REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Projet de fin d'études de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et système

Système d'auto-nettoyage des filtres d'aspiration d'air de turbine à gaz à base d'API

- **Présenté par :**

Mr. ROUBEHI FISSA Chakib

- **Proposé et Dirigé par :**

Encadrant : *Dr. BENYEZZA Hamza*

Co-encadrant : *Pr. BOUHEDDA Mounir*

Promotion 2024

Remerciements

Je remercie Dieu le tout Puissant qui m'a donné la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier en premier lieu Monsieur H. BENYEZZA d'avoir fait l'honneur d'encadrer ce mémoire et en second lieu Monsieur M.BOUHEDDA pour ses précieux conseils et la confiance qu'il m'a donné.

Mes remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercier chaleureusement tout le personnel du service instrumentation et service méthodes division de production SONATRACH RNS qui m'ont ouvert leurs portes et donner l'opportunité de réaliser ce projet plus particulièrement Mr K. LALOUI, Mr T.BOUCHELKIA, Mr A.BENMEBAREK, Mr B.DAHAM et à tous ceux qui m'ont aidés durant mon stage pratique.

Je conclus par remercier toute personne ayant contribuée de près ou de loin à la réalisation et l'aboutissement de ce travail.

Je vous remercie tous.

Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie mon

Travail

A ma Mère,

« Tu m'a donnée la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercie pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée ».

A mon Père,

« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne, la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie. »

A mon frère Jamal Eddine, que Dieu accomplisse tes vœux.

A ma sœur Lina je te souhaite tout le bonheur du monde.

A mes meilleurs amis : Melissa, Meriem ,Wafa, Ayoub et Farouk.

A ma famille et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

تحتاج شركة سوناطراك قسم االنتاج في حقل رهورد نوس المتخصص في إنتاج الغاز إلى التحديث والتوسعة في إنتاج الكهرباء. أصبح من الضروري في عصرنا الحالي، خاصة في ظل المناخ الصحراوي، تشغيل االلي للمرشحات ذاتية التنظيف للتوربينات الغازية. يعرض هذا البحث تطوير نظام ذاتي التنظيف لمرشحات الخاصة بامتصاص الهواء، بهدف حل المشكالت المرتبطة بهذا النظام. لذلك، قمنا بتجديد عملية التحكم عن طريق استبدال لوحات التحكم في الخزانة
الكهربائية بمسير صناعي مبرمج بلغة السلم. تم استخدام برمجيات ووسيط إنسان آلة من أجل
التحكم و المشاهدة باستعمال شاشة

الكلمات المفتاحية : ألتمتة، نظام التنظيف الذاتي، التوربينات الغازية ، واجهة اإلنسان واآللة

Résumé

La division de production de Sonatrach à Rhourd Nous, spécialisée dans la production gazière, nécessite une modernisation et une expansion. L'automatisation des filtres autonettoyants de la turbine à gaz est devenue indispensable, surtout dans le climat désertique actuel. Ce projet de fin d'étude expose le développement d'un système autonettoyant pour les filtres d'aspiration d'air, visant à résoudre les problèmes associés à ce système. Pour cela, le processus de contrôle a été actualisé en remplaçant les cartes de commande dans l'armoire électrique par un automate programmable (API) programmé en langage Ladder. La création des interfaces homme-machine (IHM) a été réalisée à l'aide du logiciel STEP7 et de WinCC Flexible.

Mots clés : Automatisation, système auto-nettoyage, turbine à gaz, API, IHM

Summary

The production division of Sonatrach in Rhourd Nous, specialized in gas production, requires modernization and expansion. The automation of self-cleaning filters for gas turbines has become essential, especially in the current desert climate. This end-of-study project presents the development of a self-cleaning system for air intake filters, aiming to solve the problems associated with this system. To achieve this, the control process was updated by replacing the control cards in the electrical cabinet with a programmable logic controller (PLC) programmed in Ladder language. The creation of human-machine interfaces (HMI) was carried out using STEP7 software and WinCC Flexible.

Keywords: Programming Logic Control, Human-Machine Interface, Gas turbin, Display Screen, Automation

Listes des acronymes et abréviations :

API : Automate programmable industriel.

BP : basse pression

CSC : centre de séparation et compression

CPF : centre de procession facilité

CPU : Unité centrale de traitement

DeltaP : la pression si la différentielle de pression entre l'entrée

EV : électrovannes

HP : haute pression

HMI : Human-Machine Interface

RNS : rhoourd nouss

TG : Turbine à Gaz

VRéf : le seuil préréglé pour le nettoyage commence

WINCC : Windows Control Center

Table des matières

Remerciements I

Dédicace II

ملخص III

Résumé III

Summary IV

Listes des acronymes et abréviations V

Table des matières VI

Liste des figures XII

liste des tableaux XV

Introduction générale 17

I. Présentation de la Région 19

I.1 Introduction 19

I.2 Présentation de la région de Rhourde Nouss 19

I.2.1 Situation géographique 19

I.2.2 Historique 20

I.2.3 Organisation de la direction régionale de Rhourde Nouss 20

I.2.4 Description du complexe de Rhourde Nouss 21

I.3 PRESENTATION GENERALE DU CSC 25

I.4 Description de la turbine à gaz MS5002c 27

I.4.1 Introduction 27

I.4.2 Différents types de turbines.....27

I.4.3 Principes du fonctionnement de la turbine à gaz.....28

I.4.4 Les turbines à gaz peuvent être classées en fonction du nombre d'arbres 28

I.4.5 Description de la turbine à gaz MS5002c.....29

I.4.6 Principaux composants de la turbine 31

I.5 Conclusion.....43

II. Fonctionnement de système auto-nettoyage 45

II.1 Introduction.....45

II.2 Système d'aspiration d'air.....45

II.3 Sécheur d'air par réfrigération.....47

II.3.1 Principe de fonctionnement.....47

II.3.2 Avantages d'un air propre et sec.....47

II.3.3 Principes de filtration d'air.....47

II.4 Filtre à air statique et filtre à air autonettoyant.....48

II.4.1 Filtre à air statique 48

II.4.2 Filtre à air autonettoyant 49

II.5 Description du filtre à air XLR.....50

II.5.1 Principe de fonctionnement.....51

II.5.2 Description du système de nettoyage.....51

II.6 Description du système de commande.....56

II.7 Description des matériels utilise dans l'armoire.....58

II.7.1 Les disjoncteurs 58

II.7.2 Les Contacteurs 59

II.7.3 Le sectionneur 61

II.7.4 Minuterie électrique 61

II.7.5 Les éléments principaux du système de commande 62

II.7.6 La formation de l'impulsion électrique 63

II.7.7 Pressostat Photohelic 64

II.7.8 Les électrovannes 64

II.7.9 Pressostat mécanique 65

II.7.10 Transmetteurs de pression différentielle 66

II.8 Conclusion 67

III. 69

III.1 Introduction 69

III.2 Définition d'un automate programmable (API) 69

III.3 Historique 69

III.4 Domaine d'application 69

III.5 Avantages et inconvénients 69

Ses inconvénients sont 70

III.6 Rôle de l'automate programmable 70

III.7 Architecture matérielle d'un API 70

III.7.1 Structure externe 70

III.7.2 Structure interne 72
III.7.3 Système d'exploitation 72
III.8 Types des automates programmables industriels 73
III.8.1 Automates de petite gamme 73
III.8.2 Automates de moyenne gamme 73
III.8.3 Automates de haute gamme 74
III.9 Langage de Programmation de l'API 74
III.10 Blocs du programme utilisateur 77
III.10.1 Bloc d'organisation (OB) 78
III.10.2 Bloc fonctionnel (FB) 78
III.10.3 Fonction (FC) 78
III. 1 Programme utilisateur 78
III. 2 Nature des informations traitées par l'automate 79
III. 3 Crêter de Choix de l'automate 79
III. 4 Conclusion 80
IV. Conception et simulation du système d'auto nettoyage 82
IV.1 Introduction 82
IV.2 Cahier des charges 82
IV.3 Système proposé 82
IV.3.1 Organigramme de fonctionnement 83
IV.4 Logiciel de programmation « TIA Portal V15 » 84

IV.4.1 Présentation du logiciel 84
IV.4.2 SIMATIC STEP7 85
IV.4.3 Avantages du logiciel TIA portal. 85
IV.4.4 Conception d'un programme avec TIA PORTAL V15 86
IV.4.5 Vue du portal 86
IV.4.6 Vue du projet 87
IV.4.7 Création du projet dans TIA PORTAL V15 88
IV.4.8 Configuration matérielle (Partie Hardware) 88
IV.4.9 Ajout les modules entrée /sortie 89
IV.4.10 Ecriture du programme 89
IV.4.11 Types de variable utilisée en TIA portal. 90
IV.4.12 Définition des variables 90
IV.5 Programmation 94
IV.5.1 Programme principale main [OB1] 94
IV.5.2 Programme de la première cartouche 94
IV.6 SIMATIC WinCC Runtime Advanced 95
IV.6.1 Présentation de S7-PLCSIM. 95
IV.7 Définition de l'interface homme-machine (IHM) 96
IV.7.1 Avantages 96
IV.7.2 Configurer une vue IHM 96
IV.7.3 Supervision 97

IV.7.4 Établissement d'une liaison IHM.....97

IV.7.5 Table de variables IHM.....98

IV.8 Création des vues.....98

IV.8.1 Vue Principale (HOME).....98

IV.8.2 Vue de la page principale.....99

IV.8.3 Vue de la commande.....101

IV.8.4 Vue de supervision.....102

V. 9 Résultats de simulations.....103

IV.10 Conclusion.....105

Conclusion générale.....106

Les références.....107

Liste des figures

Figure I.1 : Situation géographique de la région.....20

Figure I.2: Traitement de gaz dans la phase A.....22

Figure I.3: Schéma de l'unité de Compression et de réinjection 23

Figure I.4: Schéma descriptif des phases A et GPL.....24

Figure I.5 : Schéma descriptif de l'usine CPF 25

Figure I.6 : Système typique d'admission.....32

Figure I.7 : les quatre déférents paliers 33

Figure I.8 : Système d'alimentation du combustible 34

Figure I.9: Principaux éléments du système d'échappement 35

Figure I.10: Emplacement des disques du rotor.....36

Figure I.11: Rotor d'un compresseur axial 5002c.....37

Figure I.12: Position des chambres de combustion.....38

Figure I.13 : Chambre de combustion.....39

Figure I.14 : Chambres de combustion 39

Figure I.15: Bougie d'allumage

Figure I.16 : Détecteur de flamme 39

Figure I.17: schéma de fonctionnement d'une chambre de combustion. 40

Figure I.18: (a): Aubes de première roue turbine; (b) : Aube deuxième roue ;(c) : Segment de la directrice 41

Figure I.19 : Vue du rotor de la turbine basse pression.....42

Figure I.20 : Différentes sections de la turbine à gaz MS5002 43

Figure II.1 : représente caisson de filtres 45

Figure II.2: l'intérieur de système d'aspiration et filtration d'air. 46

Figure II.3: système d'aspiration et de filtration d'air 48

Figure II.4 : Structure d'un filtre statique 49

Figure II.5: représente la cartouche filtrante Donaldson 50

Figure II.6 : Diagramme du mode de nettoyage par impulsion (général) 54

Figure II.7: représente Tableau de contrôle du système de nettoyage 56

Figure II.8: Boite de contrôle du système de nettoyage 57

Figure II.9: Image et symbole d'un disjoncteur magnétique [12]. 59

Figure II.10 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétothermique [12]. 59

Figure II.11 : Image et symbole d'un contacteur [12] 60

Figure II.12 : Image et symbole représente un contact auxiliaire 61

Figure III.1 : représente automate compacte 71

Figure III.2 : représente automate modulaire 71

Figure IV.1 : Architecture globale du système propose 83

Figure IV.2 : Organigramme du cycle de nettoyage les filtres 84

Figure IV.3 : représente Logo du logiciel 85

Figure IV.4 : Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL 86

Figure IV.5 : Vue du portail 87

Figure IV.6 : représente Vue détaillée du projet 87

Figure IV.7 : Mise en créer du projet 88

Figure IV.8 : représente l'Ajout d'API 89

Figure IV.9 : modules entrées /sorties 89

Figure IV.14 : représente les variables d'api 91

Figure IV.10 : Partie du programme de démarrage du système 94

Figure IV.11 : Programme de lancement de la première cartouche (EV1) 95

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Production d'huile et de gaz 26

Tableau I.2 : Spécification de l'huile stabilisée 26

Tableau II.1 : Description du système de nettoyage 54

Tableau II.2 : Représente contrôle du système de nettoyage 57

Tableau IV.1 : Types de variables utilisées en TIA portal 90

Tableau IV.2 : L'entrée 91

Tableau IV.3 : Sortie 92

Introduction générale

La complexité croissante des systèmes industriels dans le secteur des hydrocarbures pousse les entreprises pétrolières à adopter de nouveaux systèmes de commande plus compacts et flexibles dans leurs installations. Cette évolution vise à maîtriser les nouvelles technologies afin d'augmenter la productivité, répondre à la demande croissante en énergie, améliorer la qualité et réduire les coûts. En outre, ces entreprises doivent garantir et améliorer les conditions de travail, la sécurité des biens et des personnes, ainsi que la sûreté de fonctionnement, tout en automatisant les tâches pénibles et répétitives.

En raison de l'obsolescence du système de commande du filtre autonettoyant à l'admission d'air des turbines à gaz sur le site Phase A Rhourd Nouss - Sonatrach, les cartes électroniques installées ne répondent pas aux exigences de fonctionnement de cette section en raison de leur ancienneté. Cela entraîne de nombreux problèmes pour les opérateurs et les techniciens de la Phase A. Notre objectif est de proposer une étude visant à remplacer les anciennes cartes électroniques par un nouvel automate plus performant, le SIMATIC S7-300 de Siemens, qui prend en compte toutes les conditions de fonctionnement du système de commande du filtre autonettoyant ainsi que les contraintes imposées, afin de faciliter au maximum la conduite de cette section.

Ce manuscrit est structuré en quatre chapitres. Le chapitre 1 présente la région de Rhourd Nouss et ses différentes usines de production et de traitement du gaz. Il fournit également des généralités sur les turbines à gaz et une description de la turbine à gaz MS5002C ainsi que ses caractéristiques. Le chapitre 2 examine le fonctionnement du système d'autonettoyage, en détaillant ses principaux éléments. Le chapitre 3 introduit la définition de l'automate programmable, ainsi que son architecture matérielle et logicielle. Enfin, le chapitre 4 présente le cahier des charges et le système proposé, accompagné des résultats de la programmation et des créations de vues.

Chapitre I

Présentation de la Région ET description de la turbine à gaz MS5002C

I. Présentation de la Région

I.1 Introduction

La part du gaz naturel dans la consommation énergétique dans le monde ne cesse d'augmenter (23,7 % en 2006). Dans ce cadre SONATRACH a accordé une importance particulière au développement de l'industrie gazière en Algérie en développant plusieurs champs gaziers et en réalisant d'énormes unités de traitement du gaz naturel qui se trouve généralement en solution avec du pétrole brut ou du condensât.

La région de Rhourde Nouss présente un parfait exemple des efforts de la SONATRACH dans ce domaine. C'est une région essentiellement à vocation gazière. Elle est la deuxième région gazière en Algérie (après celle de Hassi R'Mel).

Dans ce chapitre, on va représenter les principales activités de la région de Rhourde Nouss qui sont le traitement et le recyclage du gaz naturel, la production du GPL (gaz pétrole liquéfié), du condensât et des huiles.

I.2 Présentation de la région de Rhourde Nouss

I.2.1 Situation géographique

La région de Rhourde Nouss (Figure I.1 **)** fait partie de la wilaya d'Illizi, Située à 350 km au Sud/Sud-est de OUARGLA, à 1200 km au Sud/Sud-est d'ALGER et à 270 km au Sud/Sud-est de HASSI-MESSAOUD.

Son climat est désertique (sec avec un très faible taux d'humidité), et avec une fréquence importante des ventes de sable. Elle a un écart important de température entre l'hiver et l'été (-5 °C à 55 °C).

La région de Rhourde Nouss est composée de plusieurs champs (gisements) sur un rayon de 100 Km par rapport au siège de la direction régionale qui est situé dans le champ de Rhourde Nouss centre.

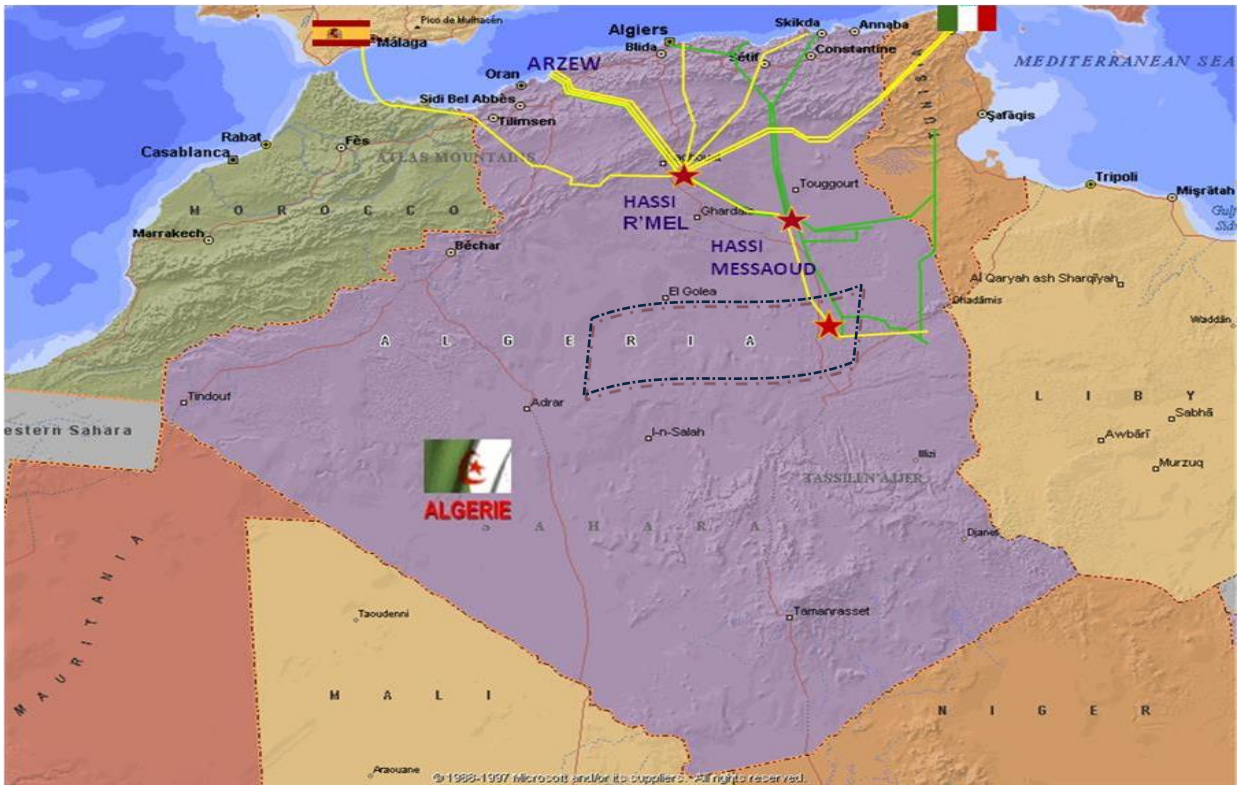


Figure I.2 : Situation géographique de la région

I.2.2 Historique

Première découverte de gaz à RHOURDE NOUSS en 1956. Le premier puits RN1, foré en 1962, a mis en évidence la présence de gaz riche en condensât au niveau de plusieurs réservoirs. Après la découverte de l'huile sur le puits RN4 un centre de traitement d'huile a été construit et mis en exploitation en 1966. [1]

I.2.3 Organisation de la direction régionale de Rhourde Nouss

La direction régionale est constituée de différentes divisions :

- Division engineering et production
- Division exploitation

- Division maintenance
- Division sécurité
- Division réalisation
- Division finance
- Division achat et transport
- Division personnelle
- Division moyens généraux
- Coordonnateur technique

I.2.4 Description du complexe de Rhourde Nouss

I.2.4.1 Charges et produits

La capacité globale de Rhourde Nouss est portée à (En mois de Janvier 2017):

- Gaz brut : 16 950 457 K SM³/mois.
- Réinjection : trois turbines à l'arrêt, 30717 Kgm^3/mois.
- Commercialisation : 1 250 894 K SM³/mois.
- GPL : 43 433.092 T/mois.
- Condensât : 100 088 T/mois.
- Pétrole brut : 210 818.455 T/mois.

I.2.4.2 Réseaux collectes

Cette production est assurée par un certain nombre de puits producteurs, un ensemble de collectes et manifolds (En mois de Janvier 2017). Puits producteurs de gaz : 70.

- Puits injecteurs de gaz : 34.
- Puits d'huile : 39.
- Collectes : 780 Km.
- Manifolds : 48.

I.2.4.3 Activités

La région de Rhourde Nouss est dotée d'un centre de traitement d'huile avec une capacité de traitement de 2000 m³/j de brut. Ce centre est le doyen des unités industrielles à Rhourde

Nouss depuis qu'il a été mis en service en 1966 dans le cadre du contrat EL PASO. Un projet consistant en une unité des gaz torchés est en voie de réalisation. Le complexe de traitement et recyclage du gaz naturel de Rhourde Nouss a pour but de séparer et récupérer le GPL et le condensât dissous dans le gaz naturel brut. Des usines ont été conçues à cet effet [1]

- **Usine phase A (démarrage 1987) :** dispose d'une unité de traitement de gaz et récupération de condensât, et d'une unité de compression pour le recyclage du gaz **(Figure 1. 1).**

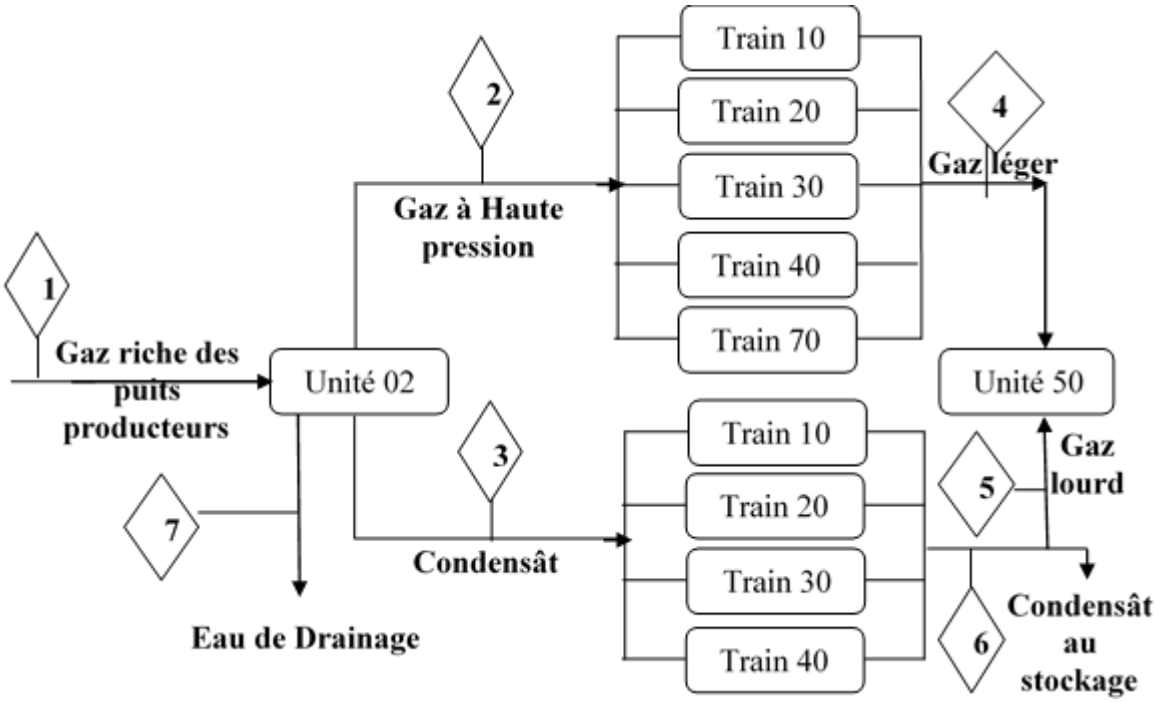


Figure I.3: Traitement de gaz dans la phase A

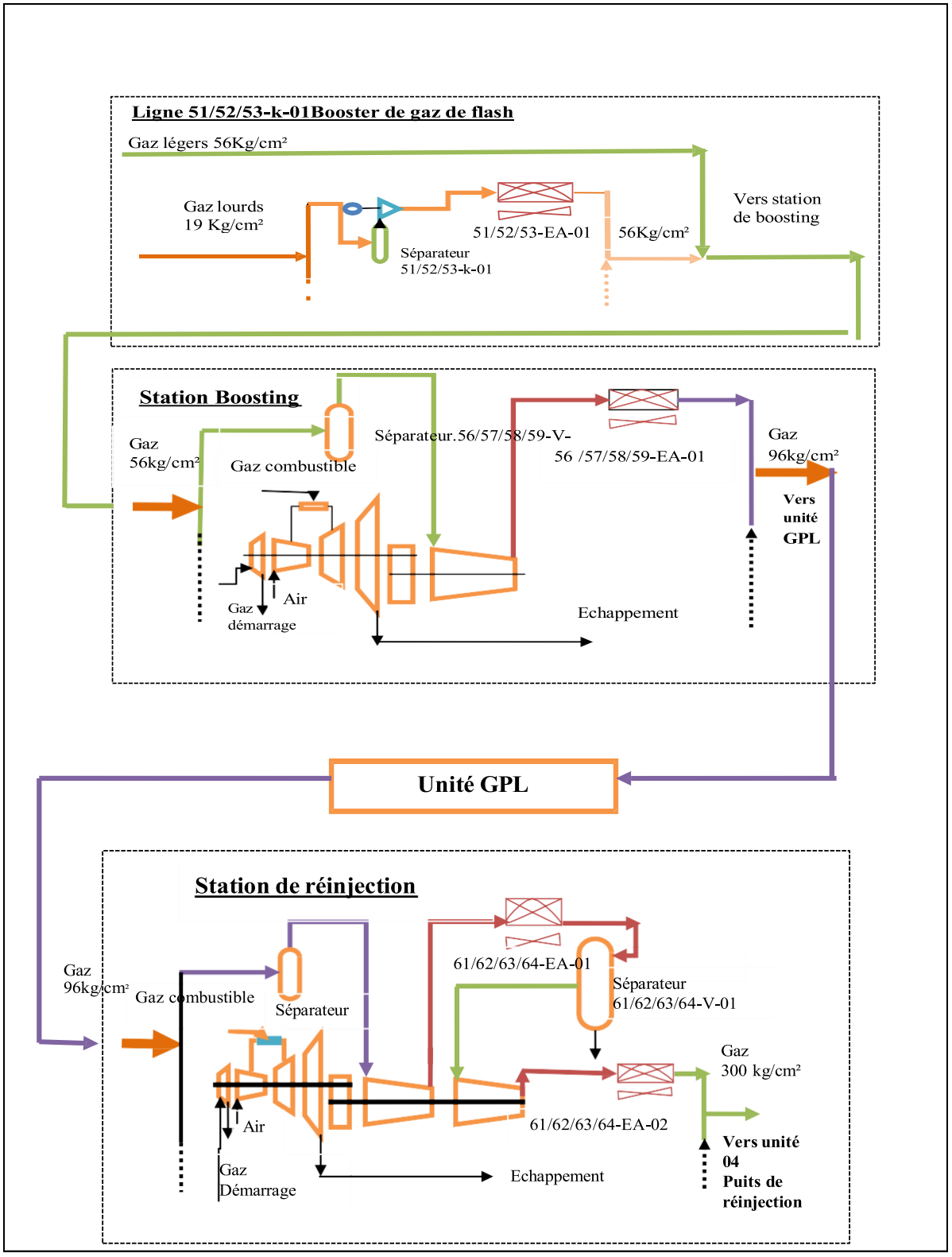


Figure I.4: Schéma de l'unité de Compression et de réinjection

- **Usine GPL (démarrage 1999) :** consiste à récupérer le GPL (**Figure 1. 2)** et les traces de condensât.

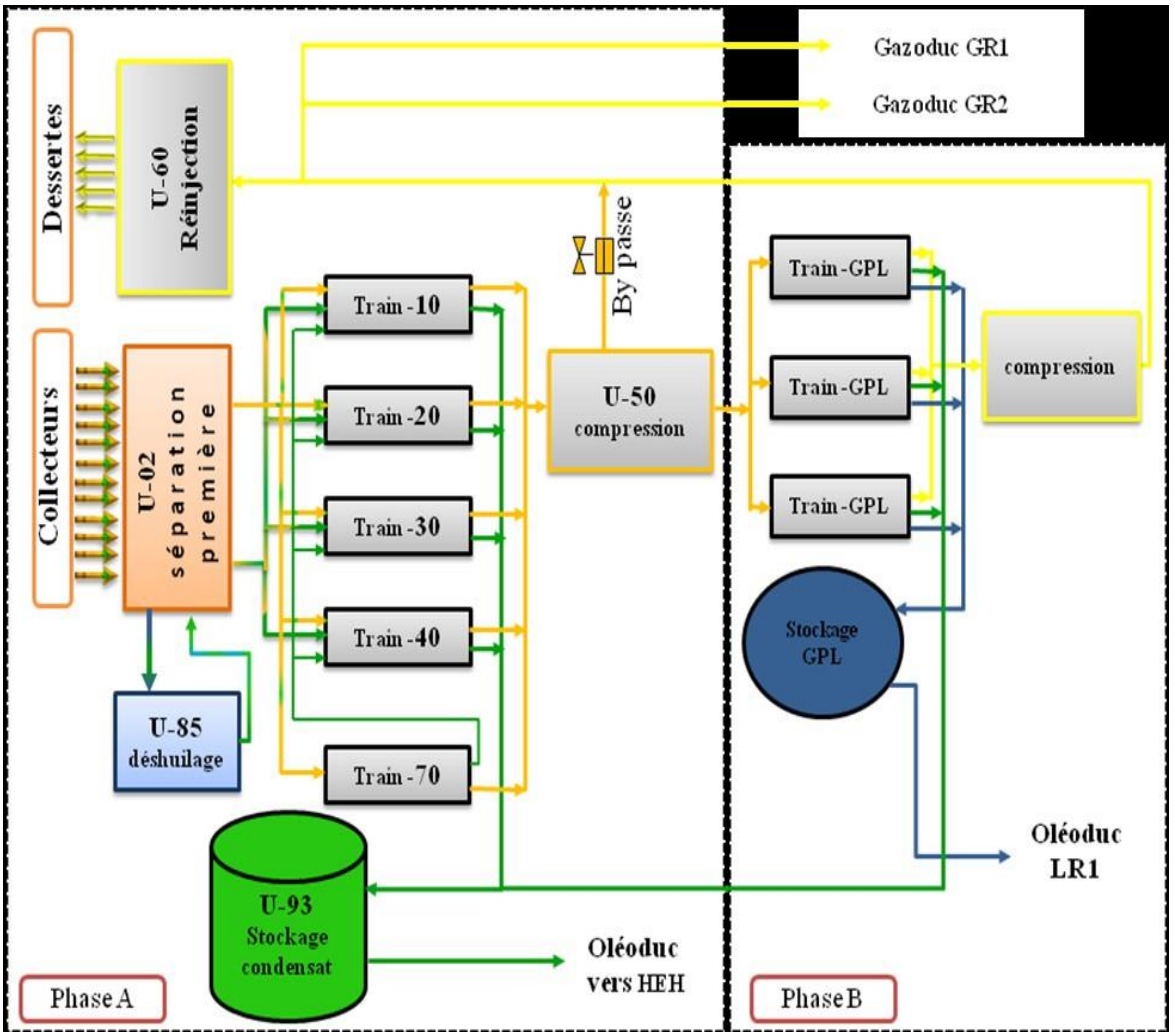


Figure I.5: Schéma descriptif des phases A et GPL

- **Usine de CSC (démarrage 2011) :** Le Centre de Séparation et de Compression (CSC) a pour but de séparer l'huile, l'eau et le gaz provenant des 33 puits dans l'unité 500. Ils sont regroupés suivant leur niveau de pression et sont connectés à trois séparateurs pour séparer le gaz et le condensat.
- **Usine de CPF (Central Processing Facility) :** Le CPF (Figure 1. 3) est subdivisé en six (6) sections :

1. La séparation du mélange multiphasique (Slug Catcher)
2. Le traitement du gaz.
3. La compression et la déshydratation du CO_2.
4. Le prétraitement du condensat instable.
5. Le traitement de l'eau produite (déshuilage).
6. Les utilités.

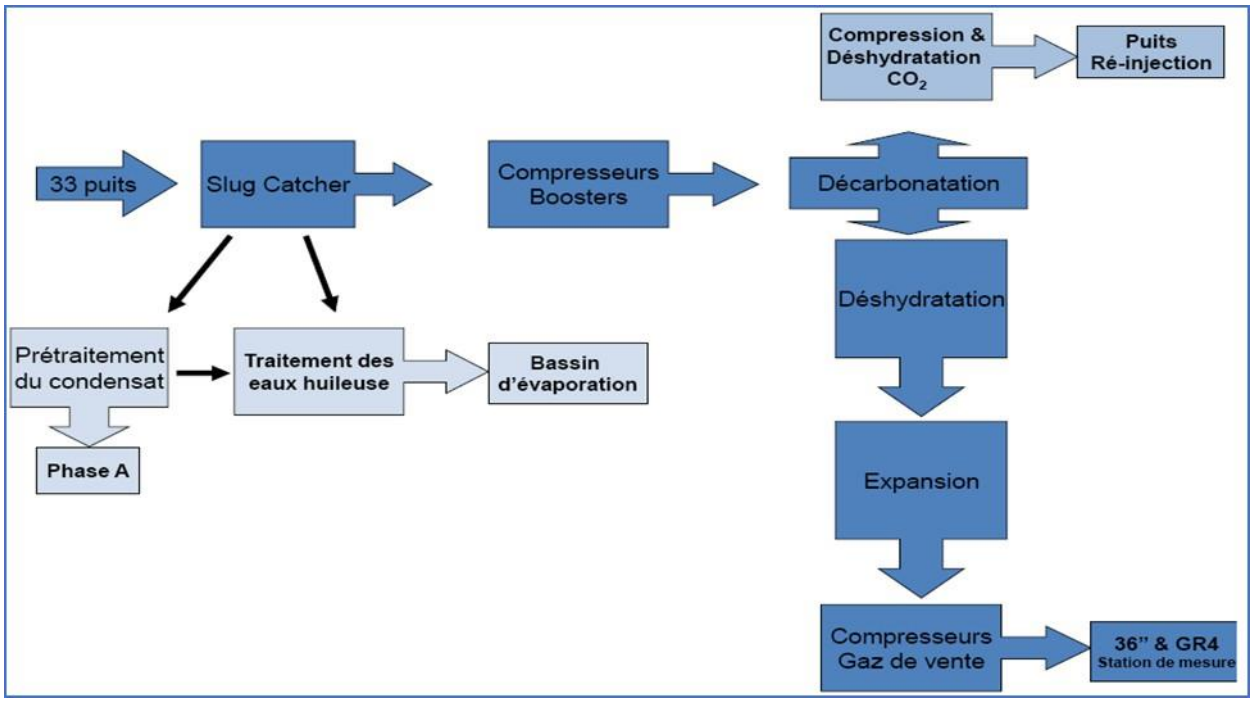


Figure I.6 : Schéma descriptif de l'usine CPF

I.3 PRESENTATION GENERALE DU CSC

Le Centre de Séparation et de Compression (CSC) a pour but de séparer l'huile, l'eau et le gaz provenant des 33 puits dans l'unité 500. Ils sont regroupés suivant leur niveau de pression et sont connectés à trois séparateurs pour séparer le gaz et le condensat.

Les gaz provenant de la ligne de tête des trois séparateurs de différentes pressions (MP, BP, TBP) sont comprimés dans le système de compression pour obtenir la pression de batterie à l'usine de gaz Rhourde Nouss, qui est de 83 bar eff. Les condensats récupérés au séparateur

TBP sont expédiés au dessaleur de brut, et puis sont envoyé vers la colonne de stabilisation ; après le traitement, le brut dessalé et stabilisé provenant de la colonne est stocké dans le bac de stockage de brut dans le système 22 avant expédition. L'objectif prioritaire de cette installation est la production d'huile.

Les capacités de production d'huile et de gaz sont les suivantes :

Tableau I.1 : Production d'huile et de gaz

Produit	**Capacité**
Gaz	8.7MMSCMD
HUILE	939/1058 Sm3/d (été/hiver)

Tableau I.2 : Spécification de l'huile stabilisée

SPECIFICATIONS	MAXI	MINI
T.V. Reid @ 37.8°C en bar abs	0.69	0.48
B.S.W % en volume	0.5	
Sel % en poids	0.004	
Teneur en soufre % en poids	0.2	

Les unités composant le Centre de Séparation et de Compression (C.S.C.) sont les suivantes

- Système 20 : Manifolds CSC, Séparateurs huile/gaz
- Système 21 : Dessaleur et colonne de stabilisation
- Système 22 : Stockage/Pomperie
- Système 23 : Compresseurs TBP et BP/MP
- Système 42 : Système d'injection des produits chimiques CSC
- Système 43 : Torche et fosse de brûlage
- Système 44 : Traitement eau de production

- Système 45 : Gaz combustible
- Système 50 : Eau brute / Eau de service
- Système 56 : Réseau de drainage ouvert
- Système 57 : Réseau de drainage fermé
- Système 62 : Système Diesel
- Système 63 : Air instrument et air service
- Système 64 : Azote
- Système 69 : Traitement huile machines
- Système 71 : Système anti-incendie

L'ensemble des têtes de puits, pipelines, manifolds et collectes constitue l'unité 500.

I.4 Description de la turbine à gaz MS5002c

I.4.1 Introduction

Les turbines à gaz font partie de la catégorie des TURBOMACHINES définies par Râteau comme étant des appareils dans lesquels a lieu un échange d'énergie entre un rotor tournant autour d'un axe à vitesse constante et un fluide en écoulement permanent.

Selon le type d'énergie délivrée, les turbines à gaz se répartissent en deux classes d'une part, les turbomoteurs fournissant de l'énergie mécanique disponible sur un arbre et, d'autre part, les turboréacteurs fournissant de l'énergie cinétique utilisable pour la propulsion.

I.4.2 Différents types de turbines :

Il existe plusieurs types de turbines à gaz, chacun avec ses propres caractéristiques et applications. Voici quelques-uns des principaux types de turbines à gaz :

- Turbines à gaz aéronautique (Aero dérivative)
- Turbines à gaz à cycle ouvert
- Turbines à gaz à cycle fermé (cycle combiné)

Ces différents types de turbines à gaz sont adaptés à une gamme variée d'applications, allant de la production d'électricité à grande échelle à des applications plus spécialisées telles que la propulsion aéronautique et la production d'énergie décentralisée.

I.4.3 Principes du fonctionnement de la turbine à gaz :

Le rotor du compresseur haute pression est initié à 20% de sa vitesse par un dispositif de démarrage. L'air ambiant est aspiré dans le compresseur, puis dirigé vers les chambres de combustion où le combustible est injecté sous pression. Une fois allumée, la combustion reste continue. Les gaz chauds accélèrent la vitesse du rotor du compresseur, augmentant ainsi la pression de décharge. Lorsque la pression augmente, le rotor de la turbine basse pression commence à tourner, accélérant le fonctionnement des deux rotors. Les gaz de combustion se détendent d'abord dans la turbine haute pression, puis dans la turbine basse pression avant d'être évacués dans l'atmosphère. En passant par les turbines, les gaz expansifs font tourner les rotors, entraînant le compresseur et les accessoires. La rotation des gaz fait également tourner la turbine basse pression, fournissant de la puissance à la charge. Le rotor tourne dans le sens antihoraire depuis l'admission. [2]

I.4.4 Les turbines à gaz peuvent être classées en fonction du nombre d'arbres :

I.4.4.1 Turbine à gaz à deux arbres :

Dans ce type de turbine, il y a deux arbres de rotation distincts : un arbre haute pression (HP) et un arbre basse pression (BP).

L'arbre HP est généralement connecté au compresseur haute pression et à la turbine haute pression, tandis que l'arbre BP est connecté à la turbine basse pression.

Cette configuration permet une meilleure répartition de la charge et une plus grande flexibilité opérationnelle dans certaines applications.

Turbine à gaz à un arbre (ou à un seul arbre) :

Dans ce type de turbine, il n'y a qu'un seul arbre de rotation pour le compresseur et la turbine.

Le compresseur et la turbine sont montés sur le même arbre, ce qui signifie qu'ils tournent à la même vitesse.

Ces turbines sont généralement utilisées dans des applications plus simples où une grande flexibilité n'est pas nécessaire, telles que la propulsion d'aéronefs et de certaines petites centrales électriques.

Explication des deux principales configurations :

Chaque configuration présente des avantages et des inconvénients en fonction des besoins spécifiques de l'application. Les turbines à gaz à deux arbres offrent généralement une meilleure efficacité et une plus grande flexibilité opérationnelle, tandis que les turbines à un arbre sont plus simples et moins coûteuses à fabriquer et à entretenir.

I.4.5 Description de la turbine à gaz MS5002c

I.4.5.1 Introduction

Le modèle série 5002C de la turbine à gaz à deux arbres et à entrainement mécanique est utilisé pour actionner un compresseur à charge centrifuge Ou générateur.

Attaché au côté avant de l'embase de la turbine à gaz c'est un compartiment et la tuyauterie d'admission de l'air avec un système d'auto nettoiement par filtrage à l'entrée qui diminue le bruit à haute fréquence, et un séparateur d'air inertiel qui fait éliminer les particules étrangères avant l'entrée de l'air dans la turbine. [2]

I.4.5.2 Caractéristiques de la turbine à gaz MS 5002c

Marque	GENERALE ELECTRIQUE
Fabricant	NUOVO PIGNONE
NUOVO PIGNONE	MS 5002c
Cycle	Simple
Rotation de l'arbre	Sens anti-horaire
Type de fonctionnement	Continu
Vitesse de l'arbre HP	5100 tr/min
Vitesse de l'arbre BP	4903 tr/min
Commande	MARK V SPEEDTRONIC
Température à l'échappement	505°C
Débit carburant	2.314 m3/s
Système de démarrage	turbine à gaz d'expansion

Rendement thermique	≈ 28%
Atténuation du bruit	Amortisseur de bruit à d'admission et d'échappement selon les exigences du champ

→ Plaquette d'identification du régime normal de la turbine à gaz (conditions ISO) :

Sortie de bas	28,34 MW
SSS Température d'aspiration	15°C
Pression de sortie	1,013 bar

→ Section du compresseur :

Nombre d'étages du compresseur axial	16
Type de compresseur	Écoulement axial, série lourde
Plan de joint	Bride horizontale
Type d'aubes directrice d'entrée	Variable
Taux de compression	**8**

→ Section de la turbine :

Nombre d'étages de la turbine	02(deux arbres)
Plan de join	Bride horizontale
Directrice du premier étage	Fixe
Directrice du deuxième étage	Variable

→ Section de combustion :

Type12 multiples foyers	Types à flux inverses
Configuration des chambres	Concentrique autour du compresseur
Combustble	Gaz naturel
Bougies d'allumage	deux, types à électrode d'injection à ressort auto rétractant
Détecteur de flamme	4, type ultraviolet

→ Ensemble paliers :

• Quantité	04
• Lubrification	Sous pression. Dispositif

I.4.6 Principaux composants de la turbine

Les principaux composants d'une turbine à gaz MS5002c sont :

- ✓ La partie auxiliaire
- ✓ Section de compression;
- ✓ Le système de combustion (ensemble des chambres de combustion);

- ✓ Section turbine (HP et BP).

I.4.6.1 La partie auxiliaire

La continuité et la qualité de fonctionnement de la turbine, sa durée de vie, dépendent fortement de l'état des organes de cette partie, de leur rapidité ainsi que leur temps de réponse. La partie auxiliaire se compose de :

a. Système d'admission :

Le système d'admission d'une turbine à gaz a pour but de diriger l'air vers la section d'admission du compresseur axial (Figure 1. 4), il doit assurer :

i Une bonne filtration de l'air pour le bon fonctionnement de la turbine.

ii Un débit d'air admis régulier afin de produire la puissance voulue.

Le système d'admission comprend un filtre d'admission, une conduite, un silencieux, un coude, un caisson d'admission et accessoires. L'air entre dans le filtre, traverse la conduite, le silencieux, le coude et le caisson d'admission pour atteindre le compresseur.

Les filtres à air utilisés comportent des éléments filtrant d'une forme conique (en deux morceaux), ils sont autonettoyants, avec une grande efficacité (par rapport aux filtre classiques), et d'une durée de vie qui peut aller jusqu'à 3ans. [3]

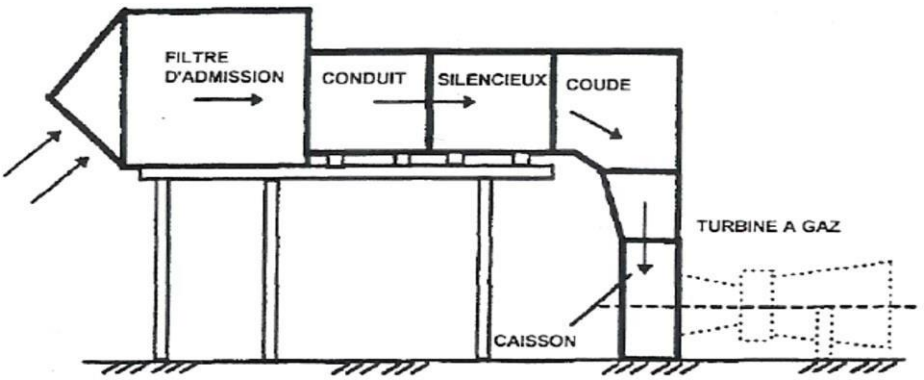


Figure I.7 : Système typique d'admission

b. Système de démarrage :

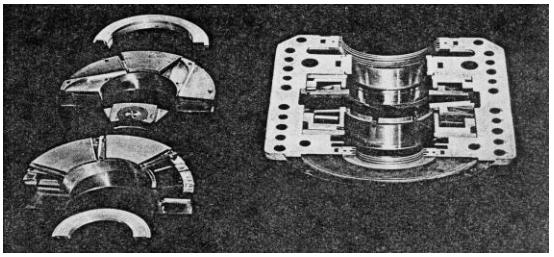
Le système de lancement à gaz fait croître la vitesse du rotor de la turbine (HP) jusqu'à 22% de sa vitesse nominale (≈1100tr/mn) dans une minute, l'ensemble se stabilisé pendant les cinq minutes qui suivent à la vitesse de 22%, afin de permettre le balayage des gaz résiduels, et l'alimentation avec le gaz combustible.

Après le balayage, la flamme est ensuite enflammée, et le processus de démarrage commence l'accélération jusqu'à une vitesse de 60% de la vitesse nominale (3000tr/mn), le passage de les 22% à 60% se fait dans environ 8mn. A la vitesse de 3000tr/mn, le système de lancement est découplée du compresseur axial et la turbine atteint la phase de son autonomie, où elle accélère jusqu'à sa vitesse nominale.

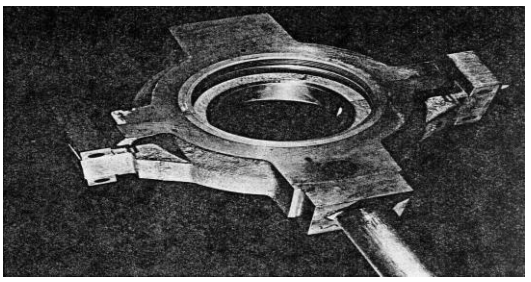
c. Paliers :

La turbine à gaz comprend quatre paliers (Figure 1. 5) principaux qui supportent les rotors du compresseur et de la turbine basse pression.

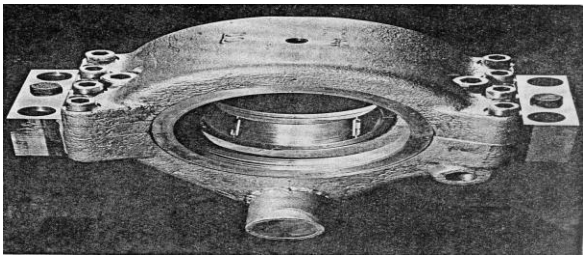
Les paliers N°1 et N°2 soutiennent le rotor du compresseur et la turbine haute pression. Les paliers N°3 et N°4 soutiennent le rotor de la turbine basse pression et de la charge.



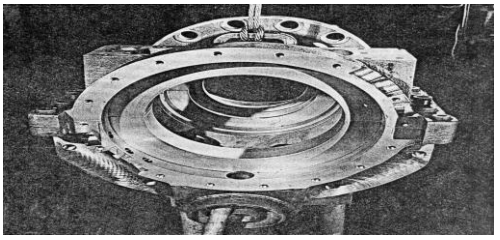
PALIER № 1



PALIER № 2



PALIER №3



PALIER № 4

Figure I.8 : les quatre déférents paliers

d. Système de l'huile de graissage :

L'objectif de ce système est d'alimenter avec l'huile les paliers, les auxiliaires intégrés (Réducteur, accouplements, etc.), les vérins hydrauliques...etc. Cette huile doit répondre aux exigences de propreté (filtration), de pression, et de température nécessaire aux différents organes où elle est envoyée.

e. Système d'alimentation du combustible :

Le rôle de ce système (Figure 1. 6) est d'assurer l'alimentation des chambres de combustion par le combustible (le gaz naturel pour notre cas), avec la pression et le débit appropriés le long du cycle de fonctionnement de la turbine.

L'élément principal dans ce système est l'ensemble vanne de commande et arrêt/détente gaz situé dans la zone accessoire. Avec cette vanne se trouve aussi les servo vannes de commande, les manomètres et la tuyauterie de distribution aux injecteurs.

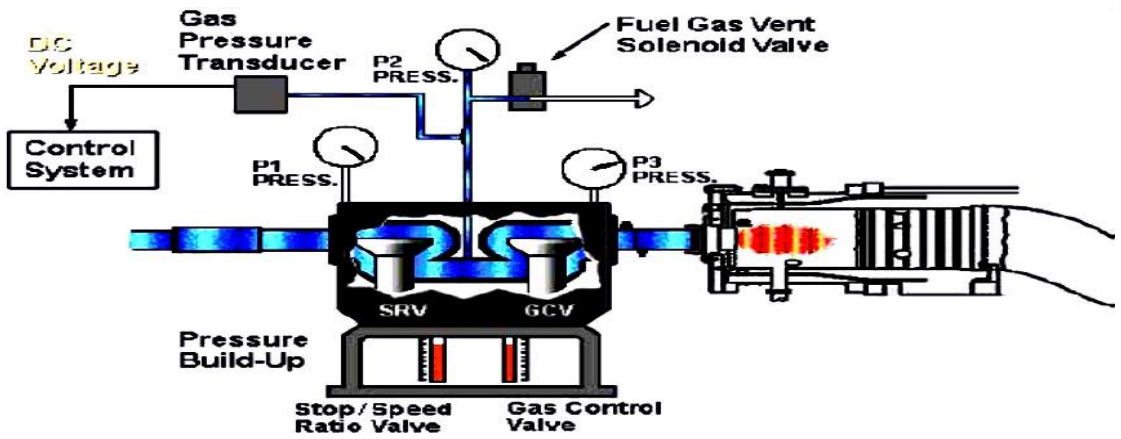


Figure I.9 : Système d'alimentation du combustible.

f. Système d'air de refroidissement et d'étanchéité

Dans une turbine à gaz, certaines parties sont présentées à des contraintes thermiques très élevées. Leur refroidissement est indispensable, afin d'éviter leur détérioration. Pour cette raison, une partie de l'air frais soutirée du compresseur axial, ainsi q'une deuxième partie aspirée de l'atmosphère sont envoyées pour le refroidissement des endroits critiques, et servir aussi à l'étanchéité (pressuriser les joints d'huile des paliers).

Les pièces refroidies sont :

- Les roues de la turbine du premier et deuxième étage;
- La directrice du premier étage;
- Le carter du rotor de la turbine.

Il faut ajouter, que l'optimisation des débits d'air refoulés à chaque partie est l'un des problèmes critiques affronté pendant les phases de conception et d'expérimentation d'un prototype.

En effet, un excédent d'air de refroidissement serait positif pour la durée de vie des pièces, mais négatif pour le rendement de la machine, et vice-versa. En plus, l'air de refroidissement soutiré du compresseur, ne va pas participer à la combustion, donc il va réduire le travail utile obtenu.

h. Système d'échappement :

Il a pour fonction, l'expulsion vers l'atmosphère des gaz provenant de la détente dans les roues de la turbine, il doit répondre à certaines exigences, parmi elles (Figure I.10)

- Assurer un niveau de bruit minimal, en réduisant la turbulence des gaz sortant.
- Conformité avec les conditions de sécurité du personnel (bonne isolation thermique).
- Avoir un niveau de fiabilité et de disponibilité adéquat à ceux des éléments restants de la turbine (compresseur, chambre de combustion…).

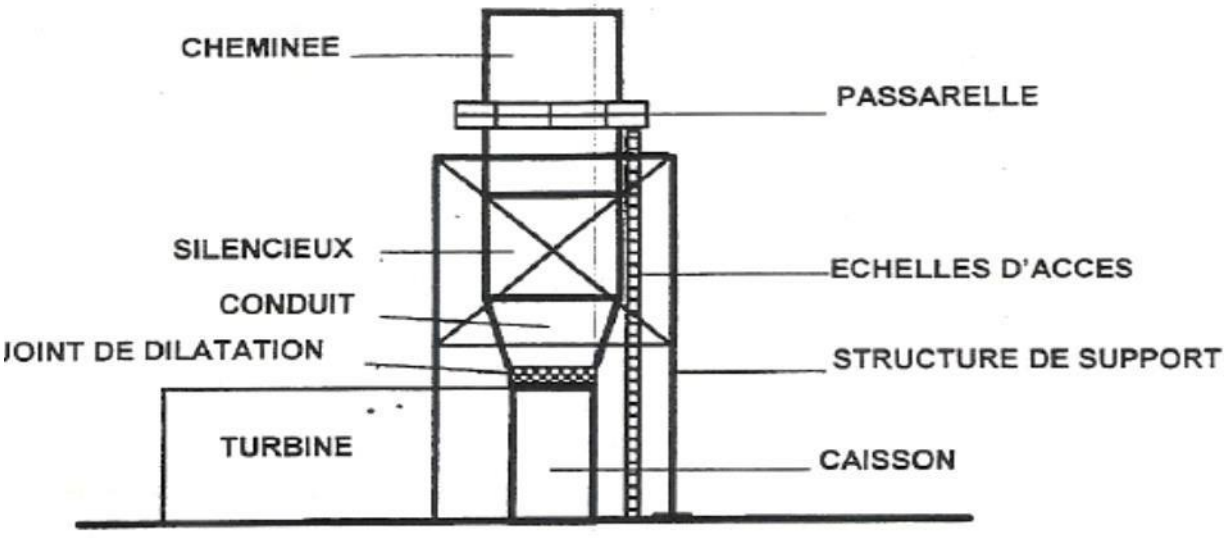


Figure I.11: Principaux éléments du système d'échappement

I.4.6.2 Section de compression

Les compresseurs axiaux sont utilisés dans les machines de grande puissance, à cause des grands débits qu'ils produisent, ces débits sont nécessaires pour produire des puissances utiles élevées avec des dimensions réduites.

Les particules d'air, sont accélérées grâce à la rotation du rotor, où ces aubes offrent à ces particules une énergie cinétique centrifuge; en quittant l'étage rotor pour entamer l'étage stator suivant, une grande partie de l'énergie cinétique gagnée, se transforme en une énergie de pression à cause du freinage.

Après avoir passé l'œil d'admission, L'air est dirigé par les aubes d'admission mobiles (**IGV**), pour pénétrer dans le premier étage du rotor. Le compresseur de la turbine à gaz MS5002c comprend 16 étages avec un rapport de compression de 8.

Il se compose de disques conçus pour une vitesse périphérique élevée, unis sur le plan axial par des tirants , ou par une structure boulonnée plus légère pour les turbines destinées aux avions.

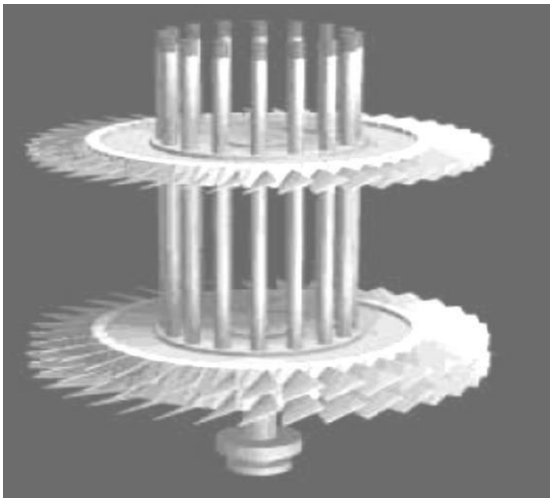


Figure I.12: Emplacement des disques du rotor

Le rôle du compresseur axial, est essentiel, il se résume en :

- Assurer l'alimentation des chambres de combustion avec l'air comprimé, pour l'opération de combustion;

- Assurer un débit et une pression aussi élevé pour avoir une grande puissance utile;
- Assurer l'air utilisé pour le refroidissement des pièces exposées aux fortes contraintes thermiques.



Figure I.13: Rotor d'un compresseur axial 5002c

I.4.6.3 Système de combustion

Après avoir être comprimé dans le compresseur, l'air quitte ce dernier pour entrer dans la chambre de combustion afin de participer partiellement dans l'opération de combustion, qui assure un apport d'énergie (thermique) très élevé.

Le système de combustion pour MS5002 se compose de douze chambres de combustion d'une forme cylindrique (Figure I.14), placées diamétralement symétriques par rapport au plan vertical.

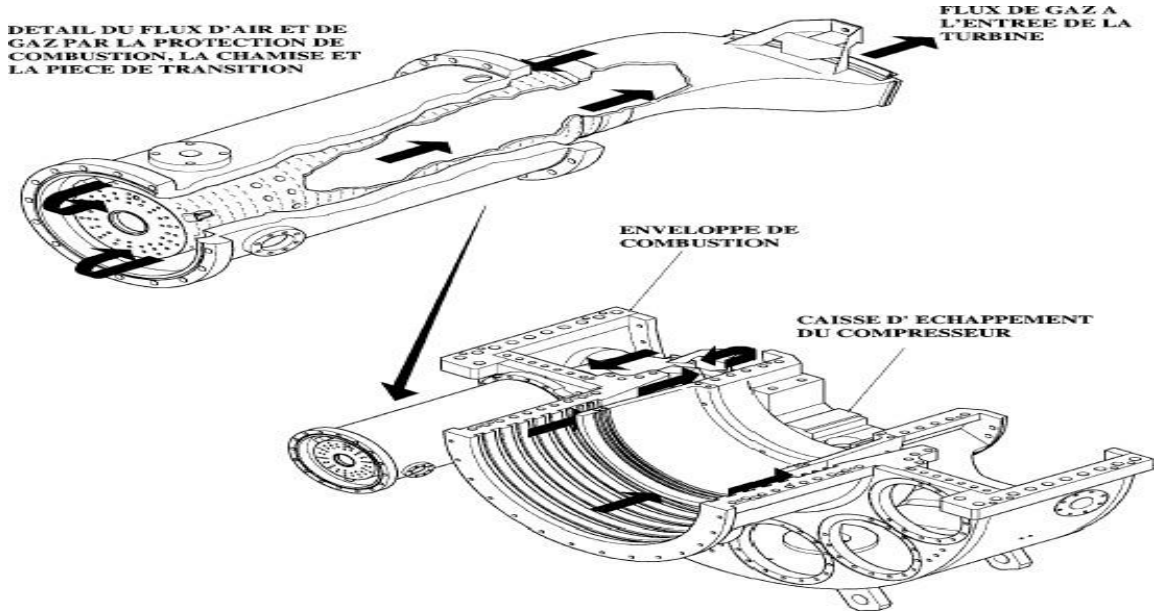


Figure I.15: Position des chambres de combustion.

Dans chaque chambre on trouve un tube à flamme (chemise de combustion), un chapeau, un injecteur de gaz, et une pièce de transition. En plus des éléments cités précédemment, douze tubes d'interconnexion permettent la propagation de la flamme entre les douze chambres de combustion, deux bougies d'allumage pour amorcer la combustion, placées dans les tubes à flamme 1 et 12, et quatre détecteurs de flamme afin de s'assurer que la combustion a lieu dans toutes les chambres, placés dans les tubes à flamme2,3,10 et 11.

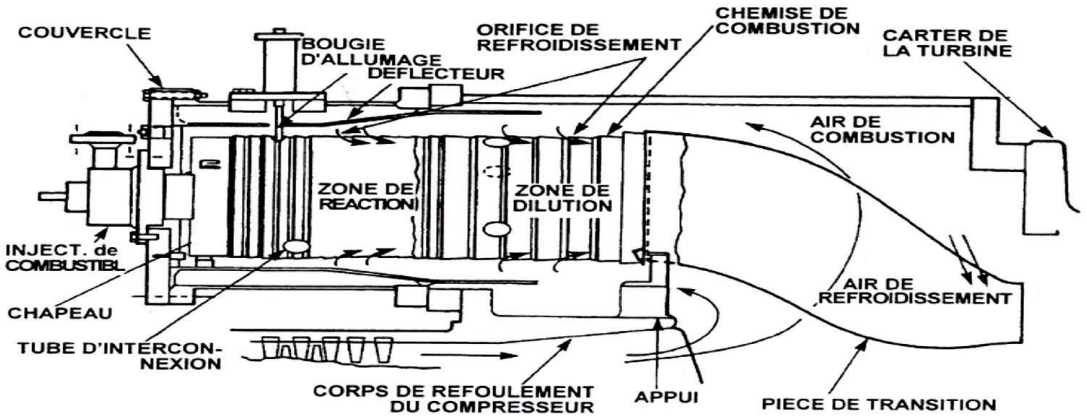


Figure I.16 : Chambre de combustion

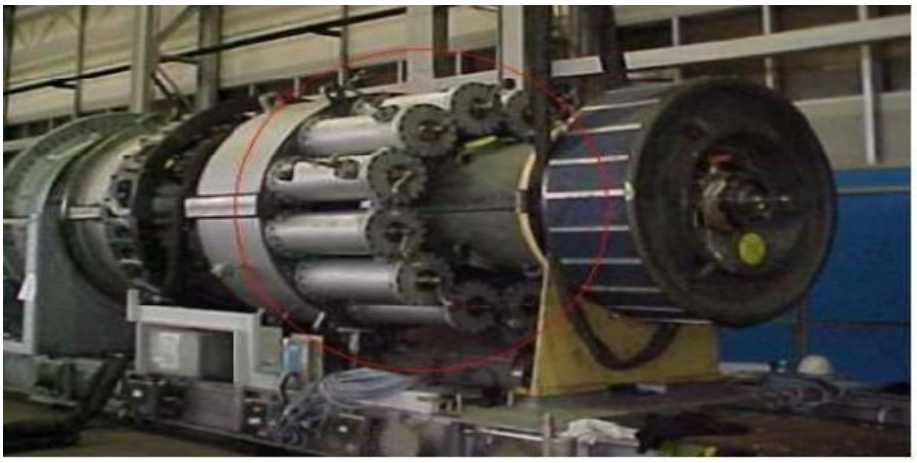


Figure I.17 : Chambres de combustion

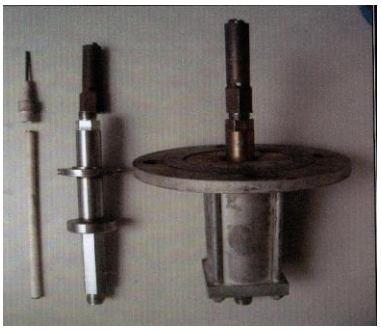


Figure I.18: Bougie d'allumage



Figure I.19 : Détecteur de flamme

L'air comprimé sortant du compresseur, entre dans l'enveloppe de la chambre de combustion qui soutient les douze chambres, sa direction change pour entrer dans l'espace annulaire se trouvant entre le couvercle de la chambre et le tube à flamme, d'où l'appellation de chambre de combustion à flux inverse (pour le cas des avion le flux est direct pour minimisé la taille de la chambre). Une portion de 22% de cet air participe à la combustion, tandis que 10% sert à refroidir le tube à flamme, et les 68% restant sont utilisés pour diluer les gaz très chauds (1800°C), afin d'abaisser leur température, qui ne doit pas dans notre cas dépassée 950°C

Après la dilution, les gaz chauds (air + gaz issues de la combustion) sont véhiculés à la première directrice au moyen des pièces de transition, qui transforment la forme cylindrique du parcours des gaz en une forme annulaire approprie à la forme de la directrice. [3]

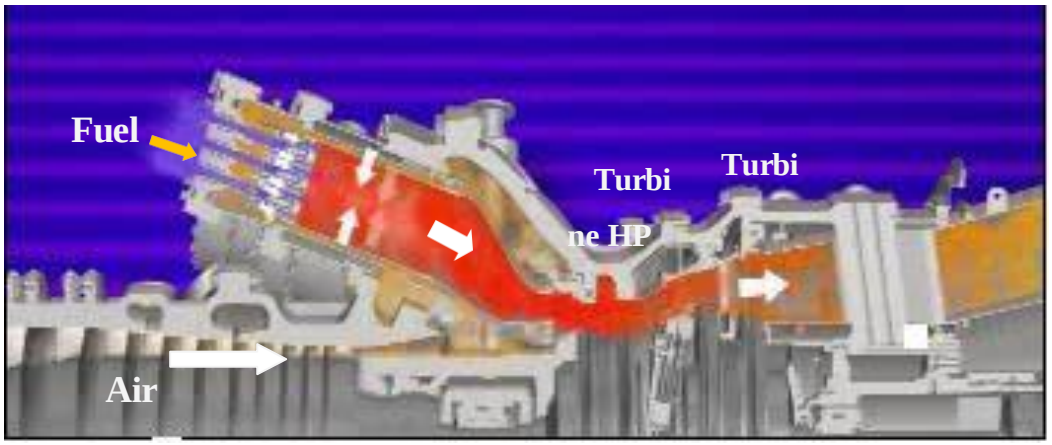


Figure I.20: schéma de fonctionnement d'une chambre de combustion.

I.4.6.4 Section turbine (détente)

Les gaz chauds comprimés, entre dans la section de turbine dite aussi section de détente, pour céder une grande partie de leur énergie emmagasinée, ils trouvent dans leur trajectoire la première directrice, son rôle est d'augmenter la composante cinétique des gaz en réduisant leurs énergies thermique et de pression (expansion), les gaz accélérés dans la directrice trouvent ensuite devant eux la roue HP avec ces aubes. La trajectoire des gaz dans la roue HP est tangentielle au profil des intrados des aubes afin d'éviter les chocs (perte d'énergie) et d'avoir un couple résultant maximal.

La directrice se compose d'un ensemble d'éléments appelés segments, chaque segment regroupe trois compartiments ou aubes (FigII-9), ces segments sont placés l'un à coté de l'autre de telle façon qu'ils forment un anneau permettant d'orienter et d'accélérer les gaz.

La roue de turbine HP, se compose d'un ensemble d'aubes indépendantes les unes par rapport aux autres, elles ont une forme aérodynamique étudiée avec soin pour permettre de

récupérer le maximum de couple ; elles sont creuses afin de réduire leurs masses et les forces centrifuges qui peuvent aller jusqu'à l'arrachement de ces dernières.

En plus, cette forme permet de créer une zone de turbulence entre la tête de l'aube et l'anneau du stator environnant pour empêcher le gaz de passer à travers. Ces aubes sont placées sur la circonférence de la roue (disque).

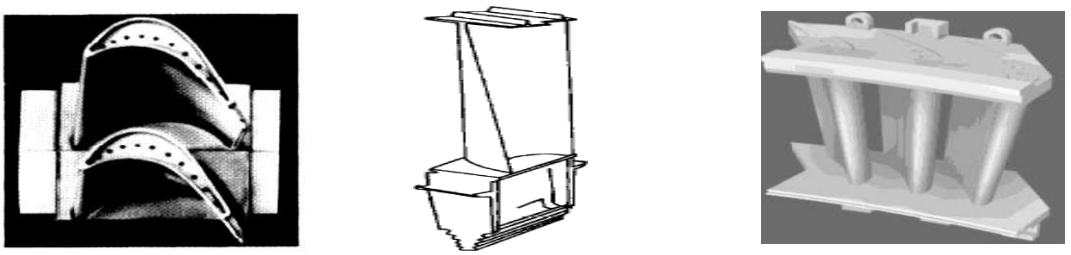


Figure I.21: (a): Aubes de première roue turbine; (b) : Aube deuxième roue ;(c) : Segment de la directrice

La roue HP est liée directement au rotor du compresseur axial, l'ensemble est souvent appelé rotor, la détente des gaz dans la roue HP sert pour faire tourné le compresseur axial (autonomie), ce rotor est supporté par deux paliers lisses, l'un avant le compresseur et l'autre avant la roue HP.

Pour deuxième arbres, il y a une deuxième détente à lieu dans la roue BP. Les gaz sortant de la roue HP traversent une deuxième directrice pour la conversion d'une partie de leurs énergies thermiques et de pression en une énergie cinétique servant à faire tourner la deuxième roue de turbine. Les deux arbres sont indépendants, et les gaz sortants de la roue HP sont véhiculés dans le diaphragme pour atteindre la roue BP.

Du fait que les gaz ont perdus une partie de leur énergie après passage dans la roue HP, la deuxième roue de turbine est d'un diamètre plus grand, avec des aubes plus longues, pour maximiser la surface de contact (plus de couple). Les aubes sont soutenues des deux extrémités afin d'éviter leur Flexion.

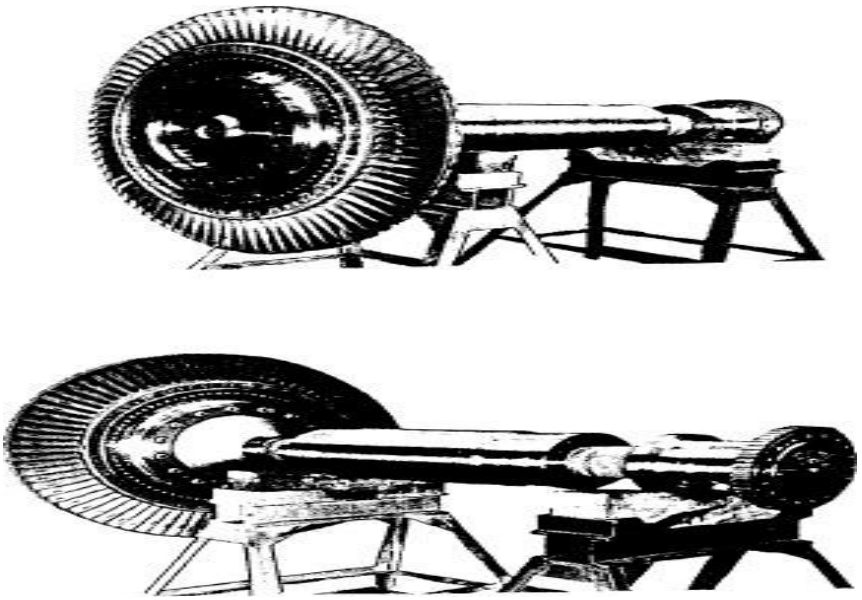


Figure I.22 : Vue du rotor de la turbine basse pression

Les gaz quittant la roue BP sont envoyés à l'atmosphère et le couple résultant sert à faire tourner la charge qui est généralement variable dans ce cas, où la variation du couple s'effectue grâce à la directrice à aubes variables (deuxième directrice). La deuxième roue est aussi supportée par deux paliers lisses, un après la roue et le deuxième avant la charge.

Un palier de butée pour résister contre les vibrations axiales et limiter la position axiale du rotor pour éviter le frottement avec les pièces du stator lors de fonctionnement est placé du coté du premier palier porteur, il est de type à patins.

Remarque: La turbine HP est parfois appelée générateur de gaz ou turbine liée, tandis que la turbine BP est appelée turbine de puissance ou turbine libre

La (Figure 1. 7) présente les différentes sections décrites précédemment à l'exception de la section de démarrage :

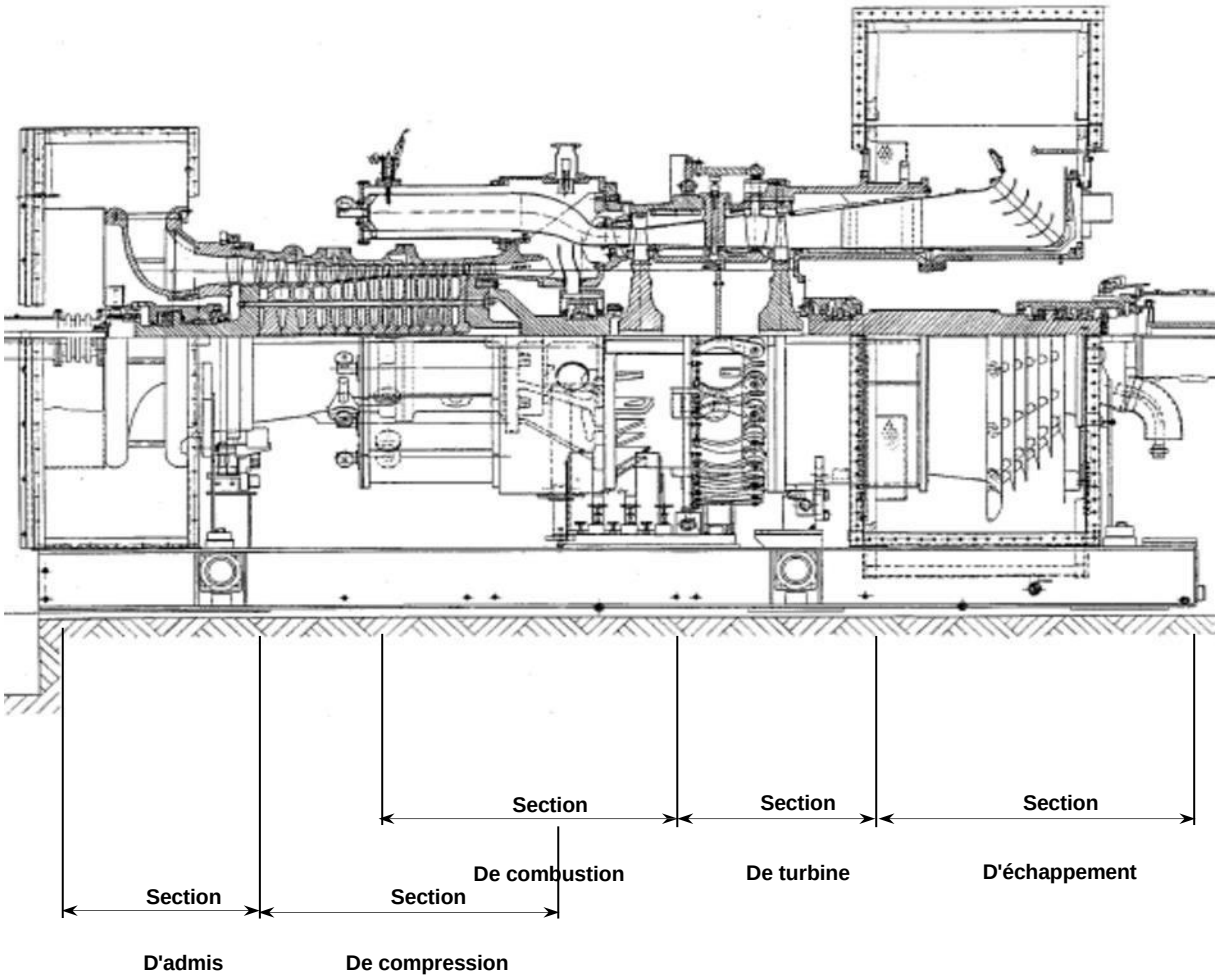


Figure I.23 : Différentes sections de la turbine à gaz MS5002

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue générale de la région de Rhourde Nouss et de ses quatre complexes de traitement de gaz et de brut. Nous avons également examiné en détail la turbine à gaz MS5002 C, en explorant ses composants et fonctionnels. Cette analyse approfondie a clarifié le rôle crucial de chaque élément dans le processus de production.

Nous avons introduit le prochain chapitre qui traitera du système d'autonettoyage. Ce système est essentiel pour maintenir l'efficacité et la performance de la turbine Cette transition prépare à une compréhension approfondie des mécanismes d'entretien automatisé, cruciaux pour la durabilité et la fiabilité des turbines à gaz.

Chapitre 2

Fonctionnement de système auto-nettoyage

II. Fonctionnement de système auto-nettoyage

II.1 Introduction

Maintenir la pureté de l'air alimentant la turbine à gaz est essentiel pour assurer la préservation de l'équipement. Cela nécessite un système capable d'aspirer l'air extérieur et de le filtrer efficacement. Une avancée significative dans ce domaine est le système de filtration monoétage autonettoyant développé par Donaldson. Ce système utilise des cartouches filtrantes hautement efficaces qui sont nettoyées séquentiellement par des jets d'air comprimé à contre-courant pendant le fonctionnement normal.

Le choix d'un système de filtration pour l'air entrant est crucial, car une qualité d'air médiocre peut avoir un impact significatif sur les performances, le bon fonctionnement et la durabilité d'une turbine à gaz. Dans ce chapitre, nous examinerons l'installation du système de filtration d'air à l'entrée de la turbine MS5002C.

II.2 Système d’aspiration d’air

Le système d’aspiration (Figure II.1) et filtration fournit de l’air filtré au compresseur de la turbine à gaz, en quantité et en qualité nécessaires, dans les conditions ambiantes locales. [2]



Figure II.1 : représente caisson de filtres

Chaque ensemble du module de filtration se compose des principaux sous-ensembles suivants :

- **La passerelle :** Cette passerelle est destinée à faciliter l'accès au module de filtration et à garantir la maintenance des éléments filtrants, des collecteurs d'air comprimé et des hottes d'admission.
- **Le module de filtration : contient** les éléments filtrants (installés sur les supports) fixés à la paroi de séparation
- **Les hottes :** Ces sections, installées directement sur la passerelle, constituent les premières parties du filtre à air et garantissent la protection des éléments filtrants contre les intempéries.
- **Dispositifs de traitement de l'air à l'entrée de la hotte :** les hottes d'admission peuvent être équipées (en option) de panneaux collecteurs de gouttelettes ou de grilles anti-oiseaux. Chacun de ces sous-ensembles est utilisé pour satisfaire aux exigences des différents environnements.
- **Système d'évacuation de la poussière :** Des trémies sont installées sous les modules de filtre. Elles servent à collecter la poussière qui tombe des cartouches filtrantes du fait des impulsions. La trémie utilise des verines pour expulser la poussière.

Une fois toute la poussière ôtée des cartouches et collectée dans la trémie, les vérines s'ouvrent et évacue la poussière vers le bas, puis se referme



Figure II.2: l'intérieur de système d'aspiration et filtration d'air.

II.3 Sécheur d'air par réfrigération

Ce type de sécheur consiste à refroidir l'air comprimé à une température inférieure à son point de rosée à l'aide d'un échangeur de chaleur raccordé à un groupe frigorifique conventionnel(compresseur-condenseur-évaporateur) ce qui provoque de la condensation de l'humidité qu'il contient.

II.3.1 Principe de fonctionnement

L'air comprimé alimentant le sécheur est pré-refroidi dans l'échangeur air-air par l'air comprimé froid sortant. L'air pré-refroidi passe alors par l'échangeur air-fluide frigorifique où il est refroidi au point de rosée exiger. L'humidité de l'air comprimé se condense, elle est collectée et purgée automatiquement.

Finalement, l'air comprimé froid sortant est réchauffé par l'air comprimé entrant. Cela économise l'énergie et empêche la condensation de l'humidité dans le réseau d'air comprimé.

II.3.2 Avantages d'un air propre et sec

- Protection du circuit d'air contre la corrosion, la rouille et les fuites.
- Amélioration de la qualité du produit final.
- Augmentation de la productivité.
- Réduction des coûts de maintenance.
- Allongement de la durée de vie de votre réseau d'air et de vos outils pneumatiques

II.3.3 Principes de filtration d'air

Les filtres à air capturent les particules en les faisant entrer en contact avec la surface des fibres du média filtrant, où elles adhèrent. Les principes de filtration incluent le tamisage, l'interception, la diffusion, l'inertie et l'attraction électrostatique. Selon leur mode de fonctionnement, deux types de filtres sont présents dans le domaine de la filtration industrielle.

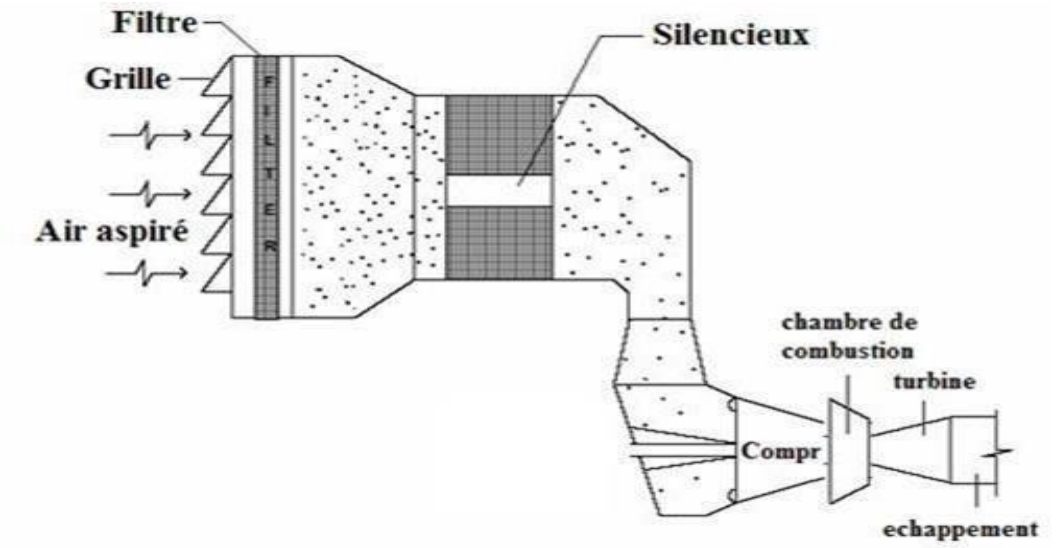


Figure II.3: système d'aspiration et de filtration d'air

II.4 Filtre à air statique et filtre à air autonettoyant :

II.4.1 Filtre à air statique

Les dispositifs de filtration à air statique (Figure II.4) sont fréquemment utilisés pour préserver la qualité de l'air entrant dans les turbines et les générateurs en milieu urbain. Ce type de filtre est généralement présenté sous la forme d'un caisson chaudronné à trois compartiments de filtration.

Chaque compartiment est pourvu d'une trappe d'accès, dont la taille et le nombre dépendent des dimensions et de la quantité de filtres nécessaires. La conception du caisson est adaptée en fonction des exigences de débit et des objectifs de filtration spécifiques.

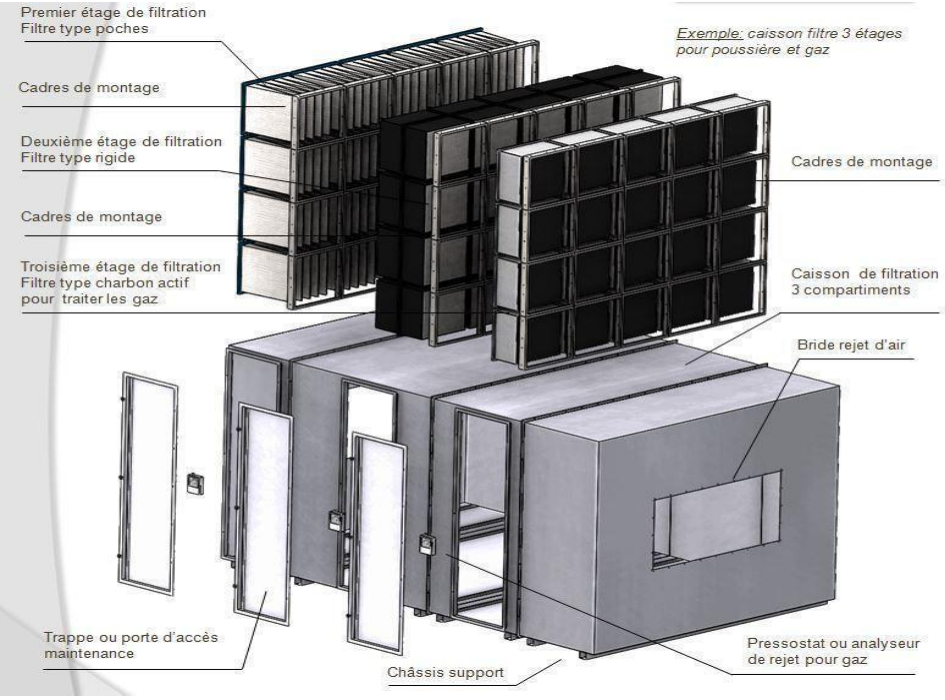


Figure II.5 : Structure d'un filtre statique.

II.4.2 Filtre à air autonettoyant

L'innovation du filtre autonettoyant à Mono étage représente une avancée majeure dans la filtration de l'air de combustion des turbines à gaz. Introduit en 1976, ce système demeure une référence en matière de performances technologiques pour ces équipements.

Il utilise des cartouches filtrantes nettoyées de manière séquentielle par des jets d'air comprimé pendant le fonctionnement normal, éliminant ainsi les poussières directement dans l'atmosphère. Comparé aux filtres statiques à trois étages, ce concept assure une perte de charge opérationnelle bien inférieure et ne nécessite qu'un entretien minimal sur une période de 18 à 24 mois, indépendamment des conditions atmosphériques telles que les tempêtes de sable.

Située dans une région saharienne sujette aux tempêtes de sable et aux vents forts, ils nécessitent des systèmes de filtration d'air hautement performants et peu exigeants en maintenance pour minimiser les arrêts liés à ces conditions. C'est pourquoi des filtres autonettoyants de marque Donaldson, de type P03-0085 (petite) P03-0086 (grande), ont été installés à l'aspiration d'air de chaque turbine pour répondre à ces exigences. [4]

II.5 Description du filtre à air XLR

Le système **XLR** (Figure II.6) est un filtre à air autonettoyant à simple étage n'utilisent qu'une alimentation électrique de faible puissance.

Il utilise des cartouches filtrantes à haut rendement de type Donaldson, nettoyées séquentiellement par des jets d'air comprimé dirigés à contre -courant. En réalité ces cartouches sont composées de deux demi cartouches installées bout à bout. Le mot cartouche signifie l'ensemble de ces deux demi cartouches. Le filtre incorpore un système de nettoyage automatique breveté, spécialement conçu pour les milieux désertiques.

Selon le débit d'air à traiter, le système se compose d'un ou plusieurs modules, qui sont boulonnés ensemble et/ou montés autour d'une conduite collectrice constituant le plénum d'air filtré. [4]



Figure II.7: représente la cartouche filtrante Donaldson.

II.5.1 Principe de fonctionnement

L'air de combustion est aspiré par la turbine au travers du filtre. La prise d'air se fait en haut du filtre au travers d'un caisson équipé de persiennes : il protège les cartouches filtrantes des conditions atmosphériques : pluie, soleil, ... et assure une direction descendante de l'air autravers des cartouches.

En fonctionnement normal, l'air traverse les cartouches filtrantes de l'extérieur, vers l'intérieur, puis se dirige vers la conduite collectrice, raccordée à l'aspiration de la turbine. Les cartouches sont fixées horizontalement sur la paroi verticale de cette conduite. La poussière est arrêtée par le média filtrant formant un gâteau à la surface des cartouches. La perte de charge monte exponentiellement jusqu'à une valeur de consigne maximale préréglée, cette valeur atteinte, le système de nettoyage est alors mis en service et s'arrêtera automatiquement dès que la perte de charge sera descendue en dessous de la valeur de consigne minimale préréglée également.

Pendant le nettoyage, un jet d'air comprimé est dirigé à contre-courant au travers les cartouches selon une séquence bien déterminée.

Le jet disloque le gâteau de poussières et les projette dans l'enceinte d'air sale où les forces de gravité aidées par le courant d'air d'entrée descendant, chasse ces poussières dans le collecteur situé au bas du filtre : un système d'évacuation automatique les rejette à l'atmosphère de façon à empêcher leurs réentraînements. Les cartouches sont nettoyées d'une manière séquentielle de haut en bas pour éviter la repollution des cartouches déjà nettoyées. [4]

II.5.2 Description du système de nettoyage

II.5.2.1 Principe de fonctionnement

→ **Enclenchement par pressostat**

- **Etat de repos (**pas de demande de nettoyage)

L’air pollué de l’atmosphère est aspiré par la machine à travers les cartouches filtrantes, cet Air filtré poursuit, alors, sa route à travers le compartiment d’air propre vers la machine.

Le collecteur d'air comprimé est sous pression de 7 bars, ainsi que les zones situées en amont de la vanne pneumatique (grâce à un orifice de passage situé dans la membrane de la vanne) et aussi le tuyau d'évent.

L'électrovanne (solénoïde) est maintenue fermée par l'action de la pression de l'air compriméagissante sur le piston (grâce à un trou juste au-dessus du clapet).

La vanne pneumatique est maintenue fermée par l'action d'un ressort, la membrane étant en équilibre. La dépression dans le module n'atteignant pas le niveau « débit de nettoyage » préréglé sur le pressostat, le séquenceur/ programmeur se trouve au repos.

→ **Nettoyage**

L'encrassement des cartouches provoque une augmentation de la dépression dans le module, lorsque cette dépression atteint le niveau "début de nettoyage" préréglé sur le pressostat, celui-ci enclenche le cycle du séquenceur/programmeur.

Celui-ci envoie, alors, une impulsion électrique d'une durée réglable (en général 100msec) vers la bobine de la vanne solénoïde, ce qui provoque le soulèvement du piston de cette vanne et la mise à l'atmosphère de la vanne pneumatique par la tuyauterie d'évent. Etant donné que l'orifice d'évent de la vanne solénoïde est plus grand que l'orifice situé dans la membrane de la vanne pneumatique, un déséquilibre des pressions apparait au sein de la vanne pneumatique, lorsque cette différence est suffisamment grande pour vaincrela force du ressort, la membrane est déplacée.

Ceci permet à l'air comprimé se trouvant dans le collecteur de pénétrer dans la rampe de soufflage, de sortir de celle-ci par les trous prévus en face de chaque cartouche filtrante. Ledébit d'air à contre-courant ainsi créé permet de décolmater les cartouches. Lorsque l'impulsion donnée par le séquenceur/programmeur cesse (après 100 msec)

Le système revient à la position de repos de la manière suivante :

- Fermeture de la vanne solénoïde (grâce au ressort incorporé dans la vanne et agissant sur leclapet).
- Accroissement progressif de la pression dans la tuyauterie d'évent.
- Équilibre des pressions des deux côtés de la membrane de la vanne pneumatique.

- Fermeture de celle-ci, l'action du ressort étant devenue prépondérante.

Si malgré le nettoyage des cartouches filtrantes, la dépression dans le module est toujours au- dessus de la valeur "arrêt du nettoyage" préréglée sur le pressostat, le séquenceur/programmeur continue son cycle et, après un temps (réglable), envoie une impulsion électrique vers la vanne solénoïde suivante et ainsi de suite jusqu'à ce que le niveau de dépression "arrêt du nettoyage" soit atteint.

Le pressostat ferme alors le contact du séquenceur/programmeur. Celui-ci arrête son cycle. L'état de repos est à nouveau atteint. [4]

- **Mode Manuelle**

Le mode manuel annule le mode AUTO. Il est généralement utilisé à des fins de contrôle et de maintenance. Pour sélectionner ce mode, il suffit de placer le sélecteur AUTO/MANUEL en position MANUEL. Dans ce mode, le cycle de nettoyage se poursuit jusqu'à ce que le sélecteur soit remis en position AUTO.

- **Mode Minuterie**

Le mode Minuterie annule le mode AUTO. L'envoi d'impulsions s'effectue conformément aux paramètres de la minuterie (1CLK), en événements d'un cycle. La minuterie doit être réglée à l'heure locale. Il est possible de programmer plusieurs points de démarrage sur celle-ci. La minuterie tourne constamment et n'active la séquence d'impulsions que si des heures d'activation ont été programmées. Ce mode est généralement utilisé pour éviter l'agglomération de poussière en période de forte humidité.

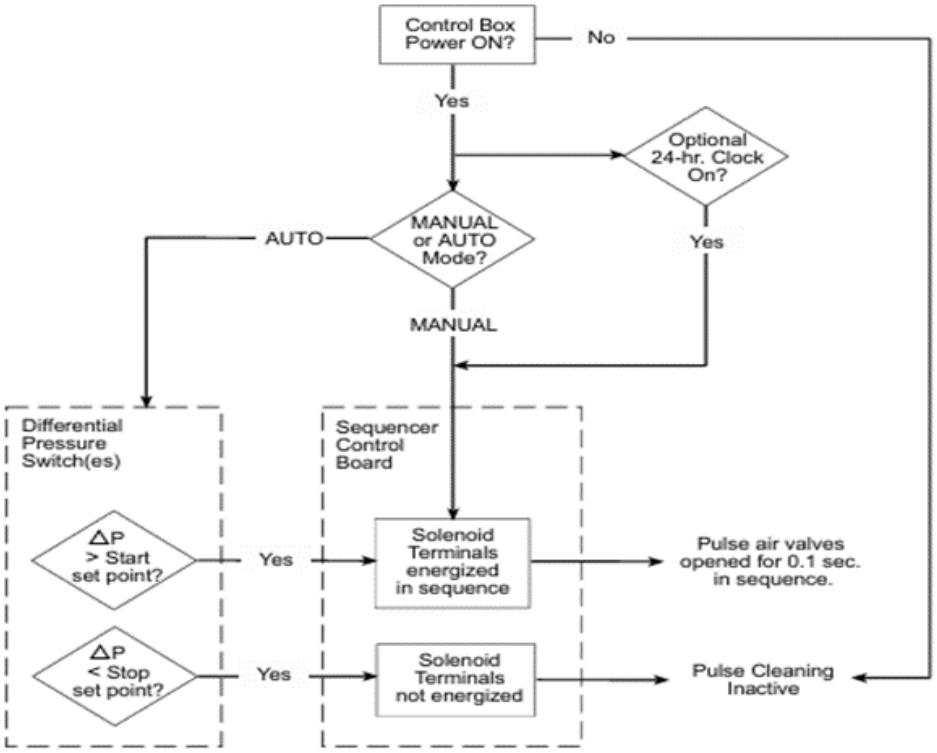


Figure II.8 : Diagramme du mode de nettoyage par impulsion (général)

Tableau II.1 : Description du système de nettoyage

Caractéristique de conception	
Turbine	**MS5002C GE**
D ébit d'air NOMINALE	2383 m³/min ISO
Débit d'air normal pour l'évent	667 m³/min ISO
Filtration	
Restriction du débit initial pour la TG	2,7 millibars dans le module
Estimation de la chute de pression stabilisée	9,0 millibars dans le module
Type de cartouche	P03-0085 (petite) P03-0086 (grande)
Restriction du débit initial pour l'évent	2,6 millibars dans le module
Composants principaux/système	
Nombre de cartouches (TG)	24

Nombre de transmetteurs de pression	1
Nombre d'électrovannes :	12
Nombre de collecteurs	1
Nettoyage	
Début du cycle de nettoyage le module	4,5 millibars dans le module
Arrêt du cycle de nettoyage	3,5 millibars dans le module
Longueur d'impulsion	0,1 seconde
Longueur de cycle de nettoyage	± 15 min
Nombre de cartouches SOUFFLES EN MEME Tempe	2
Nombre de cartouche par vanne de soufflage	1
Durée d'un cycle de nettoyage	10mint
Air comprimé	
Pression	7 bars
Température maximum	80 °C
Qualité	propre et sans eau et huile liquide, le point de condensation doit être inférieur à la température ambiante min. si inférieure à 0 °C.
Flux	
Debit	0,62 m3/min (débit d'air libre)
Réglage pressostat d'alarme	1.6nm^3 /MIN
Exigences électriques	
Commande	
Puissance	0,5 Kw
Tension	230 Vca - 50 Hz
Éclairage Tension	230 Vca - 50 Hz
Puissance par lampe	0,25 kW max
Protection électrique	EExd IIBT6 Ex II 2G IP65

II.6 Description du système de commande

Tous les appareils de commande et de contrôle sont regroupés dans un boîtier de contrôle composé de trois coffrets (Figure II.9). Il suffit de raccorder l'alimentation électrique de puissance, les alarmes et la liaison vers divers composants tels que le boîtier de jonction du/des collecteur(s), le pressostat éventuel d'alarme, la fin de course éventuel de la porte d'implosion, ainsi que la mise à la terre.

Les éléments de commande et de signalisation, comprenant un interrupteur marche/arrêt, un commutateur manuel/automatique et un voyant lumineux, sont placés sur la face avant du boîtier de contrôle.

Chaque carte électronique (programmeur/séquenceur) est protégée individuellement par un fusible et reste constamment sous tension. Les vannes solénoïdes, qui pilotent les vannes pneumatiques, reçoivent une impulsion électrique uniquement à l'ouverture du contact du pressostat photohélic de commande.

La présence de tension sur la carte ainsi que l'alimentation d'une vanne solénoïde sont indiquées par de petits voyants rouges (LED). Le ou les collecteur(s) sont équipés en usine de vannes pneumatiques et solénoïdes, et sont entièrement câblés jusqu'à un boîtier de jonction. [5]

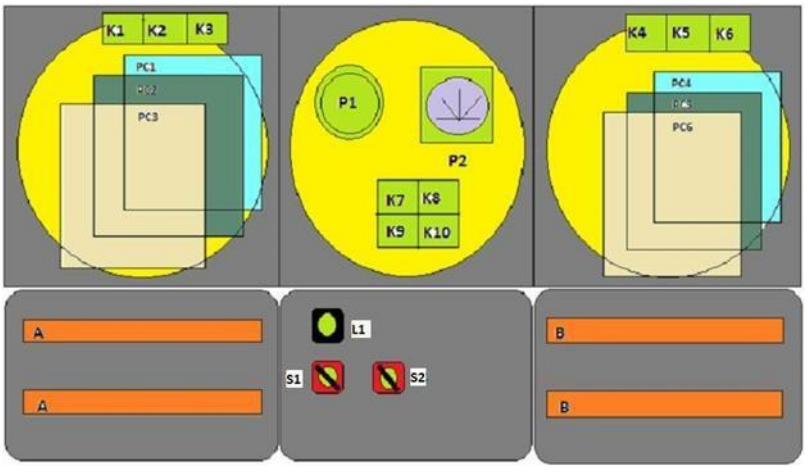


Figure II.10: représente Tableau de contrôle du système de nettoyage



Figure II.11: Boite de contrôle du système de nettoyage

Tableau II.2 : Représente contrôle du système de nettoyage

PC1, PC2, PC3, PC4, PC5 et PC6	Les cartes programment (séquenceurs).
K1, K2, K3, K4, K5 et K6	Relais des séquences.
K7	Relais de commande en mode automatique.
K8	Relais d'alarme manque de tension
K9	Relais d'alarme manque d'air comprimé
K10	Relais d'alarme porte de by pass
P1	Pressostat mécanique
P2	Pressostat photohélic.
S1	Sélecteur d'état marche/arrêt
S2	Sélecteur du mode Auto/Manu.
L1	Voyant lumineux d'état.
A, B	Borniers de raccordement.

A un endroit accessible du filtre, se trouve un filtre régulateur de pression sur lequel l'alimentation en air vient se brancher. Un purgeur automatique éliminant les condensats ainsi qu'un manomètre permettant à tout moment de vérifier la pression d'alimentation sont montés sur le régulateur.

Une vanne d'isolement purge le circuit d'air comprimé pour permettre une intervention sur le circuit.

Un pressostat d'alarme envoi un signale vers le tableau de contrôle lorsque la pression de l'air Instrument tombe au-dessous d'une certaine valeur

II.7 Description des matériels utilise dans l'armoire

II.7.1 Les disjoncteurs

Le disjoncteur est un dispositif électromécanique conçu pour protéger un circuit électrique contre les surcharges, les courts-circuits et les défauts d'isolement en interrompant rapidement le circuit en cas de problème. Il s'agit d'un appareil de protection électrique, parfois électronique, dont le rôle est de couper le courant en cas d'incident sur le circuit. Il peut gérer à la fois les surcharges et les courts-circuits dans une installation électrique. Selon sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique. Contrairement au fusible, sa principale caractéristique est qu'il peut être réarmé, c'est-à-dire remis en service sans subir de dommages lors de son activation.Les différents types de disjoncteur

Il existe plusieurs types de disjoncteur :

- Les disjoncteurs magnétiques, (Figure II.12) qui assurent la protection contre le court-circuit,

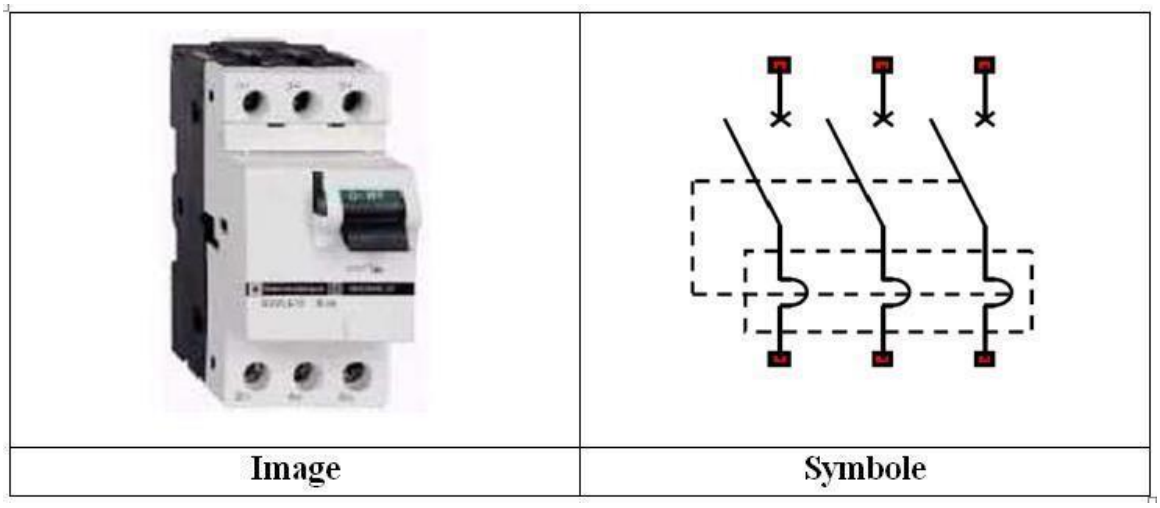


Figure II.13: Image et symbole d'un disjoncteur magnétique [12].

- Les disjoncteurs magnétothermiques (Figure II.14) (disjoncteurs moteur), qui assure la protection du moteur contre les courts-circuits ainsi que les surcharges,

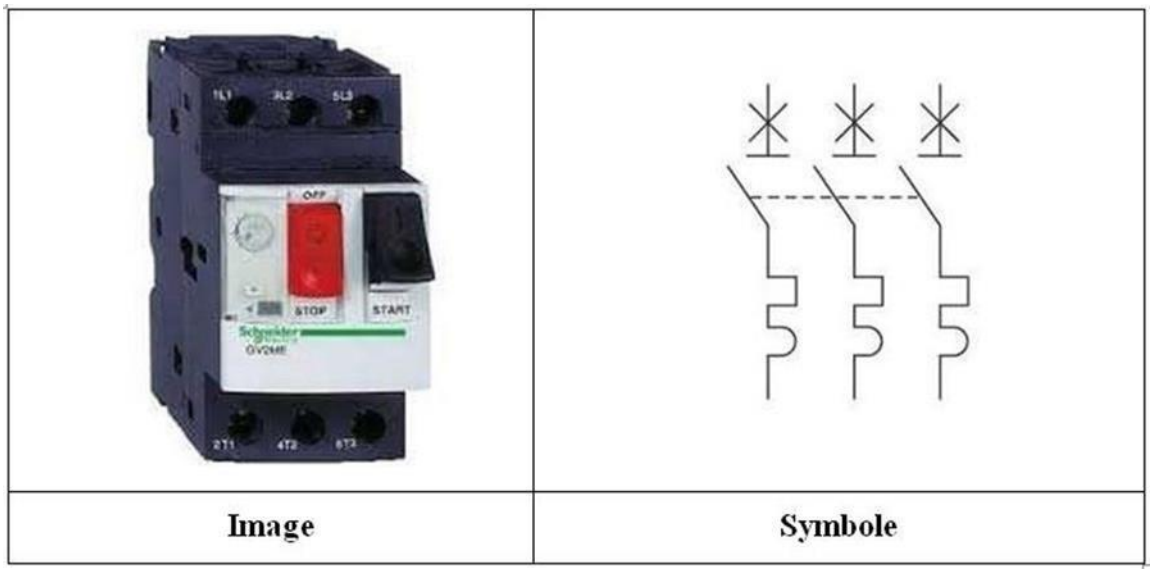


Figure II.15 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétothermique [12].

II.7.2 Les Contacteurs

Le contacteur (Figure II.16) est un relais électromagnétique qui permet grâce à des contacts (pôles) de puissance d'assurer le fonctionnement de moteurs, de résistances ou d'autres récepteurs de fortes puissances.

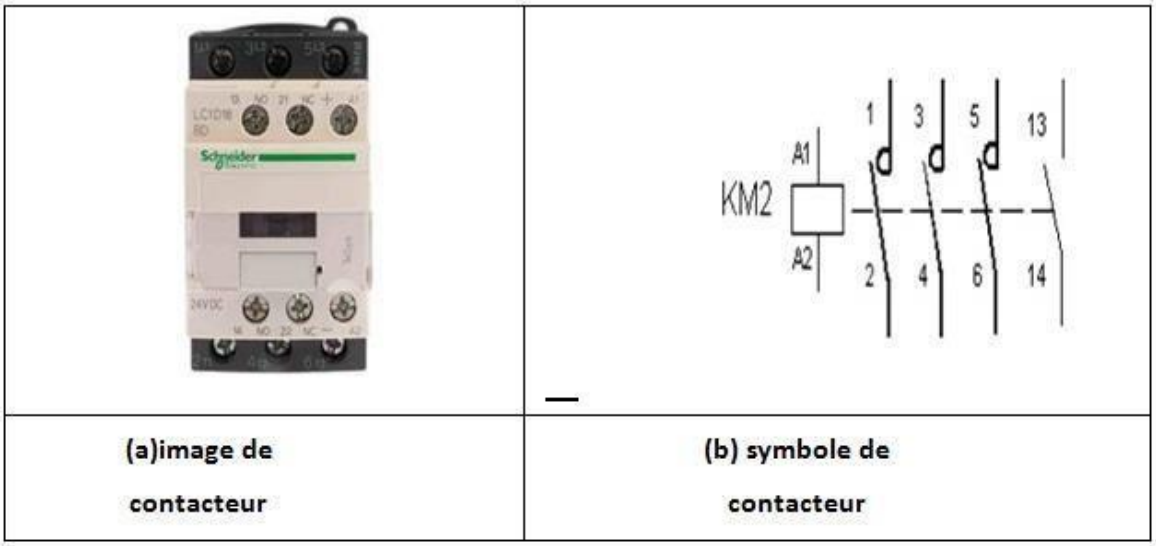


Figure II.17 : Image et symbole d'un contacteur [12].

- **Bloc de contacts auxiliaires :** Le bloc de contacts auxiliaires est un appareil mécanique de connexion qui s'adapte avec les contacteurs. Il permet d'ajouter de 2 à 4 contacts supplémentaire ou contacteurs (Figure II.18).
- Les contacts sont prévus pour être utilisés dans la partie commande des circuits. Ils ont la même désignation et repérage dans les schémas que le contacteur sur lequel ils sont installés (KA, KM...).

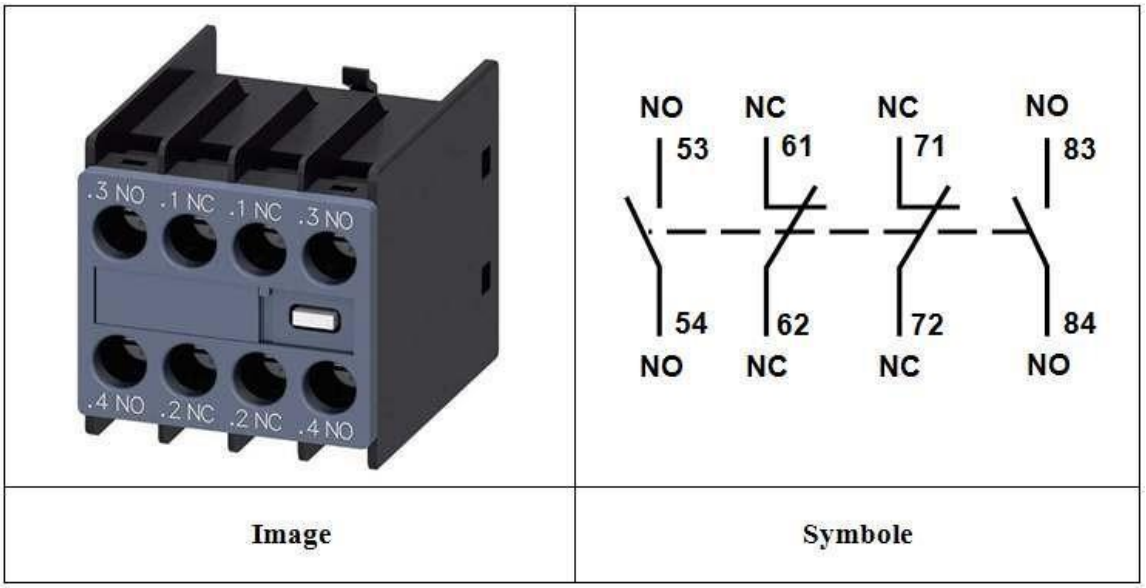
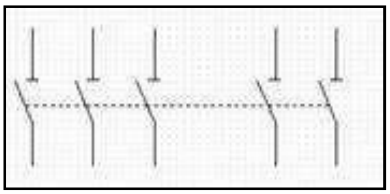


Figure II.19 : Image et symbole représente un contact auxiliaire.

II.7.3 Le sectionneur



- Il n'a pas de pouvoir de coupure (il ne peut interrompre aucun courant)
- Sa manSuvre se fait à vide

Figure II. 13 : le sectionneur

II.7.4 Minuterie électrique

Une interruptrice minuterie (Figure II.14) est une commande permettant de programmer une durée limitée pour le fonctionnement d'un cycle.



Source - Fabricant	: THEBEN
Type	: SUL 289 H
Tension	: 110 V - 50/60 Hz
Contact power-cut-Pouvoir de coupure	10 A
Dial - Cadran	: 24 H
Operating ambient temperature	: - 10°C / + 50°C
Electrical protection	: IP 20
Protection électrique	

Figure II.14 : image minuterie électrique avec les caractéristiques

II.7.5 Les éléments principaux du système de commande

II.7.5.1 Carte programme/séquenceur

Le rôle du séquenceur (Figure II.15) est de faire fonctionner séquentiellement un certain nombre de solénoïdes (électrovannes), l'intervalle de temps et la durée des signaux émis vers les solénoïdes sont réglables.

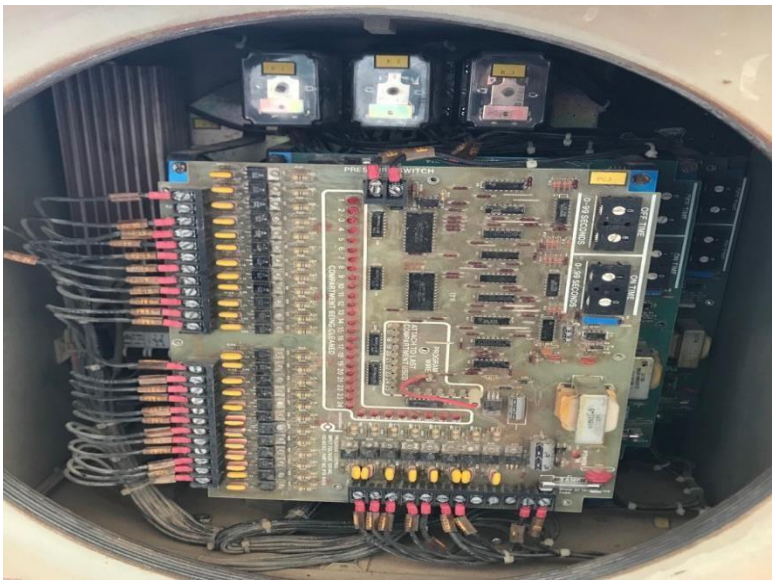


Figure II.15 : Carte programme/séquenceur-

Cet appareil se présent sous forme d'une carte électronique regroupant 7 fonctions différentes

- **L'alimentation stabilisée** : elle est de 105 à 135 V, 50-60 Hz.
- **L'oscillateur** : fournit une onde carrée dont la fréquence est ajustée.
- **Le diviseur de fréquence** : la fréquence émis par l'oscillateur est divisé en quatre.
- Procurant des fréquences d'une période de 625 us, 312,5 us, 10 ms et 1 sec.
- **Détermination de l'impulsion ou valeurs de consignes** : l'impulsion est ajustée par uneroulette à affichage.

La largeur de l'impulsion (le temps d'activation des solénoïdes) peut être réglée de10 à 990 msec par pas de 10 msec.

Le temps entre les impulsions peut être réglé de 1 à 99 secondes, par pas de 1 sec. [4]

II.7.6 La formation de l'impulsion électrique

À partir des signaux émis par le diviseur de fréquence et des valeurs de consignes, l'impulsionélectrique désirée est formée. C'est une impulsion pratiquement carrée d'une durée égale à la durée de l'impulsion désirée.

- **Entrée pressostat**

Lorsque les contacts « pressostat » sont fermés, les signaux émis vers la mémoire sont coupés et la séquence s'arrête. Sur la carte séquenceur, la liaison entre les terminaux du pressostat et l'ensemble électronique du séquenceur est réalisée par un couplage optique

- **La mémoire**

Les signaux reçus sont distribués par un micro-processeur vers les sorties appropriées. Quand l'ordre de nettoyage cesse (contacts pressostat fermé) les deux circuits intégrés enregistrent la dernière sortie qui fut alimentée. Lorsque l'ordre de nettoyage revient, le circuit intégré dirige le signal vers la sortie suivante.

- **Sortie**

Le microprocesseur command chaque triac, qui à leur tour, alimente un solénoïde. Lorsque le triac est activé, une petite lampe (LED) signalétique s'éclaire.

II.7.7 Pressostat Photohelic

Le pressostat-indicateur (Figure II.16) de pression photohelic (MBL10CP501) indique la différence de pression dans le filtre. Quand la différence de pression est supérieure à la valeur préréglée 5,50 m bar, le nettoyage des éléments filtrant démarre automatiquement ; il s'arrêtera lorsque la pression redescendra en dessous de deuxième valeur préréglée à 4,50 m bar.



Figure II.16 : Pressostat photohélic.

II.7.8 Les électrovannes :

Cet appareil est une électrovanne (Figure II.17) pour des utilisations polyvalentes grâce à la robustesse de sa construction et aux matériaux employés Secteurs d'utilisation. Toute la construction mécanique et de larges secteurs de la technique de la commande pneumatique et hydraulique

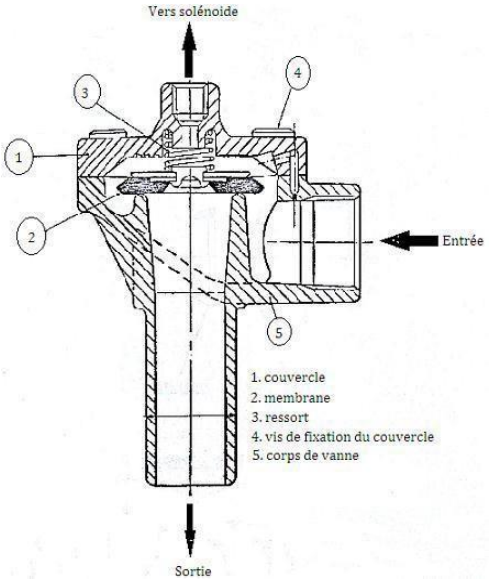


Figure II.17 : Electrovanne pneumatique

II.7.9 Pressostat mécanique

Un pressostat mécanique (Figure II.18) donne un signal d'alarme pour prévenir le personnel d'une perte decharge excessive.

La pression agit sur le diaphragme et fait tourner le levier amplificateur qui allonge le ressortet actionne le levier contact.

Lorsque la valeur de consigne est atteinte, le contact est enclenché et le courant passe ou est rompu.

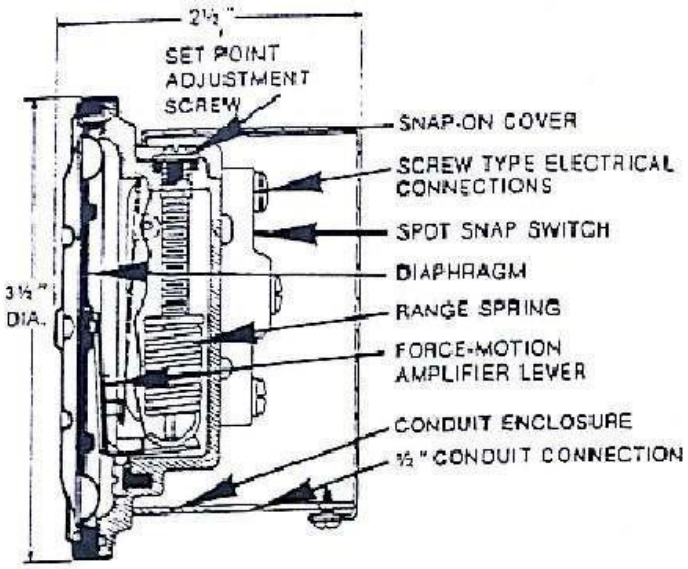


Figure II.18 : Pressostat mécanique d'alarme

II.7.10 Transmetteurs de pression différentielle

Deux transmetteurs de pression différentielle (Figure II.19) ainsi qu'un transmetteur de pression absolue sont installés à proximité du boîtier de contrôle du filtre à air. Le transmetteur de pression absolue mesure la pression atmosphérique ambiante.

Un transmetteur de pression différentielle mesure la différence de pression entre l'air ambiant la sortie de l'air propre du filtre.



Figure II.19 : transmetteurs de pression différentielle

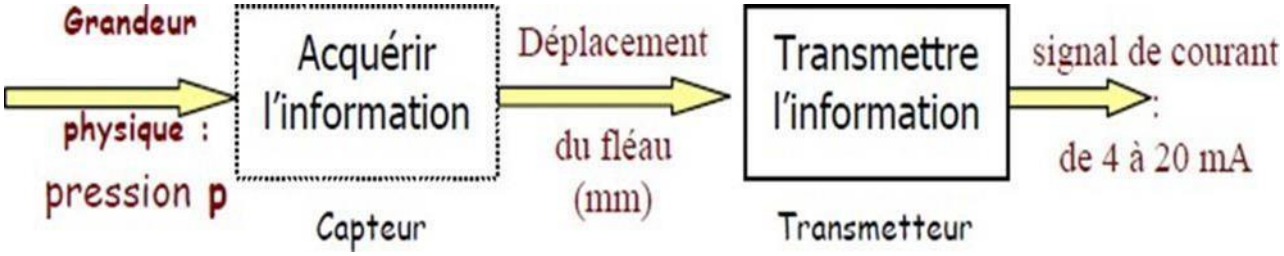


Figure II.20 : schéma de transmission du signal du capteur de pression

II.8 Conclusion

Le système de commande du filtre autonettoyant décrit dans ce chapitre présente des limitations significatives qui compromettent ses performances. En effet, les cartes électroniques sont souvent sujettes à diverses pannes en raison de la défaillance des composants électroniques, causée par le bruit et les conditions climatiques auxquelles le système est exposé sur site. De plus, les mauvais contacts au niveau des potentiomètres et des relais de séquence rendent la maintenance du système difficile, voire impossible, en raison de l'obsolescence du matériel. Par la suite, nous examinerons une solution pour résoudre ces problèmes.

Chapitre III

Généralité sur l’API

III.

III.1 Introduction

Étant donné les désavantages du système actuel de commande du filtre autonettoyant, il est essentiel de développer un système performant qui puisse résoudre les problèmes actuels. Ce système sera développé en utilisant un automate programmable industriel (API) Dans ce chapitre, nous allons examiner la configuration matérielle et logicielle de cette solution, ainsi que la valeur qu'elle apportera au filtre par rapport à l'ancien système.

III.2 Définition d'un automate programmable (API)

Un API (ou PLC Programmable Logic Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

III.3 Historique

Les automatismes séquentiels ont été réalisés, depuis longtemps, à base de relais électromagnétiques. L'inconvénient des systèmes câblés impose la refonte complète du câblage et ceci pour la moindre modification dans l'ordonnancement des séquences. En 1966, l'apparition des relais statiques a permis de réaliser des divers modules supplémentaires tel que le comptage, la temporisation, le pas à pas ... Cependant cette technologie avait le même problème. Technologie câblée. En 1968 et à la demande de l'industrie automobile nord-américaine, sont apparus les premiers dispositifs de commande logique nécessaires modifiables sont les PLC (Programmable Logic Controller) par Allen Bradley, Modicom et Digital Équipement [6]

III.4 Domaine d'application

On utilise APIs dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage...) ou des chaines de production (automobile, agroalimentaire...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (agricole, chimie...).

III.5 Avantages et inconvénients

- Programmés facilement (logique programmé) alors la Modification du

programme facile par rapport à la logique câblée.

• Simplification du câblage.

• Puissance et rapidité.

• Facilité de maintenance (l'API par lui-même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts).

• Augmenter la sécurité.

• Possibilités de communication avec l'extérieur (ordinateur, autre API)

• Plus économique.

Ses inconvénients sont :

• Plantage.

• Il y a trop de travail requis dans les fils de connexion.

• Besoin de formation.

• Cout

III.6 Rôle de l'automate programmable

Séquentielles et au control de commande individuelle des machines rôle de séquenceur. Actuellement, il effectue, en Au début, l'automate programmable servait uniquement à réaliser les fonctions logiques et plus de ces fonctions logiques, le traitement numérique, La gestion de production, la localisation des pannes, l'échange des messages et le traitement de texte en clair pour renseigner les agents d'exploitation sur le conduit de machine.

L'évolution technologique des microprocesseurs se caractérise par :

-l'augmentation des capacités mémoire.

-l'accroissement des vitesses de traitement.

III.7 Architecture matérielle d'un API

III.7.1 Structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

Le type compact intègre à la fois le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage

rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

La figure (Figure III.1) suivante montre un exemple d'automates compacts :



Figure III.2 : représente automate compacte

Dans le type modulaire (Figure III.3), le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant les bus plus les connecteurs.

Ces automates sont utilisés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement, flexibilité sont nécessaires.

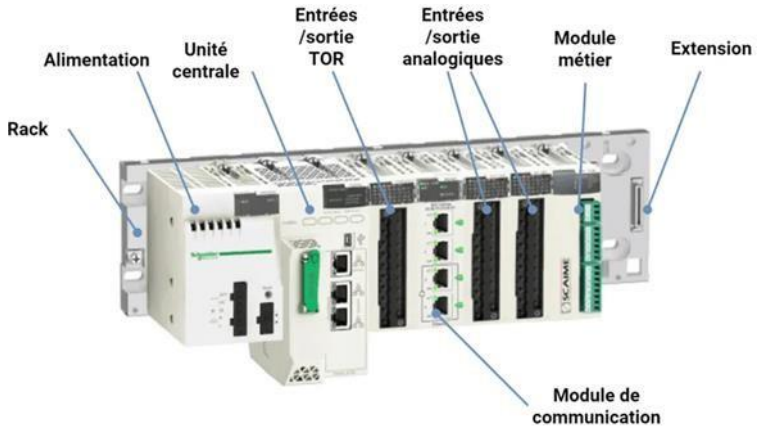


Figure III.4 : représente automate modulaire

III.7.2 Structure interne

- **Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- **Unité de traitement** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctionslogiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- **Le bus interne** : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate etdes éventuelles extensions.
- **Mémoires** : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM).
- **Interface d'entrée** : elle permet de recevoir les informations du Système automatiséou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal.
- **Interface de sortie** : elle permet de commander les divers prés actionneurs etéléments de signalisation du système.

Dans un automate, Deux programmes différents s'exécutent d'une façon parallèle :

Le système d'exploitation et le programme utilisateur.

III.7.3 Système d'exploitation

Le système d'exploitation, organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU qui nesont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Ses tâches sont les suivantes :

- Le déroulement du démarrage et du redémarrage,
- L'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des Sorties,
- L'appel du programme utilisateur,
- La détection et le traitement d'erreurs,
- La gestion des zones de mémoire,
- La communication avec des consoles de programmation et d'autres partenaires de Communication.

III.8 Types des automates programmables industriels

III.8.1 Automates de petite gamme

Ces automates (Figure III.3) sont destinées pour de petite application. Le nombre d'entrées sorties ne dépasse pas 48. Ils se présentent dans les boitiers compacts ou tous les modules (CPU, Alimentation, Module d'E/S, interface de communication) sont intégrés dans une mémoire boitier. Il ne dispose d'aucune Possibilité d'extension [22].



Figure III.3 : représente Automate programmable de petite gamme (siemens). [7]

III.8.2 Automates de moyenne gamme

Dans cette gamme (Figure III.4) le nombre d'E/S peut atteindre400, ces automates ont une structure modulaire extensible [22].



Figure III.4 : Représente Automate programmable de moyenne gamme (Schneider). [8]

III.8.3 Automates de haute gamme

Ce sont des automates (Figure III.5) super puissants dont les performances permettant de gérer jusqu'à 2024 E/S et plus. Il dispose d'une structure modulaire



Figure III.5 : Représente Automates de haute gamme (siemens).

III.9 Langage de Programmation de l'API

Un API est programmé à l'aide d'outils de développement spécialisés, fournis par son constructeur (exemple : Step7 pour SIEMENS et PL7 pour SCHNEIDER), et utilisables au travers d'une interface (un logiciel sur PC, un pupitre...). Un standard définit quatre langages correspondant aux familles de langages les plus utilisées pour la programmation des API, les outils de développement support au moins un de ces langages, ces langages sont: [9]

- **Langage CONT (LD : Ladder Diagram)** : est un langage de programmation graphique (Figure III.6). La représentation est inspirée des schémas de circuits. Les requêtes des signaux binaires sont placées sur les circuits sous forme de contacts.

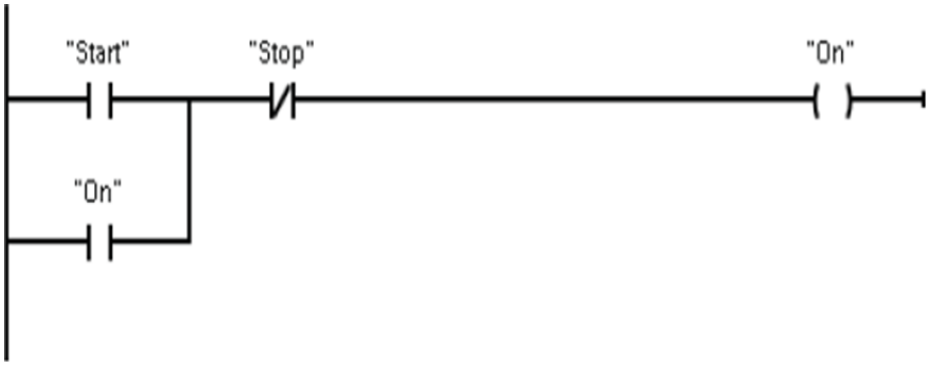


Figure III.6 : Représente langage Ladder Diagram.

- **Langage LOG (logigramme) :** est un langage de programmation graphique (Figure III.7) quiutilise les opérateurs de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes peuvent être représentées directement combinées avec les portes logiques.

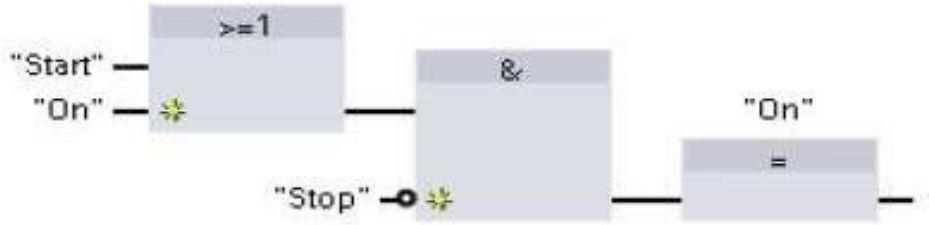


Figure III.7 : Représenté Fonction Bloc Diagram.

- **Langage LIST (IL : Instruction Liste) :** est un langage de programmation textuel proche du langage machine (Figure III.8). Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles laCPU traite le programme.

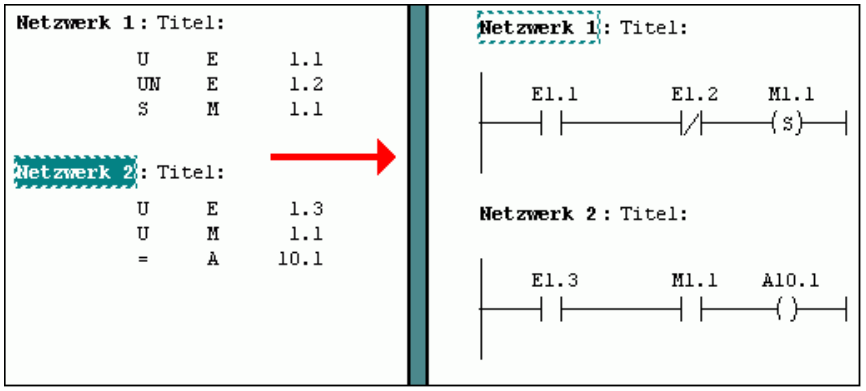


Figure III.8 : Représente Instruction List.

- **Le GRAFCET (S7-GRAPH) : Gra**phe **F**onctionnel de **C**ommande des **E**tapes et **T**ransitions ou Séquentiel Fonction Chart (SFC) (Figure III.9), est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. C'est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes [13] [21].

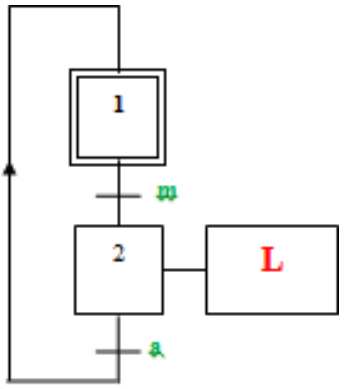


Figure III.9 : Représente Langage GRAFCET.

- **Langage littéral structuré ST (Structured Text)**

Appelé aussi SCF (Structure Control Langage) (Figure III.10), ressemble beaucoup au langage C. C'est un langage structuré qui convient bien pour les applications faisant appel à des calculs compliqués et au traitement des chaînes de caractère, Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe



Figure III.10 : représenté Structure Texte

III.10 Blocs du programme utilisateur

Le logiciel de programmation STEP7 offre la possibilité de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire le subdiviser en différentes parties, soit autonomes ou dépendantes qui donnent les avantages suivants : [6]

- Ecrire des programmes importants et clairs.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplification de l'organisation du programme.
- Modification facile du programme.
- Simplifier le test du programme.
- Faciliter la mise en service.

Le logiciel de base STEP7 dans ses différents langages de programmation possède un nombre important de blocs d'utilisateur, destinés à structurer le programme utilisateur.

III.10.1 Bloc d'organisation (OB)

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

III.10.2 III.8.1.2 Bloc fonctionnel (FB)

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.

III.10.3 III.8.1.3 Fonction (FC)

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur programme. Elles ne possèdent pas de mémoires. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données. Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

III.11 **Programme utilisateur**

C'est le programme qui doit être crée et chargé dans la CPU (Figure III.11**)**. Il contient toutes les fonctions Nécessaires au déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage de la CPU (par exemple initialiser des signaux).

- Traiter des données du processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, définir des signaux binaires pour la sortie, écrire des valeurs analogiques). Et réagir aux alarmes.

Traitement d'une tâche d'automatisation spécifique. [9]

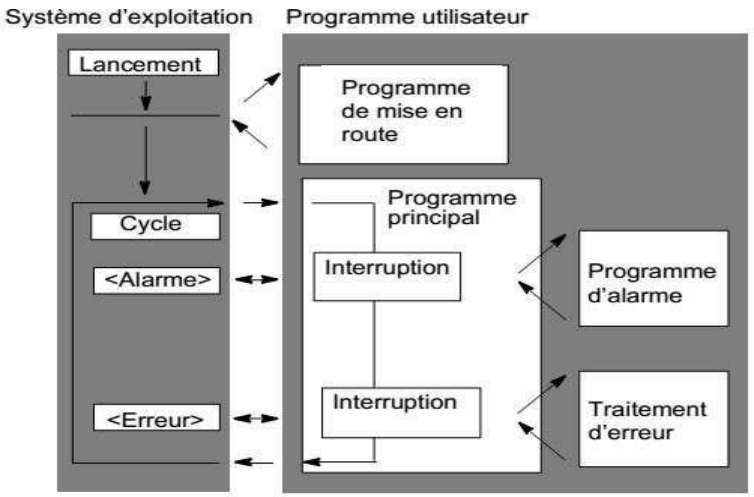


Figure III.11 : représenté Déroulement du programme dans un api

III.12 Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être du type :

Tout ou rien (T.O.R) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir...

Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température).

Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

III.13 Crêter de Choix de l'automate

Le système de commande du filtre autonettoyant nécessite un nombre important d'entrées/sorties (environ 150), la plupart de ces derniers sont de type logique, ce qui conduit notre choix vers un automate qui au moins 8 modules pour les entrées/sorties, l'automate S7-300 de SEIMENS est un automate puissant qui peut avoir une extension de modules d'entrée sortie, ce qui convient beaucoup à notre besoin, notre solution sera donc développée autour de cet automate.

- **Nombre d'entrées/sorties** : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/sorties nécessaires devient élevé.
- **Type de processeur** : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.

Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage …) permettront de soulager le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées

- **Fonctions de communication :** l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision …) et offrir des possibilités de communications avec des standards normalisés [7]

III.14 Conclusion

La complexité des systèmes industriels incite les responsables à rechercher des solutions d'automatisation pour optimiser le contrôle de ces systèmes. L'automatisation doit être utilisée efficacement pour assurer une commande et une supervision optimales des filtres autonettoyants, tout en garantissant une bonne compréhension du fonctionnement du système.

Dans ce chapitre, nous avons proposé plusieurs matériels pour améliorer la commande et la supervision. Nous avons également réalisé une étude générale sur les automates programmables, leur mode de fonctionnement et les différents langages de programmation (SCL, CONT, LOG, LIST, et GRAPH).

Chapitre IV

Conception et simulation

du système d’auto nettoyage

IV. Conception et simulation du système d'auto nettoyage

IV.1 Introduction

Le système de commande actuel présente l'inconvénient de ne pas permettre une manipulation simple des paramètres, et l'affichage de l'opération de nettoyage ne peut être surveillé qu'en étant physiquement sur site. Cependant, dans un souci d'efficacité et de gain de temps, il est impératif de moderniser cette approche. L'automatisation complète du processus de nettoyage des filtres est essentielle pour améliorer l'efficacité opérationnelle et répondre aux exigences de production.

Dans cette optique, la mise en place d'un système de supervision industrielle devient une nécessité, permettant de résoudre ces problèmes tout en économisant du temps, un élément crucial dans le contexte de la production industrielle.

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique à distance des procédés automatisés pour les amener à leur point de fonctionnement optimal.

Dans ce chapitre, nous présenterons le cahier des charges ainsi que les différentes étapes suivies pour réaliser l'automatisation et la supervision complète de notre système.

IV.2 Cahier des charges

Notre projet consiste à automatiser et superviser du système auto nettoyage des filtre aspirante de la turbine à Gaz. Pour réaliser ce processus on a besoin :

- D'étudier le principe de fonctionnement de nettoyage des filtres.
- Développer un programme ladder pour contrôler la séquence de nettoyage.
- Crée une interface home machine (IHM) pour superviser le système de nettoyage et panneau de paramètres pour contrôler le système de nettoyage.

IV.3 Système proposé

Le système d'automatisation proposé est basé sur un automate programmable industriel (API), comme illustré à la (Figure IV.1). L'API permet de contrôler les différents actionneurs de l'auto nettoyant en fonction des informations provenant des divers capteurs et des

commandes établies par l'utilisateur via l'IHM. Cette interface permet à l'utilisateur de contrôler et de surveiller le système à distance.

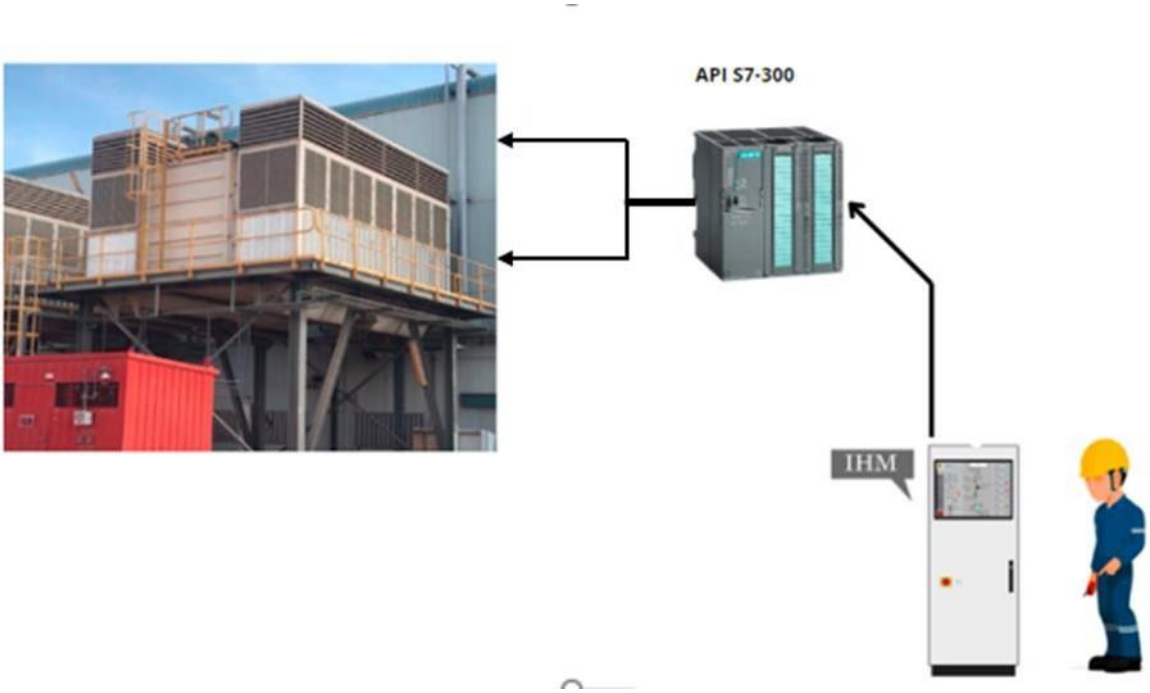


Figure IV.2 : Architecture globale du système propose.

IV.3.1 Organigramme de fonctionnement

L'organigramme de la (Figure IV.2) représente le principe de fonctionnement de notre système.

1) Identification des filtres obstrués :
   - Utilisation du transmetteur de pression différentielle installé en amont et en aval des filtres pour mesurer la pression différentielle (ΔP), la différence de pression entre l'air entrant et l'air sortant.
   - Comparaison de la valeur mesurée de ΔP avec la valeur préréglée (VRef) du pressostat Photohelic (650 Mbar).
   - Détermination du besoin de nettoyage :
   - Le système de commande utilise les données des capteurs de pression pour déterminer quand un cycle de nettoyage doit être initié.
2) Éléments impliqués dans le cycle de nettoyage :
   - EV : électrovanne.
   - PRef : Pression de référence.

- DeltaP : pression différentielle calculée.
- Cptc : capteur de charge courante.
- Trem : vérins de trémies du bas caisson filtre.

3) Durées du cycle de nettoyage :

- Soufflage de cartouche : 4 secondes.
- Repos entre les cartouches : 6 secondes.
- Repos entre les étages : 8 secondes.
- Durée totale du cycle : 406 secondes (7 minutes et 16 secondes).

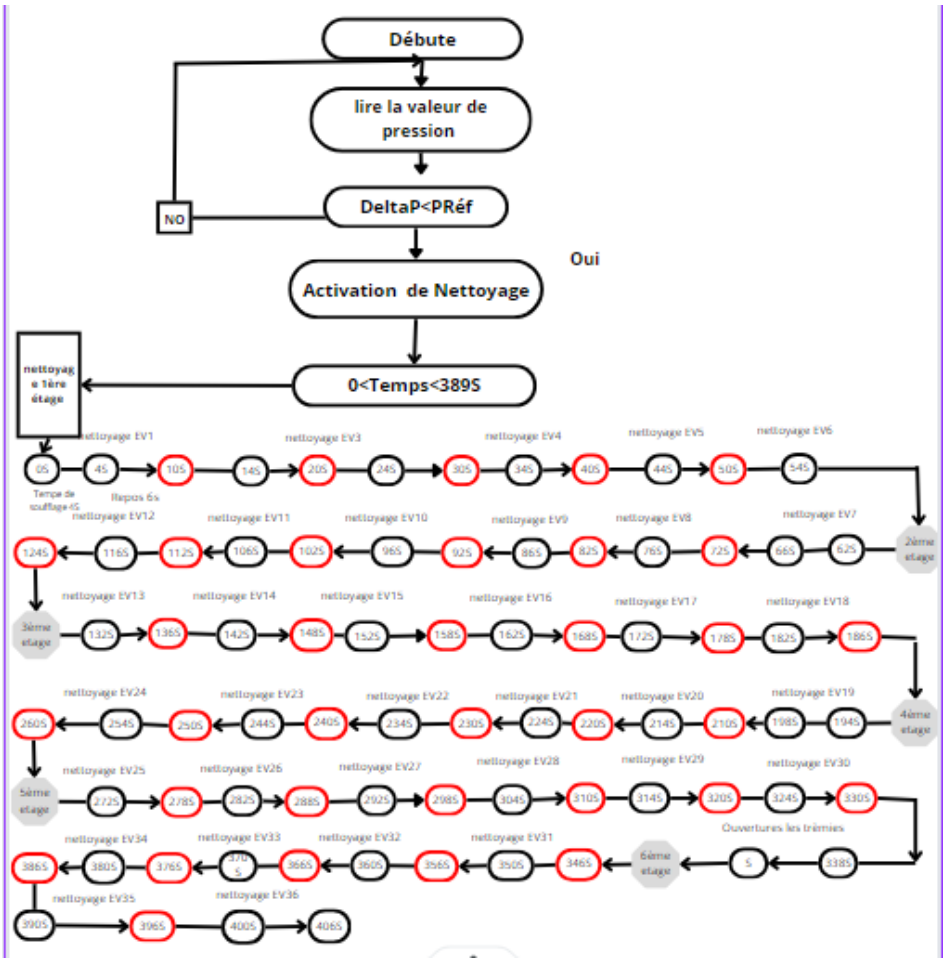


Figure IV.3 : Organigramme du cycle de nettoyage les filtres

IV.4 Logiciel de programmation « TIA Portal V15 »

IV.4.1 Présentation du logiciel

- La plate-forme TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière

évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, dans un seul logiciel cette plate- forme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI les variateurs… etc. La figure Figure IV.4 représenté logo du logiciel. [7]



Figure IV.5 : représente Logo du logiciel.

IV.4.2 SIMATIC STEP7 :

SIMATIC STEP 7, intégré à TIA Portal, est le logiciel de configuration, programmation, vérification et diagnostic de tous les automates SIMATIC. Doté d'un grand nombre de fonctions conviviales, SIMATIC STEP 7 garantit une efficacité nettement supérieure pour toutes les tâches d'automatisation, qu'il s'agisse de la programmation, de la simulation, de la mise en service ou de la maintenance .

IV.4.3 Avantages du logiciel TIA portal

- Programmation intuitive et rapide : avec de éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST, et GRAPH
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP7 : programmation symbolique uniforme, Calculâtes Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Téléservice et diagnostic système cohérent
- Technologie flexible : fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-300
- Sécurité accrue avec Security Integrated : protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entrainements dans l'environnement d'ingénierie TIA portal. [31]

IV.4.4 Conception d'un programme avec TIA PORTAL V15

La stratégie à suivre pour faire la conception d'un programme en utilisant la plate- forme TIA PORTAL V15 est :

- La création d'un nouveau projet
- La configuration matérielle
- La compilation et le chargement de la configuration
- La création de la table des mnémoniques
- L'élaboration du programme
- La simulation avec le logiciel
- La visualisation d'état du programme (le test).

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit on commence par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration. L'organigramme de La (figure III.4) représente la création d'un projet sous TIA PORTAL. [10]

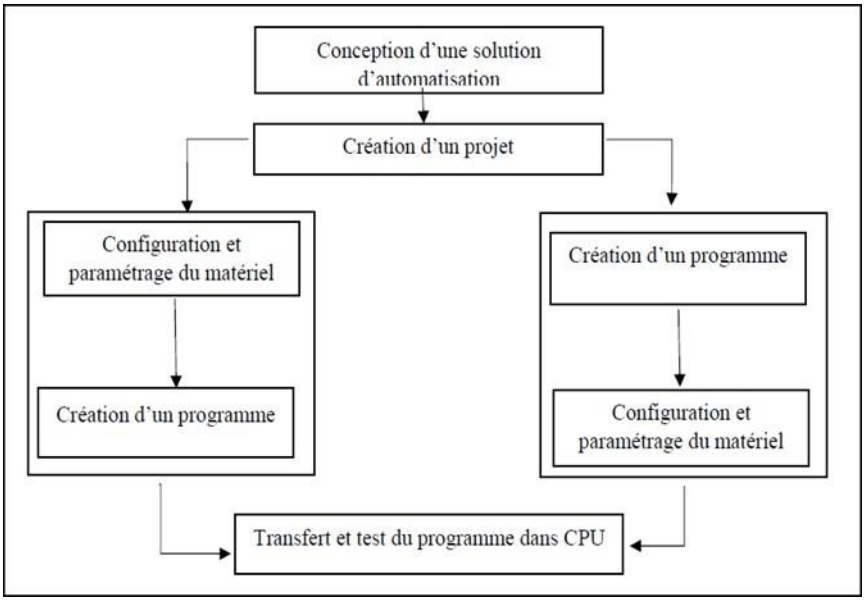


Figure IV.6 : Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL. [11]

IV.4.5 Vue du portal

Chaque portail (Figure IV.7) permet de traiter une catégorie de tâches

(actions). La fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, Figure III.5 illustre la vue du portal.

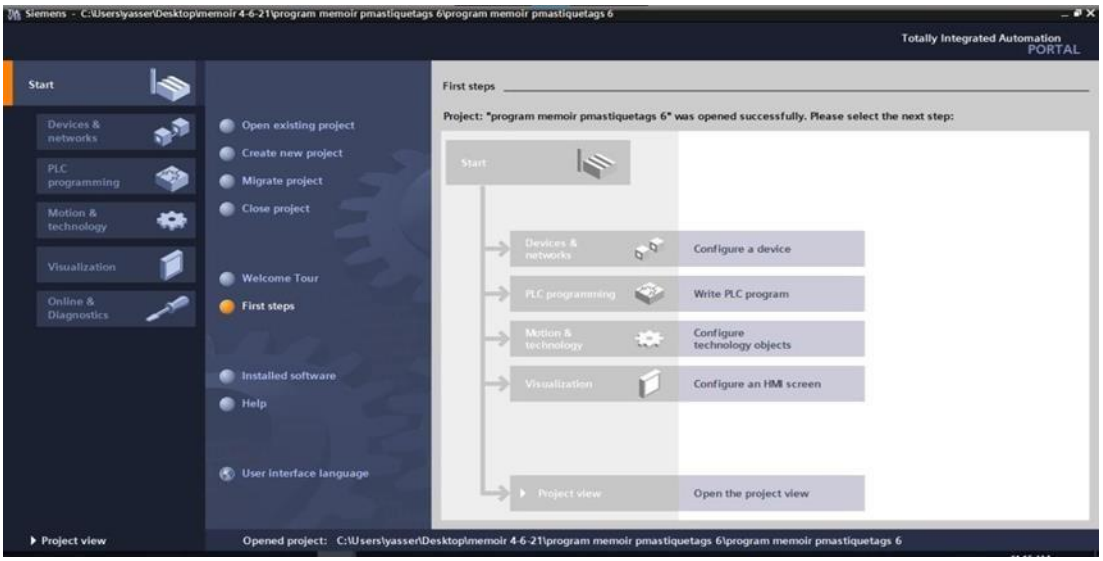


Figure IV.8 : Vue du portail.

IV.4.6 Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, (Figure IV.9) Montre la vue du projet

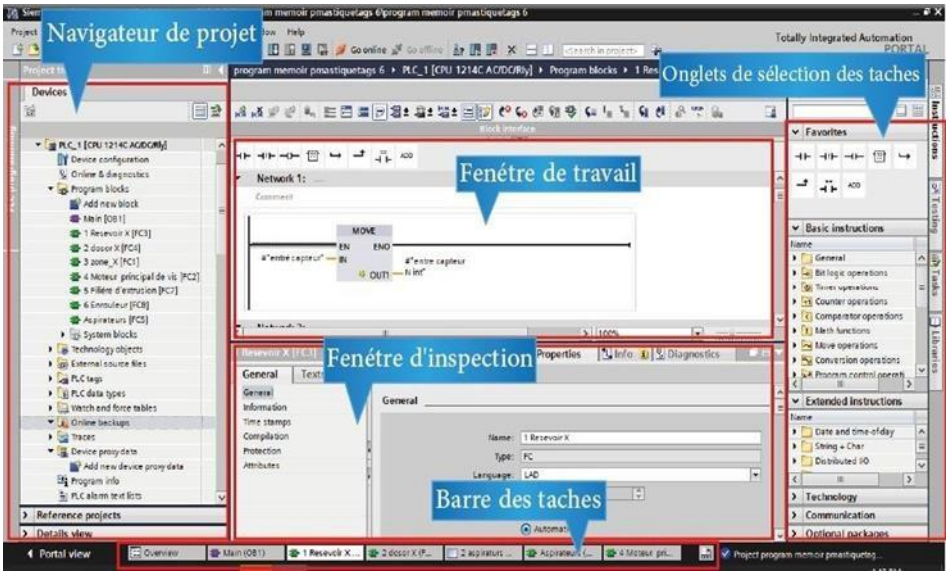


Figure IV.10 : représente Vue détaillée du projet

IV.4.7 Création du projet dans TIA PORTAL V15 :

Afin de créer un nouveau projet TIA PORTAL V15, nous utilisant « l'assistant de création de projet », en cliquant sur « créer un projet » ce qui nous permet de commencer la configuration, cette méthode nous permet de gérer notre projet aisément.

En sélectionnant l'icône « créer un projet », on affiche la fenêtre principale, on remplit le champs vides de notre fenêtre et on appuie sur le bouton « créer », la figure suivante représente la mise en route de notre projet.

On passe à la deuxième étape en cliquant sur le bouton « appareils et réseaux » ce qui nous permet de choisir les appareils qui constitueront notre système, La (Figure IV.11) illustre cette étape.

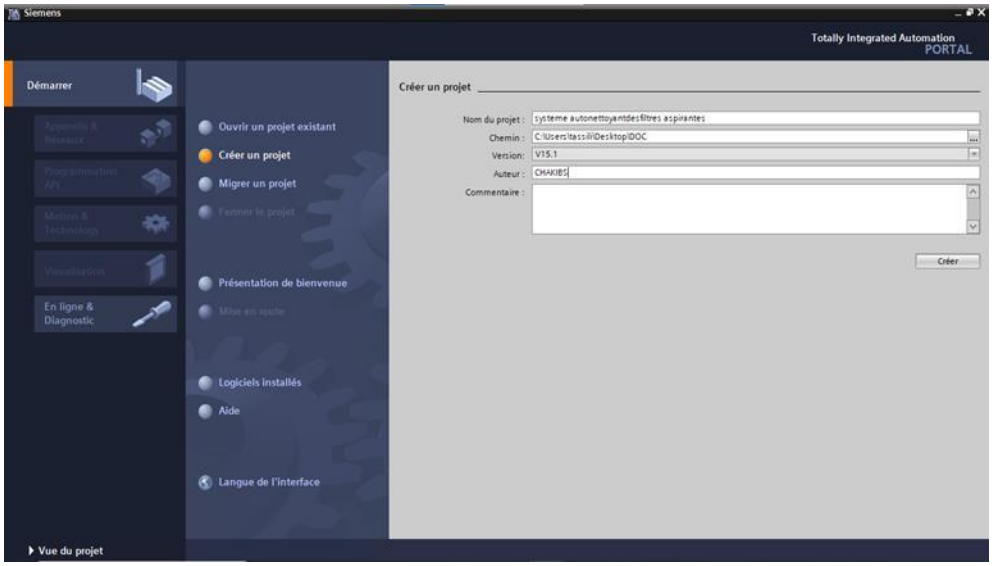


Figure IV.12 : Mise en créer du projet.

IV.4.8 Configuration matérielle (Partie Hardware)

Nous devrons choisir un type d'automate PLC (programmable Logic Controller), L'automate choisi est le S7-300 de SIEMENS CPU 314C-2 PN/DP version 3.3.

La figure (Figure IV.13) est une représentation de notre automate S7-300.

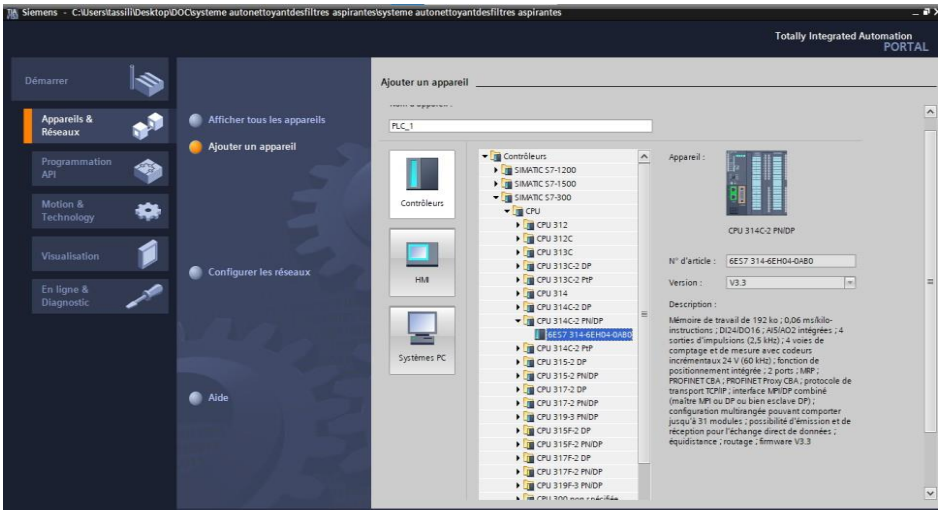


Figure IV.14 : représente l'Ajout d'API.

IV.4.9 Ajout les modules entrée /sortie

Après l'ajout de notre CPU, on doit choisir les modules pour les signaux d'entrée et les modules pour les signaux de sortie (Figure IV.15).

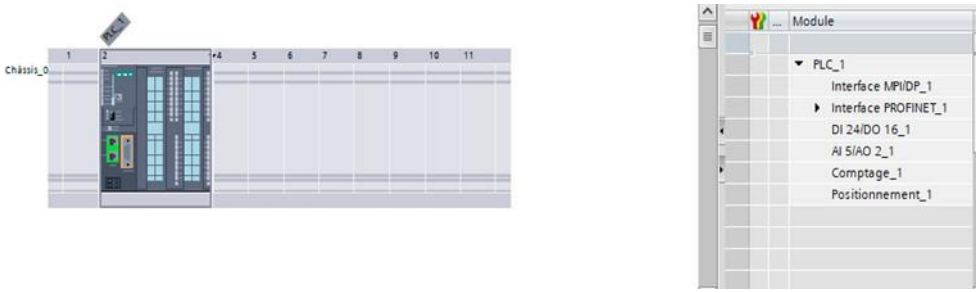


Figure IV.16 : modules entrées /sorties.

IV.4.10 Ecriture du programme.

On écrit le programme en utilisant

• **Bloc d'organisation OB :**

Il commande le traitement du programme. Il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme. Le programme d'OB sera un appel aux différentes fonctions.

IV.4.11 Types de variable utilisée en TIA portal.

Il existe plusieurs types de variables distinctes dans le TIA portal ces variables sont déclarées préalablement avant chaque début de programme. Le (Tableau IV.1**)** réunit ces différentes variables :

Tableau IV.2 : Types de variables utilisées en TIA portal. [12]

Type	Taille
Bool	1 bit
Real	32 bit
Int	16 bit
Byte	8 bit
Word	16 bit
Dword	32 bit
Dint	32 bit
Char	8 bit
Time	32 bit
SSTime	16 bit
Date	16 bit
Time of day	32 bit

IV.4.12 Définition des variables

Avant de commencer la programmation on a déclaré d'abord toutes les variables (**Figure IV.17**). C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables

et les constantes utilisées dans le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir : Un nom, Le type de donnée : BOOL, INT,.. L'adresse absolue.

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

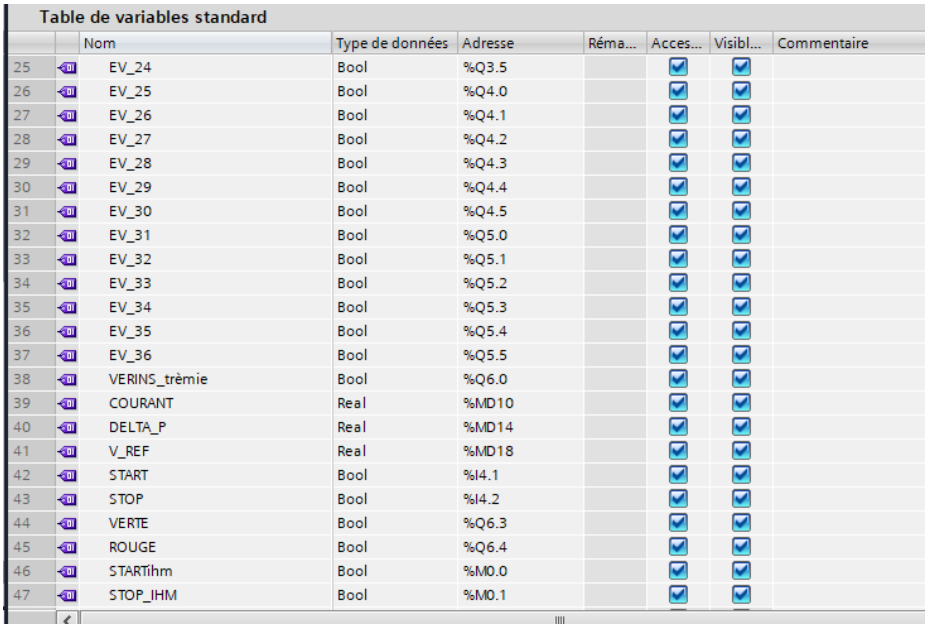


Table de variables standard

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
25	EV_24	Bool	%Q3.5		☑	☑	
26	EV_25	Bool	%Q4.0		☑	☑	
27	EV_26	Bool	%Q4.1		☑	☑	
28	EV_27	Bool	%Q4.2		☑	☑	
29	EV_28	Bool	%Q4.3		☑	☑	
30	EV_29	Bool	%Q4.4		☑	☑	
31	EV_30	Bool	%Q4.5		☑	☑	
32	EV_31	Bool	%Q5.0		☑	☑	
33	EV_32	Bool	%Q5.1		☑	☑	
34	EV_33	Bool	%Q5.2		☑	☑	
35	EV_34	Bool	%Q5.3		☑	☑	
36	EV_35	Bool	%Q5.4		☑	☑	
37	EV_36	Bool	%Q5.5		☑	☑	
38	VERINS_trèmie	Bool	%Q6.0		☑	☑	
39	COURANT	Real	%MD10		☑	☑	
40	DELTA_P	Real	%MD14		☑	☑	
41	V_REF	Real	%MD18		☑	☑	
42	START	Bool	%I4.1		☑	☑	
43	STOP	Bool	%I4.2		☑	☑	
44	VERTE	Bool	%Q6.3		☑	☑	
45	ROUGE	Bool	%Q6.4		☑	☑	
46	STARTihm	Bool	%M0.0		☑	☑	
47	STOP_IHM	Bool	%M0.1		☑	☑	

Figure IV.18 : Variables d'API

Les variables peuvent être de type :

a) Entrées

Pour savoir l'état des filtres auto-Nett, l'automate récolte des informations venantes de l'installation via des entrées qui sont connecté aux transmetteurs de pression et pressostat préréglée l'installation. Ensuit-il les traiter et générer la commande. **Tableau IV.3** montre les entrées de notre système

Tableau IV.4 : les entrées du système

L'entrée	Adresse
Start	I4.1
Stop	I4.2
Arrêt d'urgence	I0.1

Courant	MD10
DeltaP	MD14
V-ref	MD18
Start ihm	M0.0
Stop-ihm	M0.1

b) Sorties

Après le traitement des données pour commander l'installation, l'automate doit générer et envoyer des signaux vers ces sorties. Les sorties de l'automate sont connectées aux différents actionneurs de l'installation les vérines et les électrovannes. **Tableau IV.5**

Tableau IV.6 : Sorties du système

Sortie	**adresse**
EV 1	**Q0.0**
EV 2	**Q0.1**
EV 3	**Q0.2**
EV 4	**Q0.3**
EV 5	**Q0.4**
EV 6	**Q0.5**
EV 7	**Q1.0**
EV 8	**Q1.1**
EV 9	**Q1.2**
EV 10	**Q1.3**
EV 11	**Q1.4**
EV 12	**Q1.5**
EV 13	**Q2.0**
EV 14	**Q2.1**

EV 15	**Q2.2**
EV 16	**Q2.3**
EV 17	**Q2.4**
EV 18	**Q2.5**
EV 19	**Q3.0**
EV 20	**Q3.1**
EV 21	**Q3.2**
EV 22	**Q3.3**
EV 23	**Q3.4**
EV 24	**Q3.5**
EV 25	**Q4.0**
EV 26	**Q4.1**
EV 27	**Q4.2**
EV 28	**Q4.3**
EV 29	**Q4.4**
EV 30	**Q4.5**
EV 31	**Q5.0**
EV 32	**Q5.1**
EV 33	**Q5.2**
EV 34	**Q5.3**
EV 35	**Q5.4**
EV 36	**Q5.5**
Verte	**Q6.3**
Rouge	**Q6.4**

IV.5 Programmation

IV.5.1 Programme principale main [OB1]

Le programme de fonctionnement de notre système a été développé directement dans le bloc OB1 en utilisant le langage ladder. Le programme développé repose sur l'utilisation d'un seul temporisateur de type $T_{ON/A}$ (Figure IV.10) et d'instructions de comparaison. Cette stratégie nous a permis de préserver et d'optimiser la taille mémoire de notre API.

Le réseau 1 (Figure IV.10) représente les conditions de démarrage du système d'auto-nettoyage : un comparateur, un temporisateur, un bouton d'arrêt et un arrêt d'urgence.

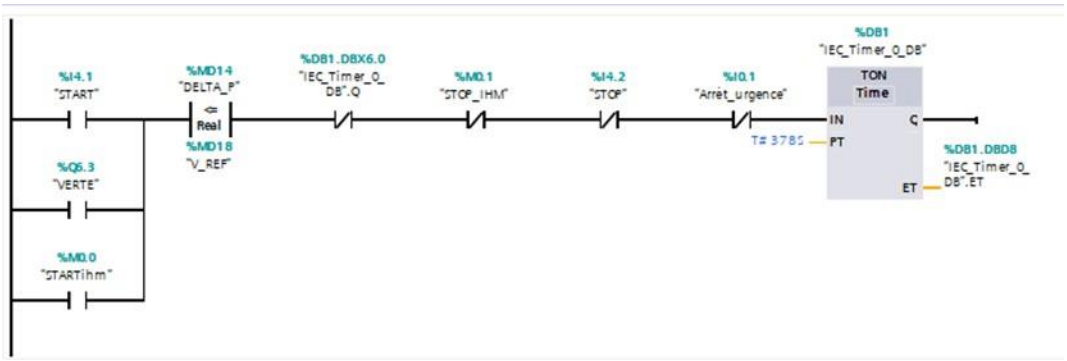


Figure IV.19 : Partie du programme de démarrage du système.

IV.5.2 Programme de la première cartouche

Réseau 2 (Figure IV.11) représente le programme de lancement de la première cartouche (EV1) du premier étage pour une durée de 4 secondes, suivie d'une période de repos de 6 secondes après le démarrage du nettoyage de la deuxième cartouche avec la sortie Q0.1 (EV2). De la même manière, en utilisant des instructions de comparaison pour comparer la durée du temporisateur (registre ET), le cycle complet a été programmé.

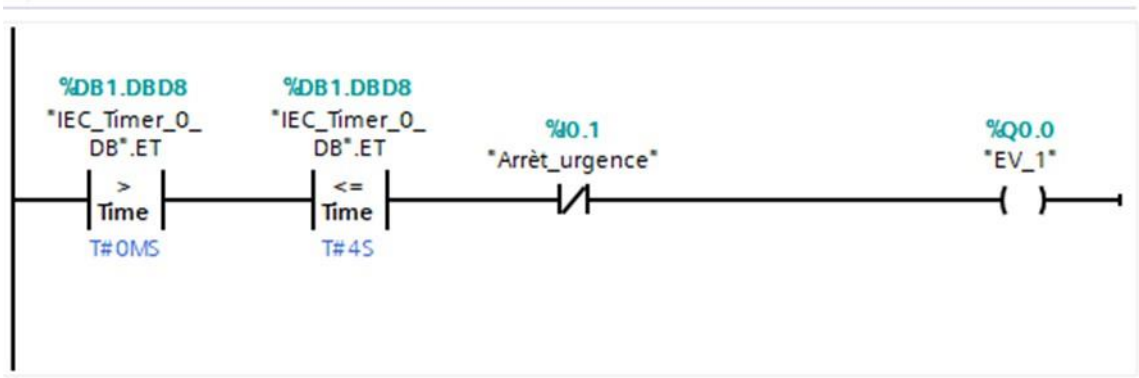


Figure IV.20 : Programme de lancement de la première cartouche (EV1)

IV.6 SIMATIC WinCC Runtime Advanced

La gamme de fonctions de WinCC Runtime Advanced inclut les composants IHM centralisés pour la visualisation et la génération de rapports, et peut être étendue aux besoins et aux coûts et Peut être intégré dans des solutions d'automatisation basées sur des réseaux TCP / IP Concepts étendus de service avec l'opération, le diagnostic et l'administration à distance sur l'intranet et l'Internet en combinaison avec la communication d'email [10]

IV.6.1 Présentation de S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme utilisateur élaboré dans un automate programmable (AP), la simulation s'exécute dans un ordinateur ou dans une console de programmation elle est complètement réalisée au sein du logiciel TIA portal, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7quelconque (CPU ou module des signaux).

S7-PLCSIM fournit une interface simple avec le programme utilisateur (Figure IV.12) TIA portal pour visualiser et forcer différents objets comme des entrées et des sorties. Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, il procure également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel TIA portal comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables

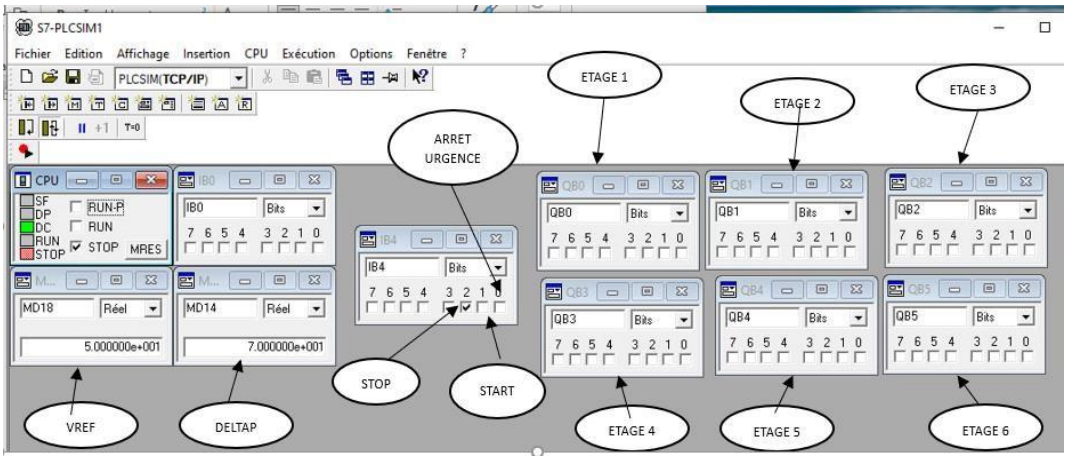


Figure IV.12 : représente vue principale de système auto nettoyage sur SIMULATEUR S7- PlcSim

IV.7 Définition de l'interface homme-machine (IHM) :

Le système d'interface homme-machine (IHM) constitue l'interface entre l'opérateur et le processus. Le déroulement du processus est commandé par la CPU. L'opérateur peut visualiser le processus ou intervenir dans le processus en cours par le biais d'un pupitre opérateur [25].

IV.7.1 Avantages

- Interface de configuration innovante basée sur les dernières technologies logicielles.
- Concept de bibliothèque complet pour objets et façades définissables par l'utilisateur.
- Des outils intelligents pour la configuration graphique et la gestion des données de masse.

IV.7.2 Configurer une vue IHM :

Sur la page d'accueil de TIA Portal, on choisit la visualisation en cliquant sur Configurer une vue IHM**.** (Figure IV.13) illustre configuration une vue IHM.

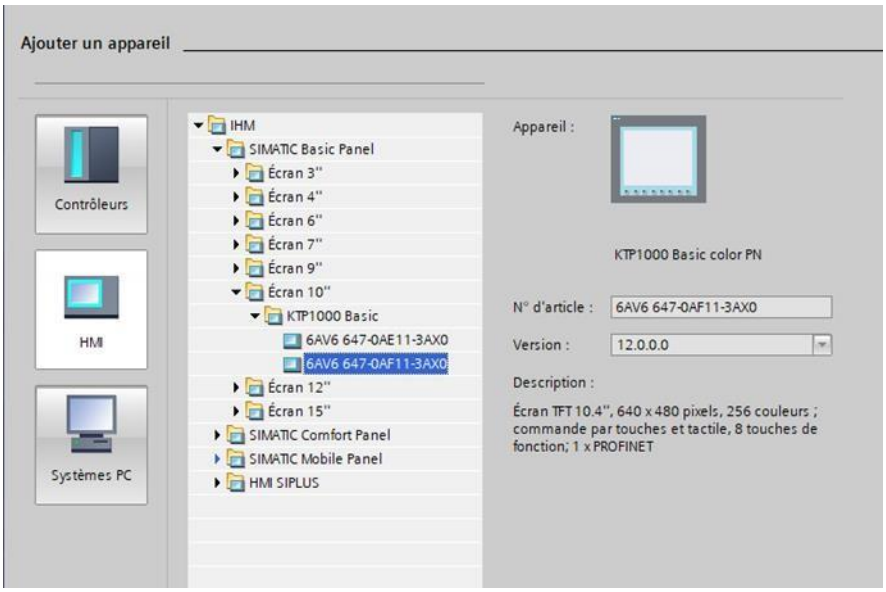


Figure IV.13 : représente Configurer une vue IHM.

IV.7.3 Supervision

Pour bien contrôler le processus l'opérateur a besoin d'avoir le maximum de transparence, ce qu'il lui permet de bien supervisé et contrôler l'installation, cela est possible avec l'utilisation d'un interface homme machine (IHM).

IV.7.4 Établissement d'une liaison IHM

Il faut d'abord créer une liaison IHM entre la CPU et l'IHM, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate, la (Figure IV.14) illustre la liaison API_IHM.

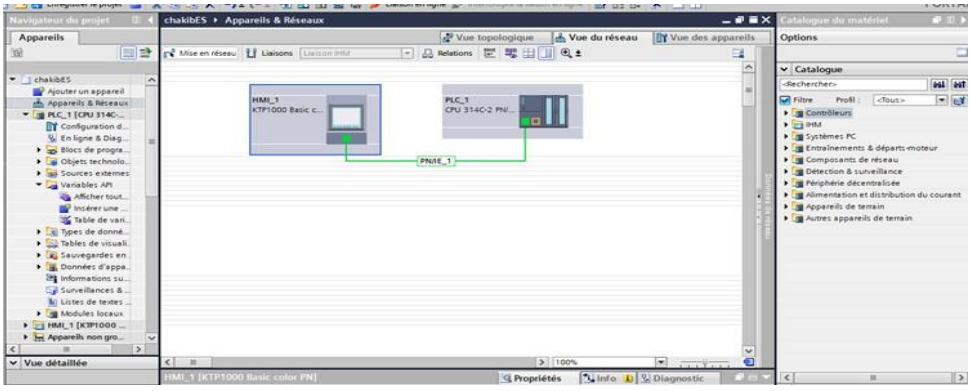


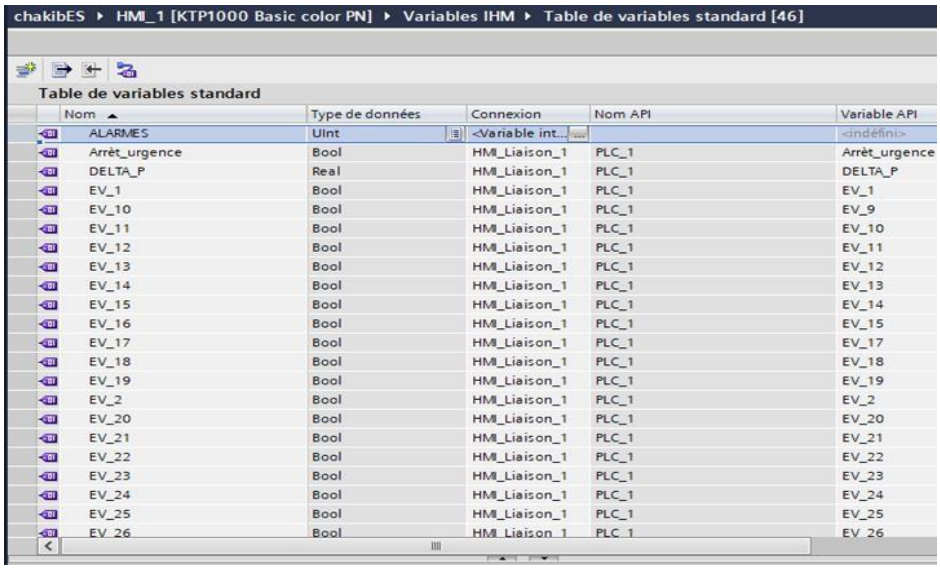
Figure IV.14 : représente Établissement d'une liaison IHM.

IV.7.5 Table de variables IHM

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.

Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre la (Figure IV.15) montre la table des variables IHM



Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API
ALARMES	UInt	<Variable int...		<indéfini>
Arrêt_urgence	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Arrêt_urgence
DELTA_P	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	DELTA_P
EV_1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_1
EV_10	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_9
EV_11	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_10
EV_12	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_11
EV_13	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_12
EV_14	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_13
EV_15	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_14
EV_16	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_15
EV_17	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_17
EV_18	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_18
EV_19	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_19
EV_2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_2
EV_20	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_20
EV_21	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_21
EV_22	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_22
EV_23	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_23
EV_24	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_24
EV_25	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_25
EV_26	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	EV_26

Figure IV.15 : représente Partie de la table de variables IHM.

IV.8 Création des vues

IV.8.1 Vue Principale (HOME)

Nous pouvons maintenant créer les vues synoptiques à partir de la bibliothèque de WINCC RT de "SIEMENS". (Figure IV.16) suivante représente la vue principale.

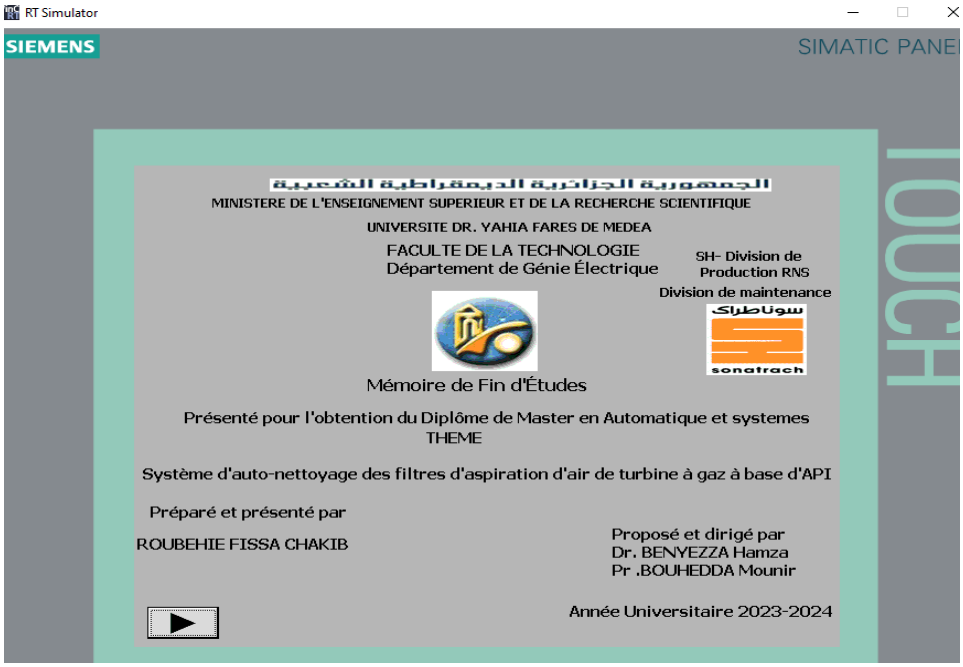
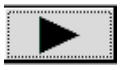


Figure IV.16 : représente Vue principale.

- Une flèche pour accéder à la vue suivante 

IV.8.2 Vue de la page principale

La (Figure IV.17) représente la vue de la page principale utilisée pour vérifier l'état général du nettoyage. Elle nous permet de visualiser et de superviser le nettoyage (différence de pression) à travers une courbe et d'accéder à la vue de commande et de supervision.

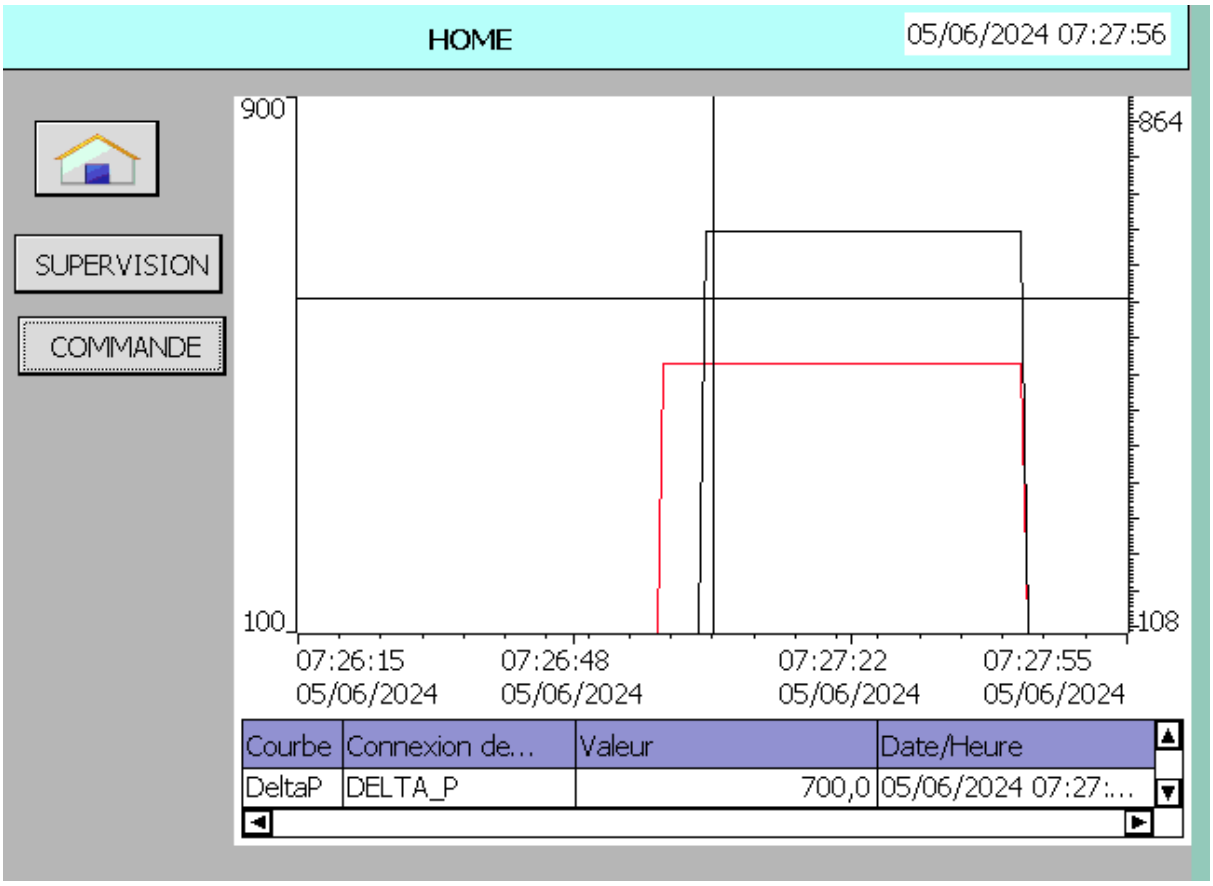


Figure IV.17 : Vue la page principale.

- L'afficheur de date 05/06/2024
- L'afficheur de temps 06:35:59
- L'affichage des graphes de nettoyage est Pour gérer et visualiser les paramètres de l'historique
- En appuyant sur 

Pour l'accès a la vue de commande
- En appuyant sur 

pour accès a la vue de supervision les filtres
- En appuyant sur  pour aller a la vue page principale

IV.8.3 Vue de la commande

La Figure IV.18 représente la vue de la commande utilisée pour régler la référence (VRef) et superviser les alarmes de sous-charge courante ainsi que l'augmentation de ΔP du système.

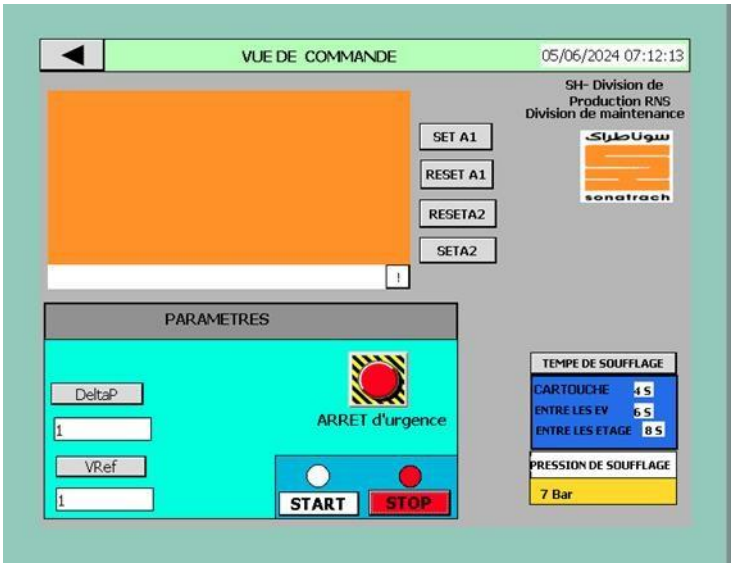


Figure IV.18 : représente vue de commande

- En appuyant sur 

pour démarrer le système.

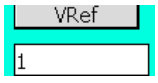
- En appuyant sur 

pour arrêter le système.

- En appuyant sur bouton 

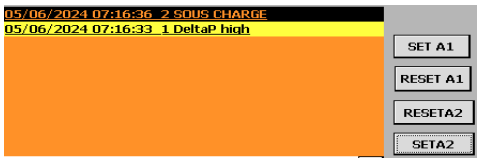
permet d'arrêter Complètement Le nettoyage

- Cet Afficheur de la valeur 

- Cet Afficheur de la valeur référence prérègle du pressostat 

- Cette page permet de visualiser les signalisations d'alarme de l'installation, ainsi que l'heure de déclenchement d'alarme.

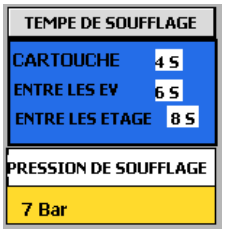
- En appuyant sur boutons d'Alarme (A1 et A2) permet de visualiser les signalisations d'alarme de courant et DeltaP et REA1 et Reset2 pour éliminera après voir



- Logo de la société.



- Afficheur de temporisateurs de soufflages et la pression de les EV



- La flèche pour reviens a la page précèdent HOME



IV.8.4 Vue de supervision

La Figure IV.19 est une vue de supervision où nous pouvons surveiller le processus d'auto-nettoyage des 36 cartouches réparties en six étages, ainsi que l'état actuel du courant de la turbine. Un accroissement du courant indique un problème potentiel au niveau de système.

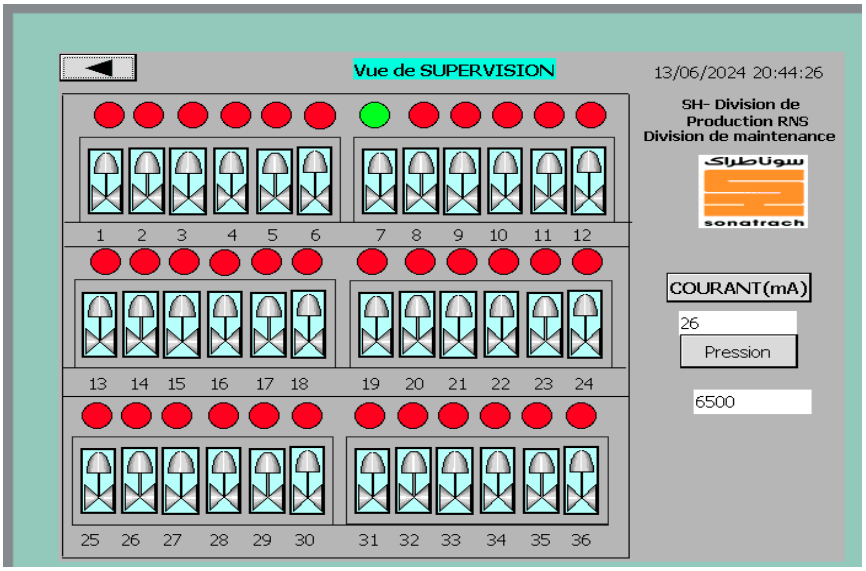


Figure IV.19 : Vue de supervision

- Cet photo représenté l'électrovanne contrôlé
- Les deux lampes  représentent l'état de l'électrovanne d'air sortie et entrée si l'électrovanne d'air sortie ou d'air entrée fonctionne, la lampe s'allume, si non la lampe est éteinte.
- Cet Afficheur de la valeur de courant 

- Cet Afficheur de pression de soufflage 

V. 9 Résultats de simulations

Cette section présente les résultats de simulation de notre système proposé.

- Premièrement, la valeur de référence et la valeur de présentation sont injectées à travers l'IHM (Figure IV.20).
- Ensuite, en cliquant sur le bouton "Start" via l'IHM, le processus de simulation est initié.

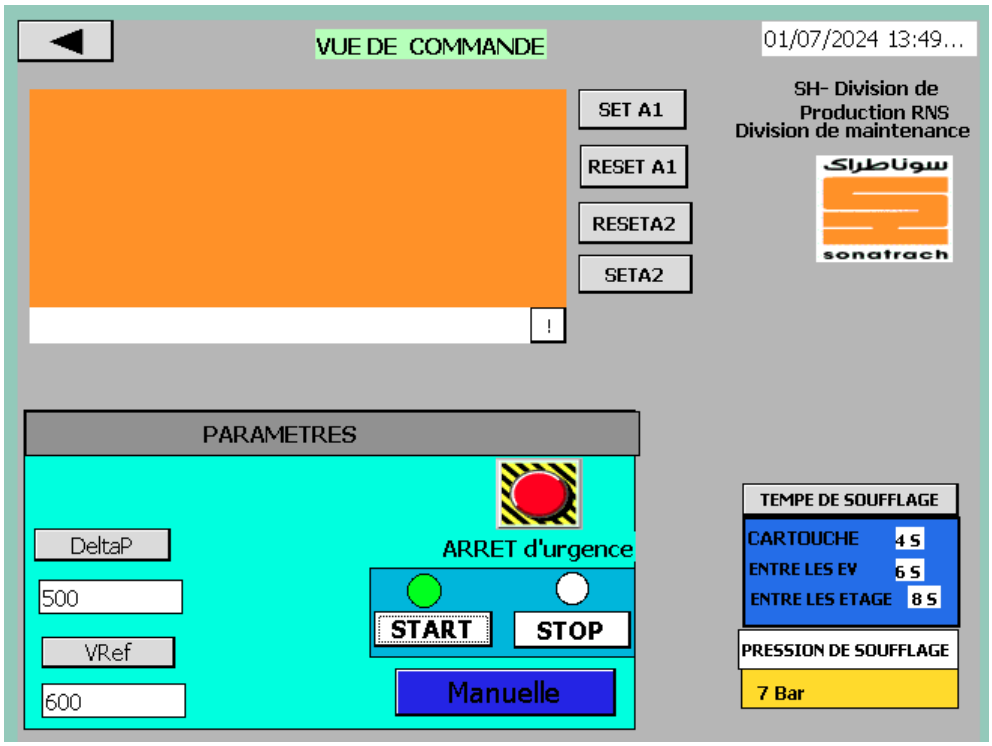


Figure IV.20 : la valeur de référence et la valeur de présentation sont injectées à

travers l'IHM

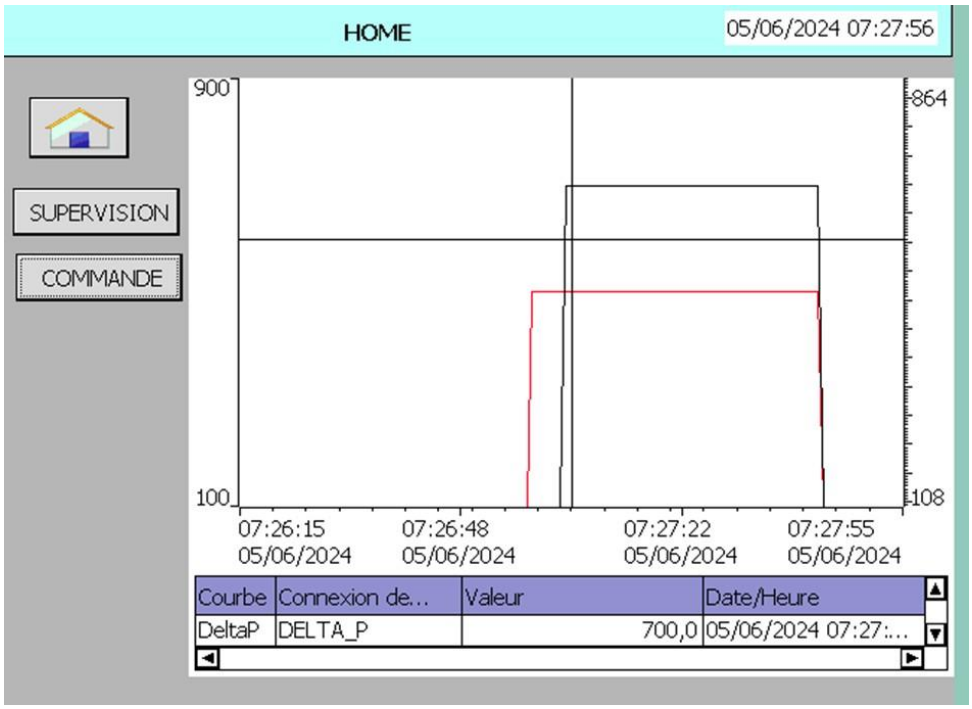


Figure IV.21 : vue de la page principale

- Ensuite, en cliquant sur le bouton "SUPERVISION" via l'IHM, le processus de simulation est initié.

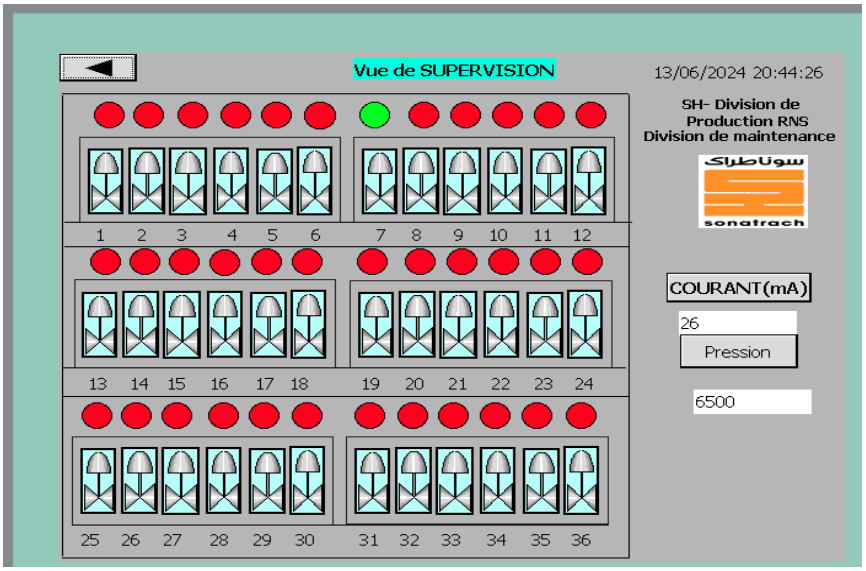


Figure IV.22 : vue de supervision

IV.10 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de la procédure suivie pour créer notre programme avec TIA Portal, en détaillant les différentes étapes de réalisation de notre projet. La partie dédiée à l'IHM nous permet de contrôler notre système et d'acquérir une bonne compréhension de ses performances, ainsi que du langage utilisé pour programmer l'API et établir la connexion. De plus, la navigation entre les différentes vues est facilitée par des boutons toujours visibles présents dans la majorité des écrans.

Conclusion générale

L'objectif de ce projet de fin de formation, réalisé dans la division de production de Rhourd Nouss, était de concevoir une solution de contrôle, de surveillance et de diagnostic pour une partie de la turbine à gaz. Il a fallu suivre plusieurs étapes pour mettre en place cette solution, ce qui a exigé l'utilisation de méthodes adéquates et une compréhension approfondie du fonctionnement du système existant.

Il s'agissait d'ajuster et d'intégrer de nouveaux équipements performants qui respectaient les normes et les exigences actuelles, tels que l'automate S7-300 et le pupitre de supervision de Siemens. Les outils de programmation employés comprennent WinCC et STEP 7. Les entrées/sorties ont été exportées directement dans la table des mnémoniques, ce qui a permis de les utiliser comme variables externes dans le logiciel de supervision WinCC.

Grâce à ce projet, j'ai pu mettre en pratique les connaissances que j'ai acquises pendant ma formation, acquérir une expertise pratique, profiter de l'expérience des professionnels du domaine et acquérir les compétences requises pour mener à bien des projets d’automatisation.

Bibliographie

Les références

[1] Document de l'entreprise Rhourd nouss SH,

[2] J. B. Frank, GE Gas Turbine Performance Characteristics. GE Power Systems, Schenectady, 2000.

[3] *Manuel pour turbine à gaz Volume I- Description,.*

[4] *Manuel pour turbine à gaz Volume II- Equipements auxiliaires.*

[5] "Engine and Industrial Air, Oil and Liquid Filtration | Donaldson Company, Inc." [Online]. Available: https://www.donaldson.com/en-us/. [Accessed: 19-Jun-2024].

[6] [William Bolton, LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS ,Technique et ingénierie, Dunod, 2010, p. 448.

[7] « www.SIEMENS.com,» [En ligne]. [Accessed: 19-Jun-2024].

[8] « www.SCHNEIDER.com,» [En ligne]. [Accessed: 19-Jun-2024].

[9] Automate programmable S7-300 Manuel Système. Edition 06/2003

[10] *SIMATIC HMI Win CC V6.0 Documentation de base. Edition 04/03.*

[11] [En ligne]. Available: https://sti- monge.fr/maintenancesystemes/wp-content/uploads/2013/02/Initiation-1-TIA-Portal. [Accessed: 19-Jun-2024].

Bibliographie

[12] "media.automation". [En ligne]. Available: https://media.automation24.com/manual/fr/91696622_s71200_System_Manual_fr-FR_fr-FR.pdf. [Accessed: 19-Jun-2024].