

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الأوتوماتيك
Département d'automatique



Mémoire de Master

Filière : Automatique

Spécialité :

Automatique et système

Présenté par :

Said Yahia Mohamed

&

Ferroukhi Mahfoud

Etude et développement du système auto-nettoyage des filtres d'aspiration d'air de la turbine à gaz V94, 2 v6

Proposé par : Mme BRAHIMI.N & Mr ARBIA.A

Année Universitaire 2020-2021

Remerciement

En préambule à ce mémoire nous remerciant Allah qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes. Nous souhaitons ici les en remercier.

Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement notre chérie promotrice Mme BRAHIMI.N, de nous avoir suivies tout au long de notre travail. Les conseils qu'elle nous a prodigués, la patience, la gentillesse, la confiance qu'elle nous a témoignés un grand merci pour elle.

Nous exprimons notre gratitude et tout notre respect à notre Co-promoteur Mr ARBIA.A qui nous a permis de bénéficier de son encadrement.

Nos remerciements s'étendent également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Également un remerciement spécial à l'enseignant Mr HIMED.M pour son aide.

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 remercier 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 mes frères : Walid et Adam

AU plus petit membre de la famille qui a introduit la joie de mon cœur : abd elrahmane

A mon binôme : MAHFOUD

A tous mes meilleurs amis de la promotion 2021.

A ma famille et toutes les personnes que j'aime.

Dédicace

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

A ma Mère,

« Tu m'a donné 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 mes frères : OMAR & NOURDINE

A ma sœur : HOURIA

A mon binôme : YAHIA MOHAMED

A tous mes meilleure amies de la promotion 2021.

A ma famille et toutes les personnes que j'aime.

ملخص: تحتاج شركة سونلغاز لإنتاج الكهرباء إلى المزيد من التجديد والتوسيع لهذا أصبح التشغيل الآلي لوحدات الإنتاج والعمل الذي عرض في هذه المذكرة يركز على تطوير نظام التنظيف الذاتي المسؤول عن تنظيف . ضروري في وقتنا الحالي مرشحات شطف الهواء وحل المشاكل المتعلقة بهذا النظام و عليه قمنا بتجديد عملية نظام التحكم باستبدال بطاقات التحكم الموجودة على مستوى الخزانة الكهربائية بجلب أجهزة كهربائية جديدة أوتوماتيكية وتم برمجتها بكتلة تنظيمية وربطها مع كتلة وظيفية بإستعمال برنامج Step7

كلمات المفاتيح: تلقائي؛ نظام التحكم; STEP7

Résumé : La société SONELGAZ pour la production d'électricité a besoin d'être renouvelée et agrandie, l'automatisation des unités de production est donc devenue une nécessité à notre époque.

Le travail présenté dans ce mémoire est basé sur le développement d'un système autonettoyant chargé de nettoyer les filtres d'aspiration d'air et de résoudre les problèmes liés à ce système. En conséquence, nous avons renouvelé le processus du système de contrôle en remplaçant les cartes de commande au niveau de l'armoire électrique en apportant de nouveaux automatismes électriques (API) qui ont été programmés en langage à contacts(LADDER) et liés à un bloc Fonctionnel en GRAFCET on utilisant le logiciel STEP7.

Mots clés : Automatique ; Système de contrôle ; step7 ; Grafcet ; Ladder

Abstract: The SONELGAZ company for the production of electricity needs to be renewed and enlarged; the automation of production units has therefore become a necessity in our time.

The work presented in this thesis is based on the development of a self-cleaning system responsible for cleaning the air suction filters and solving the problems associated with this system. As a result, we have renewed the process of the control system by replacing the control boards at the level of the electrical cabinet by bringing new electrical automations (API) which have been programmed in ladder language (LADDER) and linked to a block. Functional in GRAFCET using STEP7 software.

Keywords: Automatic; Control system ; step7; Grafcet; Ladder

Listes des acronymes et abréviations :

API : Automate programmable industriel.

CPU : Unité centrale de traitement.

EGA : Électricité et Gaz d'Algérie

EAC : Exploitations Agricoles Communes

SONELGAZ : Société Nationale d'Électricité et du GAZ

SPA : Société Par Actions

SPE : SONELGAZ Production Electricité

TG : Turbine à Gaz

ROM: Read Only Memory

RAM: Random Access Memory

Liste des figures

CHAPITRE I

Figure I.1 : centrale turbines à Gaz V94.2 de « L'ARBAA » (4 X 140M)	04
Figure I.2 : localisation de centrale turbines à Gaz de « L'ARBAA »	04
Figure I.3 : image satellite du site de la société l'AREBAA.....	05
Figure I.4 : Schéma descriptif d'une turbine à gaz	06
Figure I.5 : schéma descriptif d'un groupe de turbine à gaz	06
Figure I.6 : compresseur	08
Figure I.7 : chambre de combustion.....	09
Figure I.8 : vue interne de la chambre de combustion	10
Figure I.9 : brûleur	10
Figure I.10 : vue extérieur de la turbine	11
Figure I.11 : les quatre étages de la turbine.....	11
Figure I.12 : l'alternateur.....	11
Figure I.13 : transformateur.....	12
Figure. I.14 : schéma de production d'électricité au sein de la SPE du L'AREBAA.....	13
Figure I.15 : poste de distribution du gaz principal	14
Figure I.16 : station finale de fuel.....	14
Figure I.17 : stockage fuel.....	15
Figure I.18 : système réfrigération NOURIA	15
Figure I.19 : système D'huile Hydraulique	16

Figure I.20 : Influence de la température ambiante sur les performances de la turbine	17
Figure I.21 : Influence de l'altitude sur la pression ambiante	17
Figure I.22 : Influence de l'humidité relative sur les performances de la turbine	18

CHAPITRE II

Figure II.1 : système admission l'air	19
Figure II.2 : l'intérieur de système d'aspiration et filtration d'air	20
Figure II.3 : système d'aspiration et de filtration d'air	20
Figure II.4 : compresseur rotatif à vis <i>ERVOR</i>	21
Figure II.5 : vue face avant et cote gauche de compresseur	23
Figure II.6 : bloc vis.....	24
Figure II.7 : thermostat et pressostat.....	25
Figure II.8 : soupape de sécurité.....	25
Figure II.9 : filtre à air.....	27
Figure II.10 : stockage air propre	28
Figure II.11 : stockage air non traite.....	29
Figure II.12 : Sécheur d'air par réfrigération	29
Figure II.13 : point rosée.....	30
Figure II.14 : filtre séparateur.....	31
Figure II.15 : réservoir avec un manomètre, pressostat et une soupape.....	32
Figure II.16 : l'armoire électrique	34
Figure II .17 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétique.....	35
Figure II .18 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétothermique.....	35

Figure II .19 : Image et symbole d'un contacteur.....	36
Figure II .20 : Image et symbole d'un contacteur complémentaire	36
Figure II .21 : Image et symbole d'un contact auxiliaire	37
Figure II .22 : Image et symbole d'un auxiliaire temporise	37
Figure II .23 : Image et symbole d'un sectionneur porte-fusible	38
Figure II.24 : image minuterie électrique avec les caractéristiques	39
Figure II.25 : Manostats mécaniques	40
Figure II.26 : pressostat-indicateur de pression photohelic.....	40
Figure II.27 : Transmetteur d'humidité et température	41
Figure II .28 : la carte de commande	42
Figure II .29 : Image et symbole d'un commutateur	42
Figure II.30 : bornier électrique.....	43
Figure II.31 : détendeur de pression et filtre avec manomètre.....	43
Figure II.32 : transmetteurs de pression différentielle	44
Figure .II. 33 : schéma de transmission du signal du capteur de pression	44

CHAPITRE III

Figure.III.1 : structure d'un système automatisé	48
Figure III.2 : Automate modulaire siemens	50
Figure III.3 : Structure interne d'un API	51
Figure III.4 : SIMATIC S7 manager	55
Figure III.5 : Niveau 2, configuration de la station	55
Figure III.6 : Niveau 3, niveau de la CPU	56

Figure III.7 : Niveau 4, niveau des programmes.....	56
Figure III.8 : Niveau 5, les blocs de programme.....	57
Figure III. 9 : Configuration matérielle de la station S7-300.....	57
Figure III.10 : Edition des mnémoniques	58
Figure III.11 : Les différents blocs de programmation.....	58
Figure III.12 : Le bloc fonctionnel	62
Figure. III.13 : modélisation du fonctionnement de système auto-nettoyage.....	64

Liste des tableaux

CHAPITRE II

Tableau II.1 : les caractéristiques technique de sécheur d'air par réfrigération..... 30

Tableau II.2 : modèle et les contacts des relais temporise38

Sommaire

Introduction général	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Présentation de la centrale de L'AREBAA

I.1. Introduction.....	02
I.2. Historique de l'entreprise SONELGAZ	02
I.2.1 Préambule	02
I.2.2.SONELGAZ Production Electricité (SPE).....	03
I.3. Présentation de la SPE de l'AREBAA	03
I.3.1. localisation.....	04
I.3.2. Superficie	05
I.4. Principe de fonctionnement	05
I.5. Caractéristiques de fonctionnement de la turbine à gaz V94.2 de « LARBAA ».....	06
I.5.1. Caractéristiques générales de la turbine à gaz V94.2	07
I.5.2. Constitution de la turbine à gaz	08
I.5.2.1. Partie mécanique	08
I.5.2.2. Partie électrique	11
I.6. Système d'échappement	13
I.7. Les auxiliaires de turbine à gaz V94.2	13
I.7.1. Système gaz naturel.....	13
I.7.2. Système fuel.....	14
I.7.3. Stockage du combustible de secours	14
I.7.4. Système de réfrigération NOURIA	15

I.7.5. Système D’huile Hydraulique.....	16
I.8. Influence des facteurs extérieurs sur les performances de la turbine à gaz.....	16
I.8.1 La température ambiante	17
I.8.2 La pression atmosphérique	17
I.8.3. L’humidité relative.....	18
I.8.4. Les poussières	18
I.9. Conclusion	18

Chapitre II : Fonctionnement de système auto-nettoyage

II.1. Introduction	19
II.2. Système d’aspiration d’air.....	19
II.2.1. Description de filtration d’air	20
II.3. système d’air comprimé	21
II.3.1. le compresseur	21
II.3.2.1. Principe de fonctionnement	22
II.3.1.2 caractéristiques techniques.....	22
II.3.1.3. description des composants.....	23
II.3.1.4 : raccordement électrique.....	28
II.3.1.5 : raccordement pneumatique.....	28
II.3.1.6. Les Avantage	28
II.3.1.7 Exemple d’installation.....	28
II.3.2 Sécheur d’air par réfrigération.....	29
II.3.2.1 : Principe de fonctionnement	29
II.3.2.2. Caractéristique technique	30

II.3.2.3 Avantages d'un air propre et sec.....	31
II.3.3. Filtre séparateur	31
II.3.3.1. Généralités	31
II.3.3.2 : Principe de fonctionnement	31
II.3.3.3. Caractéristique technique.....	32
II.3.3.4. Montage et installation.....	32
II.3.4. Réservoir	32
II.4. Système auto-nettoyage des filtres.....	33
II.5. Description de système auto-nettoyage des filtres.....	33
II.5.1. Configuration électrique.....	33
II.5.1.1 Le boîtier de commande du filtre à air GT (l'armoire électrique)	33
II.5.2 Configuration pneumatique	43
II.6 Principe de fonctionnement de system auto-nettoyage	45
II.7. Conclusion.....	46

Chapitre III : Développement du système auto-nettoyage

III.1. Introduction	47
III.2. Les automates programmable industriel	47
III.2.1. Structure d'un système automatisé.....	47
III.2.2. Nature des informations traitées par l'automate.....	48
III.2.3. Architecture des automates	49
III.2.3.1. Structure externe	49
III.2.3.2. Structure interne	50

III.2.4. Description des éléments d'un API	51
III.3. Principe général de fonctionnement d'un API.....	52
III.3.1. Programmation d'API.....	52
III.4. Utilité de l'api (s7 300) dans le système auto-nettoyage	54
III.5. La programmation du système auto-nettoyage par logiciel STEP 7.....	54
III.5.1 Configuration de la station	57
III.5.2 Blocs de programme	58
III.6. Modélisation du fonctionnement de système auto-nettoyage	61
III.6.1. Présentation de l'outil GARAF CET	61
III.6.2 Modélisation du système auto-nettoyage	63
III.7 Conclusion.....	65
Conclusion générale	66

Introduction générale

Le secteur de l'énergie est l'un des piliers les plus stratégiques dans le Monde, en vue de son importance dans la vie quotidienne du citoyen.

Dans ce secteur L'Algérie (pays en voie de développement) est présentée par la société SONELGAZ, elle dispose d'un parc de production de l'énergie électrique d'environ 6400 MW comprenant en majorité des turbines à vapeurs (TV), en plus petite partie (2%) des turbines hydrauliques, des turbines à gaz (TG) et des moteurs diesels.

La centrale de productions de L'ARBAA est constituée de quatre turbines à gaz qui assurent une production de 560 MW au totale.

La production de l'électricité au sein de SONELGAZ ce fait grâce au turbine à gaz (TG) qui possède une chambre à combustion la quel l'air et le gaz naturel font tourner la TG.

L'air qui entre dans la chambre de combustion doit être propre et sec afin garantir un bon fonctionnement de la turbine et aussi garder le matériels en bonne état. Pour cela on a système spécial pour l'aspiration et la filtration de l'air qui est composé principalement des filtres.

Le système de filtration de l'air GDX Downflo de Donaldson pour turbine à gaz ou autre moteur constitue une innovation technique réalisé par Donaldson dans le domaine de la filtration au niveau de l'entrée d'air du moteur à turbine.

Ce système incorpore la technique GDX de decolmatage automatique par air comprimé spécialement conçue pour les envirements désertiques et qui s'est avéré extrêmement efficace et économique dans les envirements arctiques et moins poussiéreux.

Notre objectif dans ce mémoire est d'étudier est développer ce système en remplaçant les cartes de commande par un automate programmable S7-300. Cette automatisation devrait réduire les arrêts, les pannes, et faire l'élaboration d'un programme LADDER d'automatisation qui répond exactement au fonctionnement voulu.

Ce travail est divisé en 3 chapitres :

Le premier chapitre: nous présentent la centrale électrique de « l'ARBAA ».

Est nous expliquent La technique de production d'électricité avec les turbines à gaz et récemment exploitée en Algérie,

Le deuxième chapitre: nous ferons la présentation et l'étude du système d'auto-nettoyage.

Le troisième chapitre: nous développerons le système auto-nettoyage pour le rendre plus performant.

Chapitre I : Présentation de la centrale de L'AREBAA

I .1. Introduction :

La production d'électricité est essentielle pour un secteur industriel, destiné à mettre à disposition de l'ensemble des consommateurs la possibilité d'un approvisionnement adapté à leurs besoins en énergie électrique.

La production d'électricité se fait depuis la fin du 19 siècle à partir de différentes sources d'énergie primaires. Les premières centrales électriques fonctionnaient au bois. Aujourd'hui, la production peut se faire à partir d'énergie fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole), d'énergie nucléaire, d'énergie renouvelable.

Une turbine à gaz, appelée aussi turbine à combustion ou parfois turbine à gaz de combustion, est une machine tournante thermodynamique appartenant à la famille des moteurs à combustion interne dans le rôle est de produire de l'énergie mécanique sous la forme de la rotation d'un arbre, directement à partir de l'énergie cinétique des gaz produits par la combustion d'un hydrocarbure (fuel, gaz combustible...) qui subissent une détente dans une turbine. [1]

I .2. Historique de l'entreprise SONELGAZ:

I.2.1 Préambule :

SONELGAZ ou **Société Nationale d'Électricité et du GAZ**, est une compagnie chargée de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz en Algérie.

Elle a été créée en 1969, en remplacement de l'entité précédente Électricité et gaz d'Algérie (EGA), et on lui a donné un monopole de la distribution et de la vente de gaz naturel dans le pays, de même pour la production, la distribution, l'importation, et l'exportation d'électricité. En 2002, le décret présidentiel N° 02-195, la convertit en une Société par actions SPA entièrement détenue par l'État. En 2010, on parle de *Groupe Sonelgaz*.

En 2003, elle produisait 29 milliards de kWh par an, vendait 4,6 milliards de mètres cube de gaz par an. En 2006, elle employait environ 28 000 personnes. En 2002, la loi n° 02-01 du 5 février 2002 ouvre le secteur de la production d'énergie électrique à la concurrence et met fin à son monopole.

Au-delà de cette évolution, assurer le service public reste la mission essentielle de SONELGAZ ; l'élargissement de ses activités et l'amélioration de sa gestion économique bénéficient en premier lieu à cette mission qui constitue le fondement de sa culture d'entreprise.

I.2.2.SONELGAZ Production Electricité (SPE) :

La société, SONELGAZ Production Electricité (SPE) a pour mission la production d'électricité à partir de sources thermiques et hydrauliques répondant aux exigences de disponibilité, fiabilité, sécurité et protection de l'environnement. Elle est également chargée de commercialiser l'électricité produite. Créée en Janvier 2004.

En juin 2012 SONELGAZ dispose d'un parc de production d'une capacité qui totalise une puissance installée de 6 798MW, composé de quatre filières de types et de paliers de puissance différents.

Celui-ci se décompose comme suit :

- ❖ **Turbine à Vapeur**
- ❖ **Turbine à Gaz**
- ❖ **Hydraulique**
- ❖ **Diesel**

Elle ambitionne de demeurer l'opérateur dominant en matière de fourniture de l'énergie électrique. Son programme de développement est orienté vers l'augmentation de la disponibilité et la fiabilité des groupes de production.

I.3. Présentation de la SPE de l'AREBAA :

La centrale de l'AREBAA d'une puissance de 560 MW bornes usine (4 x 140 MW conditions site) est constituée de quatre groupes turbines à gaz type V94.2 ANSALDO.

Ces groupes sont installés à l'intérieur d'une salle des machines ventilée et insonorisée.

La turbine est du type mono arbre à cycle simple tournant à 3000tr/min, fonctionnant au gaz naturel comme combustible principal et au gasoil comme combustible de secours, avec la possibilité de passage d'un combustible à l'autre en mode automatique.

La centrale est dotée de moyens technologiques lui permettant de fonctionner dans le respect des normes en matière de préservation de l'environnement.

Cette centrale s'inscrit dans le cadre d'un plan d'urgence initié par SONELGAZ en Juillet 2006 pour l'implantation de nouveaux moyens de Production d'Electricité d'une capacité totale de 2000 MW environ. [2]



Figure I.1 : Centrale turbines à Gaz V94.2 de « L'ARBAA » (4 X 140M).

I.3.1. localisation :

La centrale turbines à gaz de L'ARBAA est implantée dans la localité de BELOUADI à environ 04 kilomètres au Nord du chef-lieu de la daïra de L'ARBAA, wilaya de Blida et à 08 kilomètres au sud de la commune des Eucalyptus, Wilaya d'Alger. (FigI.2)

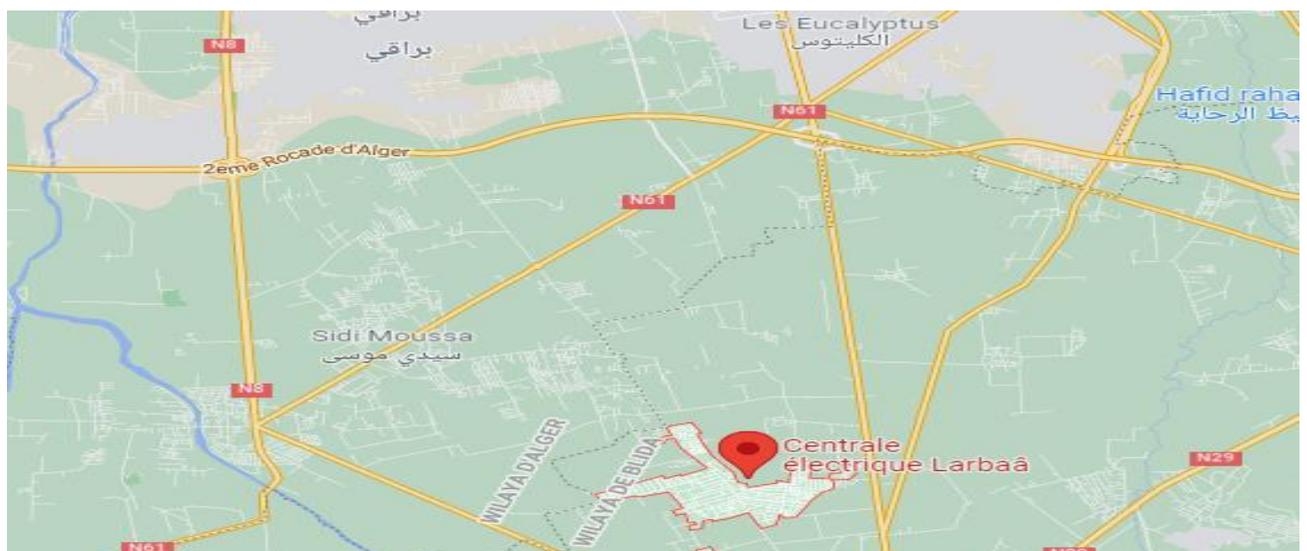


Figure I.2 : Localisation de centrale turbines à Gaz de « L'ARBAA ».

I.3.2. Superficie :

- La superficie du terrain servant d'assiette pour l'implantation de la centrale est de 5.4 hectares dont 04 hectares sont acquise auprès des EAC (Exploitations agricoles communes) et 1.4 hectares fait partie de l'assiette du poste 220/60 KV.
- Ce site a été choisi en raison de sa proximité à la fois du poste d'évacuation d'énergie électrique et du gazoduc SONATRACH alimentant la capitale et ses environs, passant près de la ville des Eucalyptus.



Figure I.3 : image satellite du site de la société l'AREBAA

I.4. Principe de fonctionnement :

Une unité de turbine à gaz est un engin tournant qui consiste de façon type un compresseur, ou plusieurs chambres de combustion où un combustible gazeux ou liquide est brûlé et une turbine pour faire marcher le compresseur. Elle est accouplée d'un générateur électrique ou d'autres machines industrielles.

Le fluide fonctionnel est de l'air qui est insufflé et comprimé par le compresseur. De l'air distribué par le compresseur grimpe à haute température sous la chaleur du combustible en chambre de combustion. Finalement la turbine convertit l'énergie du débit de gaz chaud en un couple au générateur.

Le débit de gaz d'échappement qui sort de la turbine est déchargé dans l'échappement.

✚ **La turbine à gaz est essentiellement formée de trois parties principales : [3]**

- Un Compresseur.
- Chambres de combustion.

- Une turbine de détente.
- **Un compresseur**, centrifuge ou plus généralement axial, qui a pour rôle de comprimer de l'air ambiant à une pression comprise aujourd'hui entre 10 et 30 bars environ.
- **Une chambre de combustion**, dans laquelle un combustible gazeux ou liquide est injecté sous pression, puis se brûle avec l'air comprimé, avec un fort excès d'air afin de limiter la température des gaz d'échappement.
- **Une turbine**, généralement axiale, dans laquelle sont détendus les gaz qui sortent de la chambre de combustion.

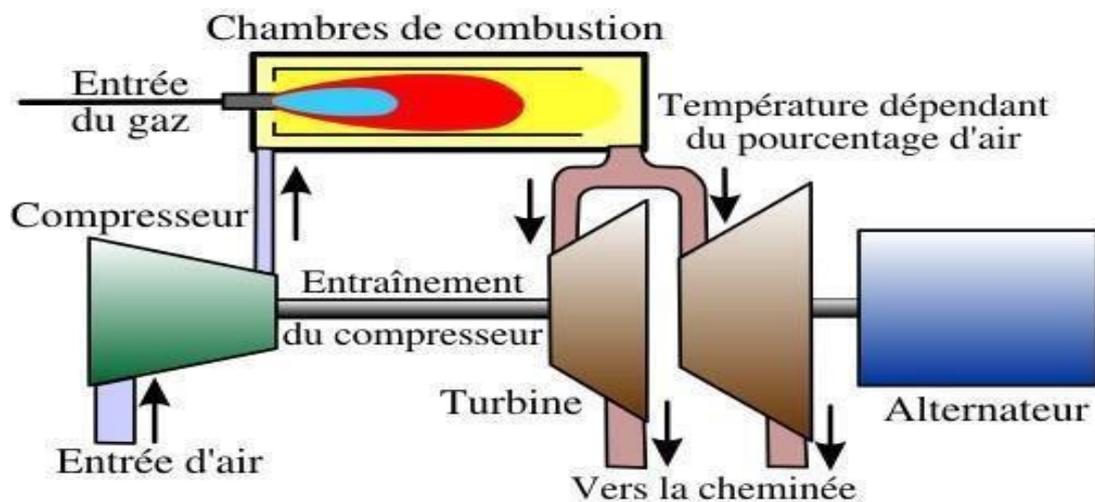


Figure I.4 : Schéma descriptif d'une turbine à gaz [4]

I.5. Caractéristiques de fonctionnement de la turbine à gaz V94.2 de « LARBA »

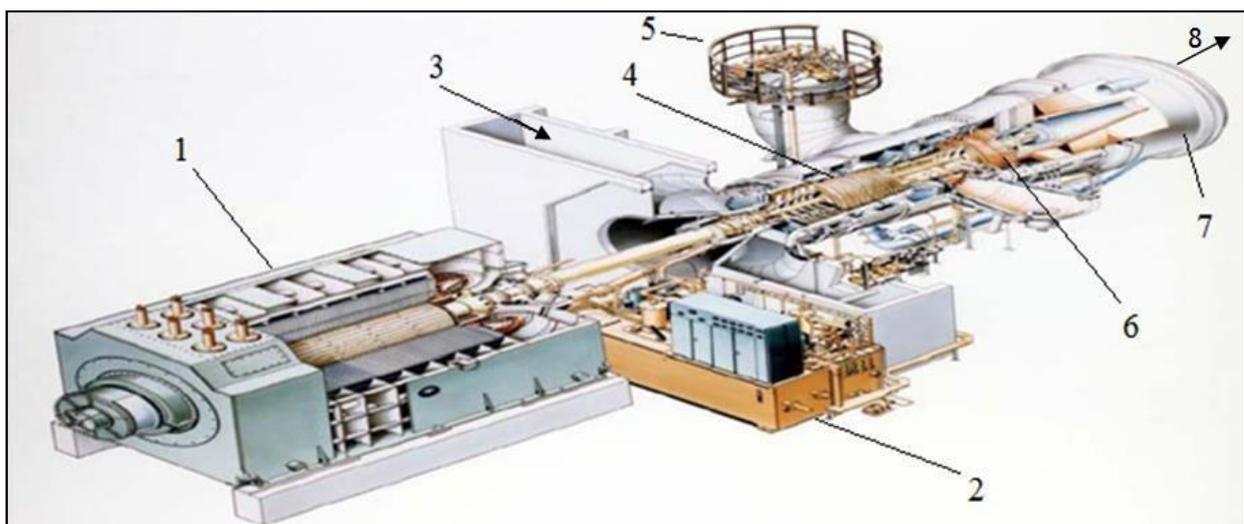


Figure I.5 : Schéma descriptif d'un groupe de turbine à gaz [2]

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Générateur. | 5. Chambre de combustion. |
| 2. Réservoir d'huile avec montage. | 6. Turbine. |
| 3. Structure d'admission d'air. | 7. Diffuseur d'échappement. |
| 4. Compresseur | |

I.5.1. Caractéristiques générales de la turbine à gaz V94.2

La turbine à gaz du type V94.2 de ANSALDO est une turbine de type Industriel à un seul arbre et un seul corps d'une puissance nominale d'environ 140 MW

Les caractéristiques constructives du modèle V94.2 sont :

- ✓ Puissance nominal.....140 MW
- ✓ Fréquence.....50 Hz

Compresseur :

- ✓ nombre d'étages.....16
- ✓ nombre d'étages d'aubes directrices... 1

À orientation variable (IGV)

- ✓ points de soutirage en aval :
 - De l'étage d'aubes fixes... 5
 - De l'étage d aubes fixes 10
 - Taux de compression.....env.12

Turbine:

- ✓ nombre d'étages.....4
- ✓ débit des gaz d'échappement 532 Kg/s
- ✓ température des gaz d'échappement.....570°C

Chambre de combustion :

- ✓ type.....chambre à corne
- ✓ nombre de chambre de combustion.....2
- ✓ nombre de brûleurs.....8
- ✓ Nombre de dispositifs d'allumage par brûleur.....1

I.5.2. Constitution de la turbine à gaz :

On peut diviser La centrale turbine à gaz en deux parties principales :

I.5.2.1. partie mécanique :

Qui est formée essentiellement par :

a. Compresseur:

Le compresseur utilisé dans la turbine à gaz est un compresseur de type axial, il aspire l'air à la pression atmosphérique et le refoule à une pression dépendent de sont taux de compression, qui égale à « P_s / P_e » { P_s : pression de sortie, P_e : pression d'entrée} qui n'est autre que la pression atmosphérique), il comporte 16 étages permettant ainsi de refouler l'aire à une pression entre 7 et 12bars. Un système anti-pompage soutire une quantité d'aire suffisante pour assurer un fonctionnement stable du compresseur à basse vitesse, c'est-à-dire lors de démarrage de compresseur et de ralentissement. L'air est soutiré par deux conduites de décharge en aval du 5^{ème} et de 10^{ème} étages d'aubes fixes et une conduite en aval du 15^{ème} étages d'aubes mobiles. Il est dérigé vers trois chambres annulaires par des espèces également annulaires ménagées à cet effet entre les portes aubes directrices. Les conduites de décharge sont dotés de clapets pneumatiques et conduisent l'airoutiré vers le diffuseur d'échappement De l'air destiné au refroidissement de la turbine est également soutiré au niveau des plusieurs étages du compresseur .les aubes directrices d'entrée, les aubes directrices des 4 premiers étages et les aubes mobiles des 5premiers étages du compresseur sont dotées d'un revêtement cermétal les protégeant contre les dépôts. Les pieds des aubes mobiles sont en queue d'aronde avec un cours guidage parallèle. Leur taille est choisie en fonction de la longueur de la pale. Les aubes sont insérées avec l'angle requis.



Figure I.6 : compresseur [5]

b. Chambre de combustion :

La turbine à gaz V94.2 est équipée de deux chambres de combustion, montées verticalement sur les côtés de la turbine à gaz et connectées aux brides latérales de l'enveloppe extérieure de la turbine à gaz. Cette structure de la chambre de combustion offre une bonne accessibilité de toutes les composantes pour les inspections et, si nécessaire, montage et démontage facile. L'air fourni par le compresseur est chauffé à la température d'entrée de la turbine dans les chambres de combustion par la combustion des combustibles. Dans le tuyau de flamme, où les températures des gaz sont particulièrement élevées et la radiation des flammes très importante, le revêtement en céramique est réalisé avec des carreaux aux bords bloqués est utilisé d'une manière très efficace. Les petits flux d'air de refroidissement pour refroidir les supports des carreaux simultanément agissent comme une barrière entre la structure derrière les carreaux et le flux de gaz chauds. [2]



Figure I.7 : Chambre de combustion [2]

La structure de gaz chauds entre le tuyau de la flamme et la turbine est conçue comme une enveloppe refroidie, à une seule couche de tôle en métal qui est capable de compenser l'expansion thermique par déformation. La conception de la chambre de combustion prévoit deux parcours de flux concentriques: un du compresseur aux chambres de combustion et l'autre des chambres de combustion à la turbine, avec des vitesses de flux relativement basses et donc en chute de pression minimale. L'enveloppe extérieure est conçue pour résister à la pression interne, tandis que l'enveloppe intérieure à une température élevée, l'air sous pression délivré par le compresseur passe autour du parcours des gaz chauds et l'enveloppe intérieure est refroidie par l'échange de chaleur. L'admission symétrique et la déflexion des flux de gaz permettent une distribution uniforme de la température avec de petites différences de pression après les pales. Chaque chambre de combustion,

équipée d'un revêtement réfractaire, contient huit brûleurs séparés qui fonctionnent avec le gaz et l'huile combustible. [5]



Figure I.8 : Vue interne de la chambre de combustion



Figure I.9 : brûleur

c. La turbine :

Les gaz chauds issus de la chambre de combustion se détendent dans une turbine à quatre étages. Cette opération est suivie par la création d'une grande quantité d'énergie mécanique faisant entraîner le rotor de la turbine à gaz.

En raison des contraintes thermiques et mécaniques importantes auxquelles elles sont soumises, les aubes de la turbine sont réalisées à partir d'alliage résistant aux hautes températures. Puisque la température pénétrant dans la turbine environ de 1190°C.

Les aubes des trois premiers étages sont dotées d'un revêtement de protection contre la corrosion à haute température.

Les aubes fixes sont constituées d'un bandage extérieur, du pal et d'un bandage intérieur. Le bandage extérieur sert à maintenir l'aube dans le porte aube et constitue l'enveloppe extérieure de la veine des gaz chauds. Le bandage intérieur contient la veine des gaz chauds vers l'intérieur et supporte l'étanchéité interne. [6]

Les quatre étages d'aubes fixes et les trois premiers étages d'aubes mobiles sont refroidis à l'air de refroidissement destiné à la turbine est prélevé aux étages appropriés du compresseur. Les aubes sont refroidies par film, par impact ou par convection, selon les étages de la turbine.



Figure I.10: vue extérieure de la turbine



Figure I.11: les quatre étages de la turbine

I.5.2.2. partie électrique :

a. L'Alternateur:

L'alternateur est une machine tournante son rôle est la transformation de L'énergie mécanique en énergie électrique. L'alternateur est une machine « Génératrice de courant alternatif »

On distingue parmi les alternateurs :

- Les alternateurs Basse Tension (220-380 V) utilisés principalement pour Groupes de secours
- Les alternateurs Haute tension dans les valeurs des tensions sont fonction Des puissances, utilisées dans les centrales électriques. [6]

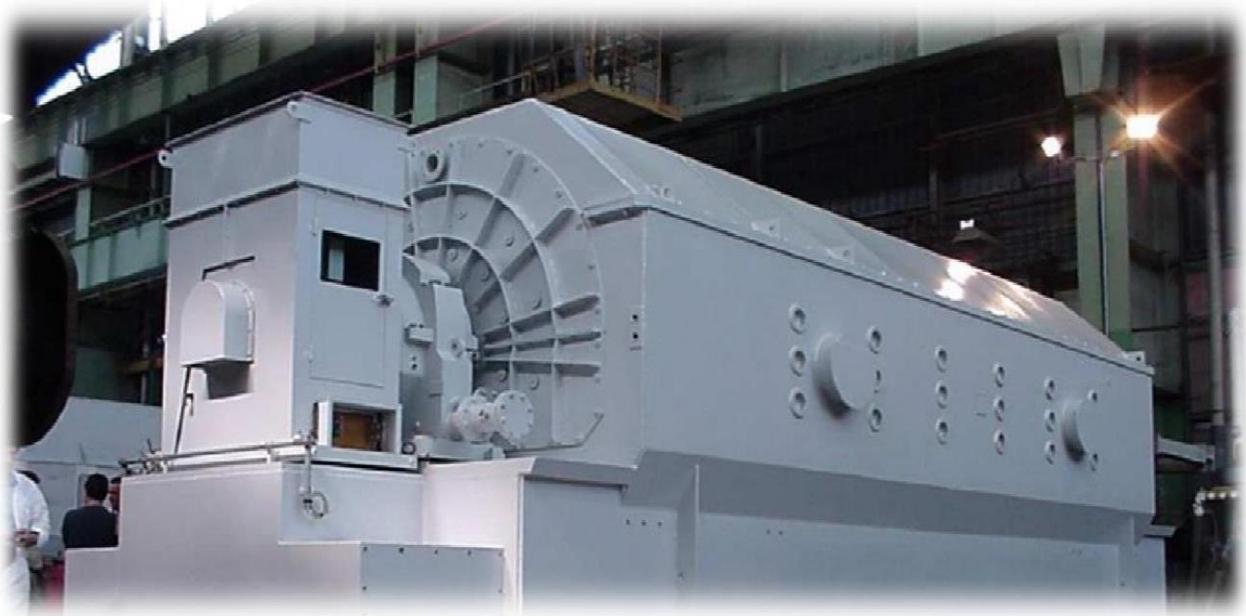


Figure I.12 : l'alternateur

➤ Les Caractéristiques Principales :

- Turboalternateur triphasé à deux pôles avec rotor lisse.
- Rotor directement couplé à la turbine.
- Enrôlement amortisseur du rotor.
- Ventilation en circuit fermé avec 4 échangeurs air-eau incorporés dans la carcasse.
- Auto-ventilation du stator et du rotor.
- Générateur expédié complètement assemble.
- Excitation de type statique
- Isolation d'enroulement stator de type Resin-Rich en barre individuelle.
- Règles, Standards CEI.
- Système de mise à la masse de l'arbre et d'isolation des paliers pour prévenir la

Circulation des courants d'arbre. [5]

b. Le Transformateur :

Un **transformateur électrique** (parfois abrégé en *transfo*) est une machine électrique statique permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Il effectue cette transformation avec un excellent rendement.



Figure I.13 : Transformateur

Les transformateurs dont la tension d'au moins une phase dépasse 1 000 V sont considérés comme des transformateurs de puissance. Leur rôle est essentiel dans le réseau électrique pour permettre de transporter l'électricité sur de longues distances. De par leur haut niveau de tension, ils répondent à

des contraintes spécifiques notamment au niveau de l'isolation. Leur fiabilité et leur durée de vie doivent être particulièrement élevées.

I.6. Système d'échappement:

Le système d'échappement de la turbine à gaz est conçu en vue de mener les gaz chauds à la cheminée d'évacuation ; en vue de la grande masse de ses gaz issue de la combustion le corps de la cheminée est colossale, il comprend quatre ensembles principaux:

- ❖ Le diffuseur.
- ❖ La partie Inférieure de la cheminée.
- ❖ La partie supérieure de la cheminée abritant le silencieux.
- ❖ Le cadre de support.

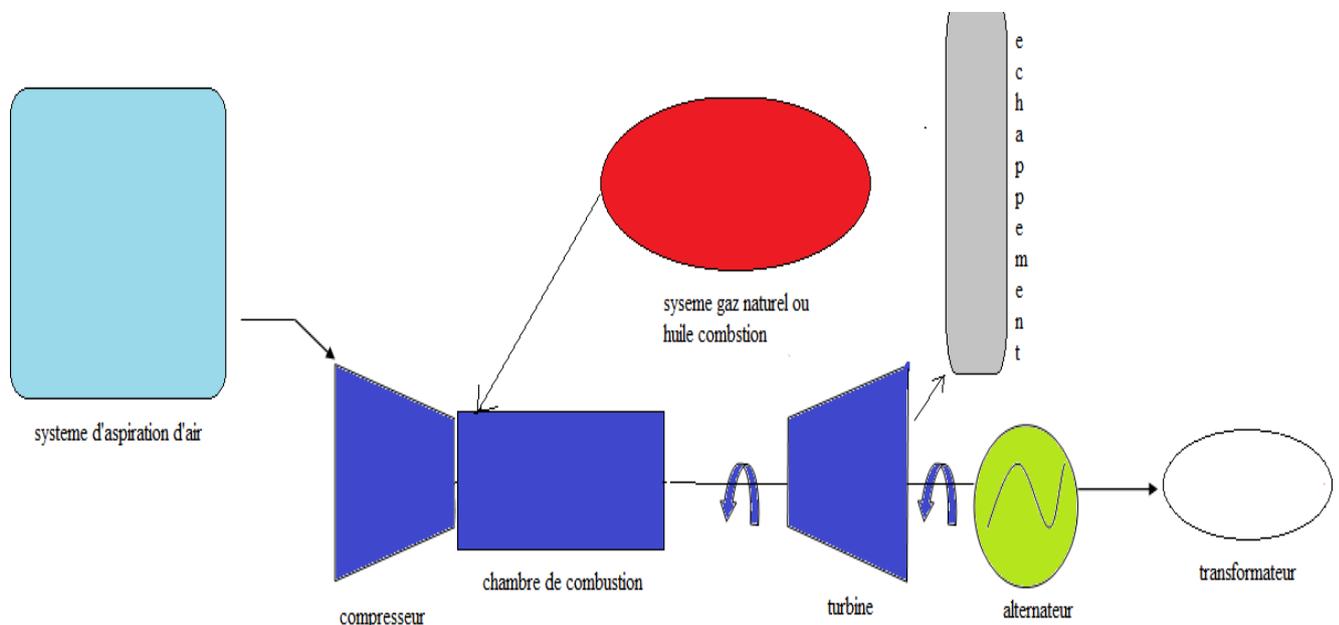


Figure. I.14 : Schéma de production d'électricité au sein de la SPE du L'AREBAA

I.7. Les auxiliaires de turbine à gaz V94.2

I.7.1. Système gaz naturel :

Le combustible devant alimenter la centrale est le gaz naturel qui est délivré à la centrale au moyen d'un gazoduc.

Le système combustible gaz porte sur une station de détente avec un circuit gaz adéquat et fiable pour répondre aux exigences de fonctionnement des turbines à gaz pour tous les régimes de fonctionnement. [5]



Figure I.15 : poste de distribution du gaz principal

I.7.2. Système fuel :

En cas d'avarie sur le combustible principal (gaz naturel), les TG de la centrale de « L'ARBAA » sont conçues pour fonctionner avec du fuel comme combustible de secours. Système fuel d'alimenter en combustible liquide la TG depuis les réservoirs de stockage jusqu'aux chambres de combustions de la TG .Les groupes diesels de secours et la motopompe incendie sont alimentés à partir des mêmes réservoirs de stockage. [1]



Figure I.16 : station finale de fuel [6]

I.7.3. Stockage du combustible de secours :

La centrale est dotée d'une réserve de fuel qui lui donne une autonomie de 06 jours à pleine charge. Le débit de fonctionnement en pointe devra être le 105% du débit de fonctionnement en base. [6]



Figure I.17 : stockage fuel

I.7.4 Système de réfrigération NOURIA :

Le système de réfrigération de l'alternateur et de l'huile de graissage de la TG, comprend principalement:

- Une unité aeroréfrigérante, avec 4 cellules de ventilation, ayant chacune une capacité égale au 66% de capacité de charge.
- 2 pompes de circulation de l'eau réfrigérée, ayant chacune une capacité égale à 100% de la capacité totale nécessaire, pendant le fonctionnement nominal du système une pompe sera en marche tandis que l'autre reste en secours.
- Une bache haute de 5 m
- Une bache d'injection chimique de 20 m³ La tuyauterie du système de réfrigération est projetée conformément aux normes ANSI B.31.1. [6]



Figure I.18 : système réfrigération NOURIA

I.7.5 Système D'huile Hydraulique :

Le système hydraulique à haute pression est utilisé pour positionner les soupapes de contrôle du système combustible et pour ouvrir les soupapes d'arrêt d'urgence. L'unité a la fonction de fournir l'huile hydraulique nécessaire pour faire fonctionner les actionneurs des soupapes à la pression requise, en quantité suffisante, à la température optimale et en condition pure. Le poste d'alimentation de l'huile hydraulique comprend seulement les unités d'équipement nécessaire pour remplir cette tâche. L'unité centrale d'alimentation de l'huile hydraulique comprend tous les composants essentiels à l'alimentation d'huile hydraulique, tels que les pompes, les filtres, et les accumulateurs. Tous les composants sont montés sur le réservoir de l'huile hydraulique.



Figure I.19 : Système D'huile Hydraulique [6]

I.8. Influence des facteurs extérieurs sur les performances de la turbine à gaz :

Une turbine à gaz emploie de l'air atmosphérique, donc ses performances sont considérablement influencées par tous les facteurs qui ont un effet sur le débit massique de l'air refoulé au compresseur. Ces facteurs sont:

- ✓ La température.
- ✓ La pression.
- ✓ L'humidité.
- ✓ Les poussières.

I.8.1 La température ambiante :

A mesure que la température d'admission du compresseur augmente, le débit massique d'air diminue (en raison d'une diminution «d'une masse spécifique»), par conséquent, le rendement de la turbine et la puissance utile diminuent.

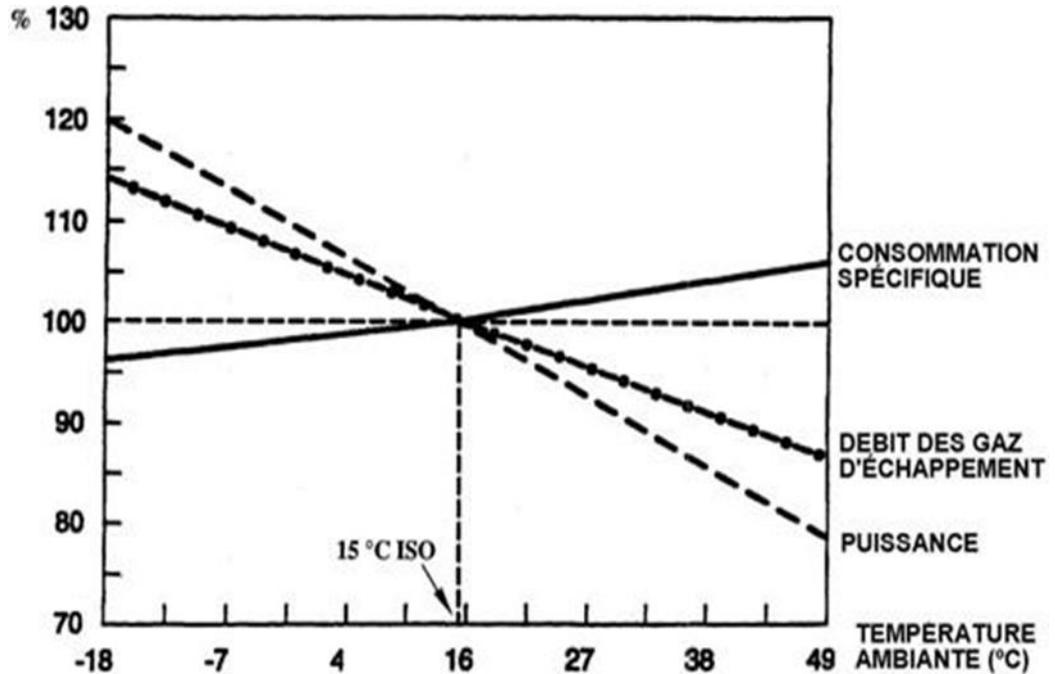


Figure I.20 : Influence de la température ambiante sur les performances de la turbine [7]

I.8.2 La pression atmosphérique :

Si la pression atmosphérique diminue par rapport à la pression de référence, le débit massique de l'air diminue (en raison d'une diminution de sa masse spécifique) il en est de même la puissance utile.

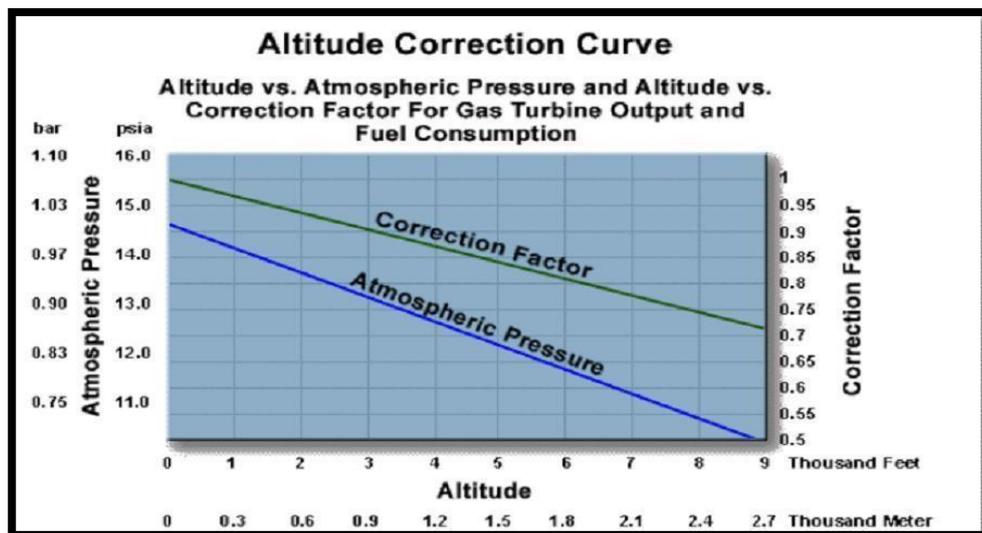


Figure I.21 : Influence de l'altitude sur la pression ambiante [8]

I.8.3. L'humidité relative :

L'air humide est moins dense que l'air sec, donc si l'humidité relative augmente, la puissance débitée diminue et la consommation spécifique augmente par eux. (Voir Fig. I.22)

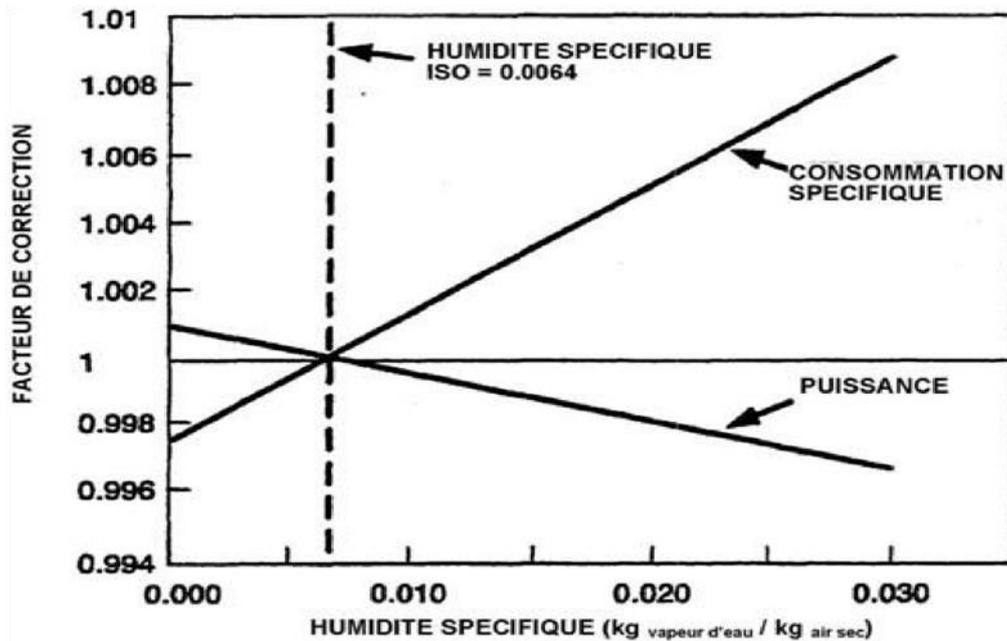


Figure I.22 : Influence de l'humidité relative sur les performances de la turbine [7]

I.8.4. Les poussières :

Lorsque la concentration en poussière dans l'atmosphère augmente à cause du vent de sable la quantité d'air admise dans le compresseur diminue ce qui fait diminuer la puissance de notre turbine.

I.9. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait une présentation générale de la Société de production de l'électricité (SPE) ou on a étudié la manière de produire de l'électricité au niveau des turbines à gaz. On sait maintenant que l'air est un facteur essentiel pour la rotation des turbines donc il doit être propre et sec afin de garantir un bon résultat et maintenir le système en bon état. L'objectif de notre étude est de fournir de l'air pur à la turbine à gaz, Comment peut-on faire le nettoyage de l'air ?

Chapitre II : Fonctionnement de système auto-nettoyage

II.1. Introduction :

Le nettoyage de l'air qui est destiné à la turbine à gaz et très important il nous permet de garder le matériel en bonne état. Pour effectuer cette tâche (nettoyage) on a besoin d'un système qui est capable d'aspirer l'air de l'extérieur et de le purifier. Ce système de filtre mono-étage autonettoyant constitue une innovation technique réalisée par Donaldson dans le domaine de la filtration au niveau de l'entrée d'air du moteur de la turbine. Le système utilise des cartouches filtrantes à haute efficacité qui sont nettoyées de manière séquentielle durant le fonctionnement normal du système par des jets d'air comprimés à contre-courant.

II.2. Système d'aspiration d'air :

Le système d'aspiration 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. [7]



Figure II.1: Système admission l'air

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

- **La passerelle** – utilisée pour accéder au module de filtration et pour assurer l'entretien 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** – elles constituent les premières sections du filtre à air, elles sont montées directement sur la passerelle et assurent la protection des éléments filtrants contre les effets de la pluie, de la neige et du soleil.
- **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.



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

II.2.1. Description de filtration d'air :

Le conduit de prise d'air est équipé d'un dispositif de filtrage à nettoyage automatique à un seul étage pour fournir de l'air sec et purifié au compresseur de la Turbine à Gaz, d'une porte anti-implosion, d'un silencieux, amortisseur et refroidisseur à vaporisation en aval de l'unité de filtrage

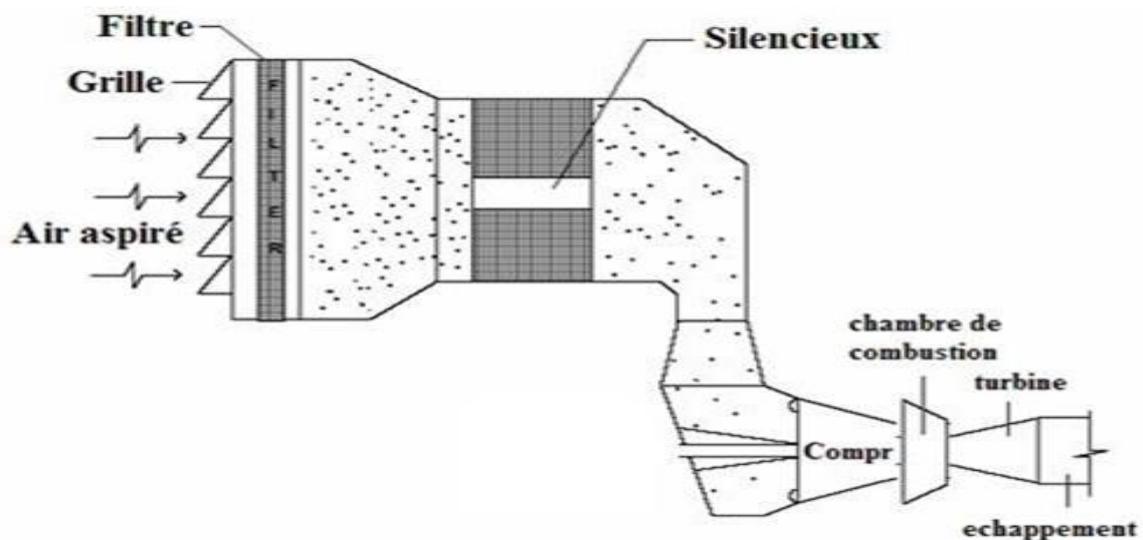


Figure II.3 : système d'aspiration et de filtration d'air

L'air entre à un niveau situé entre 10 et 22 m où il y a une première séparation des particules les plus grosses. L'air entre horizontalement passant par un écran pare-oiseaux et pare-insectes montés à la sortie des capuchons des cheminées. Le système de filtrage à un seul étage à nettoyage automatique est constitué d'éléments filtrants à cône et cylindrique à grande efficacité, groupés en six modules de filtration. Le compte des particules par élément filtrants propre est très élevé même pour des particules de 0,5 μm . Cette efficacité de filtrage garantit une protection appropriée des machines contre la poussière et des sels alcalins.

II.3. système d'air comprimé :

La centrale est dotée d'un système de production et de distribution d'air comprimé exempt d'huile, séché et filtré pour les besoins de la centrale.

Le système d'air comprimé comprend :

- 1 compresseur à vis de type **RAFALE 75KW**
- 1 réservoir 2000L ASME VIII Div. 1 (DPEM & CE marking).
- 1 sécheur par réfrigération de type **SFR1080**
- 1 armoire électrique pour l'ensemble de la fourniture.
- Les Filtres, purge, et tuyauterie nécessaires.

II.3.1. le compresseur :

Les compresseurs rotatifs à vis **ERVOR** série **RAFALE** présentent des avantages déterminants en termes de rendement, fiabilité, longévité et accessibilité. C'est pourquoi ils sont particulièrement recommandés pour des exploitations intensives et continues.



Figure II.4 : compresseur rotatif à vis **ERVOR**

II.3.2.1. Principe de fonctionnement :

La marche automatique consiste à faire tourner le compresseur en fonction de la consommation réelle.

Lorsque la consommation est faible ou nulle, le compresseur s'arrête après 5 minutes de marche vide (réglage standard) et redémarrera automatiquement dès que la pression aura chuté en dessous du seuil bas du pressostat de régulation (cas général= 8 bar).

II.3.1.2 caractéristiques techniques :

- Débit d'air à 10 bar :	480 m³/h
- Pression de régulation :	haut : 10 bar
.....	bas : 8 bar
- Pression d'alarme :	11.5 bar
- Tension d'alimentation :	380V/3ph/50Hz
- Puissance du moteur électrique :.....	75 kW
- Vitesse de rotation du moteur :	2950
	tr/min
- Vitesse de rotation du compresseur :	3650
	tr/min
- Température ambiante maximale :.....	+50°C
- Capacité d'huile :	45 à 50 litres
- Système de régulation :	Tout ou rien
- Puissance du moto-ventilateur :	1.9 kW
- Vitesse de rotation du moto-ventilateur :	1400
	tr/min
- Niveau sonore à 1 mètre	85 dB (A) en face avant
- Débit d'air de ventilation	env. 21 100 m ³ /h
- Température de sortie d'air :	ambiante + 10°C
- Profondeur	1850 mm environ

- Largeur.....	1100 mm environ
- Hauteur.....	1750 mm environ
- Poids	1700kg environ en ordre de marche

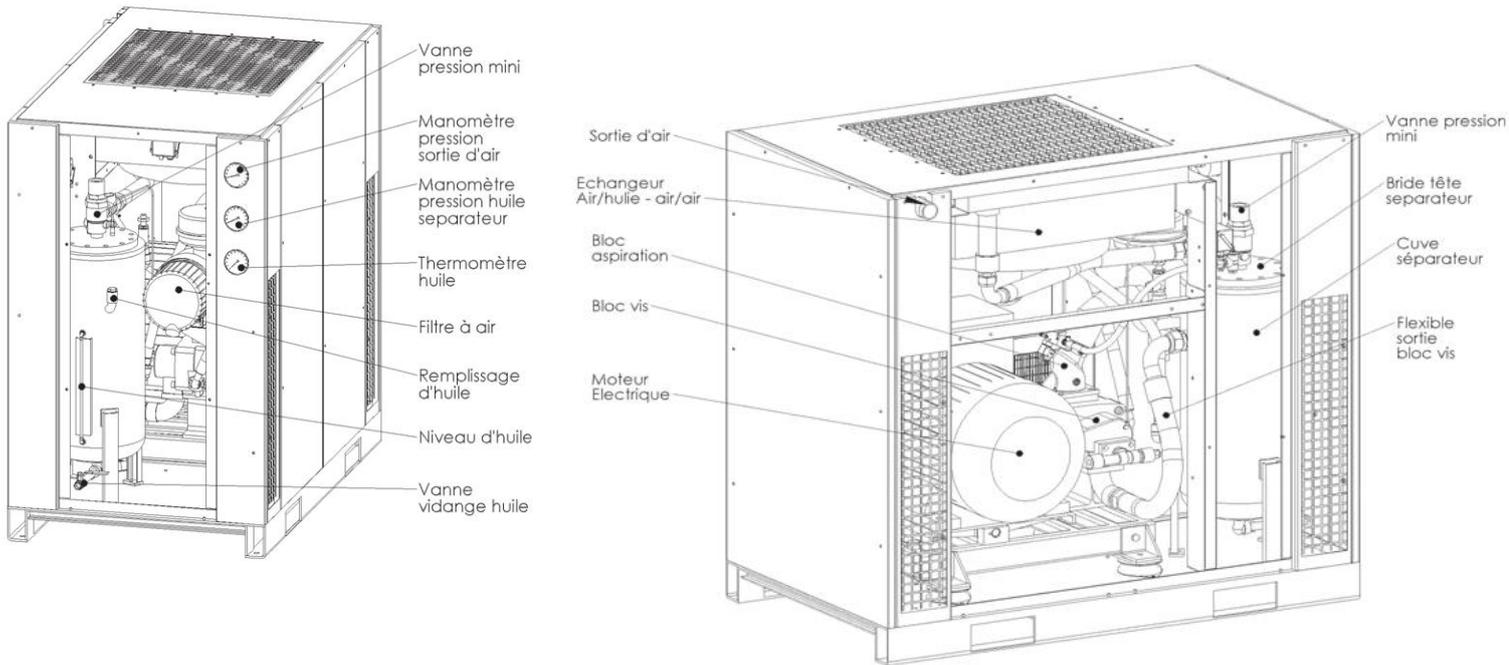


Figure II.5 : VUE FACE AVANT et COTE GAUCHE de compresseur

II.3.1.3. description des composants :

a. COMPRESSEUR :

➤ **Type de compresseur (Bloc vis) :**

Il se résume en la rotation en sens opposé de 2 éléments vis qui permet la création continue d'air comprimé. Le premier élément mâle est entraîné par un moteur qui entraîne lui-même l'élément vis femelle.

..... Débit à 10 bar :

.....480Nm³/hVitesse bloc vis : 3700 tr/min

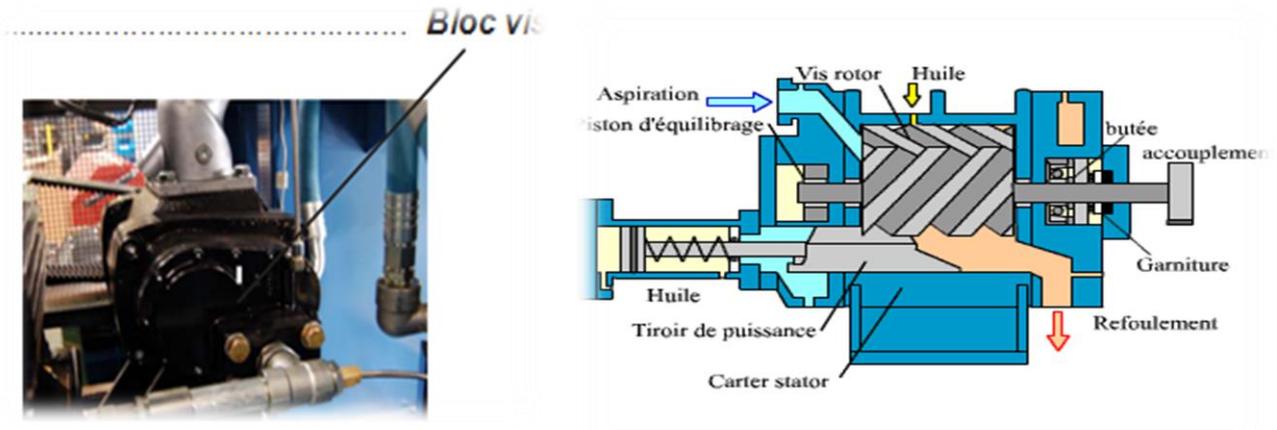


Figure II.6 : bloc vis

➤ **Thermostat de sécurité :**

Du point de vue du circuit électrique, le thermostat de sécurité est installé en amont du thermostat principal de sorte que, en cas de température excessive, son activation interrompe l'alimentation.

Il permet de prévenir toute surchauffe ou tout dysfonctionnement du thermostat de régulation.

❖ **Caractéristique technique :**

Plage de réglage :	+60° à +150°C
Différentiel mécanique, réglable/fixe :	5-25°C
Température de bulbe max. :	+250°C
Précision de l'échelle:	±6°C
Température ambiante :	-40 à +70°C
Longueur du bulbe :	110 mm
Longueur du capillaire armé:	5 m
Indice de protection :	IP67
Presse étoupe :	PG13
Poids:	env. 1.2 kg

➤ **Pressostat de régulation de pression :**

Le pressostat met en service le compresseur lorsque la pression baisse (pression d'enclenchement) et arrête la pompe lorsque la pression remonte au-dessus d'une certaine valeur.

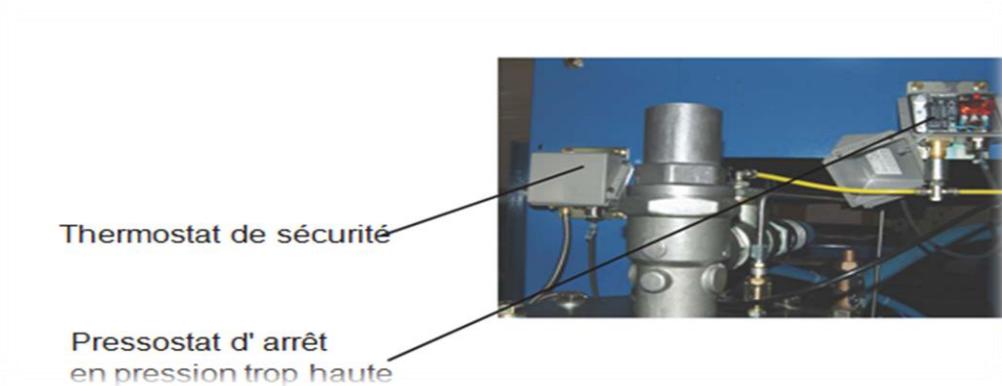


Figure II.7 : thermostat et pressostat

❖ **Caractéristique technique :**

Plage de réglage	6 à 18b
Différentiel réglable	0,75 à 2,5b
Surpression admissible	22b

➤ **Soupape de sécurité :**

Une soupape permet d'évacuer du fluide surcomprimé vers l'extérieur lorsque la pression atteint la valeur limite, ce qui permet de garder en bon état de fonctionnement tout le circuit.

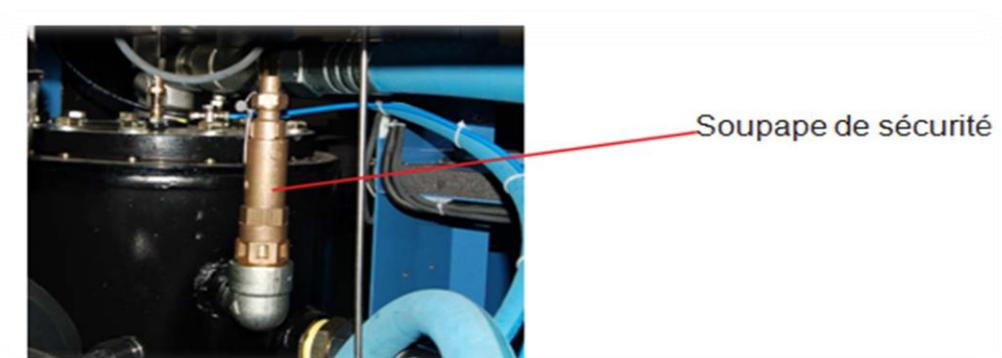


Figure II.8 : soupape de sécurité

❖ **Caractéristique technique :**

- Température d'utilisation de la membrane : 0°C à +180°C
- Plage de réglage : 0.5 à 20 bar

b. Moteur électrique :➤ **Les caractéristiques de moteur :**

-Puissance	75 kW
-Hauteur d'axe :	280
-Vitesse de rotation	2950 tr/mn
-Tension d'alimentation	380 V +/-10%
-Classe d'isolement	F
-Fréquence d'alimentation	50 HZ
-Protection	IP 55
-Echauffement.....	B
-Service	S1
-Fixation	Patte B3
-Tropicalisation :	HR<90%
-Poids :	505 kg
-Intensité plaquée:	127.9 A
-Résistance de réchauffage	80 W

c. Les filtres :

Ils vous aident à prévenir l'entrée d'éléments indésirables qui produisent de la pollution de l'air comprimé.

Il contient des cartouches interchangeables sont :

-
- **Cartouche primaire**
 - **Cartouche de sécurité**
 - **Indicateur colmatage**
 - **Gaine d'aspiration lg 1m**
 - **Colliers pour filtre à air**
 - **Pré filtre cyclone**
-



Figure II.9 : filtre à air

➤ Indicateur colmatage :

Les indicateurs de colmatage des filtres sont conçus pour indiquer par affichage optique et/ou électrique à quel moment l'élément filtrant en service doit être changé ou régénéré.

➤ Pré filtre cyclone :

Le pré filtre retient jusqu'à 75% en poids des poussières, il est conseillé dans le cas d'empoussièrement très important car il augmente la durée de vie de cartouches.

d. Manomètre :

Un manomètre est un instrument de mesure de la pression d'un fluide. Il est à noter que celle-ci ne peut être mesurée que par rapport à une pression de référence, en général la pression atmosphérique.

e. Bloc de régulation d'aspiration :

Le bloc régulateur d'aspiration est conçu pour les compresseurs à vis. Ce régulateur Ouvre ou ferme l'orifice d'aspiration du compresseur à vis selon le mode de service sélectionné à chaque phase du fonctionnement.

❖ Caractéristique technique :

Pression maximale:15b.
Température maximale :-20 à + 90°C
Matière du corps:aluminium

II.3.1.4 : raccordement électrique :

Sauf spécifications particulières à la commande, le réseau d'alimentation électrique de puissance aura les caractéristiques suivantes :

Â Tension nominale \Rightarrow 380 / 690 V 50Hz

Â Tension maxi \Rightarrow 415 / 720 V

Dans tous les cas la tension d'alimentation sera obligatoirement celle indiquée sur le compresseur et la plaque du moteur électrique.

II.3.1.5 : raccordement pneumatique :

Le compresseur est relié au réseau d'air comprimé par un tuyau flexible résistant au minimum à des pressions de 15 bars et une température interne de 60 °C, de longueur minimum 1000 mm

II.3.1.6. Les Avantages :

- **Débit d'air constant**, ce qui vous permet d'augmenter ses performances.
- **Plus grande capacité**, ce qui signifie que vous pouvez raccorder divers outils et équipements à ce type de compresseur.
- **Le travail industriel**, qui vous permet d'effectuer un travail professionnel, comme dans le secteur de la construction, la mécanique, le laiton, entre autres.
- **Régulation de la pression dans le temps au cours d'un même travail**, puisqu'il vous permet de planifier le travail ce qui fait que la vitesse peut varier en fonction de vos besoins.

II.3.1.7 Exemple d'installation :

Séparateur et filtration en fonction de l'application.

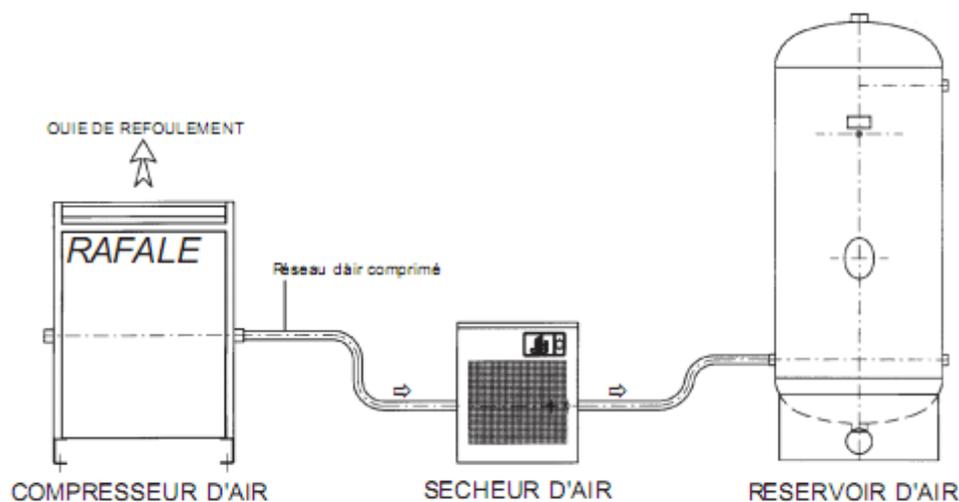


Figure II.10 : stockage air propre.

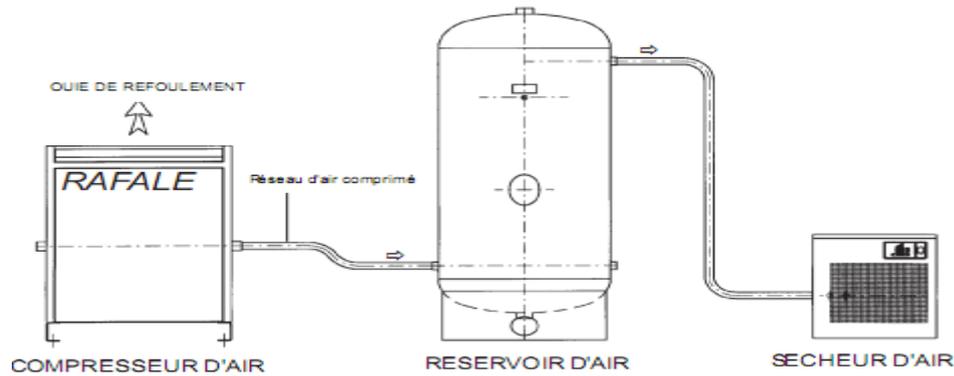


Figure II.11 : stockage air non traite.

II.3.2 Sécheur d'air par réfrigération :

Ce type de sècheur 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.



Figure II.12 : Sécheur d'air par réfrigération

II.3.2.1 : Principe de fonctionnement :

L'air comprimé alimentant le sècheur 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 exigé. 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.3.2.2. Caractéristique technique :

MODELE	0720	0840	1080	1320
REFERENCE	7 160 162	7 160 163	7 160 164	7 160 165
Débits ** (Nm ³ /h)	720 (à 35°C)	840 (à 35°C)	1080 (à 35°C)	1320 (à 35°C)
Point de rosée	+ 3°C			
Pression max	14 bar (g)			
Alimentation	400V / 3PH / 50 Hz			
Intensité absorbée	4,1 A	4,1 A	5,2 A	6,3 A
Puissance absorbée	1,41 kW	1,37 kW	1,76 kW	1,59 kW
Temp.entrée d'air min./max	5°C / 60°C			
Temp.ambiante mini/max	5°C / 50°C			
Réfrigérant	R407C			
Quantité de réfrigérant	2 kg	2 kg	2,9 kg	5,1 kg
Connexions	2" F BSP			2"½ F BSP
Bruit (dB(A))	58			
Poids	145 kg	145 kg	155 kg	230 kg

Tableau II.1 : les caractéristiques techniques de sécheur d'air par réfrigération :

Remarque : les conditions travail idéale pour un meilleur rendement du sécheur 1080 sont :

- Aspiration: 70% humidité relative à 35°C
- Pression de service: 7 bar effectif.
- Point de rosée: +3°C
- Température ambiante: +25°C

➤ **Point de rosée :**

Le point de rosée est la température à laquelle l'air doit être refroidi pour que la vapeur d'eau qu'il contient condense en rosée ou en givre.



Figure II.13 : point rosée.

II.3.2.3 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. Filtre séparateur :

II.3.3.1. Généralités :

Les filtres de la série G représentent une gamme progressive et sont désignés pour le filtrage de particules solides, d'huile et de condensats contenus dans l'air comprimé ainsi que d'autres gaz neutres comprimés.



Figure II.14 : Filtre séparateur.

II.3.3.2 : Principe de fonctionnement :

L'air impur circule à travers l'élément filtrant de l'intérieur vers l'extérieur. Les particules solides sont extraites par filtration par effet d'impact ou d'inertie, les huiles et condensats par effet de coalescence. Les condensats extraits par filtration s'assemblent, par la force de la pesanteur, dans le réservoir inférieur du filtre et sont récupérés automatiquement ou manuellement.

II.3.3.3. Caractéristique technique :

Type	Séparateur centrifuge de condensats
Type de purge	Purge automatique
Perte de charge*	Nominal : 0,07 bar
*Perte de charge se référant à un débit d'air nominal à 7 bar	
Pression d'utilisation maxi	16 bar

II.3.3.4. Montage et installation :

- En principe, les filtres devraient être montés à l'endroit de la tuyauterie où la température de l'air ou du gaz est la plus basse.
- Avant le montage des filtres, les tuyaux doivent être nettoyés
- En principe, les filtres doivent être posés verticalement.
- Le sens du passage d'air est indiqué par une flèche sur la partie supérieure de la boîte.

II.3.4. Réservoir :

Le réservoir d'air, parfois appelé réservoir d'air comprimé, fait partie intégrante de tout circuit d'air comprimé. L'objectif principal de ce réservoir est de fournir un espace de stockage temporaire pour répondre aux pics de demande du circuit et optimiser l'efficacité opérationnelle de l'installation.

Notre réservoir peut contenir une Pression maximale jusqu'à 14 bar avec un manomètre qui indique sa valeur, un pressostat, et une soupape de sécurité pour évacuer l'air s'il arrive à un niveau élevé.



Figure II.15 : réservoir avec un manomètre, pressostat et une soupape

II.4. Système auto-nettoyage des filtres :

Suite au filtrage de l'air de l'atmosphère grâce au système d'aspiration de l'air, on doit maintenant nettoyer les filtres pour les utiliser de nouveau et pour cela on doit utiliser l'air qui est stocker dans le réservoir de station d'air comprimé.

Lorsque il y a une accumulation de **poussières** ou/et la présence de l'eau (humidité) sur l'élément filtrant permettent de donner l'ordre de commencer le nettoyage jusqu'à ce que les paramètres initiales (**la pression et de l'humidité**) sont atteintes.

Donc le nettoyage des filtres dépend de deux paramètres essentiels sont les pertes de **charge (ΔP)** et le taux **d'humidité relative**.

II.5. Description de système auto-nettoyage des filtres :

Les sections suivantes décrivent les configurations, électrique et pneumatique du ce système.

II.5.1. Configuration électrique :

Le système GDX Downflo ne requiert qu'une faible alimentation électrique pour exploiter le mécanisme de nettoyage.

Un boîtier de commande du filtre à air et une boîte de raccordement du réservoir d'air ont été installés.

II.5.1.1 Le boîtier de commande du filtre à air GT (l'armoire électrique) :

L'armoire électrique joue un rôle très important dans l'industrie, c'est la partie qui fournit l'énergie électrique nécessaire pour la partie de commande et la partie opérative.

Ce boîtier contient des disjoncteurs, un commutateur de mise sous/hors tension (ON/OFF) (-S01), un commutateur AUTO/MANU (-S05), un bouton poussoir de test des voyants lumineux.

(-S06), cinq voyants lumineux (-H01 a -H05), des bornes de connexion pour les alarmes, avec thermostat (-S04), un relais électronique de temporisation KT1, un capteur d'humidité relative (SM1), une minuterie (-P01), des cartes de commande de programme (-D01 a -D10), un émetteur de point de rosée et d'humidité relative (MBL10 CM 101), un manostat Photohelic (MBL10 CP 501), un transformateur (-T01) et deux manostats mécaniques (MBL11CP001 & MBL11CP002).

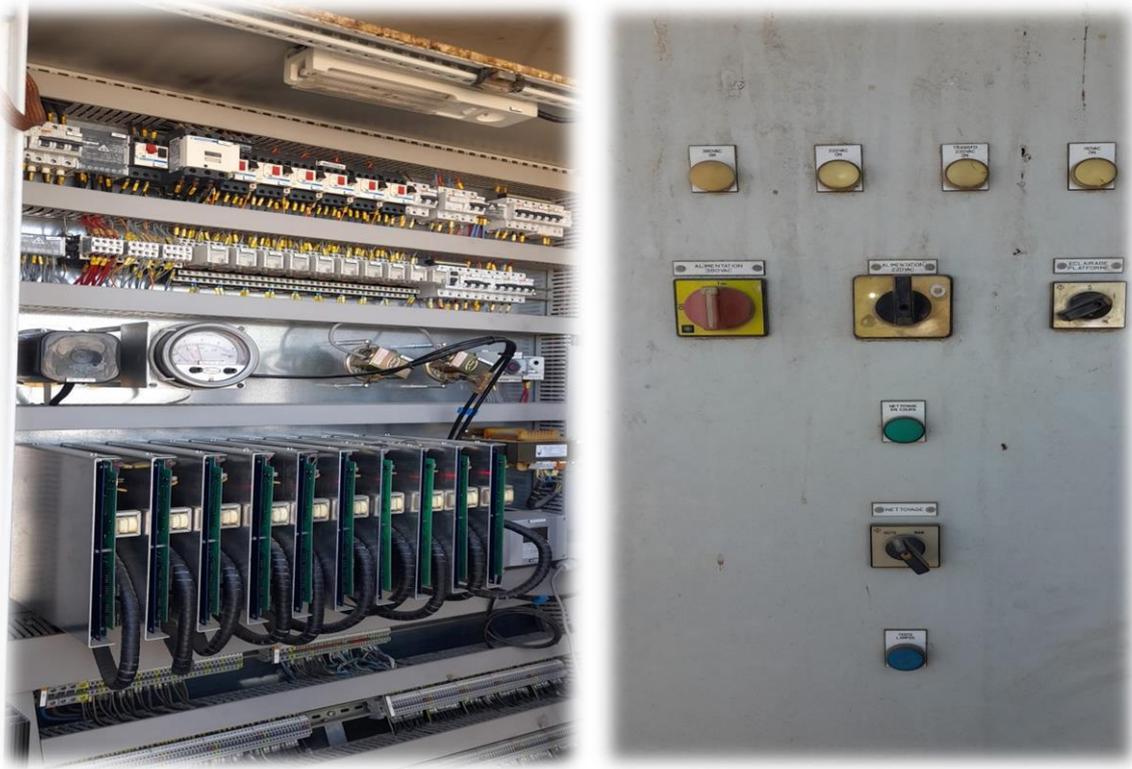


Figure II.16 : l'armoire électrique

a. Description des matériels utilise dans l'armoire :

❖ Les disjoncteurs :

C'est un appareil électromécanique qui protège un circuit électrique contre les surcharges, les courts- circuits et les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en cas de défaut.

Un disjoncteur est un dispositif **électromécanique**, voire électronique, de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarmable (il est prévu pour ne subir aucune avarie lors de son fonctionnement).

✚ Les différents types de disjoncteur :

Il existe plusieurs types de disjoncteur :

- ✓ Les disjoncteurs magnétiques, qui assurent la protection contre les court-circuit,

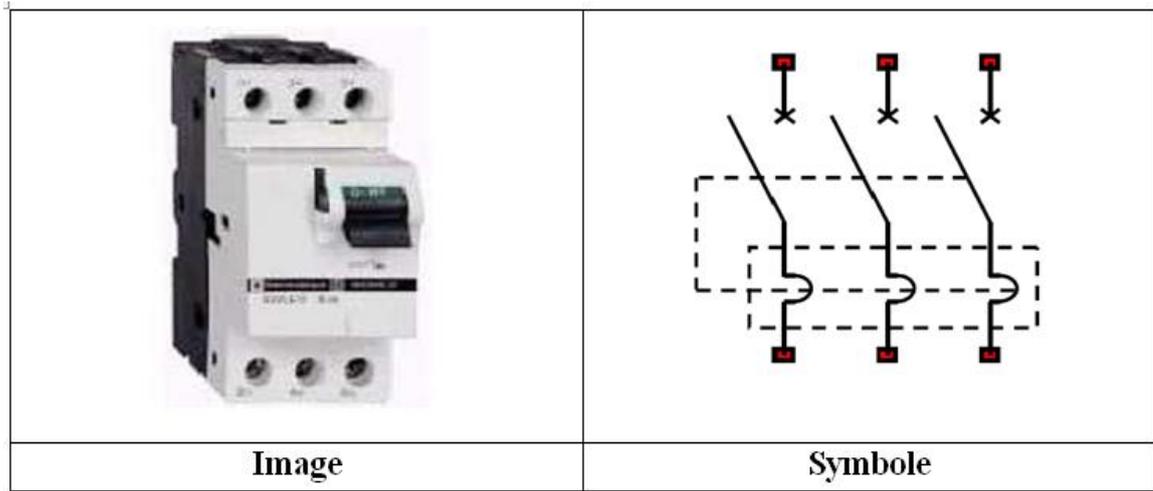


Figure II .17 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétique [12].

- ✓ Les disjoncteurs [magnétothermiques](#) (disjoncteurs moteur), qui assure la protection du moteur contre les courts-circuits ainsi que les surcharges,

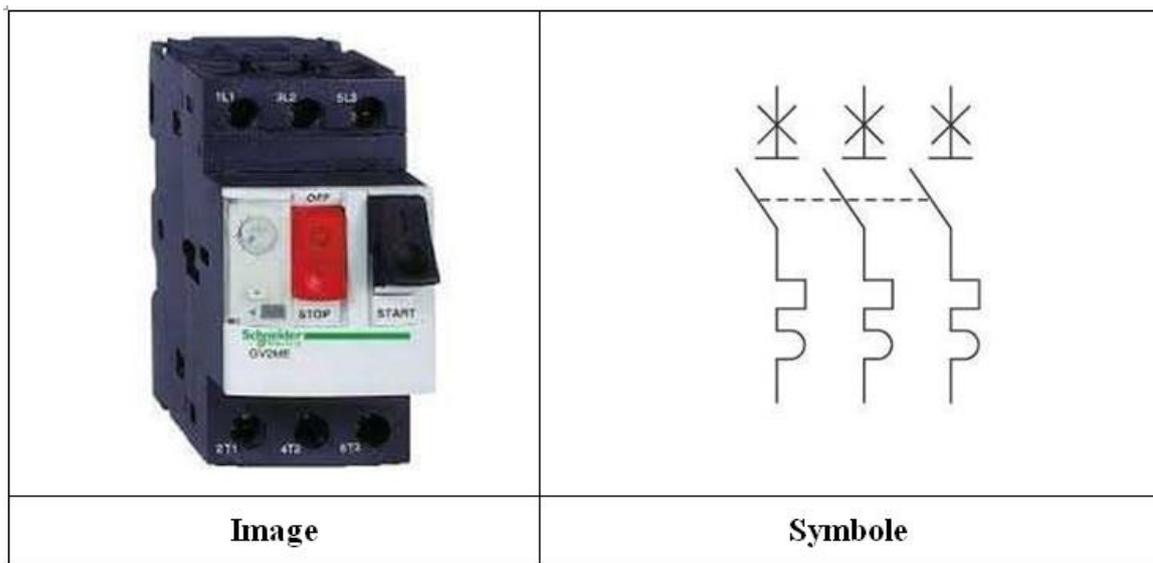


Figure II .18 : Image et symbole d'un disjoncteur magnétothermique [12].

❖ Les Contacteurs :

Le contacteur 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.

Suivant le modèle, il possède aussi des contacts auxiliaires intégrés ouverts ou fermés, il est possible d'ajouter des additifs ou blocs auxiliaires servant uniquement pour la télécommande ou la signalisation.

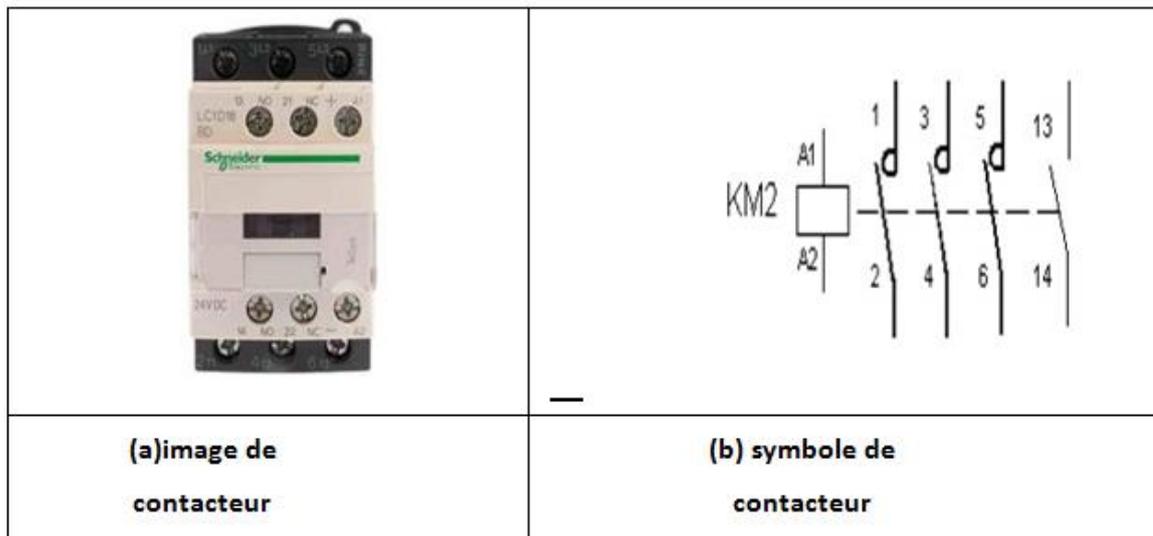


Figure II .19 : Image et symbole d'un contacteur [12].

✚ Les contacteurs avec accessoires complémentaires :

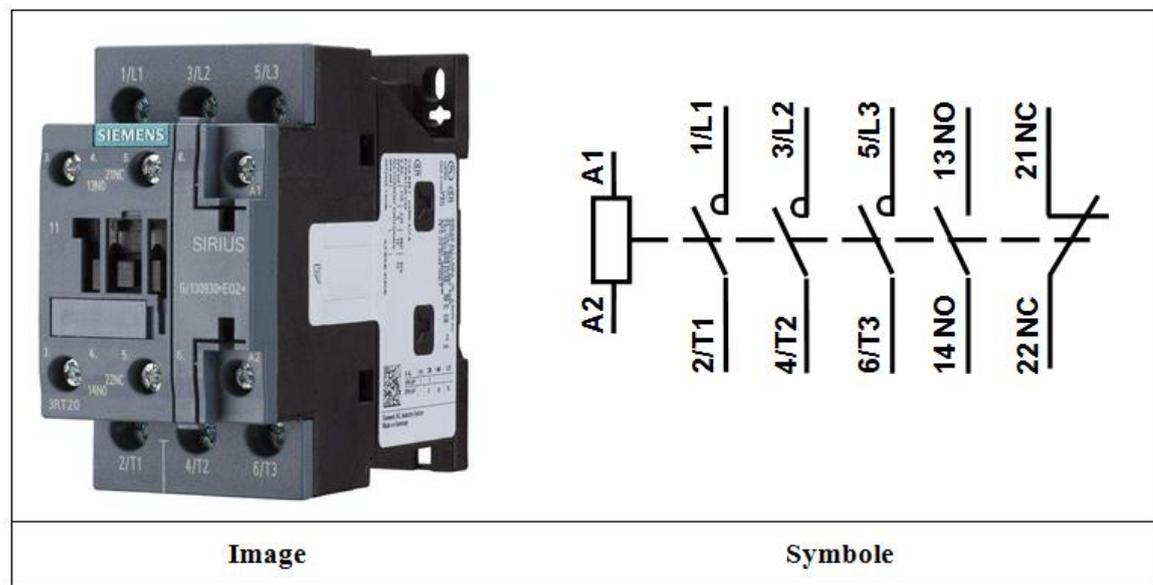


Figure II .20 : Image et symbole d'un contacteur complémentaire.

- **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 ci-dessous).

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...).

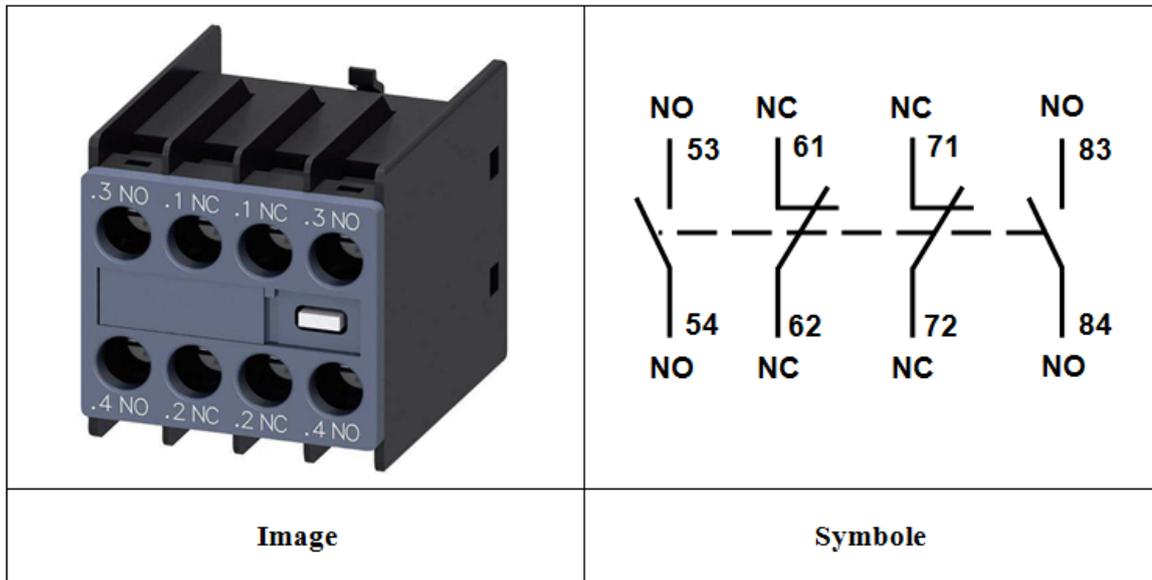


Figure II .21 : Image et symbole d'un contact auxiliaire.

- **Bloc auxiliaire temporisé (ou Temporisateur) :**

Les relais temporisés se répartissent d'une manière générale en deux groupes :

- Relais temporisés au travail
- Relais temporisés au repos

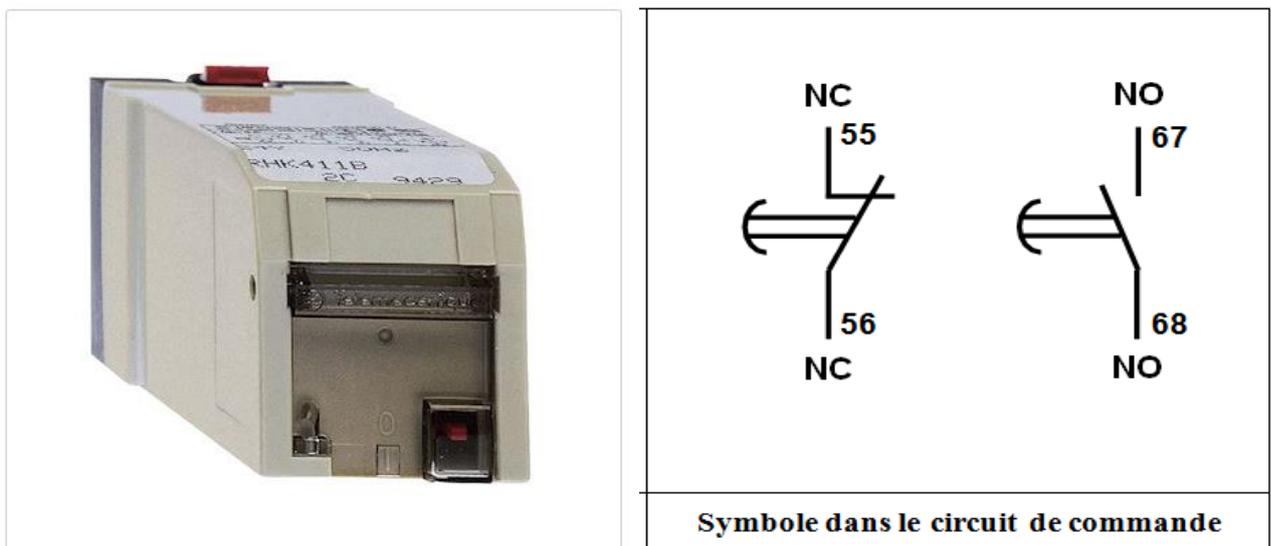


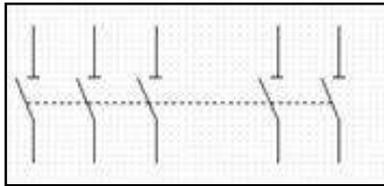
Figure II .22 : Image et symbole d'un auxiliaire temporisé.

Modèle et les contacts des relais représentés ci-dessous.

Symbole	Modèle / Contacts
	Relais temporisé au travail avec un contact inverseur, monté soit en contact normalement fermé (ouverture temporisée) soit en contact normalement ouvert (fermeture temporisée)
	Relais temporisé au repos avec un contact normalement ouvert, ouverture temporisée

Tableau II.2 : modèle et les contacts des relais temporise

❖ **Le sectionneur :**



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

✚ **Sectionneur porte-fusible :**

Un porte-fusible est un appareillage qui interrompt le courant en cas de surcharge électrique ou de court-circuit. Installé en amont d'un circuit électrique, un porte-fusible héberge un fusible, et sa valeur est exprimée en ampères (A).

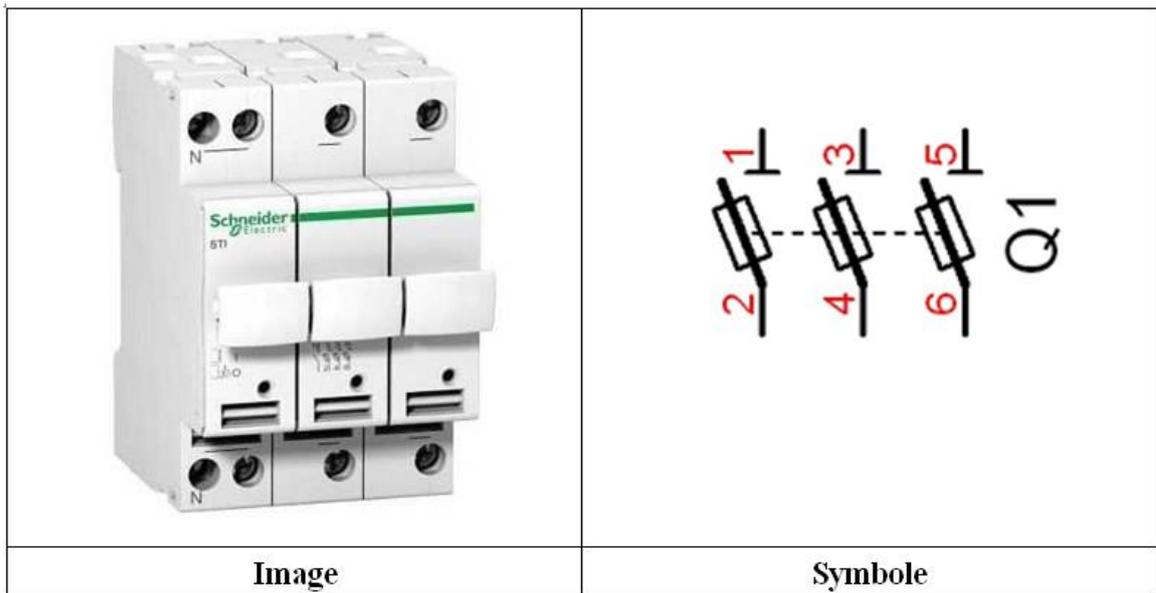


Figure II .23 : Image et symbole d'un sectionneur porte-fusible.

Relatif à l'équipement qu'il protège, le porte-fusible peut avoir une valeur de :

- 10 A : protection d'un circuit d'éclairage distribué par des fils de section 1,5 mm² ;
- 16 A : protection d'un circuit d'éclairage et de prises distribué par des fils de section 1,5 mm²
- 20 A : protection d'un circuit de prises distribué par des fils de section 2,5 mm² ;
- 32 A : protection d'un circuit distribué par des de 6 mm².

❖ Minuterie électrique :

Une interruptrice minuterie 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 - Cadence	: 24 H
Operating ambient temperature	: - 10°C / + 50°C
Electrical protection	: IP 20
Protection électrique	

Figure II.24 : image minuterie électrique avec les caractéristiques

❖ Manostats mécaniques (MBL11CP001 & MBL11CP002) :

Deux Manostats mécaniques sont prévus pour les alarmes de pertes de charge excessives :

Alarme d'arrêt de la turbine causée par une perte de charge : un commutateur de pression différentielle (MBL11CP001), avec point de saisie dans les gainages après le silencieux (non compris dans le détail de livraison de Donaldson), est prévu en cas d'alarme d'arrêt de la turbine. Sa valeur de consigne est réglée sur **17 m bar** et il est connecté aux bornes du bornier – X03.

Alarme d'arrêt de la turbine causée par une perte de charge : un autre commutateur de pression mécanique (MBL11CP002), avec point de saisie dans les gainages après le silencieux (non compris dans le détail de livraison de Donaldson), est prévu en cas d'alarme d'arrêt de la turbine.

Sa valeur de consigne est réglée sur **24 m bar** et il est connecté aux bornes 9, 10 et 11 du bornier – X03.

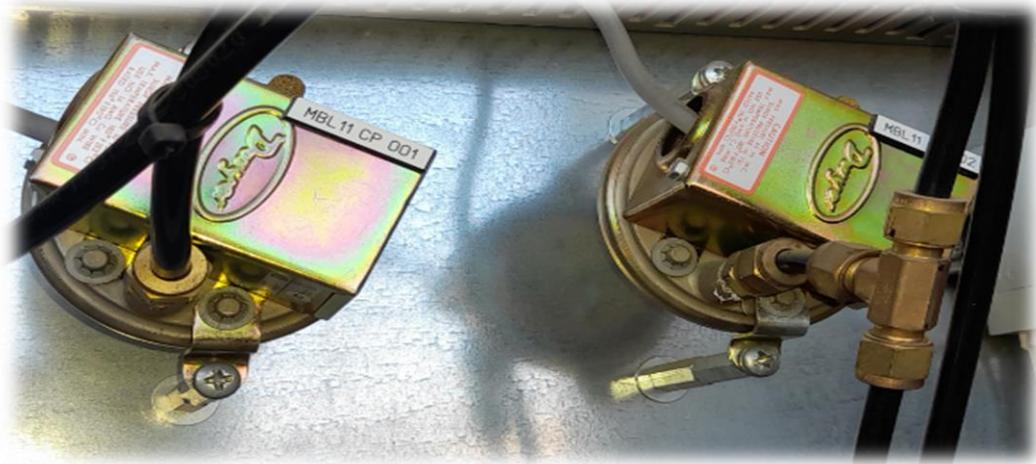


Figure II.25 : Manostats mécaniques

❖ **Pressostat Photohelic (MBL10 CP 501) :**

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



Figure II.26 : pressostat-indicateur de pression photohelic

❖ Un émetteur de point de rosée et d'humidité relative (MBL10 CM 101) :

Il permet de mesurer l'humidité atmosphérique et aussi la température, il comporte 2 options d'affichage numérique et graphique, ce qui permet aux utilisateurs d'assurer le suivi des données opérationnelles.

Il donne l'ordre de commencer le nettoyage des filtres lorsque l'humidité soit 80%.



Figure II.27 : Transmetteur d'humidité et température

❖ Séquenceur électrique P15-6458 (la carte de commande) :

Les cartes de commande du programme de nettoyage (-D01 à -D10), sont équipées d'un fusible. Les câbles d'alimentation jusqu'à ces points sont en permanence sous tension. Les électrovannes ne sont activées que lorsque le relais de commande de pression est ouvert.

La carte de commande de programme passe d'un circuit au suivant jusqu'à ce qu'elle soit désactivée par la fermeture du relais de commande de pression.

Lorsqu'il est arrêté puis relancé, le programme passe au circuit suivant plutôt que de retourner au premier.

Selon ce système, le premier élément est d'abord nettoyé, ensuite le deuxième, etc. De plus, ce système évite que certains éléments soient nettoyés plus régulièrement que d'autres.

La carte de commande de programme dispose d'un voyant lumineux signalant son activation.



Figure II .28 : la carte de commande.

❖ **Commutateur**

Il permet d'établir ou interrompre un ou plusieurs circuits électriques d'une façon manuelle. Il possède plusieurs positions de fonctionnement. Il existe plusieurs types de commutateurs [13].

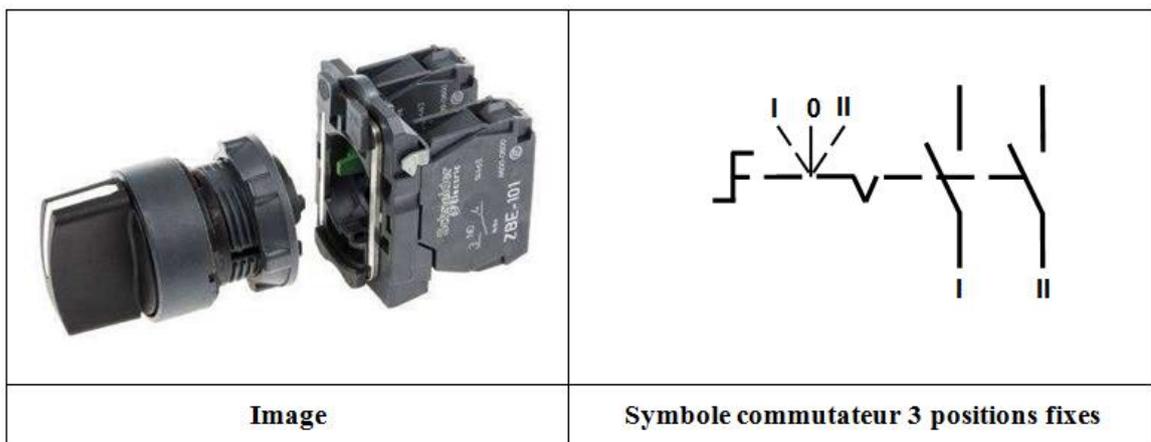


Figure II .29 : Image et symbole d'un commutateur.

❖ **Bornier électrique :**

Le bornier électrique est un élément très utile pour toute installation électrique, il permet de connecter différentes parties d'une installation électrique [19].

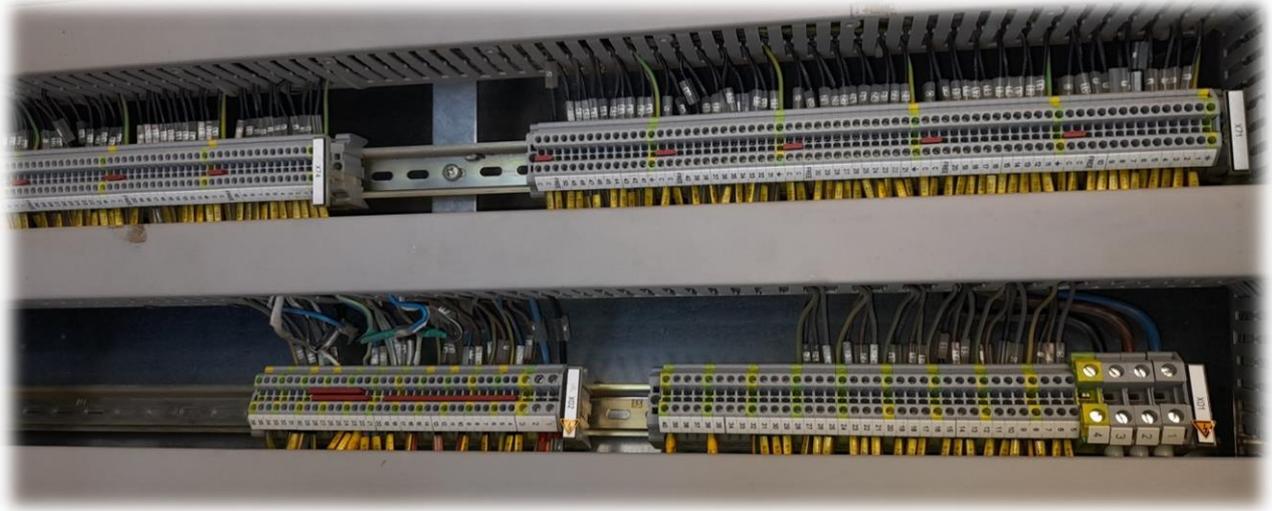


Figure II.30 : bornier électrique [19].

II.5.2 Configuration pneumatique :

De l'air comprimé à 7,7 bars (effectifs) alimente le collecteur du filtre via un gainage d'alimentation.

Un filtre + régulateur de pression, équipé d'une purge automatique, est installé sur le gainage d'air comprimé dans la partie inférieure du filtre. Sur ce bloc ont également été prévues une vanne d'isolement et une vanne de sécurité / de surpression pour isoler et décharger la pression des collecteurs en cas de réparation ou d'inspection.

La pression de l'air comprimé peut être vérifiée à tout moment via un manomètre situé sur le régulateur de pression.

La température de l'air comprimé au niveau des vannes pneumatiques ne doit pas dépasser 80 °C, de manière à éviter tout endommagement des diaphragmes des vannes.

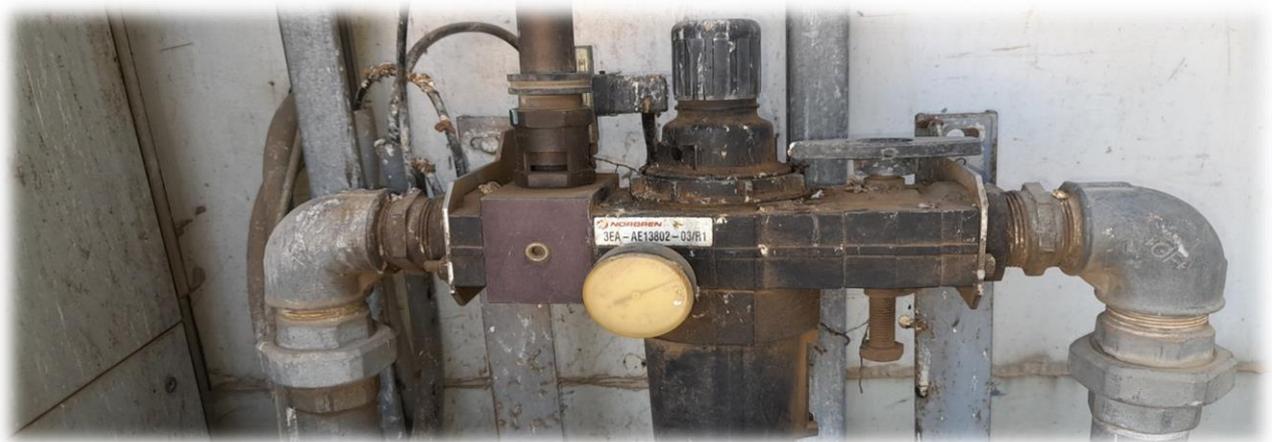


Figure II.31 : détendeur de pression et filtre avec manomètre

❖ Transmetteurs de pression différentielle :

Deux transmetteurs de pression différentielle (MBL11CP102) et un transmetteur de pression absolue (MBL10CP001) sont montés à côté de la boîte de contrôle du filtre à air. Le transmetteur de pression absolue (MBL10CP001) mesure la pression atmosphérique ambiante.

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



Figure II.32 : transmetteurs de pression différentielle

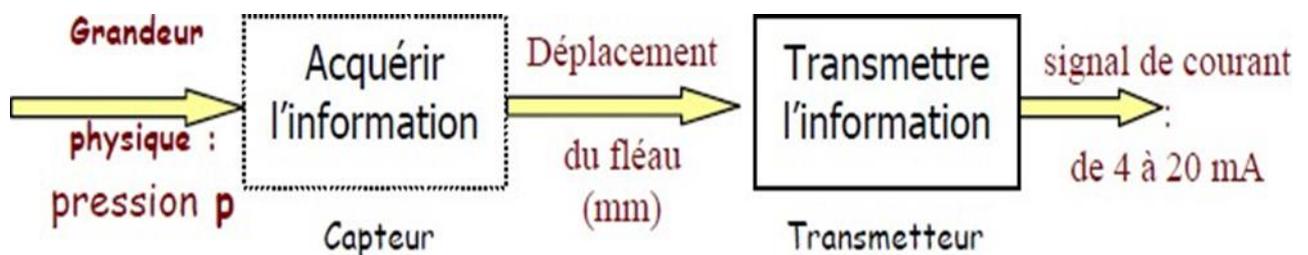


Figure .II. 33 : schéma de transmission du signal du capteur de pression

❖ **Les électrovannes** : Cet appareil est une électrovanne 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.

Fonction: électrovanne 2/2 à commande directe normalement fermée

Matière: corps

Température ambiante: - 10°C à + 50°C

Température du fluide : + 60°C maxi

Pression 0 à 100 bar maxi

différentielle:



Un courant électrique alimente une bobine qui crée un champ magnétique dans lequel se déplace le noyau. Ce noyau pilote l'ouverture et la fermeture de la membrane d'obturation sur le corps.

II.6 Principe de fonctionnement de system auto-nettoyage :

Les contaminants (poussières et/ou eau) s'accumulent sur la surface du filtre. Ce qui par conséquent vont faire augmenter la différence de pression (delta P) qui est mesurée par les instruments (MBL10CP001 et MBL10CP002). Lorsque la pression différentielle atteint les 5,5 mbar le pressostat de fonctionnement (MBL10CP501) active les 10 cartes de commandes, chacune signale 30 électrovannes à ouvrir. Ses dernières sont connectées avec 2 filtres. L'ouverture de la soupape pneumatique permet à une injection d'air comprimé sec et propre de quitter le réservoir d'air et se diriger à travers les électrovannes pneumatiques dans le tube de soufflage de distribution, et de ressortir par les buses accélérateur. L'air comprimé injecté pénètre dans la cartouche et pour une fraction de seconde, il interrompt le flux d'air dans les cartouches.

Et ce sera le même principe de nettoyage avec les 9 autres cartes de commande.

Ce cycle de nettoyage, dure 15 minutes, chaque impulsion d'air prend 0,1 seconde et le temps d'intervalle entre l'impulsion est de 3 secondes sachant qu'il y a 300 électrovannes. Chacune contrôle une paire de filtres donc il y a 600 filtres.

Le nettoyage va continuer jusqu'à ce que la perte de charge soit moins que 4,5 mbar.

S'il y a un problème de perte de charge excessive et le système n'arrive pas à faire descendre (delta P)

Deux manostats (MBL11CP001 et 002) sont prévus pour signaler l'alarme de cette pression différentielle énorme.

Le premier donne l'alarme si les pertes de charge (ΔP) dépassent environ les 17 mbar on cas ou l'alarme n'est pas déclencher le deuxième donne l'ordre d'arrêter le processus quand le ΔP aura dépassé 23 mbar.

Sachant qu'il y a un cycle de nettoyage périodique d'une heure chaque jour qui fonctionne grâce à une minuterie régler et cela pour aider le système a bien travaillé.

Il y a six ventilateurs verticaux (MBL21AP001÷MBL21AP006) en bas qui sont actionné en même temps que le nettoyage commence, leur travail est de faciliter l'extraction de la poussière vers l'extérieur.

I.7. Conclusion :

Dans ce chapitre On a étudié l'aspiration et le nettoyage de l'air qui est consacré à la turbine à gaz. On sait maintenant qu'il y a deux causes importantes qui déclenchent le système auto-nettoyage se sont l'humidité et la pression. Les électrovannes permettent de laisser passer l'air comprimé dans les filtres et elles sont contrôlées par la carte de commande. Ces dernières sont fragiles car elles peuvent être endommagées rapidement ce qui rend le système obsolète. Donc notre objectif est de remplacer la carte de commande par un Automate Programmable Industriel (Siemens S7-300).

Chapitre III : Développement du système auto-nettoyage

III.1.Introduction :

L'évolution rapide dans le domaine de l'automatisation est à l'origine de la présence importante des systèmes de production dans le milieu industriel. Le bon rendement, la souplesse et la fiabilité de ces systèmes sont les avantages incontestables de ces systèmes.

La modélisation est une étape essentielle dans le développement d'une solution programmable qui est suffisante pour résoudre un problème en raison de son automatisation.

Dans l'industrie, la plupart des systèmes sont conçus par GRAFCET, qui est simple et efficace pour résoudre des systèmes complexes.

Le modèle Graphcet est nécessaire pour obtenir une solution programmable, et le logiciel fonctionne souvent avec STEP 7 car il fournit une variété de fonctions, de bibliothèques et de normes, ce qui facilite la tâche.

Les automates SIEMENS sont les plus connus au monde. Le contrôleur ARRBAA est alimenté par une carte électronique, nous avons donc décidé de développer l'unité de purification d'air par automate S7 300.

III.2. Les automates programmable industriel :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

En tant qu'automaticien on a tendance à avoir une vue systémique sur les machines et les processus. Notre objectif consiste à automatiser et à asservir ces systèmes afin d'accroître la productivité, améliorer la qualité et la sécurité. Le plus important c'est de remplacer l'homme dans ces actions pénibles, délicates et répétitives. Aujourd'hui l'application des automates programmables industriel est pratiquement palpable dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

III.2.1. Structure d'un système automatisé :

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous :

✓ **Partie opérative :**

Cette partie exécute les ordres reçus de la partie commande, elle transforme les signaux de commande en énergie électrique, pneumatique ou hydraulique pour réaliser le fonctionnement du système. En même temps, elle transmet l'état du système à la partie commande à travers les

capteurs et les **actionneurs** (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'oeuvre.

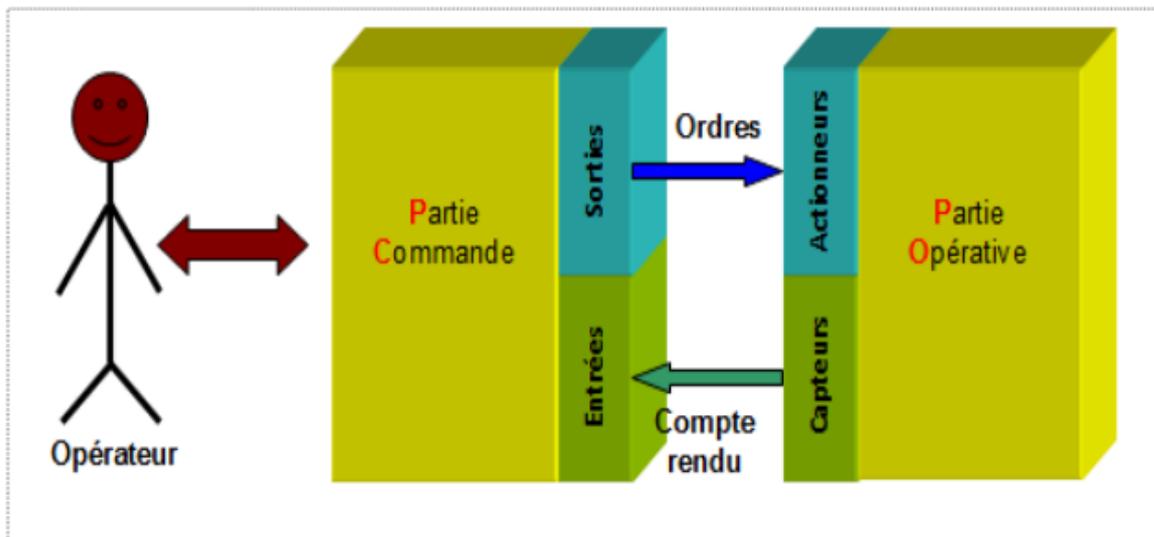


Figure.III.1 : structure d'un système automatisé

✓ **Partie commande**

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé. Elle est en général composée d'un ordinateur qui contient dans ses mémoires un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient,
- Des informations reçues par les capteurs,
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur [9].

✓ **Poste de contrôle :**

Composé des **pupitres de commande et de signalisation**, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

III.2.2. Nature des informations traitées par l'automate :

L'automate S300 est dotée d'une conception standard de manière à s'adapter avec tous les types de capteurs industriels.

Les informations peuvent être de 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.2.3. Architecture des automates :

L'automate programmable industriel possède deux structures **externe** et **interne**.

III.2.3.1. Structure externe :

L'API peut être de type **compact** ou **modulaire**.

- ❖ **Automate compact** : Il intègre dans un seul boîtier le processeur, l'alimentation, et les entrées 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 [10]
- ❖ **Automate modulaire** : Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires, possibilité d'ajouter une grande variété de modules spécialisés (solution adaptée aux besoins), aussi il est doté de grand nombre d'E/S.

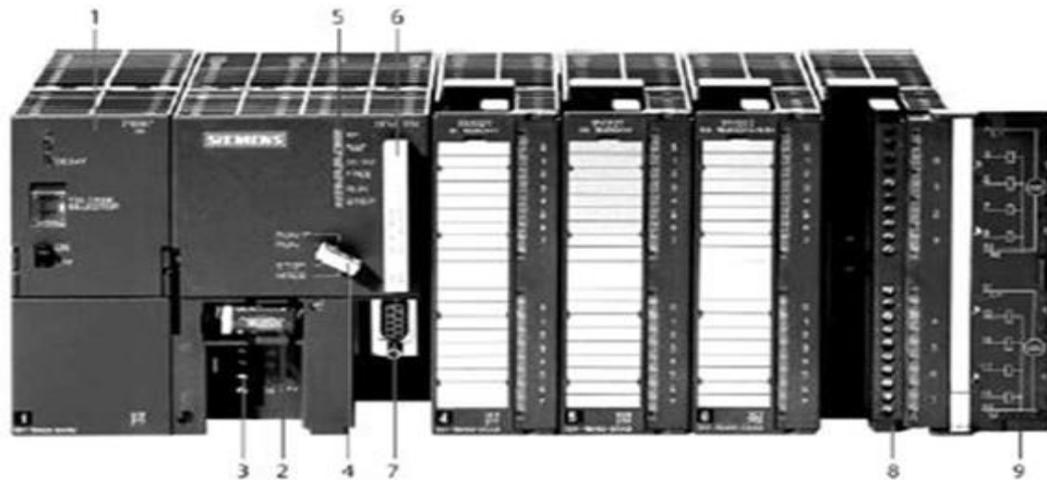


Figure III.2 : Automate modulaire siemens

- | | |
|--|--------------------------|
| 1 - Module d'alimentation. | 6 - carte mémoire. |
| 2 - Pile de sauvegarde interface. | 7 - multipoint. |
| 3 - Connexion au 24V cc. | 8 - connecteur frontal. |
| 4 - Commutateur de mode (à clé). | 9 - volet en face avant. |
| 5 - LED de signalisation d'état et de défauts. | |

III.2.3.2. Structure interne :

La structure interne d'un API est assez voisine de celle d'un système informatique simple, Les API comportent quatre parties principales :

- ✓ Une alimentation 230V AC, 50/60 Hz ; 24V (DC).
- ✓ Unité centrale (Processeur).
- ✓ Interfaces d'entrées / sorties.
- ✓ Mémoires.

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API). Ces quatre parties réunies forment un ensemble compact appelé automate [11].

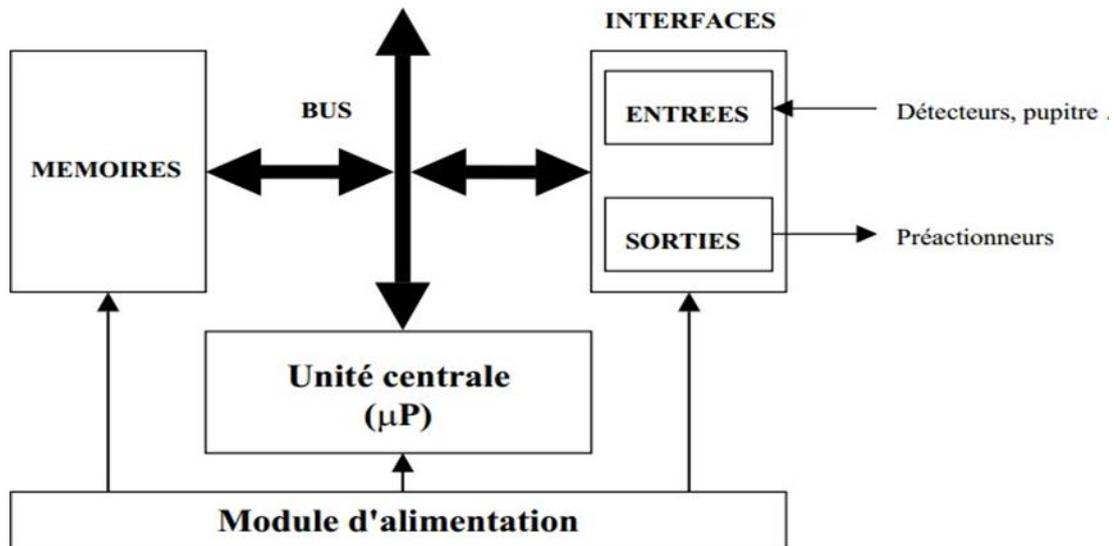


Figure III.3 : Structure interne d'un API

III.2.4. Description des éléments d'un API :

➤ L'alimentation

L'unité d'alimentation est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative (220V ou 110V) en une basse tension continue (24V, 5V...) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées sorties.

➤ Unité centrale (Processeur)

L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

Exemple : Si deux actions doivent être simultanées, l'API les traite successivement

➤ Interfaces d'entrées / sorties

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie en fonction du type d'automate. Les cartes d'entrées et de sorties sont modulaires, la modularité varie entre 8, 16 et 32 voies.

- ☑ **Les entrées TOR** : L'information ne peut prendre que deux états (Vrai/Faux, 0 ou 1). Elles permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, thermostats, fins de course, capteur de proximité....
- ☑ **Les sorties TOR** : Elles permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs tels que : vannes, contacteurs, voyants, afficheurs.
- ☑ **Les Entrées/Sorties numériques** : Utilisés pour les API haute ou moyenne gamme effectuant des traitements numériques. La longueur définit par la taille du mot mémoire de l'API (ex : 16 bits).
- ☑ **Les Entrées/Sorties analogiques** : Transforment une grandeur analogique en une valeur numérique et vice versa. La précision dépend du nombre de bits utilisés. Technologiquement, les EA/SA sont caractérisées par l'amplitude du signal analogique (typiquement 0/10V ou -10/+10V) et par le courant correspondant.

➤ La mémoire

Elle est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système, qui sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates deux types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- **La mémoire Langage** où est stocké le langage de programmation. Elle est en général en lecture seulement (ROM : mémoire morte).
- **La mémoire Travail** utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, c'est la RAM (mémoire vive). Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).

III.3. Principe général de fonctionnement d'un API :

L'automate lit en permanence et à grande vitesse des instructions du programme dans la mémoire. Selon la modification des entrées, il réalise les opérations logique entre les informations d'entrées et de sorties. Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10ms. Ce temps est très inférieur au temps d'évolution d'une séquence.

III.3.1. Programmation d'API :

La programmation d'un API consiste à traduire dans le langage spécialisé de l'automate, les équations de fonctionnement du système à automatiser. Parmi les langages normalisés, on cite quelques-uns des plus connus et plus utilisés :

❖ Langage à contacts (LD : Ladder diagram) :

Langage graphique développé

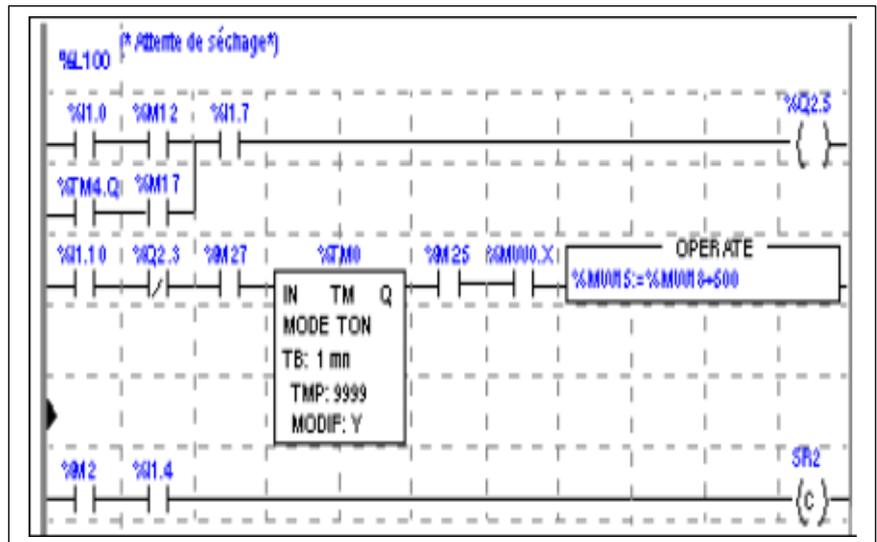
Pour les électriciens.

Il utilise les symboles tels que :

Contacts, relais et blocs fonctionnels

Et s'organise en réseaux (labels).

C'est le plus utilisé.



❖ Liste d'instructions (IL : Instruction list):

Langage textuel de même nature que l'assembleur

(Programmation des microcontrôleurs).

Très peu utilisé par les automaticiens.

```
! %L0: LD      %I1.0
      ANDN   %M12
      OR (   %TM4.Q
      AND   %M17
      )
      AND   %I1.7
      ST    %Q2.3
! %L5: LD      %I1.10
      ANDN   %Q2.3
      ANDN   %M27
      IN    %TM0
      LD    %TM0.Q
      AND   %M25
      AND   %M000.X
      [%M005 := %M008 + 500]
```

❖ Langage littéral structuré (ST :

Structured Text) :

Langage informatique de même nature que le

Pascal, il utilise les fonctions comme *if ... then ...*

else ... (si ... alors ... sinon ...) Peu utilisé par les automaticiens.

```
IF %M0 THEN
  FOR %M0099 := 0 TO %I1 DO
    IF %M00100 [%M0099] > 0 THEN
      %M0010 := %M00100 [%M0099];
      %M0011 := %M0099;
      %M1 := TRUE;
      EXIT;          (*Sortie de la boucle FOR*)
    ELSE
      %M1 := FALSE;
    END_IF;
  END_FOR;
ELSE
  %M1 := FALSE;
END_IF;
```

❖ *Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram) :*

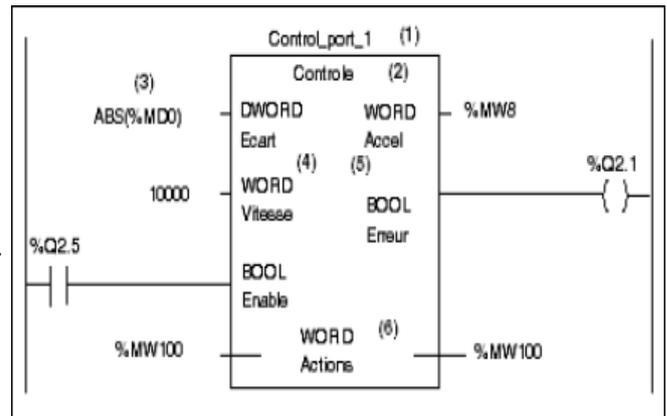
Langage graphique ou des fonctions

Sont représentées par des rectangles

Avec les entrées à gauche et les sorties à droites.

Les blocs sont programmés (bibliothèque)

ou programmables. Utilisé par les automaticiens.



Généralement, les constructeurs d'API proposent des environnements logiciels graphiques pour la programmation [12].

III.4. Utilité de l'api (s7 300) dans le système auto-nettoyage :

Le principe est de remplacer les 10 cartes de commandes par un api en lui donnant 3 entrées essentielles (delta P humidité l'horloge) et 300 sorties chacune commande une électrovanne qui à son tour nettoie 2 filtres et 6 autres sorties qui commandent les six ventilateurs qui nous aident à extraire la poussière vers l'extérieur.

Cette nouvelles méthode nous permet de développer notre système d'auto-nettoyage et de le rendre plus performant et qui dure longtemps.

Et donc nous nous sommes débarrassées des vieilles cartes de commandes qui rendaient notre système obsolètes et fragile.

III.5. La programmation du système auto-nettoyage par logiciel

STEP 7 :

STEP 7 est le logiciel d'ingénierie de Siemens qui permet de programmer des automates de la gamme Siemens.

Les automates de la série 7 se programment grâce au logiciel STEP 7 sous Windows (7). La liaison entre la console et l'automate se fait au moyen du réseau MPI.

Lancement du logiciel de programmation: Il faut lancer le SIMATIC Manager.

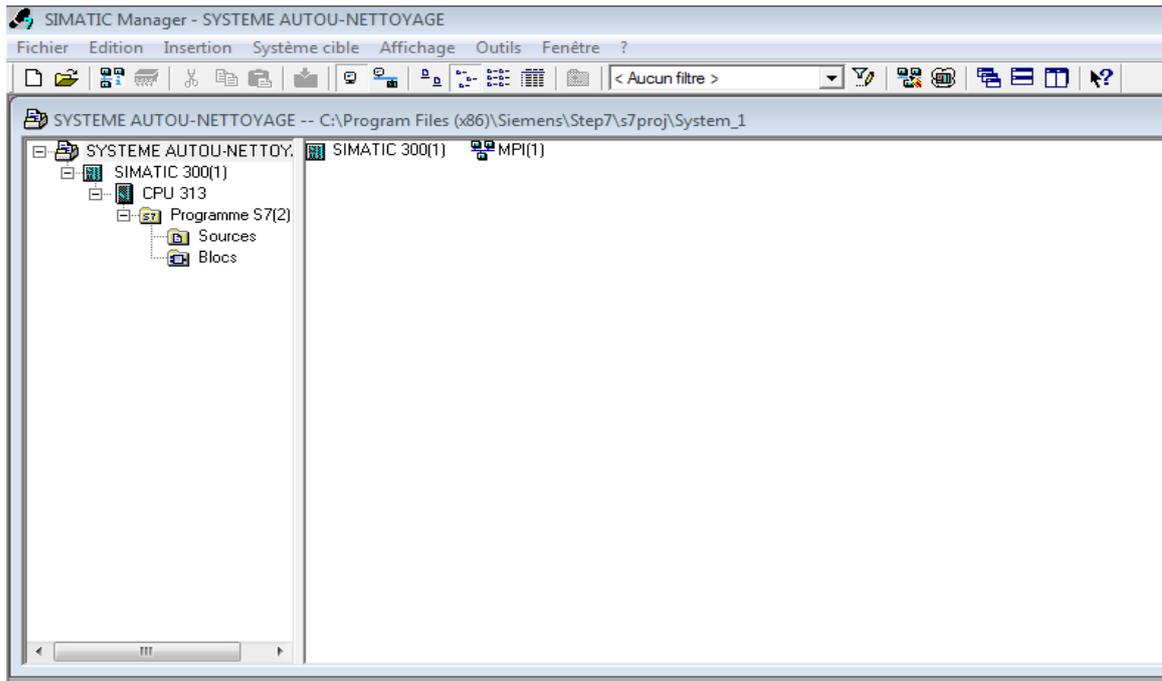


Figure III.4: SIMATIC S7 manager

Les programmes sont mémorisés et regroupés en PROJETS. Dans un projet, il y a plusieurs niveaux:

- Au niveau 1, on trouve le nom de projet (ex : système auto-nettoyage). Le projet contient d'une part les stations connectées (Station SIMATIC 300) et le ou les réseaux configurés (réseau MPI (1)).
- Au niveau 2, on accède à la définition de la station : le type de CPU (CPU 313) et la station de configuration (Matériel).

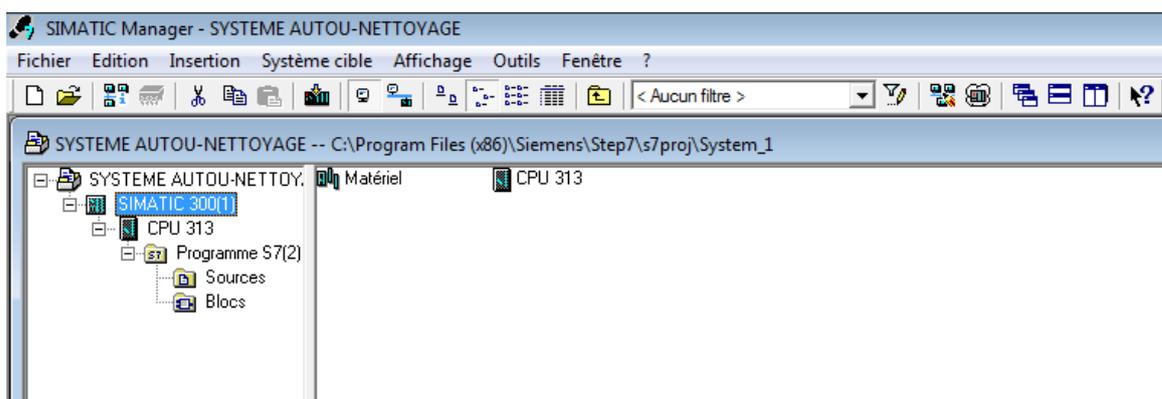


Figure III.5 : Niveau 2, configuration de la station

- Au niveau 3, on accède aux différents programmes (Programmes S7) et à la table des connexions définies pour le réseau (Liaisons).

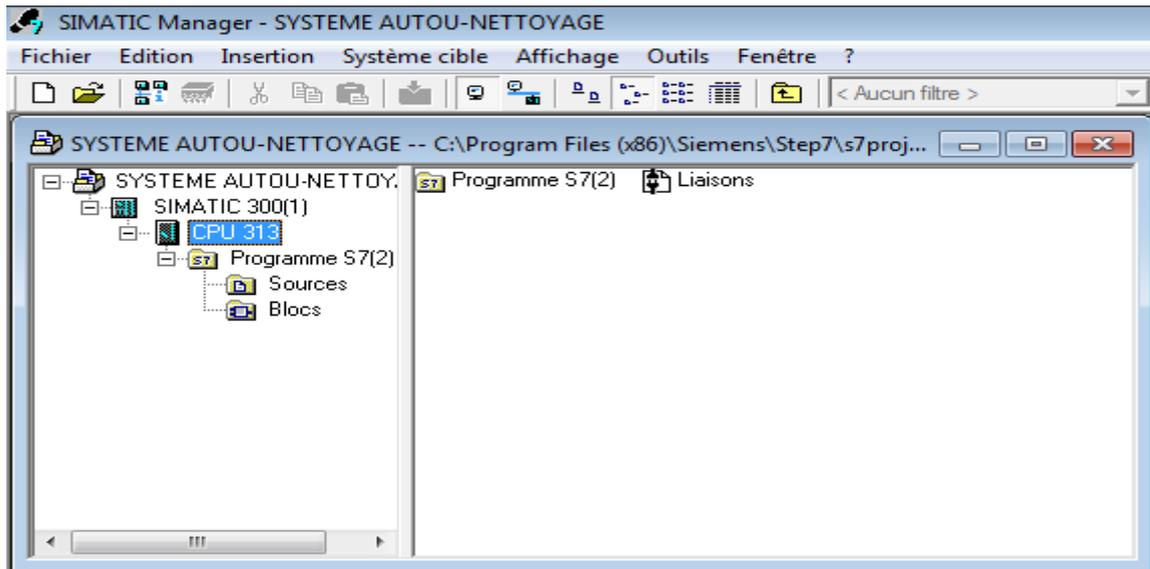


Figure III.6 : Niveau 3, niveau de la CPU

- Au niveau 4, on accède à

- aux sources externes éventuelles (répertoire Sources) comme des fichiers textes en listes d'instructions,
- à la table des mnémoniques (fichier Mnémoniques)

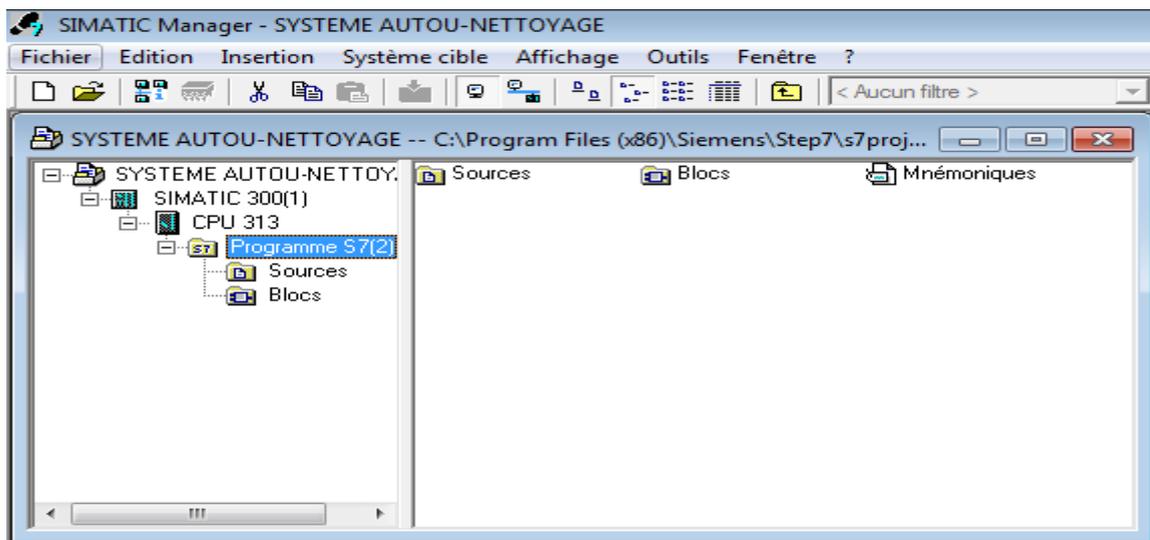


Figure III.7 : Niveau 4, niveau des programmes

- Au niveau 5, on accède au programme proprement dit (blocs d'instructions OB, FC,...) les blocs fonction (fb1.....)

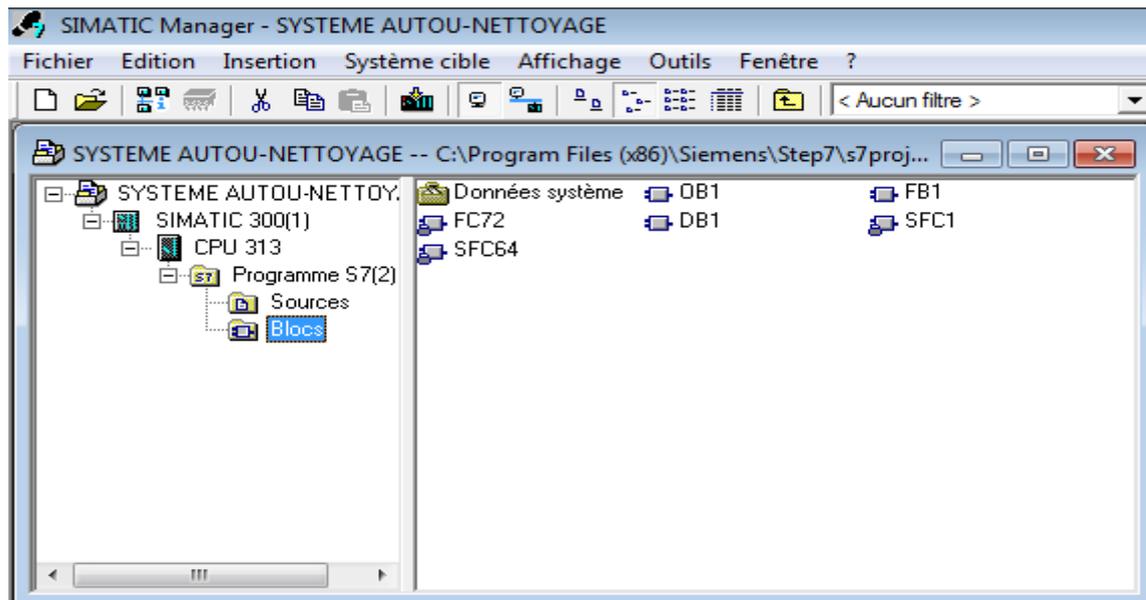


Figure III.8 : Niveau 5, les blocs de programme

III.5.1 Configuration de la station :

La configuration consiste à sélectionner un emplacement libre et à choisir un équipement dans le catalogue du matériel. En ce qui concerne la configuration de la station S7-300.

En plus de l'alimentation, un module d'entrées à 16 entrées numérique DI (digital input) Deux modules de sortie numérique d'une capacité de 32 et 08 sorties DO (digital output)

Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adress...	C...
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0					
2	CPU 313	6ES7 313-1AD00-0AB0		2			
3							
4	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			0..1		
5	DO32xDC24V/0,5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				4..7	
6	DO8xDC24V/0,5A	6ES7 322-8BF80-0AB0				8	
7							
8							
9							
10							
11							

Figure III. 9 : Configuration matérielle de la station S7-300

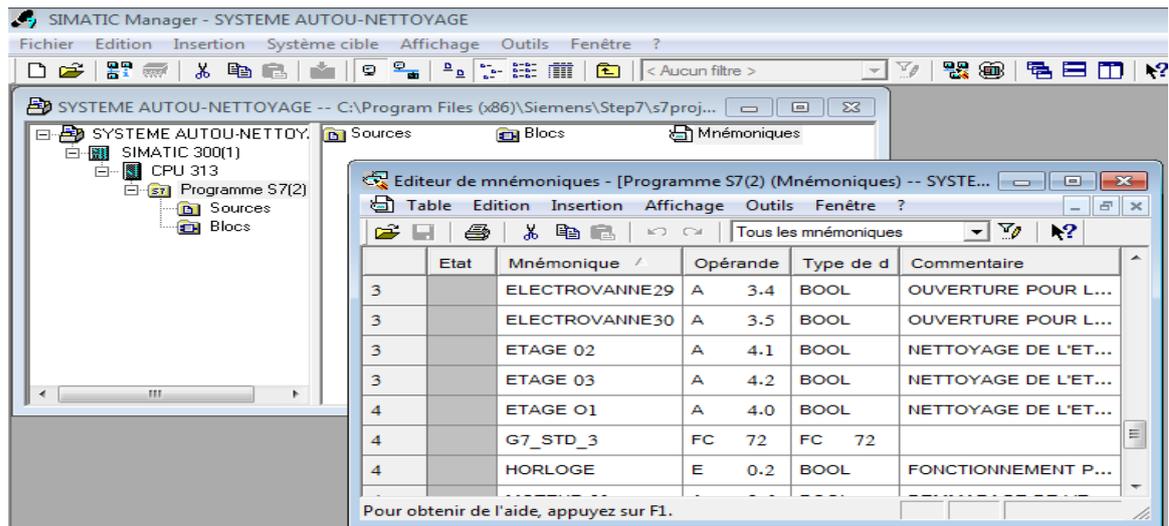


Figure III.10 : Edition des mnémoniques

Edition des mnémoniques : Les mnémoniques sont des noms que l'on peut donner aux variables afin de faciliter la programmation en affectant des noms parlant plus faciles à retenir. Ils améliorent la lisibilité du programme et servent également de documentation. Les mnémoniques se définissent au niveau 4 en double-cliquant sur l'icône "Mnémonique". On accède alors à l'éditeur des mnémoniques.

III.5.2 Blocs de programme

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC.

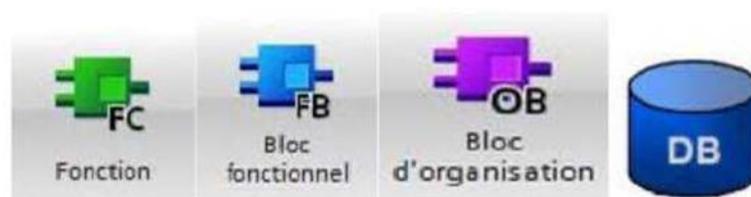


Figure III.11 : Les différents blocs de programmation

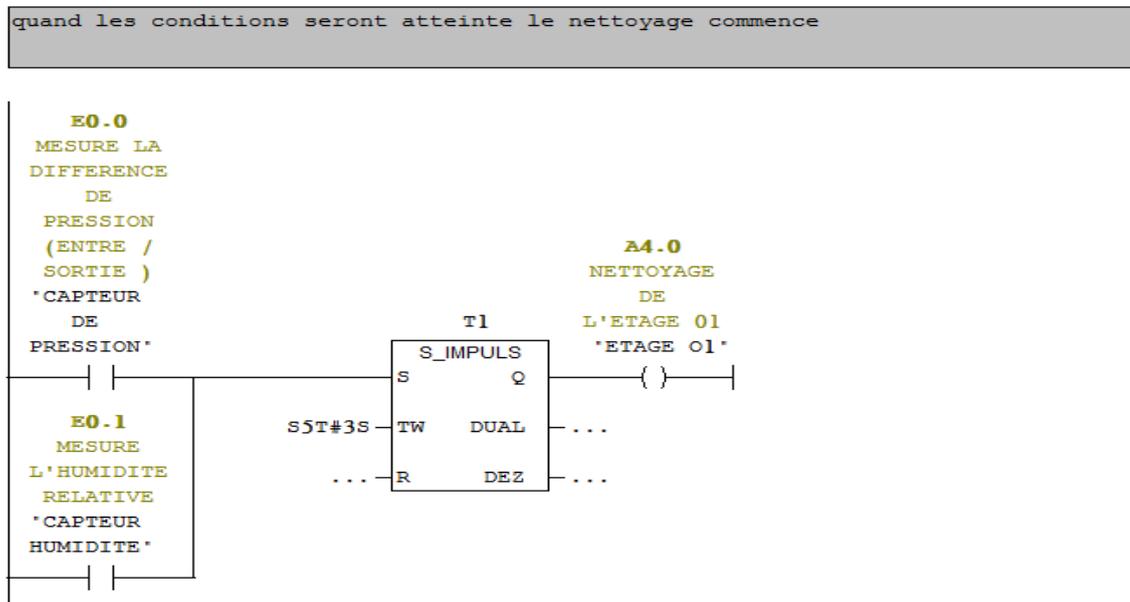
❖ **Les blocs d'organisation OB** : sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les événements suivants :

- Comportement au démarrage
- Exécution cyclique du programme.
- Exécution du programme déclenchée par des alarmes (cyclique, processus, diagnostic,...).
- Traitement des erreurs.

Pour que le traitement du programme démarre, le projet doit posséder au moins un OB cyclique (par exemple l'OB 1).

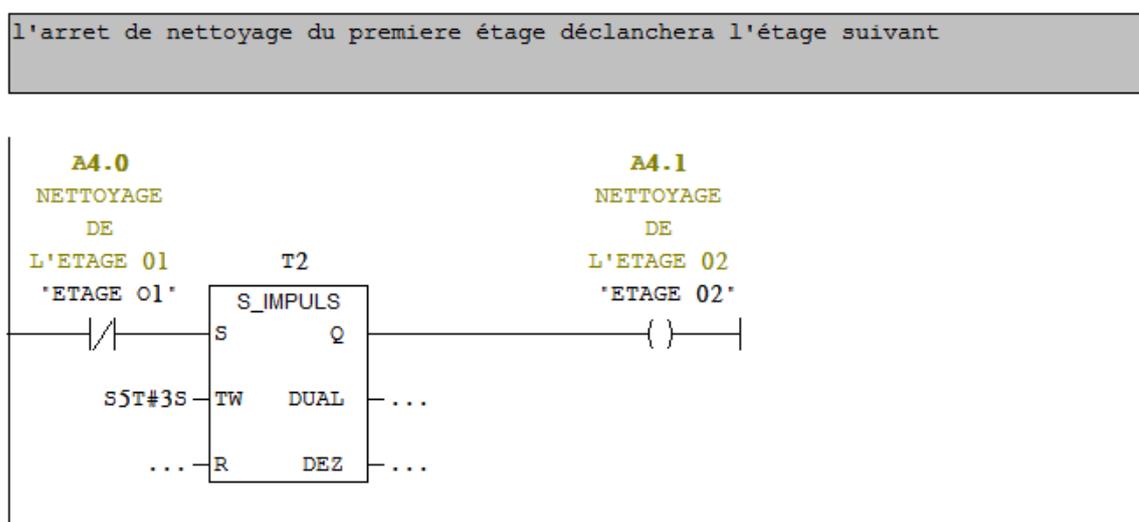
- ❖ **Les blocs fonctionnels FB** : sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs.
 - ❖ **Les blocs de donnée DB** : sont des zones données du programme utilisateur qui contiennent des données utilisateur. (DB d'instance = mémoire du FB).
- Le bloc d'organisation OB1 est réalisé avec Le langage de programmation LADER

Réseau 3 : NETTOYAGE DE L'ETAGE 01



La sortie A4.0 c'est l'entrée des premiers 10 électrovannes (1....10)

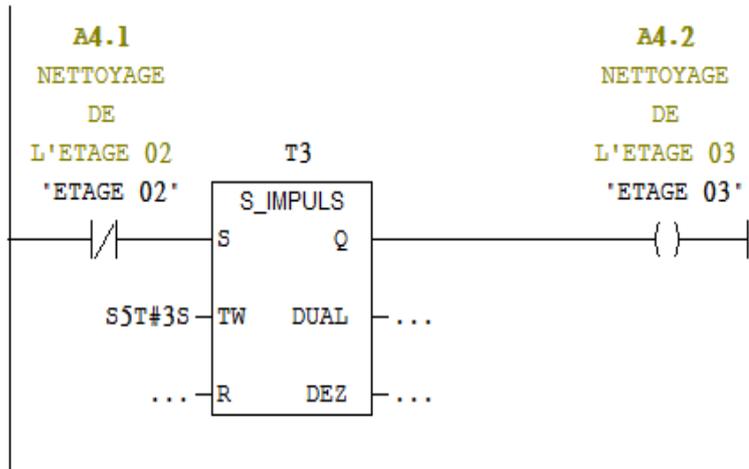
Réseau 5 : NETTOYAGE DE L'ETAGE 02



La sortie A4.1 c'est l'entrée de l'étage 02 (11.....20 électrovannes)

Réseau 7 : NETTOYAGE DE L'ETAGE 03

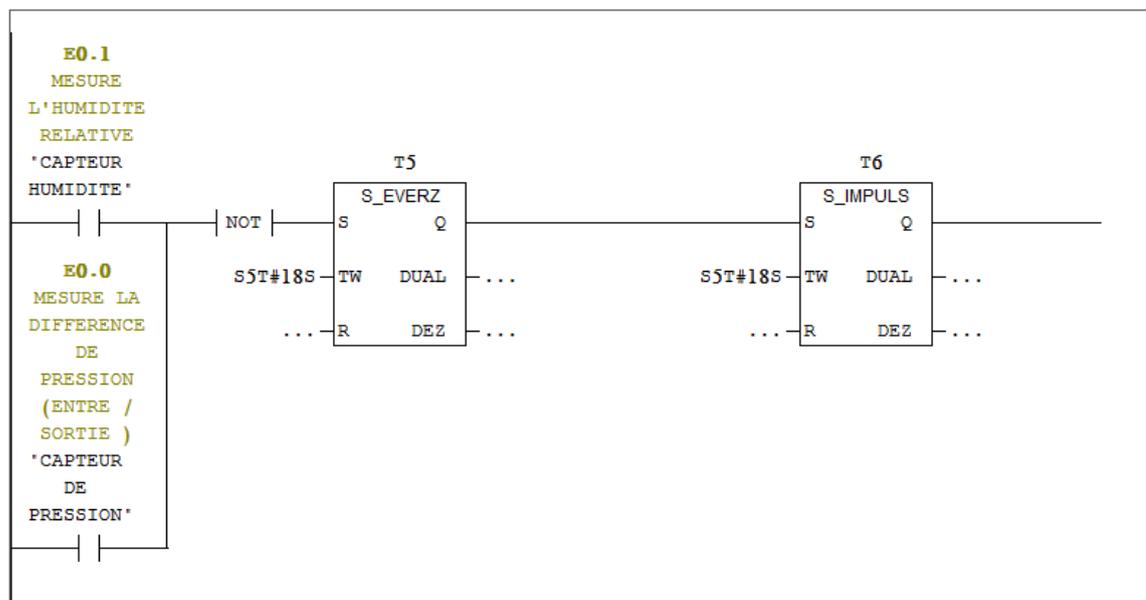
l'arrêt de nettoyage du deuxième étage déclanchera l'étage suivant



La sortie A4.2 c'est l'entrée de l'étage 03 (21.....30 électrovannes)

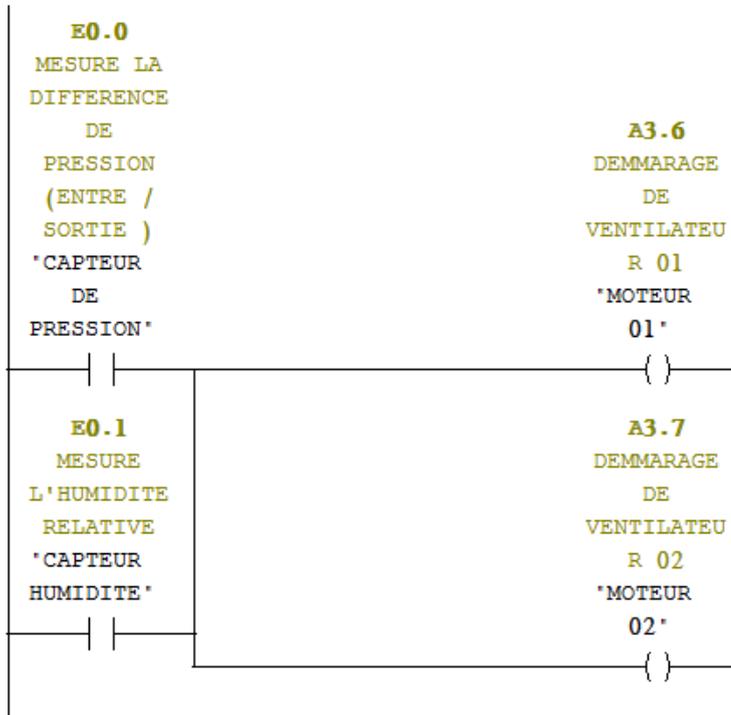
Réseau 8 : L'HORLOGE

Le système du nettoyage démarre une heure chaque jour régler grace a l'horloge



Réseau 2 : DEMMARRAGE DES VENTILATEUR 01 ET 02

démarrage sera lancer au moment du déclenchement du cycle du nettoyage



Pour bien finir le nettoyage les ventilateurs font extraire la poussière vers l'extérieur

III.6. Modélisation du fonctionnement de système auto-nettoyage :

Dans notre système on va utiliser le langage Ladder pour programmer l'API et on va l'associer au Graphcet pour nous aider à visionner le fonctionnement général de notre système.

III.6.1. Présentation de l'outil GARAF CET :

Le GRAFCET, langage de spécification, est utilisé par certains constructeurs d'automate (Schneider, Siemens) pour la programmation. Parfois associé à un langage de programmation, il permet une programmation aisée des systèmes séquentiels tout en facilitant la mise au point des programmes ainsi que le dépannage des systèmes.

- ❖ Le bloc fonctionnel FB1 réalise par le langage GREFCET

Réseau 9 : LE BLOC FONCTIONNEL

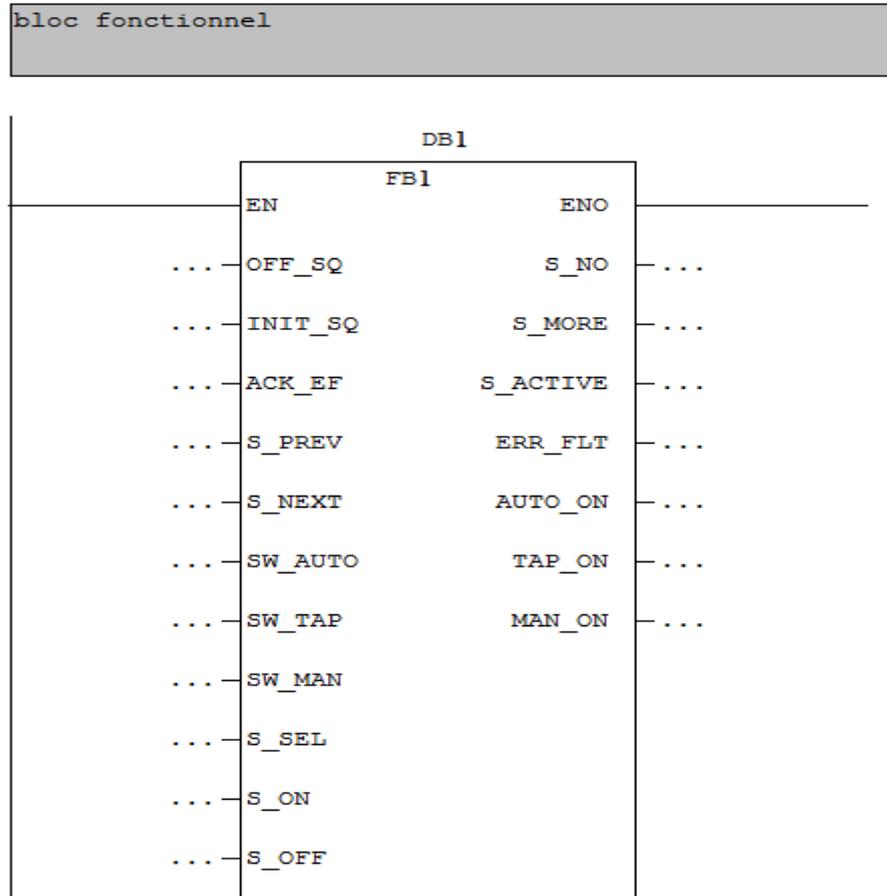
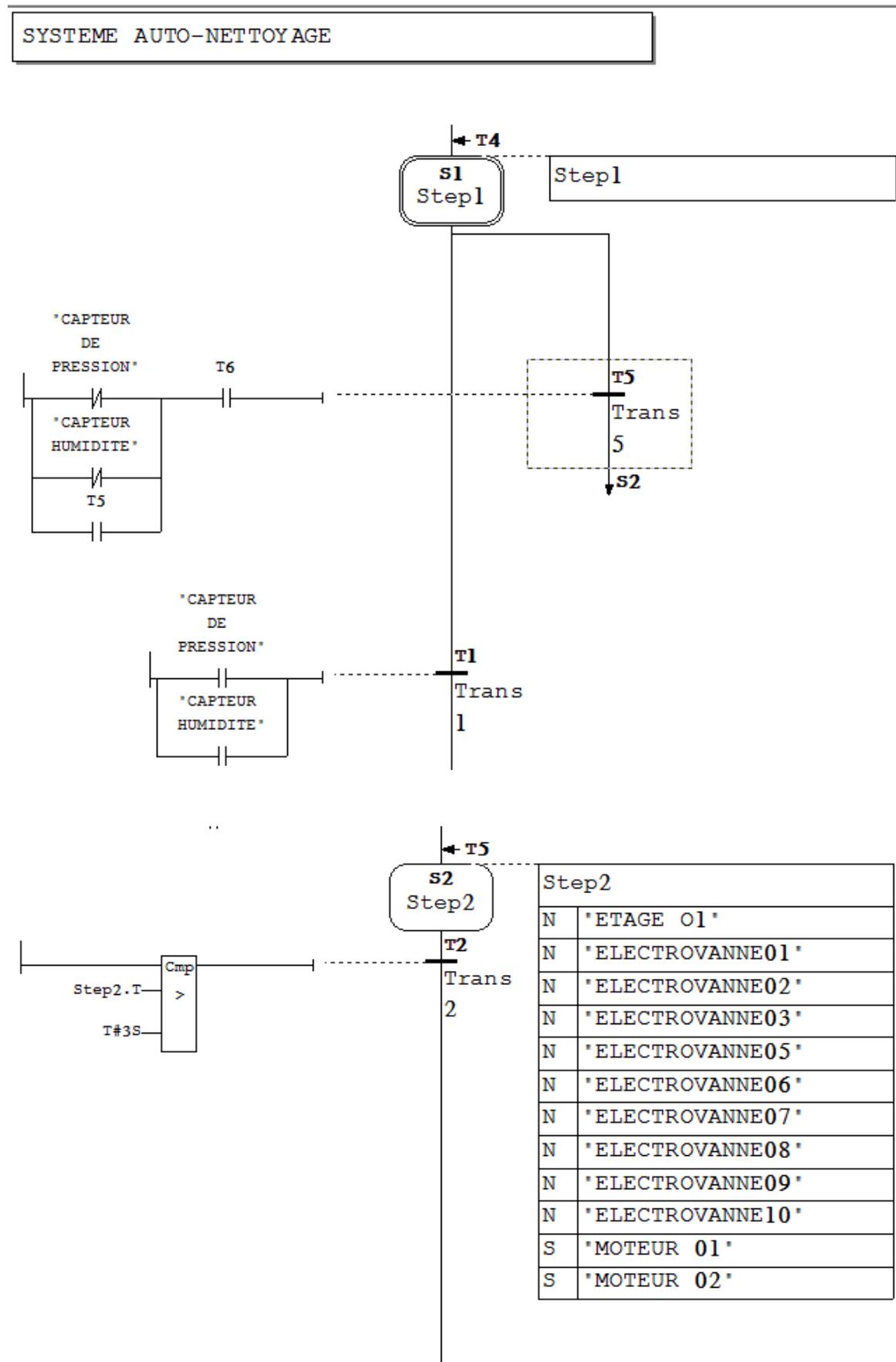


Figure III.12:Le bloc fonctionnel

III.6.2 Modélisation du système auto-nettoyage :



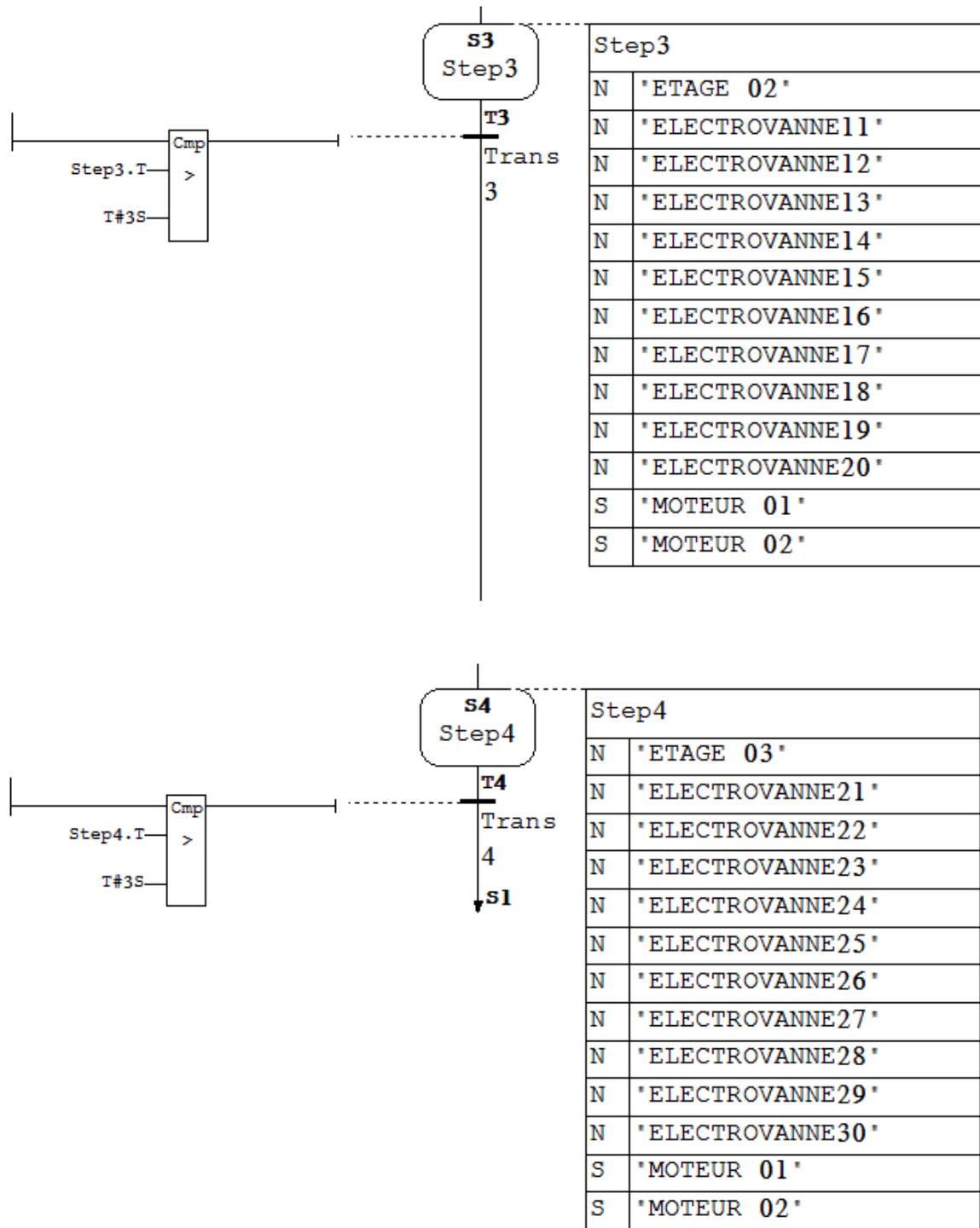


Figure. III.13 : modélisation du fonctionnement de système auto-nettoyage

III.7 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude générale sur les automates programmables ainsi que leur méthode de fonctionnement et les différents langages de leur programmation (GRAFCET & LADDER).

On remplaçant les carte de commande par l'API S7-300 nous permettra de faciliter le fonctionnement du système et de le rendre performant et durable.

Conclusion générale

La société SONELGAZ de production d'électricité nous a donné l'opportunité d'effectuer notre stage pratique durant lequel on a pu mettre en pratique nos connaissances acquises durant notre cursus universitaire.

La réalisation de ce mémoire nous permis d'acquérir des connaissances sur le rôle de turbine à gaz, et le rôle des opérations de révision général dans leur impact sur les performances énergétiques.

Les objectifs principaux de cette maintenance et de ses gains sont de prolonger la durée de vie de la machine, d'améliorer la production et d'assurer le bon fonctionnement de la machine.

Le but de notre travail consiste a perfectionné le système d'auto-nettoyage des filtres c'est pour cela on a remplacé les carte de commande des électrovannes par un api.

Ce travail a été accepté joyeusement par l'organisme de la société qui souhaite une telle procédure pour les systèmes auxiliaires.

La méthode des carte de commande est une méthode ancienne car leur durée de vie est très courte ce qui rend notre système obsolète. On les a remplacé par un api qui va limiter les panne du système et de le rendre plus efficace et durable.

On a utilisé le logiciel step7 pour la programmation de l'API grâce à deux langages le LADDER comme bloc d'organisation et le GRAFCET comme bloc de fonctionnement.

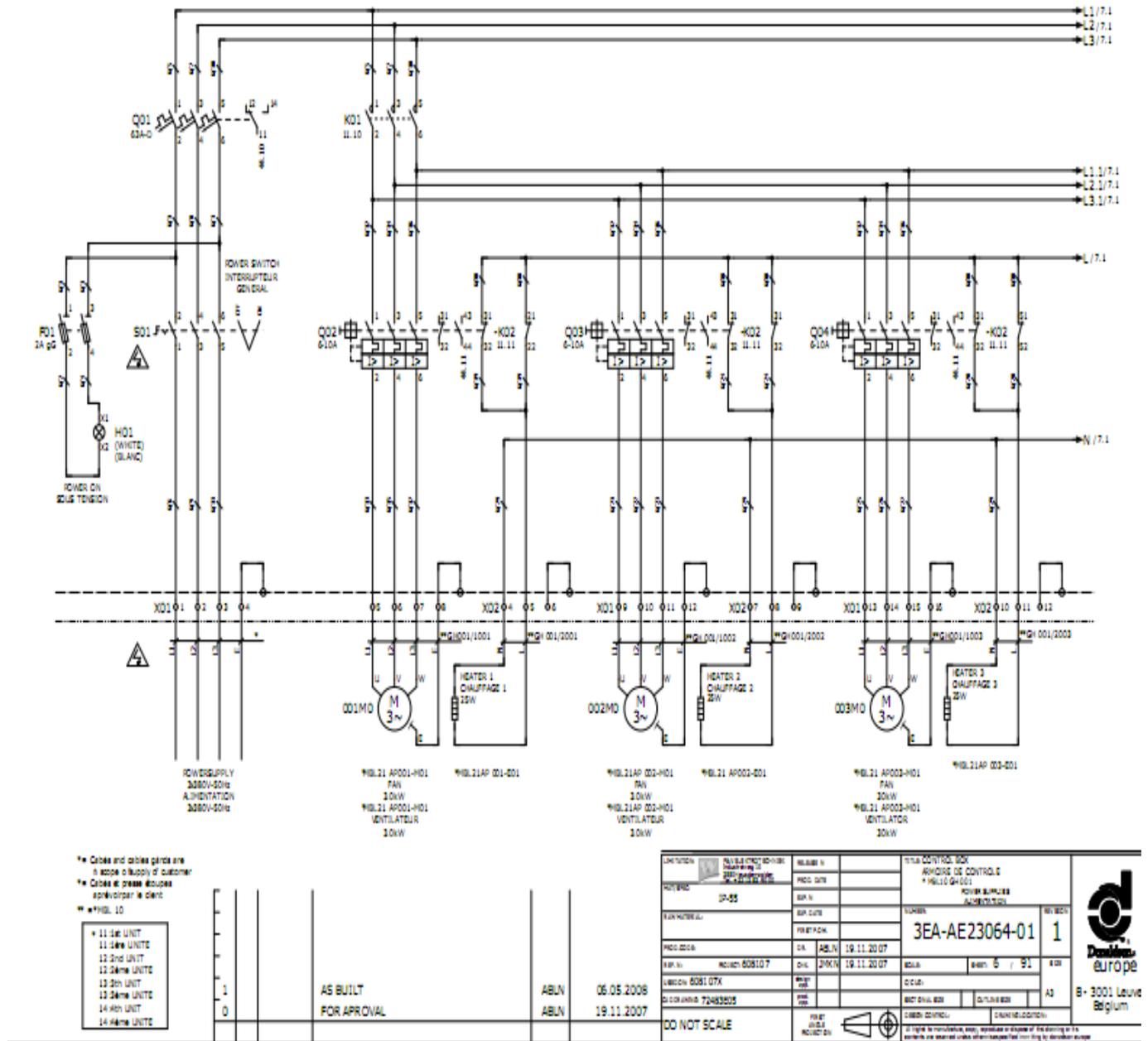
On s'est focaliser sur deux facteur principale, l'humidité et la pression si la différentielle de pression entre l'entrée et la sortie dépasse le seuil préregler le nettoyage commence, et il va continuer jusqu'à (delta P) diminue. Sachant qu'il y a un nettoyage périodique d'une heure chaque jour régler grâce à une minuterie et ça pour aider le système a bien fonctionné. Et pour bien terminer le travail on a six ventilateur au-dessous des filtres leur tâche est d'extraire la poussière vers l'extérieur.

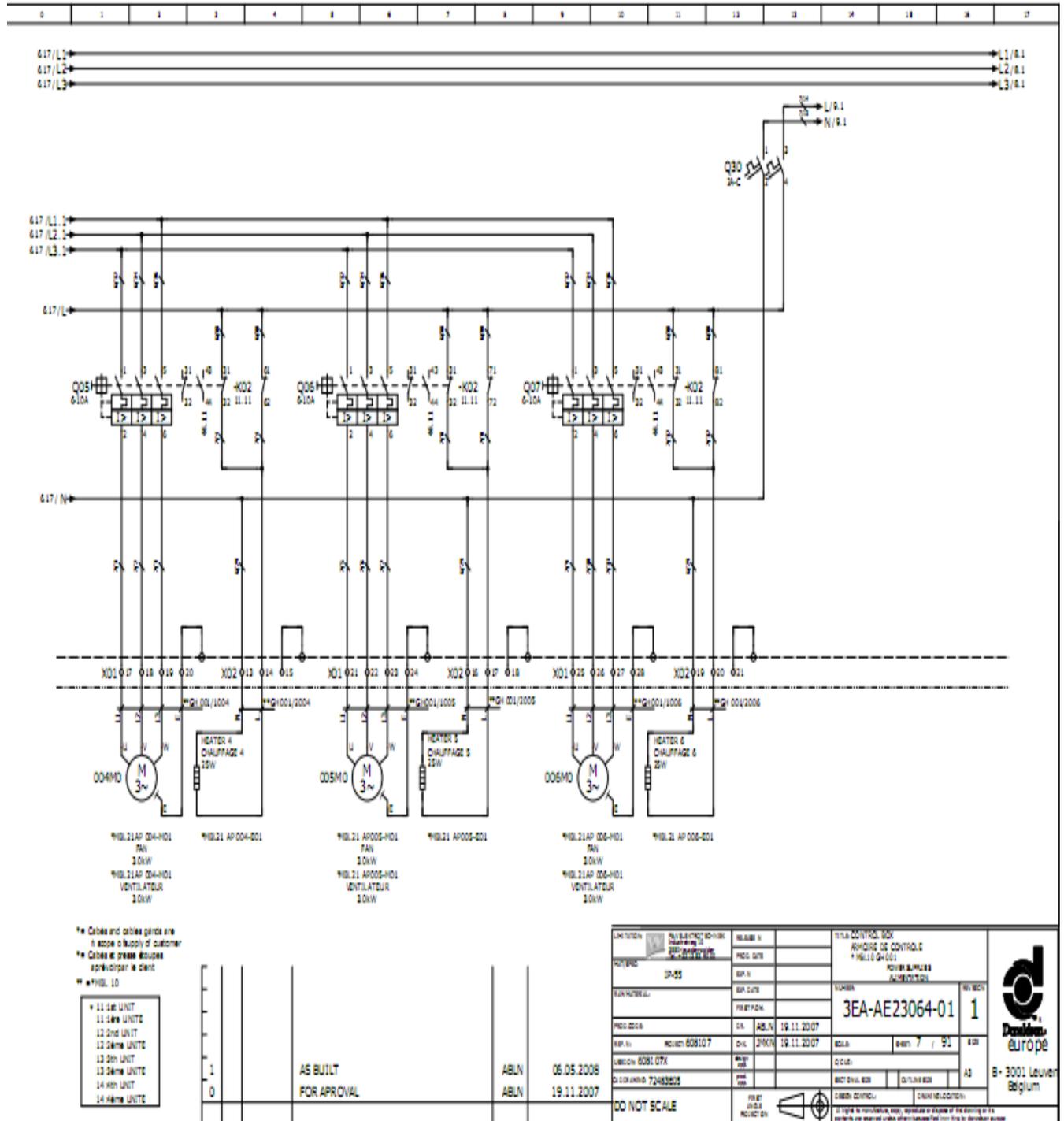
A travers ce stage pratique nous avons pu faire une cohésion entre nos connaissances théoriques acquises pendant notre carrière de formation et le domaine professionnel.

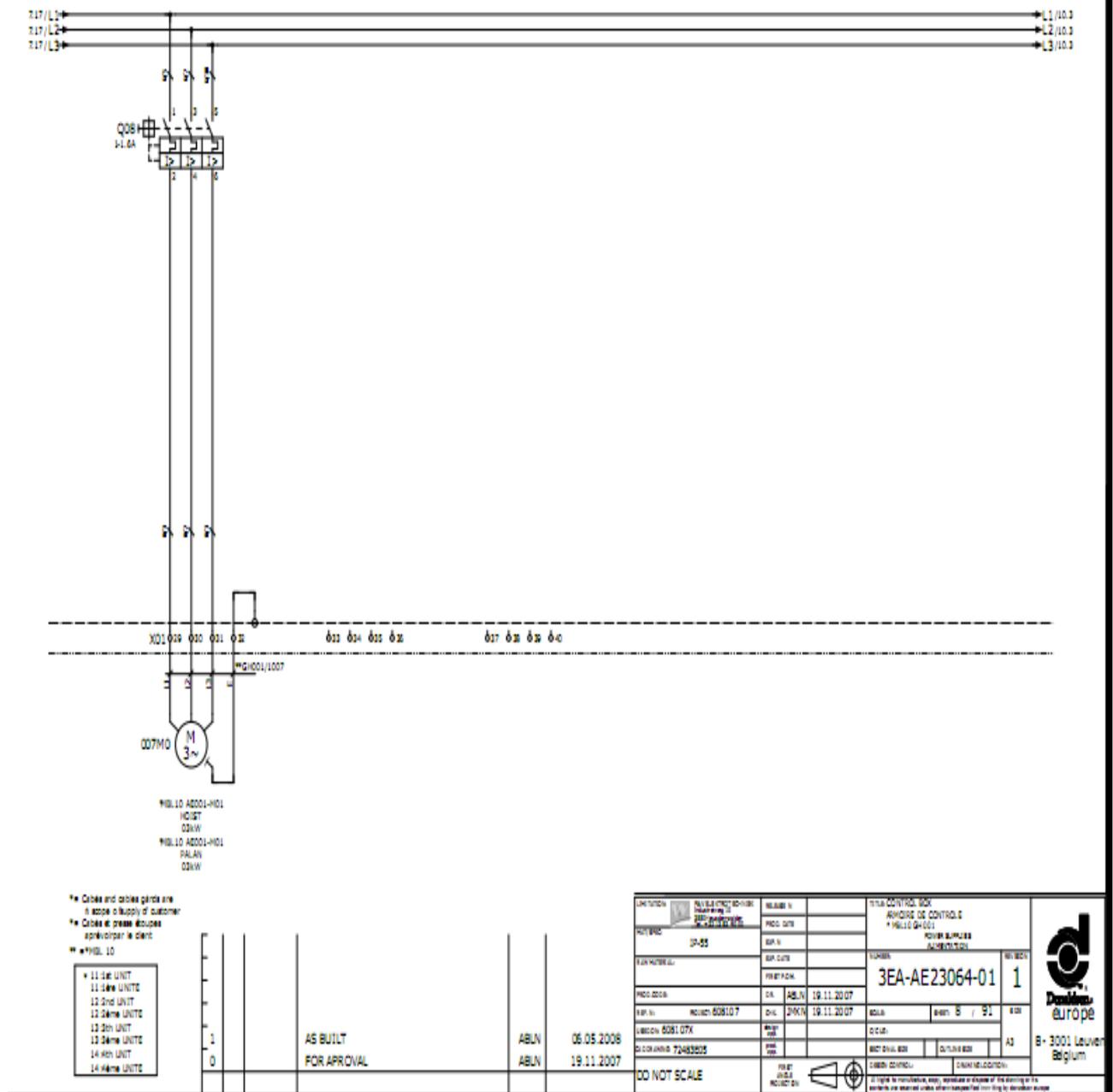
Annexes :

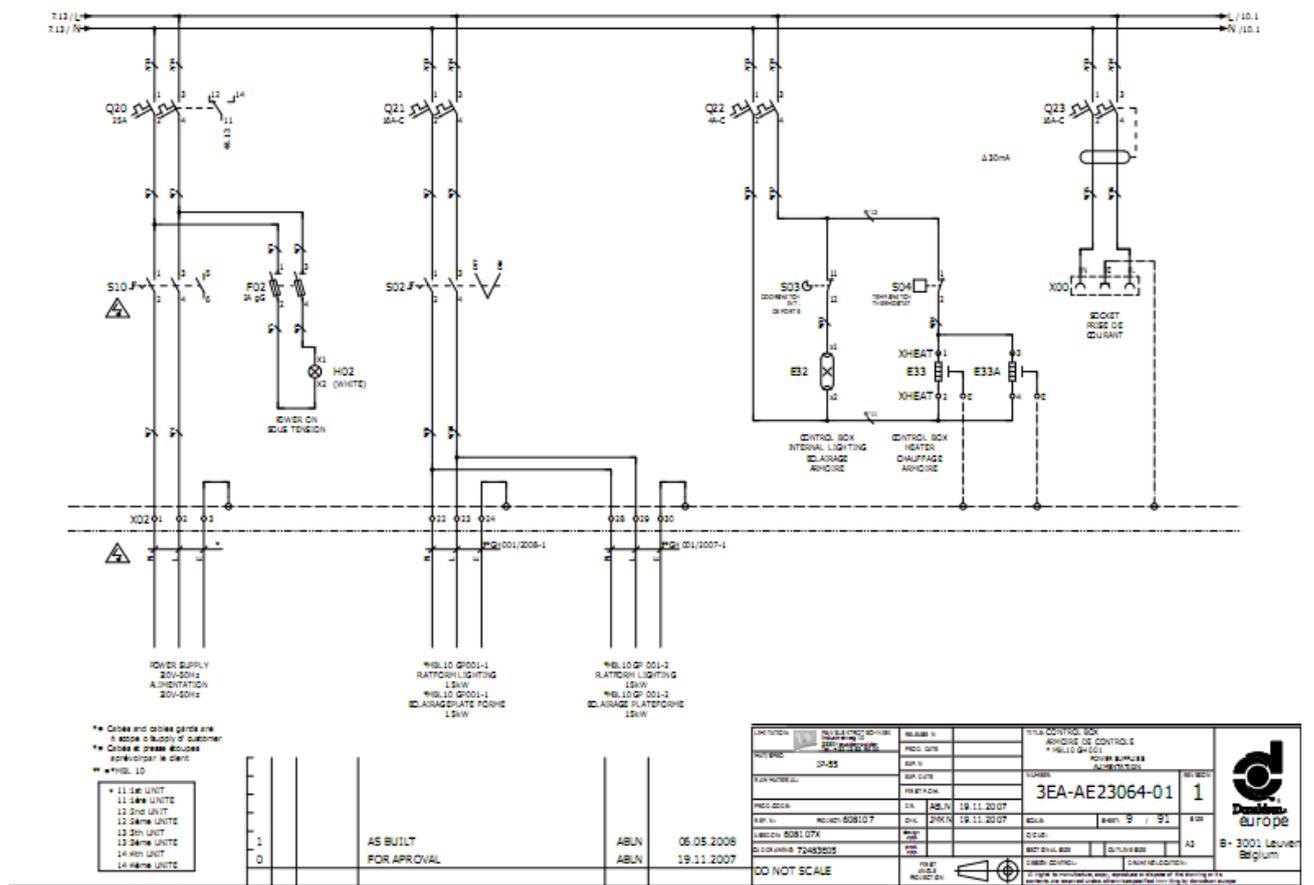
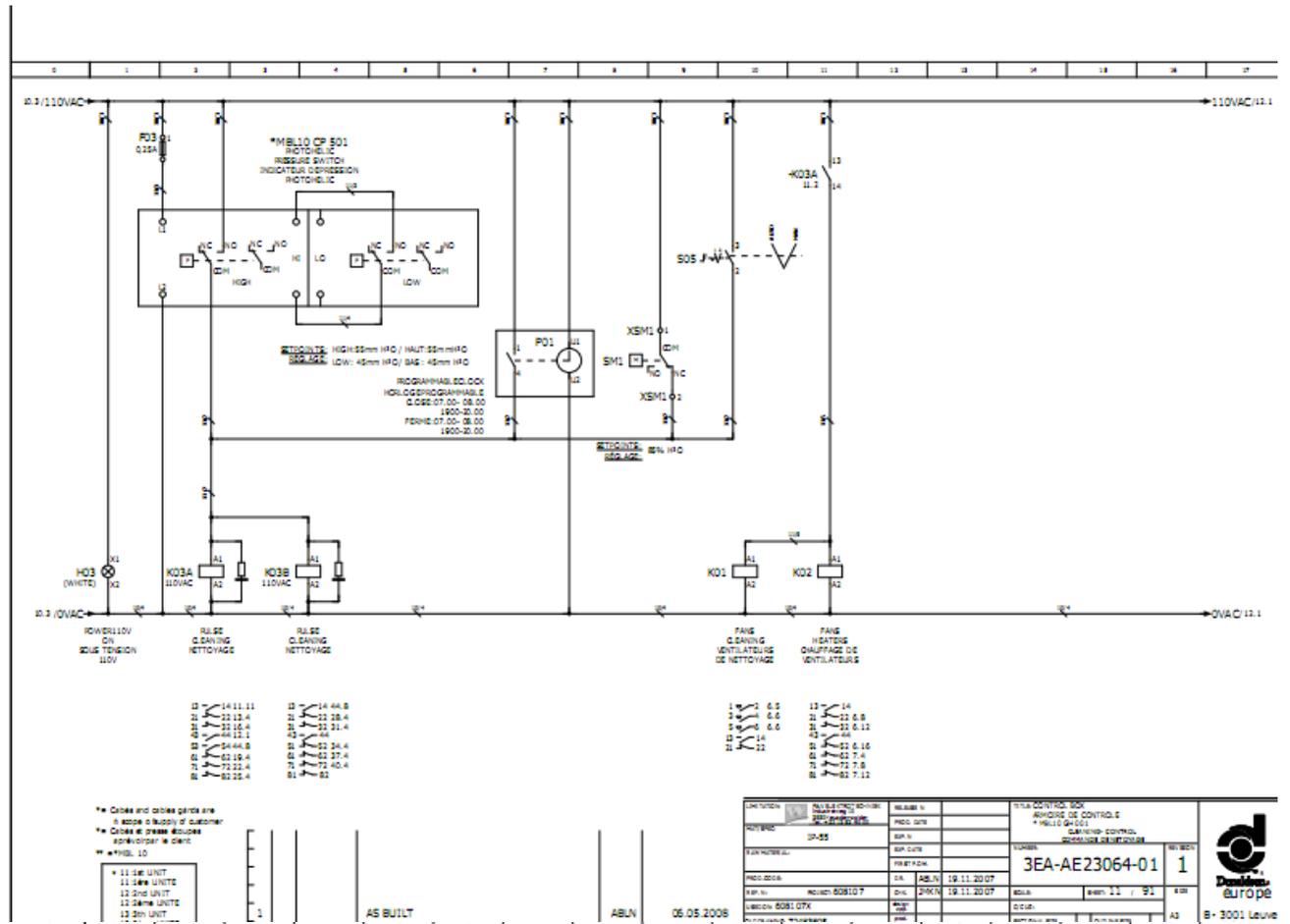
CODE	SYMBOL	DESCRIPTION
-PS		PRESSURE SWITCH PRESSIOSTAT
-S		PUSH BUTTON BOUTON-POUSOIR
-S		SELECTOR SELECTEUR
-X		SOCKET PRISE DE COURANT
-K		CONTACT CONTACT
-H		PILOT LIGHT LAMPE DE SIGNALISATION
-P		CLOCK HORLOGE
-S		TEMPERATURE SWITCH THERMOSTAT
SM		HUMIDITY SWITCH SONDE D'HUMIDITE
-Q		CIRXUIT BREAKER FOR MOTOR PROTECTION PROTECTION MOTEUR

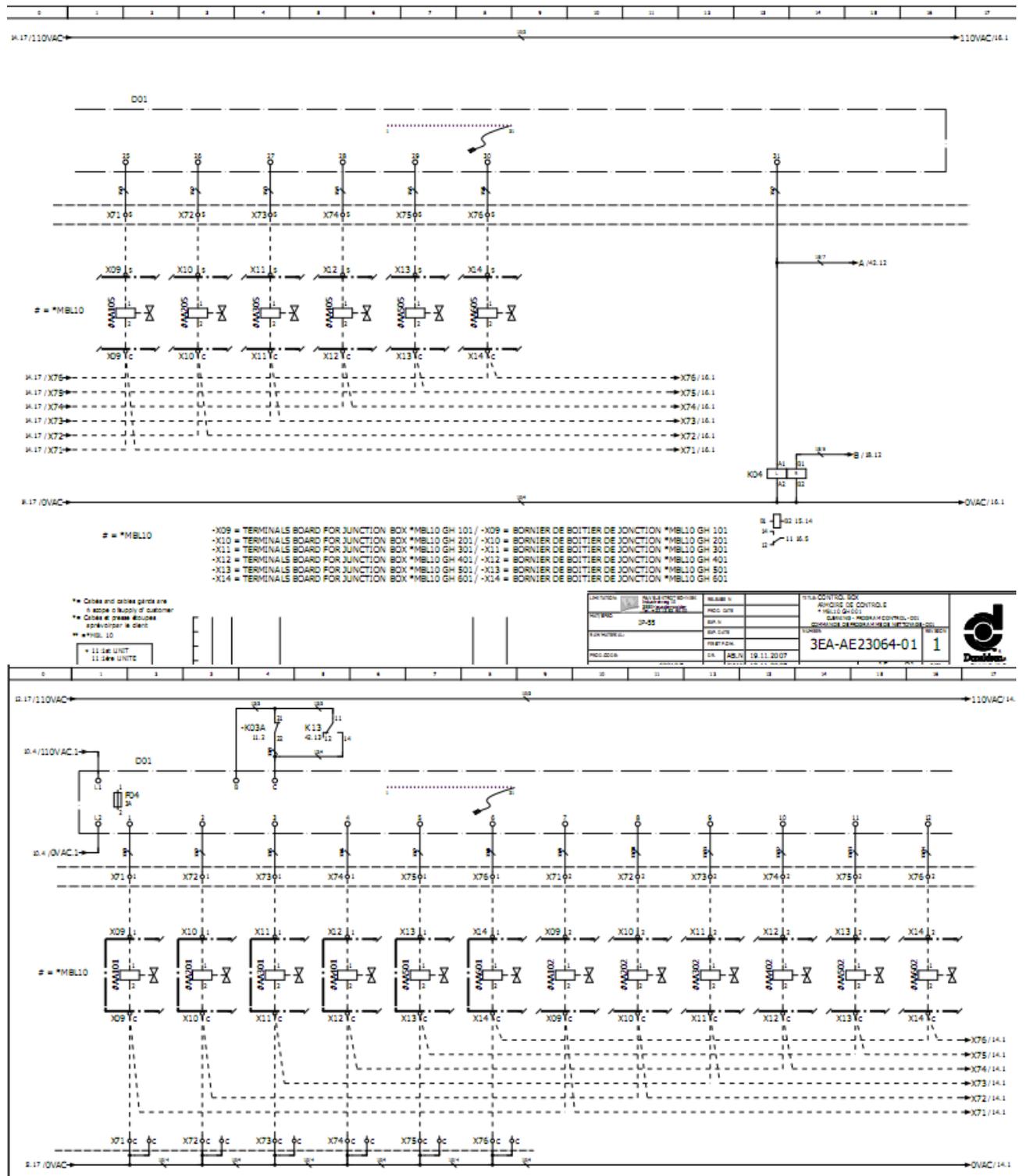
CODE	SYMBOL	DESCRIPTION
•Q		CIRCUIT BREAKER DISJONCTEUR
•F		FUSE FUSIBLE
•Q		DIFFERENTIAL BREAKER DISJONCTEUR DIFFERENTIEL
•S		SWITCH INTERRUPTEUR
•S		DOORSWITCH INTERRUPTEUR PORTE
•E		INTERNAL LIGHTING ECLAIRAGE INTERIEUR
•E		HEATER CHAUFFAGE
•T		TRANSFORMER TRANSFORMATEUR
•K		RELAY RELAIS
•X		TERMINAL BORNE DE RACCORDEMENT



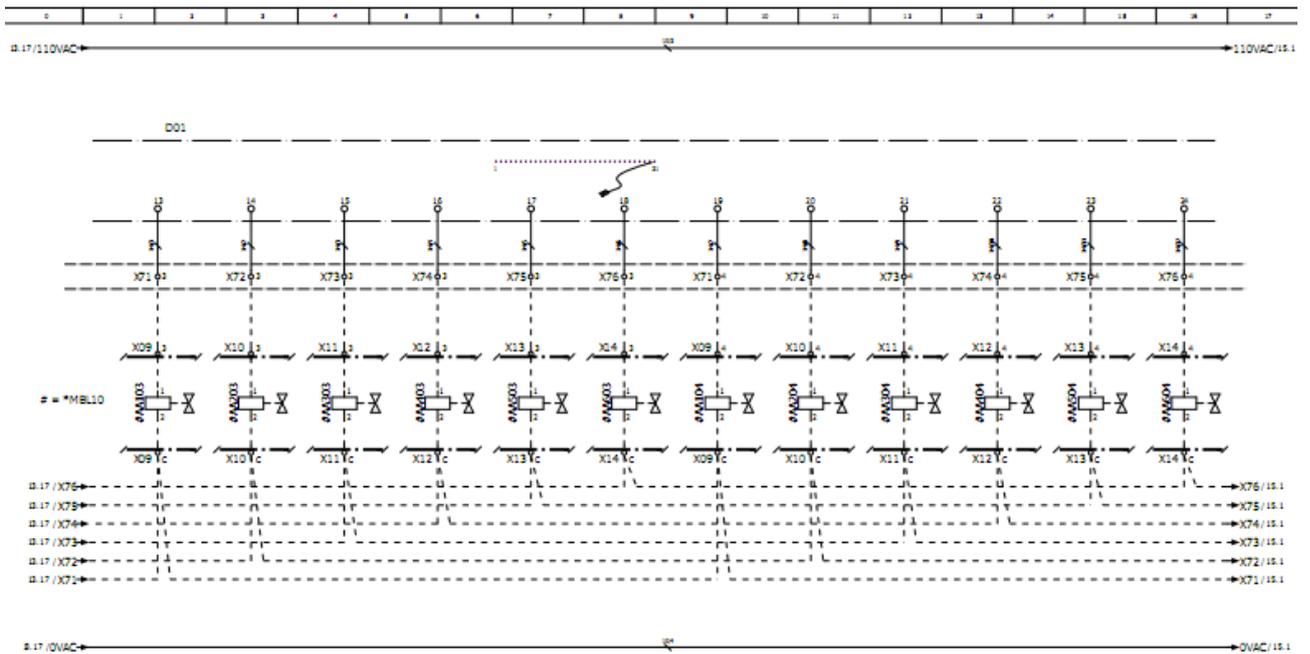




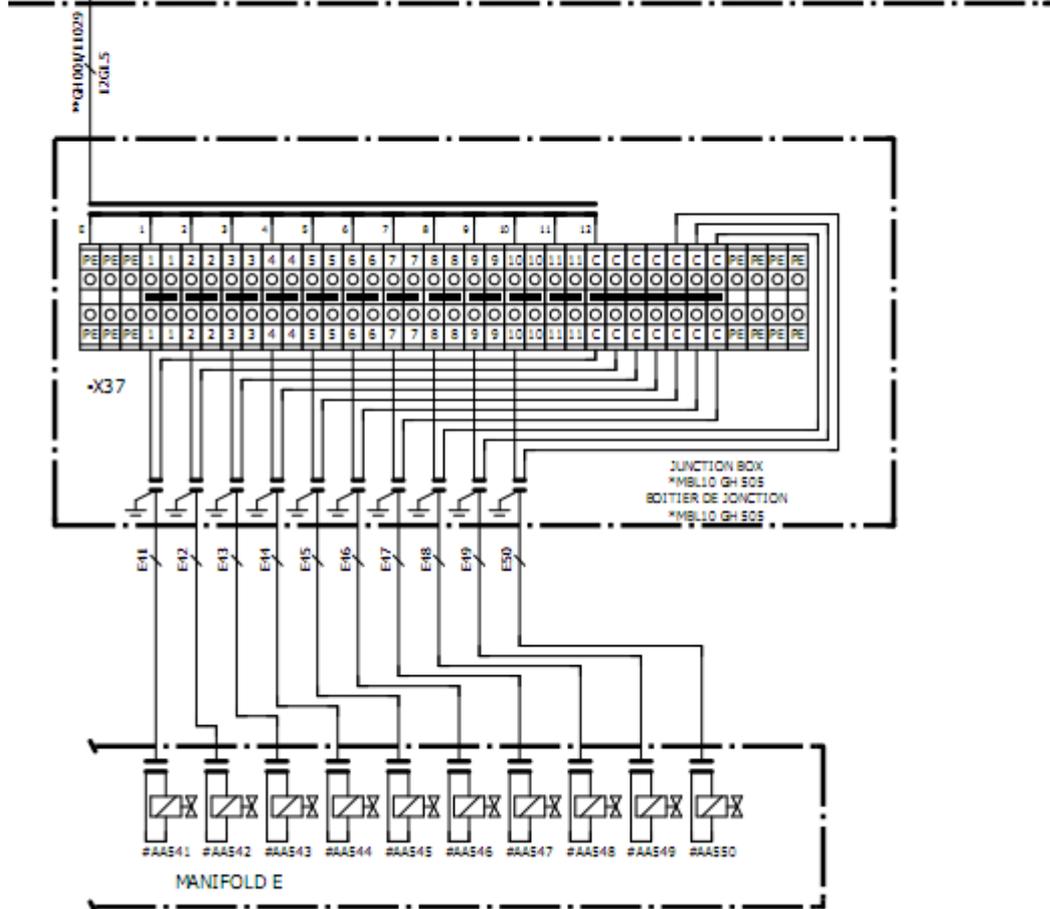




Annexes



CONTROL BOX
ARMOIRE DE CONTROL



Référence Bibliographiques

- [1] Documentation «centrale turbine à gaz V94.2», de L'AREBAA (SPE).
- [2] B. Mohamed, B. Mourad, «Contrôle et commande d'un démarrage en noir d'une turbine à gaz (Black Start)», mémoire de fin d'étude de master en Département d'Électronique, Université de Blida, (juin 2017).
- [3] A. Benadir, « Calcul énergétique de l'installation hybride thermique pour la Production d'électricité», mémoire de fin d'étude de master en systèmes énergétiques et développement durable, Université de Mohamed Khider de Biskra (juin 2013).
- [4] B. Abedlaali, «Calcul énergétique de l'installation hybride thermique pour la production d'électricité», mémoire de fin d'étude de master en Département Mécanique, Université de Biskra, (juin 2013).
- [5] H. Othman «fonctionnement d'une centrale électrique turbine à gaz », Rapport de stage, Université de Alger (USTHB), (2014).
- [6] «présentation d'une centrale turbine à gaz V94.2», Rapport de stage, de l'arbaa (SPE), (2013).
- [7] Frank J. Brooks, GE Gas Turbine Performance Characteristics.
- [8] S. Hade. Fares, « Amélioration des performances de la turbine à gaz par refroidissement d'air d'admission en amont de compresseur», mémoire de fin d'étude de master en Département Génie des Procédés, Université de Badji mokhtar-annaba, (2017).
- [9] Document Siemens, "Information et formation, automatisation et entraînements, programmation niveau A", Edition Siemens AG, 2003.
- [10] A. Simon, "Automates programmables industriels Niveau 1", Edition l'Elan-Liège, 1991.
- [11] W. Bolton, "Automates Programmables Industriels", 2^{ème} édition, DUNOD, 2015.
- [12] Support de cours Siemens, "Initiation à la programmation du SIMATIC S7-300 avec STEP 7, Industry Automation and Drive Technologies, 2016.