous les outils d'ingénierie, de réduire les erreurs de configuration et d'améliorer la cohésion du projet. [9]

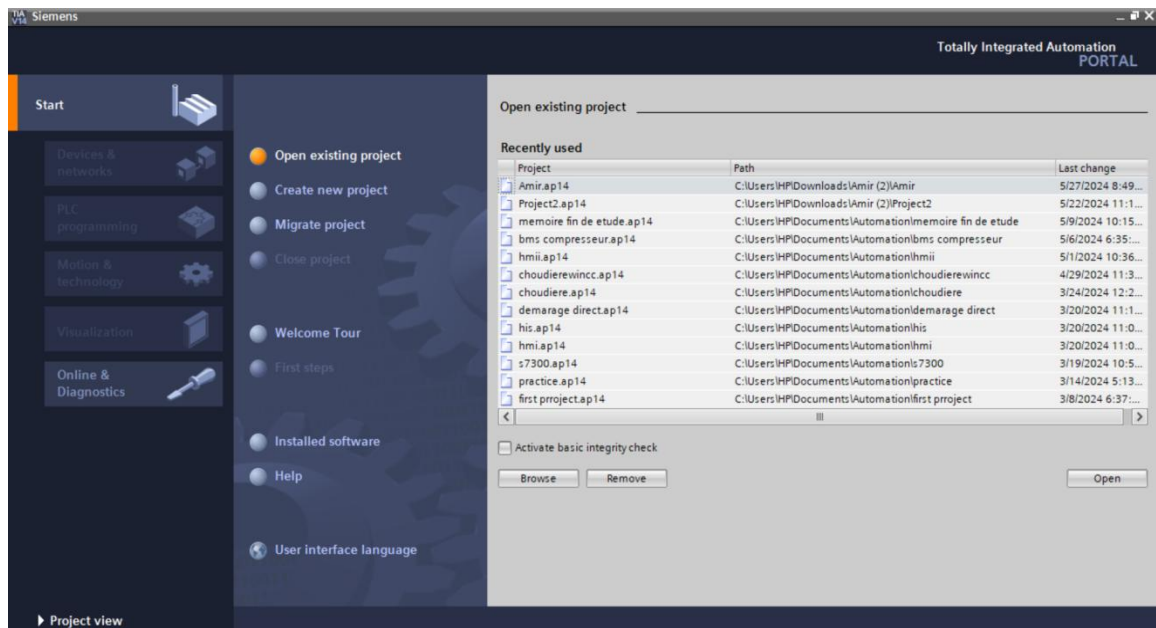


Figure [3-8] : Le logiciel TIA portal

3.9- Modules et extension

3.9.1- SIMATIC S7

Le SIMATIC S7 est une série de contrôleurs logiciels programmables (PLC) conçus par Siemens. On l'utilise couramment en automatisation industrielle pour contrôler des machines, des procédés et d'autres systèmes d'automatisation.

3.9.2- SIMATIC Wincc flexible

SIMATIC Wincc flexible est un logiciel d'ingénierie utilisé pour configurer et concevoir des applications d'interface humaine-machine (HMI) dans le domaine de l'automatisation industrielle. Il fait partie de la gamme SIMATIC HMI de Siemens et est principalement utilisé pour des applications HMI de petite à moyenne taille. WinCC flexible propose des outils pour concevoir des interfaces utilisateur qui permettent aux utilisateurs de surveiller et de contrôler les processus industriels. [9]

3.10- Simulation et test

Les outils de simulation et de test offerts par TIA Portal sont indispensables pour vérifier et déboguer les programmes avant de les mettre en œuvre sur le matériel réel. Voici une explication approfondie de ces caractéristiques :

3.10.1- SIMATIC PLCSIM

TIA Portal intègre SIMATIC PLCSIM, un outil de simulation qui permet de simuler le fonctionnement des automates programmables Siemens (API) sans avoir besoin de matériel physique, en plus de ça simuler les interfaces HMI et tester la création avec Wincc

3.10.2- Cahier de charge

Objectif : Remplacement du contrôleur actuel de ce compresseur en API

La solution proposée doit comprendre :

- API SIEMENS S7_1200 pour le contrôle du compresseur.
- HMI touche SIEMENS pour l'interface utilisateur.
- L'installation de nouveau matériel (Capteurs et dispositifs nécessaires pour le monitoring et la sécurité).

Processus de compresseur :

- Le compresseur doit être capable de passer en mode "ready to start" avant le démarrage.
- Utilisation d'un bouton "Start" pour démarrer le moteur de rotation (5.5kV).
- Utilisation d'un bouton "Stop" pour arrêter le moteur de rotation.

Détection et gestion des actions de trip incluant :

- Déclenchement en cas de température de l'air comprimé (high-high) dans ST1 ou ST2.
- Détection de vibrations anormales du corps du compresseur (high-high) dans ST1 ou ST2.
- Signalement de l'obstruction du filtre d'aspiration.
- Utilisation du bouton d'arrêt d'urgence (ESD) en cas de situation critique.

3.11- Réalisation de programme (Configuration hardware)

Dans ce projet, nous avons opté pour le CPU 1200 pour contrôler notre équipement. Ce CPU offre une capacité de mémoire de programmation moyenne. Doté d'une interface PROFINET intégrée comme port de communication standard pour tous les SIMATIC 1200, il facilite la mise en réseaux, la programmation à distance et l'intégration avec d'autres systèmes.

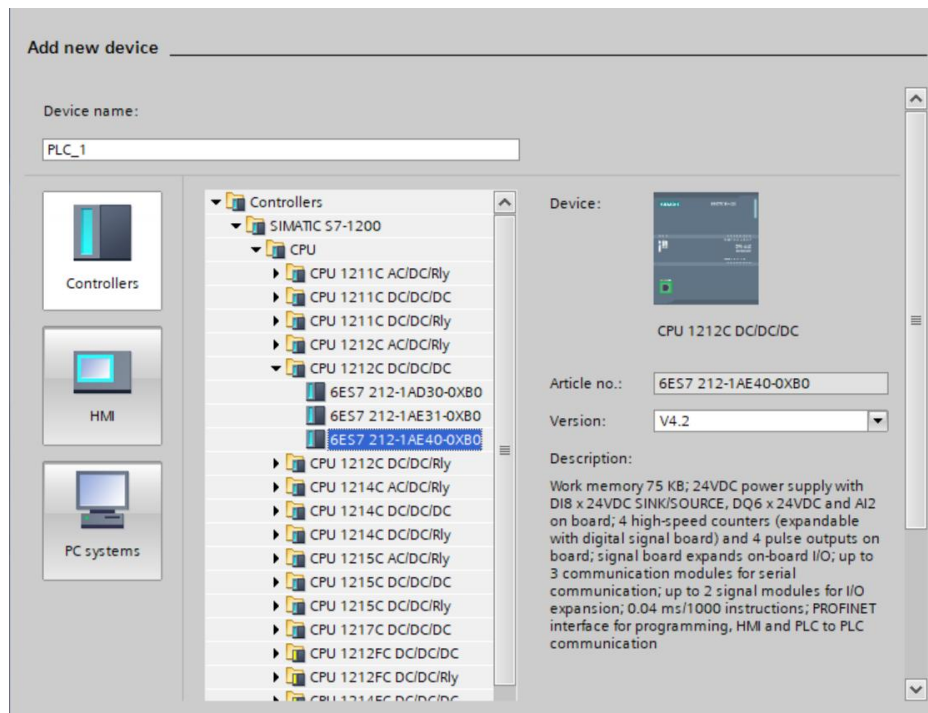


Figure [3-9] : Configuration hardware

3.12-Carte d'E/S

On a deux types d'entrées (Analogique et TOR)

- **Les signaux Analogique** : Ce sont des signaux standards de courant normalisé, allant de [4mA à 20mA]. Ils sont donc directement connectés aux modules d'entrée analogique d'automate, Ces modules vont effectuer la transformation de ces signaux provenant du processus en signaux numériques afin de les traiter internement dans l'automate S71200.
- **Une entrée TOR** : est une entrée numérique qui ne peut se présenter qu'en l'un des deux états ON (1) ou OFF (0). Ces situations représentent des niveaux de tension particuliers.
 - Etat ON : Le capteur connecté à l'entrée TOR envoie un signal électrique qui atteint ou dépasse un seuil de tension donné, indiquant que le dispositif est actif.
 - Etat OFF : Le capteur ou le dispositif ne produit aucun signal (ou envoie un signal en dessous du seuil de tension), indiquant que le dispositif est inactif

3.13- Outil de communication

Ici, nous nous intéressons aux outils accessibles via un réseau local. Ces outils comprennent principalement :

- **Outils de Saisie d'Informations** : Les boutons poussoirs opèrent en appuyant simplement. Un contact électrique est créé ou interrompu lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton,

envoyant un signal pour activer ou désactiver une fonction particulière. Après avoir relâché la pression, le bouton retourne à sa position d'origine, rétablissant ainsi son état normal.

- Des éléments transmettant les informations real :
 - Capteurs d'alarme.
 - Voyant.
- Les réseaux : La communication rapide et fiable entre les équipements, les capteurs, les actionneurs et les systèmes de contrôle est facilitée par les réseaux industriels locaux. Il est crucial d'avoir une communication en temps réel afin de garantir le bon déroulement des processus industriels complexes.

Dans notre projet, nous utilisons le protocole PROFINET pour la communication entre le CPU et la station PC.

3.13.1-Le protocole PROFINET (Process field Network)

Le protocole de communication standardisé PROFINET (Process Field Network) a été créé par Profibus & Profinet International (PI) pour les réseaux industriels. Son objectif est de satisfaire les besoins de l'automatisation industrielle, proposant des solutions souples et solides pour la communication entre différents appareils sur le terrain et les systèmes de contrôle centralisés. [9]

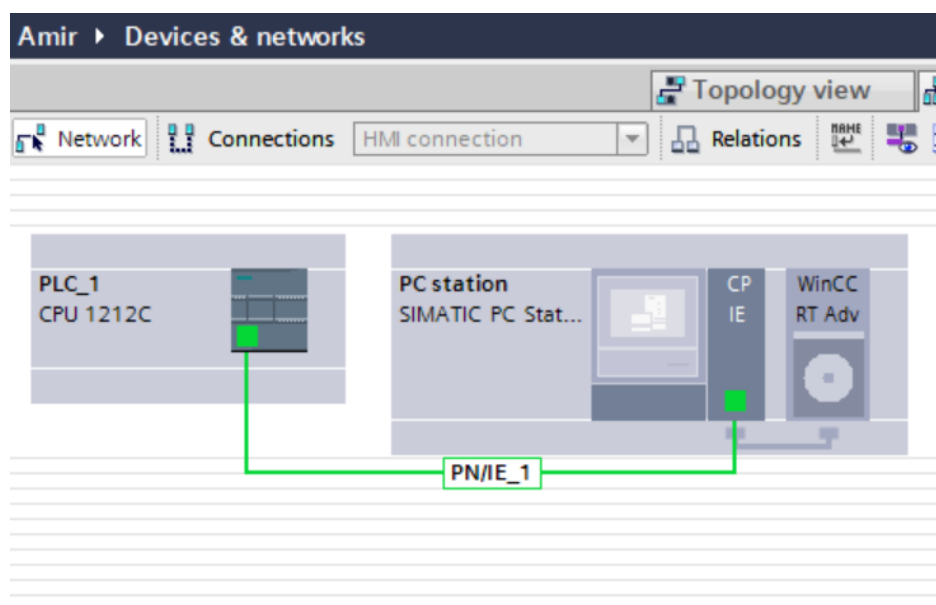


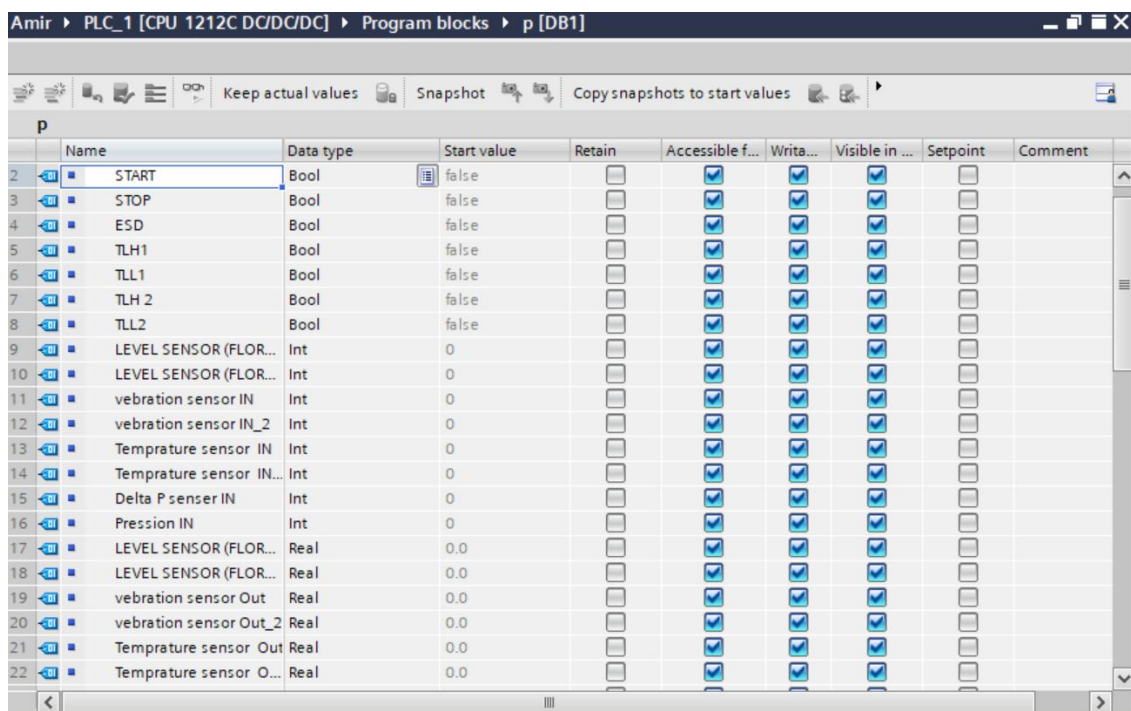
Figure [3-10] : La liaison PROFINET entre CPU et PC

Nous avons utilisé PROFINET, le processeur d'un contrôleur logique programmable (PLC) établit une communication avec une station PC qui sert à superviser et contrôler. Les données de processus sont transmises par le CPU au PC et les commandes de contrôle sont obtenues via le réseau PROFINET. La coordination efficace entre les opérations sur le terrain et les décisions prises au niveau central est assurée grâce à cette communication bidirectionnelle.

Plusieurs protocoles et technologies sont utilisés pour assurer une intégration efficace et fiable des API (Automates Programmables Industriels) Siemens, ce qui permet de communiquer sur ces systèmes

3.14- Création de la table des mnémoniques

Nous avons créé une table des mnémoniques qui permet de définir les désignations symboliques et les commentaires pour les adresses des modules E/S. L'éditeur facilite la gestion de toutes les variables utilisées dans le processus, ce qui rend la compréhension du programme plus aisée. Dans notre travail, la table des mnémoniques se présente comme suit :



	Name	Data type	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
2	START	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	STOP	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	ESD	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	TLH1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	TLL1	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	TLH 2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	TLL2	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	LEVEL SENSOR (FLOR...	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	LEVEL SENSOR (FLOR...	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	vebration sensor IN	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	vebration sensor IN_2	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Temprature sensor IN	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Temprature sensor IN...	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	Delta P sensor IN	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Pression IN	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	LEVEL SENSOR (FLOR...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	LEVEL SENSOR (FLOR...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	vebration sensor Out	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	vebration sensor Out_2	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	Temprature sensor Out	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	Temprature sensor O...	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figure [3-11] : Table de mnémoniques

3.15- Partie de programmation

Dans la prochaine étape, nous avons procédé à la configuration matérielle requise (CPU, E/S...). À ce niveau, nous avons mis en place un classeur contenant des blocs. Le bloc initial

appelé « Bloc d'organisation OB1 ». Nous avons utilisé les blocs suivants dans notre programme :

3.15.1- Bloc Scaling %FC2)

C'est un bloc utilisé pour les signaux analogiques. %FC2 utilise cette valeur totale allant de 0 à 27648 comme entrée à IN et la transforme en valeurs réelles dans la plage spécifiée. La limite inférieure est représentée par LO-LIMIT et la limite supérieure est représentée par HI-LIMIT. OUT nous fournit la véritable valeur convertie.

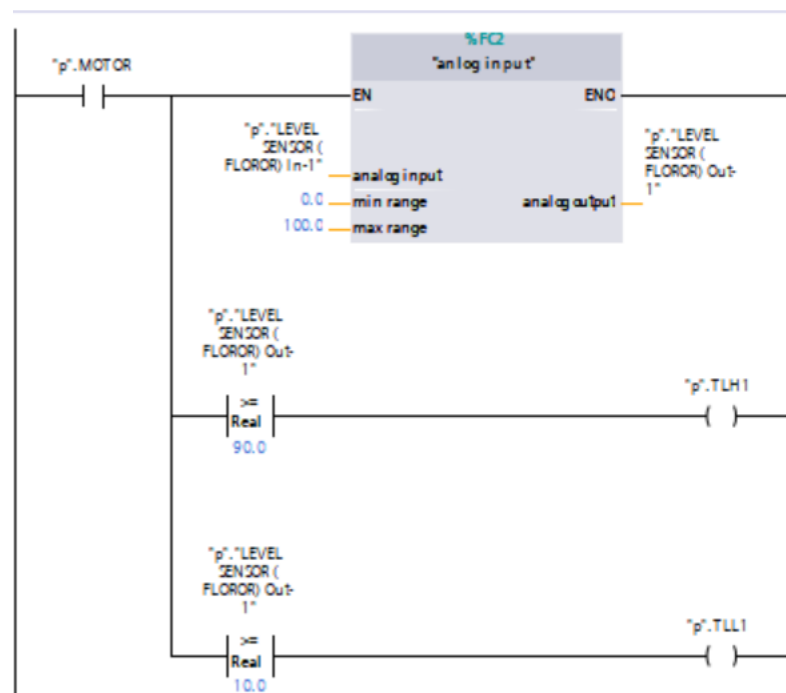


Figure [3-12] : Bloc scaling %FC2

3.15.2- Bloc SR

Il est possible de contrôler un état binaire (Q) en utilisant une bascule SR en Ladder en utilisant deux entrées différentes pour le Set (S) et le Reset (R). Le schéma Ladder garantit la stabilité de la sortie Q après la relâche des commandes S ou R, en utilisant des contacts virtuels pour maintenir l'état de la sortie.

Dans notre projet, ce bloc SR est utilisé pour maintenir le niveau du réservoir de récupération d'eau et ceci est contrôlé par une vanne.

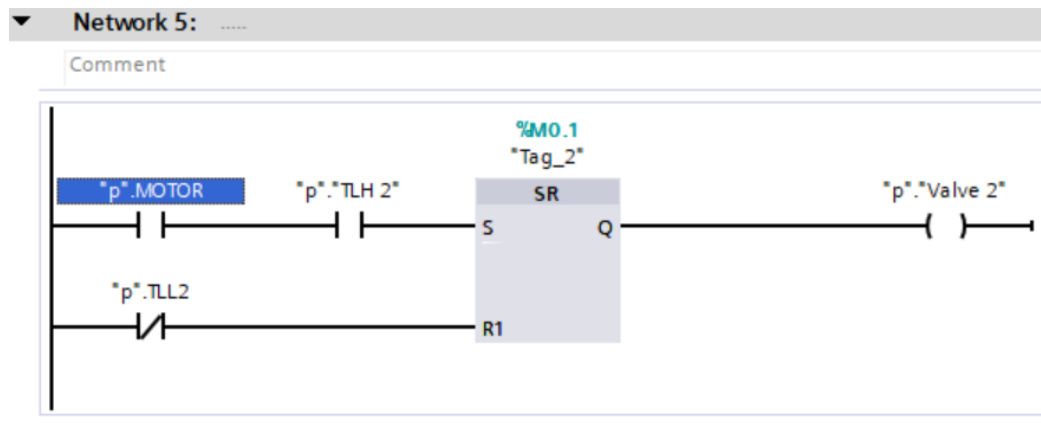


Figure [3-13] : Bloc SR

3.15.3- Blocs de comparaisons

Les éléments fondamentaux des systèmes de contrôle industriels sont les blocs de comparaison en Ladder, Ils offrent la possibilité d'évaluer des valeurs et de prendre des décisions en se basant sur ces remarques. Voici un aperçu des diverses catégories de blocs de comparaison fréquemment employés en Ladder et de leur mécanisme de fonctionnement.

- Bloc de comparaisons d'égalité (==).
- Bloc de comparaisons Inégale (<>).
- Bloc de comparaisons Supérieur (>).
- Bloc de comparaisons Inferieur (<).
- Bloc de comparaisons Supérieur ou Egale (>=).
- Bloc de comparaisons Inferieur ou Egale (<=).



Figure [3-14] : CTU.

3.16- La simulation de programme a l'aide de SIMATIC-PLCSIM

Après avoir écrit le programme, il est possible de commencer la simulation en appuyant sur le bouton "Start Simulation" dans la barre d'outils du TIA PORTAL. SIMATIC PLCSIM sera lancé et notre logiciel de simulation sera téléchargé.

Dans le cadre de la simulation, nous avons la possibilité d'utiliser les outils de surveillance et de débogage disponibles sur le TIA portal afin de surveiller le fonctionnement de notre programme, vérifier les valeurs des variables et repérer les éventuelles erreurs.

La simulation peut être supervisée en utilisant les commandes accessibles dans le TIA portal. Cela englobe la faculté de mettre fin, de reprendre, d'accélérer ou de ralentir la simulation en fonction de nos exigences, Après avoir achevé la simulation, nous pouvons examiner les résultats afin de confirmer que notre programme fonctionne conformément à nos attentes.

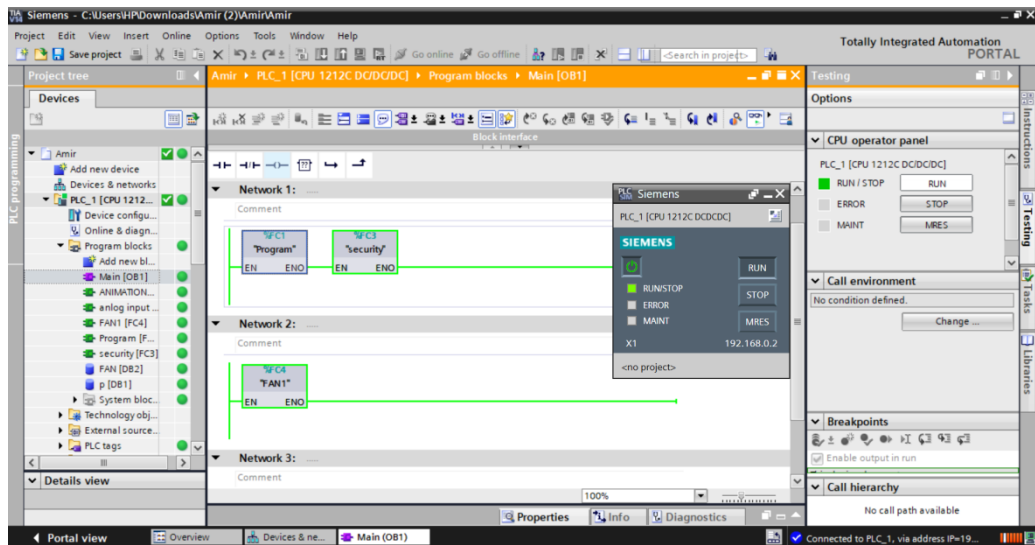


Figure [3-15] : La simulation

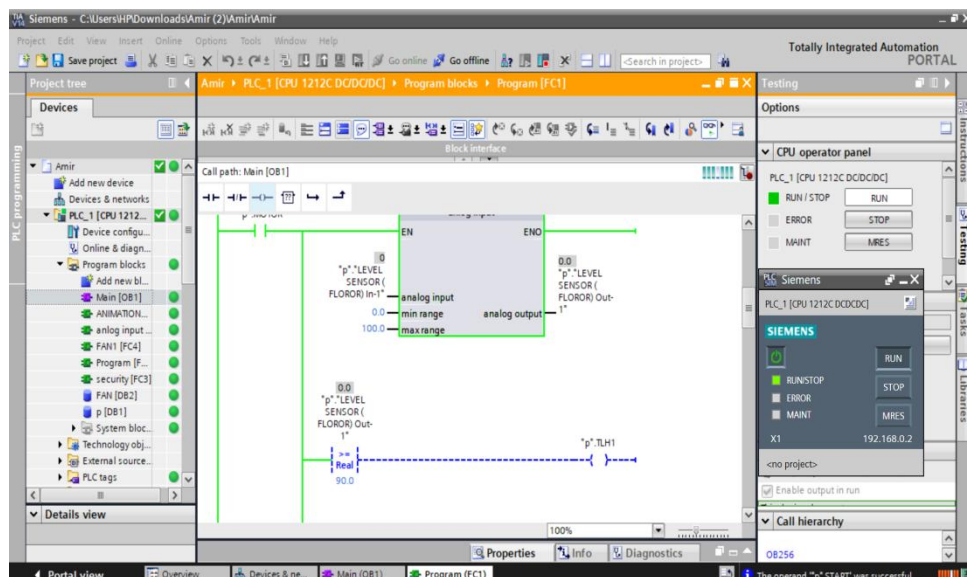


Figure [3-16] : Le simulateur PLCSIM.

3.17- Création l'interface homme machine (HMI)

La supervision industrielle est une technologie qui permet de surveiller le bon fonctionnement d'un procédé pour qu'il atteigne un niveau de fonctionnement optimal. Le but est de rendre compte en temps réel de l'évolution des paramètres de processus, ce qui permet aux opérateurs de prendre rapidement des décisions qui correspondent à leurs objectifs, tels que la productivité, la qualité des produits et la sécurité des biens et des individus.

Dans ce projet, nous avons utilisé un PC station à l'aide du logiciel WINCC flexible, pour mettre en œuvre le système de supervision de la gestion du système compresseur d'air.

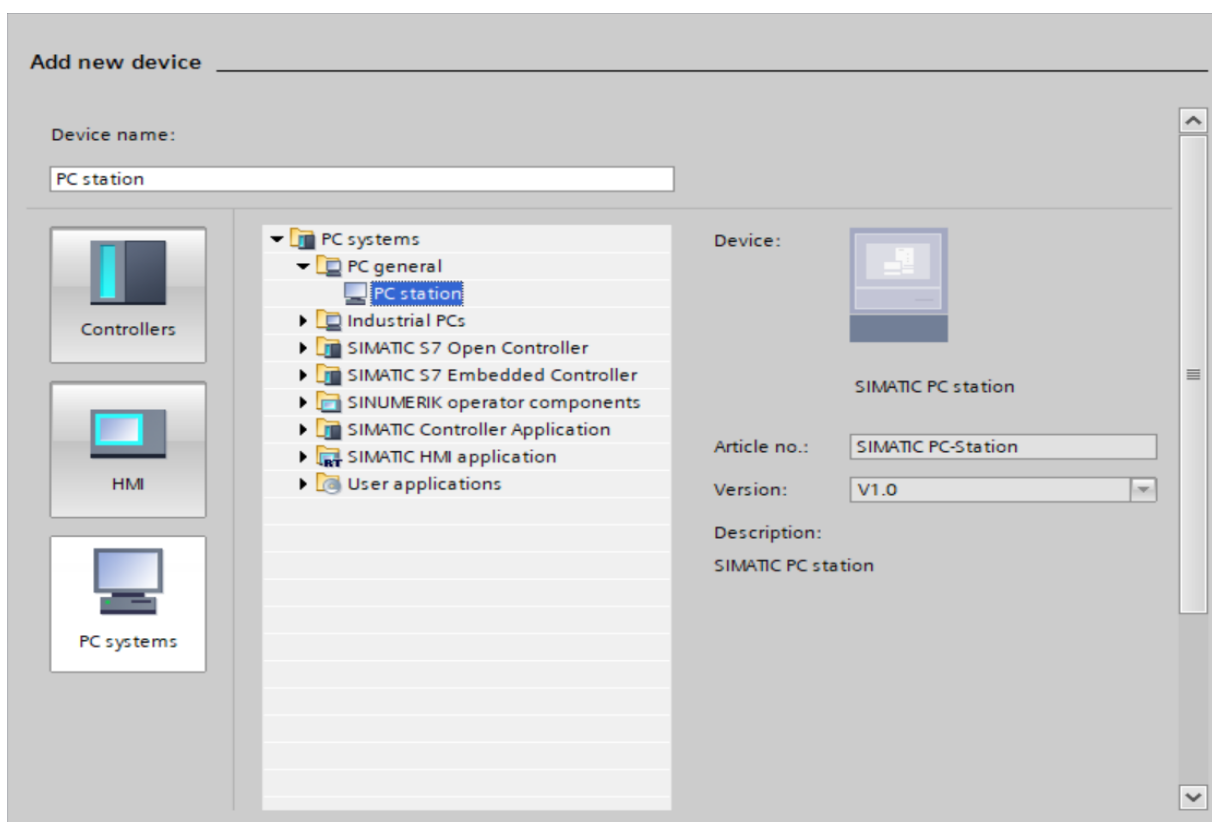


Figure [3-17] : Notre choix de HMI

3.17.1-Programmation graphique de l'interface homme machine (HMI)

Nous avons inclus une représentation détaillée des équipements de compresseur d'air dans notre interface homme-machine (HMI).

Les graphiques sont utilisés pour présenter de manière claire et concise les informations essentielles telles que la pression d'entrée et de sortie, le débit d'air, la température, etc. Les opérateurs peuvent surveiller en temps réel les performances du compresseur, repérer rapidement

toute tendance ou problème qui se manifeste, et prendre les mesures correctives adéquates grâce à ces graphiques dynamiques, en notre HMI nous avons utilisé :

- ✓ Affichage d'alarme : L'opérateur a la possibilité de consulter l'historique des alarmes, des événements ou des alarmes en cours d'exécution dans la vue des alarmes.
- ✓ Animation : L'animation a été employée dans les vannes et les transmetteurs afin de vérifier le bon fonctionnement des équipements (marche/arrêt).
- ✓ Boutons : trois boutons ont été utilisés, l'un pour l'ESD, l'autre pour le fonctionnement du système (RUN) et le troisième pour le STOP.
- ✓ Trend graph : En incorporant les tendances dans vos écrans HMI, vous offrez aux opérateurs et aux ingénieurs des renseignements précieux sur le fonctionnement du processus, ce qui facilite la prise de décision et le dépannage.

Il y a essentiellement deux types de courbes :

1. en temps réel ; les données sont transférées directement sur l'HMI selon l'échantillonnage
2. en historique ; les données enregistrées sur le HDD dur de l'unité de l'HMI sur une durée déterminée peuvent être représentées par un graph. Les nouvelles données écrasent les plus anciennes pour raison d'espace sur le HDD.

Après la création tous les composants graphiques de notre équipement et tous les symboles d'E/S (mnémonique) doivent être transférés vers les tableaux de tags HMI: dans HMI, sélectionnez les tags et transférez les symboles. Tu peux également modifier la durée d'acquisition des entrées sorties.

Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name
AN 1	Default tag table	Bool	HMI_Conne...	PLC_1
FAN_RUN	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_AlarmFlow	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Delta P senser IN	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Delta P senser IN(1)	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Delta P senser Out	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_1
p_ESD	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Fan1	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_LEVEL SENSOR (FLOROR) In_2	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_LEVEL SENSOR (FLOROR) In-1	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_LEVEL SENSOR (FLOROR) Out..	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_1
p_LEVEL SENSOR (FLOROR) Out..	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_1
p_MOTOR	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Pression IN	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Pression OUT	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_1
p_START	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_STOP	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Temprature sensor IN	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Temprature sensor IN_2	Default tag table	Int	HMI_Connectio...	PLC_1
p_Temprature sensor Out	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_1

Figure [3-18] : Tableau des tags HMI

3.18- Résultats

La supervision/commande du système de compresseur d'air est donnée par :

- Un moteur 5.5kv
- Un compresseur ST1
- Un compresseur ST2
- 'INTERCOOLER
- AFTERCOOLER
- Un ballon de récupération d'eaux
- Des vannes (vanne d'admission et vanne drainage)
- Des boutons (START, STOP, ESD)
- Des Alarmes
- Des TREND's
- Des tags
- Des valeurs mesurées

3.18.1- La page HOME



Figure [3-19] : La page (HOME)

3.18.2-Le compresseur d`air

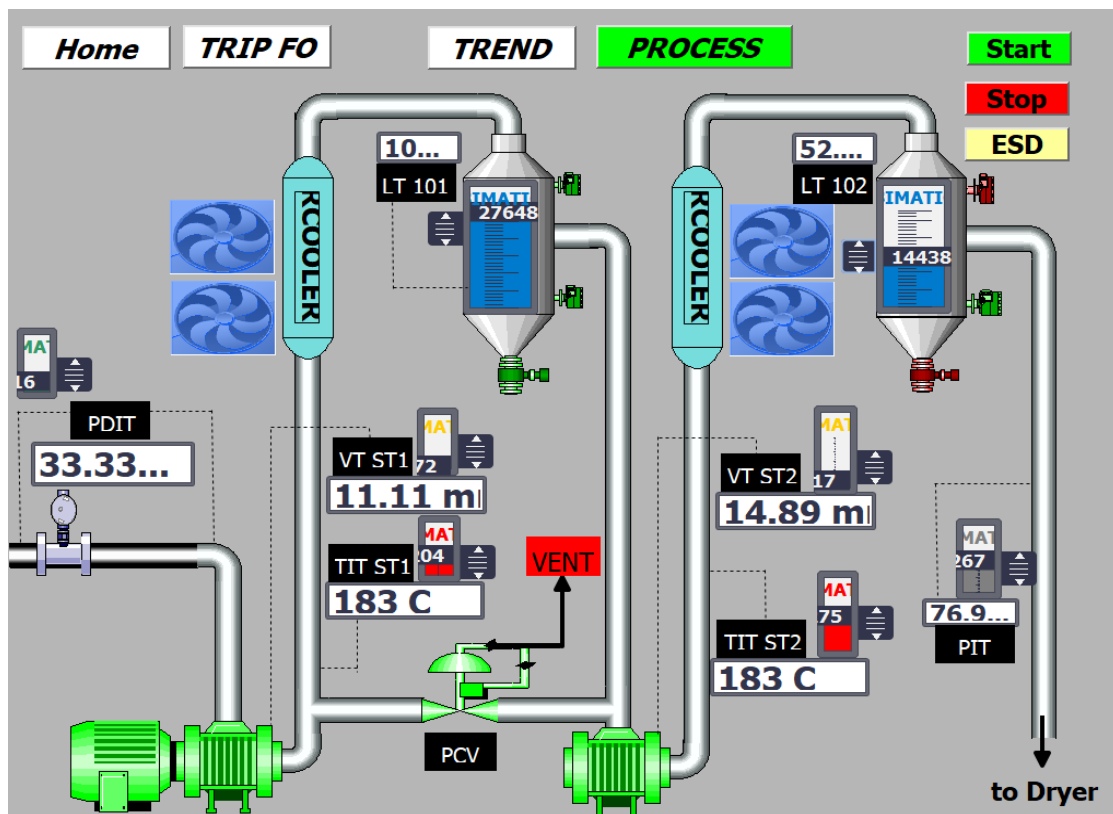


Figure [3-20] : COMPRESSEUR d'AIR dans le cas normale

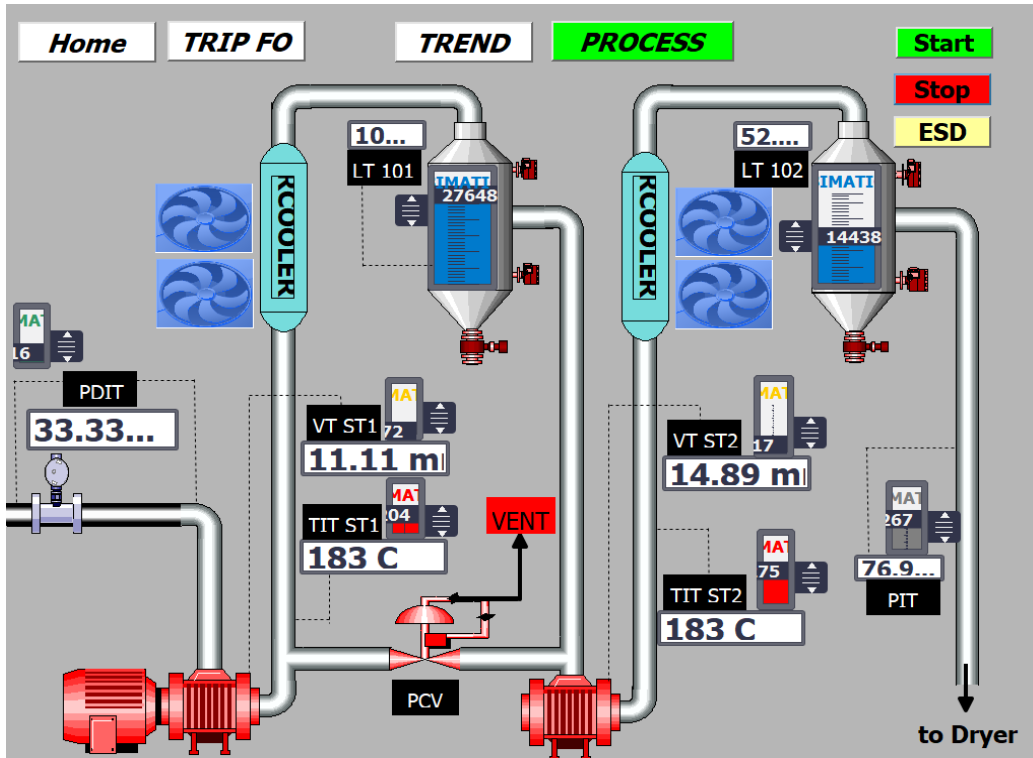


Figure [3-21] : COMPRESEUR d'AIR dans le cas TRIP

3.18.3-Les TREND

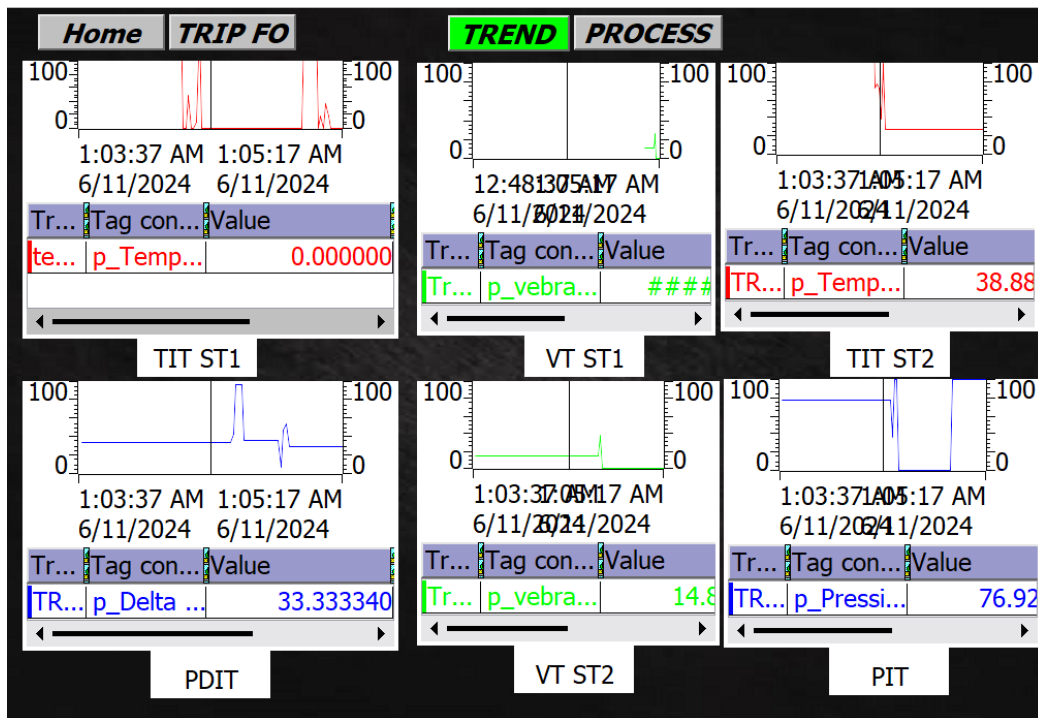


Figure [3-22] : Les TREND`s

3.18.4-Les Alarmes

No.	Time	Date	St...	Text	Acknowled...
! 3	1:05:58...	6/11/2...	IO	First Out 1 st stage very high vibration	0
! 6	1:05:51...	6/11/2...	IO	First Out 2 nd stage very high temperature	0
! 4	1:05:51...	6/11/2...	IO	First Out 2 nd stage very high vibration	0
! 5	1:05:46...	6/11/2...	IO	First Out 1 st stage very high temperature	0
! 2	1:02:29...	6/11/2...	I	First Out Tank lube water high level	0
! 1	1:02:27...	6/11/2...	I	First Out Tank lube water high level	0
! 7	1:02:18...	6/11/2...	IO	First Out compressor filter clogged	0

Figure [3-23] : Les alarmes

3.19- Les protocoles de Communication d'un système SCADA

La difficulté de l'installation d'un système SCADA réside principalement dans la sélection des protocoles de communication entre les divers équipements de l'installation. Dans la section suivante, les protocoles les plus répandus sont les suivants :

3.19.1-Modbus

Le protocole de communication série Modbus a été créé par Modicon. C'est une technique de transmission en série d'informations entre des appareils électroniques ou des appareils d'instrumentation.

Dans ce contexte, le dispositif qui sollicite les informations est désigné comme le «Maître», tandis que celui qui les fournit est désigné comme «l'esclave». Un maître peut gérer jusqu'à 247 esclaves dans un réseau Modbus standard, avec une adresse unique de 1 à 247. Le maître peut aussi rédiger des renseignements concernant les esclaves.

Le caractère ouvert du protocole Modbus est un élément clé, car il est gratuit et accessible à toutes les entités, y compris les compagnies électroniques et les fabricants d'équipements. Grâce à cette ouverture, il est devenu un standard de communication indispensable dans le secteur. [2]

3.19.2-Modbus RTU

Le protocole ouvert Modbus RTU permet de transférer les données en série en utilisant des câbles (RS-232 ou RS-485) provenant de l'architecture maître/esclave. Il s'agit d'un protocole largement reconnu pour sa simplicité d'utilisation. Cet ensemble de protocoles est employé dans les systèmes de gestion de bâtiment (BMS) et dans les systèmes automatiques de production.

L'architecture du message de Modbus RTU est de 16 bits. Cette architecture est simple, ce qui garantit la fiabilité de la transmission des messages. Il est possible d'utiliser ce protocole pour transférer des virgules flottantes, des tableaux, des textes ASCII, des files d'attente, ainsi que d'autres informations non liées.

3.20- Configuration Matérielle

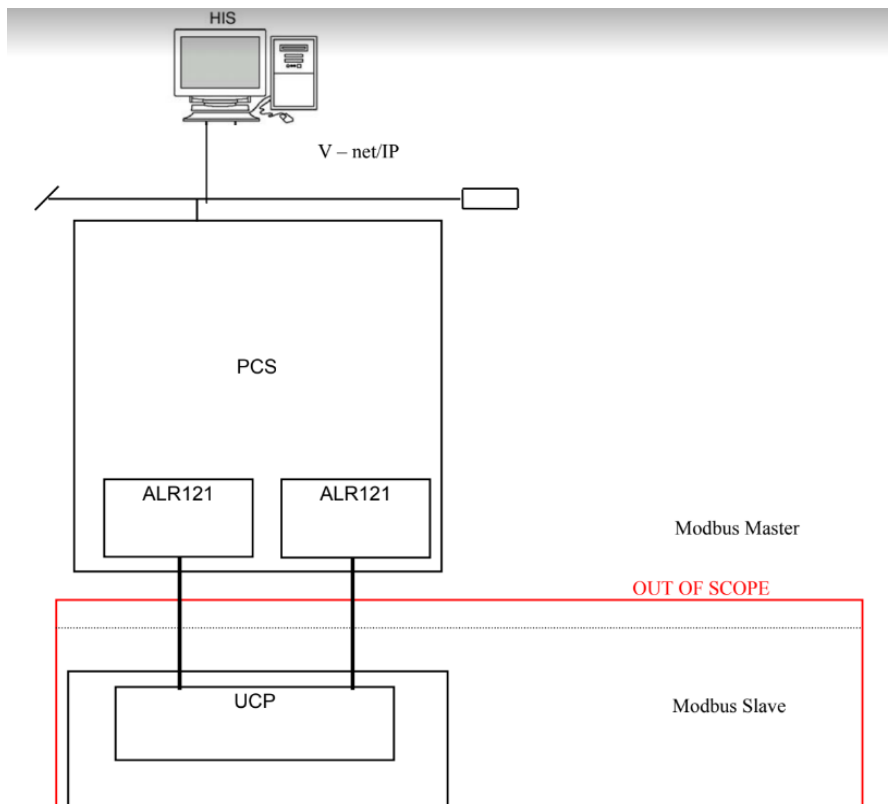


Figure [3-24] : Configuration matérielle (Hardware) [10]

3.21- Configuration schématique du système

Le câblage RS-485 est utilisé pour relier physiquement les différents périphériques du réseau, Il est possible de réaliser ce câblage en utilisant un câble torsadé blindé afin d'assurer une meilleure résistance aux interférences.

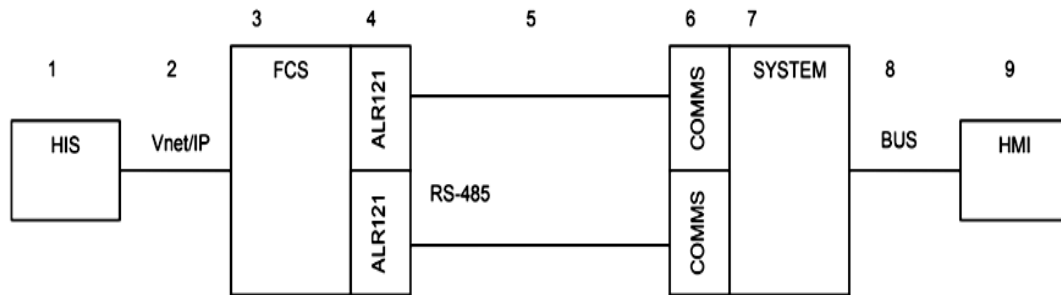


Figure [3-25] : Schéma de communication du système. [10]

Commentaire :

Les figures (3-20) et (3-21) démontrent clairement que les vannes vertes correspondent à des vannes ouvertes, tandis que les vannes rouges signalent leur fermeture. On trouve également un tableau des alarmes. Il existe des courbes de tendance pour l'historique de chaque transmetteur, et les valeurs mesurées de chaque transmetteur peuvent être visualisées sur notre HMI, ainsi que l'état des refroidisseurs.

3.22- Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons mis en place les modalités de commande et de surveillance des compresseurs d'air de la région Gassi Touil. Grâce à ces derniers, nous avons la possibilité de suivre en temps réel l'évolution du procédé. Il a été observé que le logiciel de gestion TIA PORTAL offre une grande variété d'options. C'est une solution d'automatisation globale extrêmement puissante car elle garantit un flux continu d'informations.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail offre une analyse approfondie et pratique de l'automatisation industrielle dans le contexte spécifique de l'industrie pétrolière et gazière. À travers l'utilisation du logiciel TIA Portal de Siemens, l'étude démontre clairement la capacité à concevoir, programmer et superviser efficacement des systèmes complexes tels que ceux utilisés pour la gestion des compresseurs d'air. Cette approche permet non seulement de surveiller en temps réel les performances et les paramètres critiques des équipements, mais également d'optimiser leur fonctionnement pour garantir une efficacité maximale et une réduction des temps d'arrêt non planifiés.

L'intégration d'une interface homme-machine (HMI) via Wincc flexible est une composante essentielle de cette automatisation. Elle permet aux opérateurs et aux ingénieurs de visualiser et d'interagir avec les données en temps réel, facilitant ainsi la prise de décision rapide et la mise en œuvre de mesures correctives appropriées en cas de nécessité. Les fonctionnalités telles que l'affichage des alarmes, l'animation des équipements, l'utilisation de graphiques de tendance et la gestion des événements contribuent à améliorer la réactivité opérationnelle et la sécurité des installations.

L'analyse des protocoles de communication, notamment Modbus et Modbus RTU, souligne l'importance de la connectivité robuste et fiable entre les divers équipements industriels. Cette connectivité est cruciale pour assurer la transmission efficace des données et la coordination harmonieuse des opérations au sein du système SCADA.

Sur un plan stratégique, le mémoire met en évidence l'importance critique de l'air instrument dans l'industrie pétrolière et gazière, notamment pour le fonctionnement sécurisé des actionneurs, des vannes de régulation, et des systèmes d'urgence comme ceux utilisés pour l'extinction d'incendie. L'approche basée sur les API Siemens permet non seulement de répondre aux exigences opérationnelles élevées de ces secteurs mais aussi de s'adapter aux environnements industriels difficiles, assurant ainsi une fiabilité et une performance constantes des systèmes automatisés.

En conclusion, ce mémoire représente une contribution significative à la compréhension et à l'application des technologies d'automatisation dans les environnements industriels critiques. Il démontre l'efficacité des solutions intégrées de Siemens pour améliorer la productivité, la

sécurité et la gestion des ressources dans des installations complexes comme celles de Gassi Touil. Ces résultats offrent des perspectives précieuses pour le développement futur de l'automatisation industrielle, tout en soulignant l'importance croissante des technologies avancées pour soutenir les opérations industrielles modernes.

Bibliographie

- [1]. Présentation du champ GTL, "Documentation de champ GTL", Gassi Touil.
- [2]. H. Mezdour, M Ayab, " Étude et mise à niveau du système de contrôle du gaz d'étanchéité dans les compresseurs d'injection de gaz HBNS K8 401/2/3-A et B". Groupement Berkine SONATRACH / ANADARKO Division Maintenance, Août 2018.
- [3]. D. James, M. Watterson, "A Simple Guide to Understanding Compressors", Université de technologie d'Eindhoven, Eindhoven, Pays-Bas, Ph.D, livre broché : 174 pages, publié le 5 septembre 2018.
- [4]. Document de GTL, "Instrument Air Package Interface Procédure", spécification S-613, organized by the International Oil & Gas Producers Association (IOGP), decembre 2018.
- [5]. M. S. Achbi, S. Kechida. "Fault tolerant control of Reverse Osmosis Desalination Plant with the application of SCADA system." 2nd international conference on Applied Automation and Industrial Diagnostics. ICAAID. Djelfa. 2017.
- [6]. N. Abdelhak, M. A. Kellou, "Conception d'un système de comptage automatisé à l'usine FCI : Partie automatisation par API S7-1200", oct. 2016, Consulté le: 5 juin 2022. [En ligne]. Disponible sur : <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/11759>
dspace.univ-ouargla.dz
- [7]. A. Gonzaga, "Les automates programmables industriels." www.geea.org/IMG/pdf, 2004.
- [8]. C. Atlas, "Compresseur d'air et gaz industriel", Algeria, 1947.
- [9]. SIEMENS, SIMATIC, "Programmer avec STEP 7". Manuel. Allemagne : Siemens, 2006.
- [10]. S. Kechida, et al. "Elaboration d'un système de supervision sous YOKOGAWA CS3000 : Application à l'unité de production d'air de l'entreprise nationale SONATRACH.", 2019.