

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université A.MIRA-BEJAIA

Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique

# Projet de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme Master en Electronique  
Option : Instrumentation

Thème

---

**Supervision d'un système de compresseur d'air  
comprimé par une commande logique  
(programmer par S7-300 et visualiser par  
WINCC flexible)**

---

**Préparé par :**

ACHOURI Karim  
HOUCHI Katia

**Dirigé par :**

M<sup>f</sup> TAFININE Farid  
M<sup>f</sup> MAHMOUDI Nadir

**Année Universitaire : 2017/2018**

## *Remerciements*

*Nos remerciements vont tout premièrement à dieu tout puissant pour la volonté, le courage et la patience qu'il nous a donnés durant ces années d'études afin que nous puissions arriver à ce jour.*

*A notre promoteur M. TAFININE , de nous avoir fait l'honneur d'assurer l'encadrement de notre travail.*

*Nous tenons à remercier vivement messieurs les membres du jury d'avoir consacré de leur temps à la lecture de ce manuscrit, et d'accepter de juger et d'évaluer ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement l'ensemble du personnel de groupe CEVITAL en particulier : M. MAHMOUDI N. qui nous a permis d'effectuer notre stage dans les meilleurs conditions.*

*Par le biais de ce travail, nous exprimons notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidées et accompagnées durant notre travail.*

*Nous voudrions remercier nos familles qui nous ont soutenus dans nos études.*

*KARIM ET KATIA*

## *Dédicaces*

- ✚ *Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères:*
- *A mes très chers parents ;*
  - *A la mémoire de mes grands-parents*
  - *A mes frères, Nassim, Hamide, Zahir, Djamel;*
  - *A tous les autres membres de ma famille et la famille de mon binôme ;*
  - *A tous mes amis sans exception ;*
  - *A toute notre promotion 2018 Instrumentation;*
  - *Et surtout, à ma sœur et binôme, Katia.*

*Karim*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma mère qui m'a élevé avec amour et tendresse, elle qui a toujours cru en moi.*

*Mon père qui a consacré sa vie à l'éducation de ses enfants et aux sacrifices qu'il a faits pour sa famille.*

*A mes grands parents.*

*A mes frères Kamel et Syphax.*

*A mes sœurs Farída, Fatíma et Samía.*

*A mes nièces Lydía et Dehbía.*

*A mon neveu Ayoub.*

*A ma tante Saadía.*

*A mon fiancé Abdelghani ainsi que toute sa famille.*

*A tout mes amies et tout ceux qui mes sont chers.*

*A mon binôme et sa famille.*

*A toute notre promotion 2018 instrumentation.*

*Katía*



## Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Introduction générale.....1

### Préambule : Présentation de complexe CEVITAL

1. Introduction.....2

2. Historique.....2

3. Situation géographique..... 3

4. Principales activités de CEVITAL..... 3

5. Missions et objectifs ..... 3

6. Organisation de l'entreprise..... 4

### Chapitre I : description de système existant

I.1 Introduction..... 5

I.2 Notion sur l'air comprimé..... 5

I.3 Production de l'air comprimé..... 5

I.4 L'utilité de l'air comprimé..... 6

I.5 La station d'air comprimé ..... 6

I.5.1 Les compresseurs d'air..... 7

I.5.1.1 Notion générale sur les compresseurs d'air .....7

I.5.1.2 Choix du compresseurs d'air ..... 7

I.5.1.3 Classification des compresseurs.....7

I.5.2 Sécheurs d'air ..... 11

I.5.3 Débit ..... 12

I.5.3.1 Débitmètre.....12

I.5.4 Réservoirs ..... 13

I.5.5 Séparateur huile/condensats ..... 14

I.5.6 Les filtres..... 14

I.6 Autres instruments utilisés dans le système ..... 14

I.6.1 Les purges ..... 14

I.6.2 Transmetteur..... 14

I.6.3 Manomètre à tube de bourdon.....	15
I.6.4 Thermomètre à aiguille .....	15
I.6.5 Vannes.....	16
I.6.6 Tuyauterie.....	17
<b>I.7 Conclusion .....</b>	<b>17</b>

## **Chapitre II: Automates programmables et logiciel associé**

<b>II.1 Introduction.....</b>	<b>18</b>
<b>II.2 Système automatisé .....</b>	<b>18</b>
II.2.1 Définition de l'automatisme .....	18
II.2.2 Objectif de l'automatisation.....	18
II.2.3 Structure d'un système automatisé.....	19
<b>II.3 Généralités sur les automates programmables industriels.....</b>	<b>20</b>
II.3.1 Définition : .....	20
II.3.2 Principe de Fonctionnement d'un API.....	20
II.3.3 Structures des automates programmables industriels: .....	21
II.3.4 Description des éléments interne d'un API .....	22
II.3.4.1 Unité centrale de traitement ou processeur CPU: .....	22
II.3.4.2 La mémoire : .....	22
II.3.4.3 Module d'alimentation :.....	22
II.3.4.4 Interfaces d'entrées / sorties.....	22
II.3.4.5 Le bus interne : .....	23
II.3.5 Choix d'un automate programmable : .....	23
II.3.6 Avantages.....	23
II.3.7 Inconvénients .....	23
<b>II.4. Présentation de l'automate utilisé S7-300 .....</b>	<b>23</b>
II.4.1 Constitution de l'automate S7-300 .....	24
<b>II.5 Programmation avec S7-300 .....</b>	<b>25</b>
II.5.1 Description du logiciel.....	25
II.5.2 Création d'un projet sous S7-300 .....	26
II.5.3 Configuration matérielle: .....	26
II.5.4 Langages de programmation sous S7-300 .....	27
II.5.5 Bloc utilisateur : .....	27
II.5.6 Mémentos.....	29

II.5.7 Définition des mnémoniques .....	29
<b>II.6 Description de logiciel Win CC flexible .....</b>	<b>29</b>
II.6.1 Utilisation de SIMATIC Win CC flexible .....	30
II.6.2 Présentation du système Win CC flexible .....	30
<b>II.7 Conclusion.....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre III : Programmation et supervision</b>	
<b>III.1.Introduction .....</b>	<b>32</b>
<b>III.2. Cahier des charges .....</b>	<b>32</b>
<b>III. 3.Réalisation du programme .....</b>	<b>33</b>
III.3.1. Création d'un projet STEP7 .....	33
III.3.2. Configuration matériel.....	33
III.3.3.Création de la table mnémonique (Partie Software).....	34
III.3.4 Choix du langage de programmation.....	35
III.3.5. Elaboration du programme .....	35
<b>III.4.Supervision .....</b>	<b>37</b>
III.4.1.Création de projet : .....	37
III.4.2.Intégration projet Win cc Flexible a Step7 Manager.....	37
III.4.3.Etablir une liaison directe : .....	38
III.4.4.Création de la table des variables : .....	38
III.4.5.Création de vues : .....	39
III.4.6.Vue de système .....	39
<b>III.5. Compilation et simulation.....</b>	<b>40</b>
III.5.1. Simulation sous STEP7 .....	40
III.5.1.1 Ouverture et configuration du S7-PLCSIM.....	40
III.5.1.2.Chargement du programme.....	41
III.5.1.3.Exécution et visualisation du programme.....	42
<b>III.6. Supervision de projet.....</b>	<b>42</b>
<b>III.7. Conclusion .....</b>	<b>43</b>
Conclusion générale.....	44

Annexes

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure I.1</b> : Plan de masse du complexe CEVITAL. ....	2
<b>Figure I.2</b> : Organigramme .....	4
<b>Figure I.1</b> : Composants d'une unité de production d'air comprimé .....	7
<b>Figure I.2</b> : Classification de compresseurs .....	8
<b>Figure I.3</b> : Le Rotor du compresseur d'air à vis. ....	9
<b>Figure I.4</b> : Admission .....	10
<b>Figure I.5</b> : Compression.....	10
<b>Figure I.6</b> : Extraction .....	10
<b>Figure I.7</b> : Débitmètre calorimétrique .....	12
<b>Figure I.8</b> : Principe de fonctionnement.....	13
<b>Figure I.9</b> : Réservoir .....	13
<b>Figure I.10</b> : Purge. ....	14
<b>Figure I.11</b> : Manomètre à tube de bourdon.....	15
<b>Figure I.12</b> : Thermomètre à aiguille .....	16
<b>Figure I.13</b> : Vanne .....	16
<b>Figure II.1</b> : Structure d'un système automatisé .....	19
<b>Figure II.2</b> : Fonctionnement cyclique d'un automate.....	20
<b>Figure II.3</b> : Type compact .....	21
<b>Figure II.4</b> : Type modulaire.....	21
<b>Figure II.5</b> : Structure interne d'un API.....	22
<b>Figure II.6</b> : Vue générale de l'automate S7300.....	24
<b>Figure II.7</b> : Fenêtre d'entrée STEP7 .....	26
<b>Figure II.8</b> : Configuration matérielle.....	27
<b>Figure II.9</b> :Structure d'un programme.....	29
<b>Figure II.10</b> : Aperçu de la fenêtre Win CC flexible. ....	30
<b>Figure III.1</b> : Fenêtre de configuration matérielle .....	34
<b>Figure III.2</b> : Hiérarchie du programme STEP7.....	34
<b>Figure III.3</b> : Création des mnémoniques. ....	35
<b>Figure III.4</b> : Table des mnémoniques du projet. ....	35
<b>Figure III.5</b> : Fenêtre de bloc d'organisation.....	36

<b>Figure III.6</b> : Création d'une fonction .....	<b>36</b>
<b>Figure III.7</b> : Fenêtre principale du logiciel WinCC flexible .....	<b>37</b>
<b>Figure III.8</b> : Fenêtre d'intégration de WinCC dans le STEP7.....	<b>38</b>
<b>Figure III.9</b> : Liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI .....	<b>38</b>
<b>Figure III.10</b> : Liste des variables.....	<b>39</b>
<b>Figure III.11</b> : Création des vues .....	<b>39</b>
<b>Figure III.12</b> : Vue de système .....	<b>40</b>
<b>Figure III.13</b> : Simulateur .....	<b>41</b>
<b>Figure III.14</b> : Chargement de programme dans l'API de simulation .....	<b>41</b>
<b>Figure III.15</b> : Supervision de projet .....	<b>42</b>

## Liste des abréviations

**API:** automates programmable industriel

**WinCC:** windows control center

**CPU:** computer process unit

**PS:** module alimentation

**DC:** courant continue

**TOR:** toute ou rien

**E:** entrée

**S:** sortie

**IM:** module de coupleur

**FM:** modules fonctionnels

**CP:** processeurs de communication

**PC:** personally computer

**OB:** blocs d'organisation

**FC :** fonction

**DB:** blocs de donnée

**FB:** bloc fonctionnel

**IHM:** humain machine interface

**SM:** module de signaux

**CONT:** schéma à contact

**LIST:** liste d'instruction

**LOG:** logigramme

**STEP7:** logiciel de programmation et de simulation

**LED:** diode electro luménissante

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction générale:**

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables : ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain

Un automatisme est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générale simples et répétitives. On est passé d'un système dit manuel à un système mécanisé, puis au système automatisé.

Les automates programmables industriels (API) 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

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Notre objectifs consiste à réaliser un programme sous STEP7, avec un automate programmable SIEMENS S7-300, afin de supervisé le débit de la station des compresseurs d'air comprimé établies au sein de l'entreprise CEVITAL Bejaia, suivi d'une supervision sous Win CC flexible.

Suite à cela, le présent mémoire décrit l'essentiel du travail réalisé lors de ce stage, il comporte trois chapitres :

Le premier chapitre présentera les instruments qu'on a utilisés pour la création de notre programme

Le deuxième chapitre traitera les automates programmables on faisant apparaitre l'architecture matérielle interne d'un API et les langages de programmation, ainsi une description sur logiciel qui lui associer le Win CC flexible.

Le troisième chapitre présentera les étapes qu'on a suivies pour la programmation sous STEP7, et une supervision sous Win CC flexible.

Enfin on terminera par une conclusion générale.

# **PREAMBULE**

## **Présentation du complexe CEVITAL**

## 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons l'évolution historique du complexe agroalimentaire CEVITAL, sa situation géographique, ses différentes activités industrielles et ses divers objectifs.

## 2. Historique

CEVITAL SPA, est parmi les entreprise algériennes qui ont vu le jour des l'entrée de notre pays en économie de marché elle a été crée par des fonds privés en 1998.

Le complexe contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché nationale et exporter le surplus, en offrent une large gamme de produits de qualité.

CEVITAL ouvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre.

Ses produits se vendant aujourd'hui dans plusieurs pays notamment en Europe, au Maghreb au moyen orient et en Afrique de l'ouest.



Figure 1.1 : Plan de masse du complexe CEVITAL.

### 3. Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa à 3km du Sud ouest de cette ville, à proximité de la RN26.

Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique.

En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.

### 4. Principales activités de CEVITAL

Lancé en mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par conditionnement d'huile en décembre 1998.

En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle en Aout 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présente comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes /jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes /jour) ;
- Production de margarine (600tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : poly-éthylène-Téréphtalate (9600 unités/heure) ;
- Raffinage du sucre (2000 tonnes /jour et 3000 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- Bâtiment d'hydrogénation en cours de réalisation ;
- La cogénération (une capacité de production arrive jusqu'à 64MW) ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude

### 5. Missions et objectifs

Le groupe CEVITAL est doté d'une usine mécanisée avec des équipements de haute technologie, ce qui le rend actuellement l'un des groupes industriels les plus importants d'Algérie.

Cette entreprise a pour mission principale, le développement de la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre a des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Enfin les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national ;
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brute
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail ;
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses ;
- La modernisation de ses installations en termes de machines et techniques pour augmenter le volume de sa production ;
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

## 6. Organisation de l'entreprise

Le complexe compte à son effectif plus de 3600 employés (permanents et contractuels), répartis sur les différentes structures. Son organigramme est présenté comme suit :

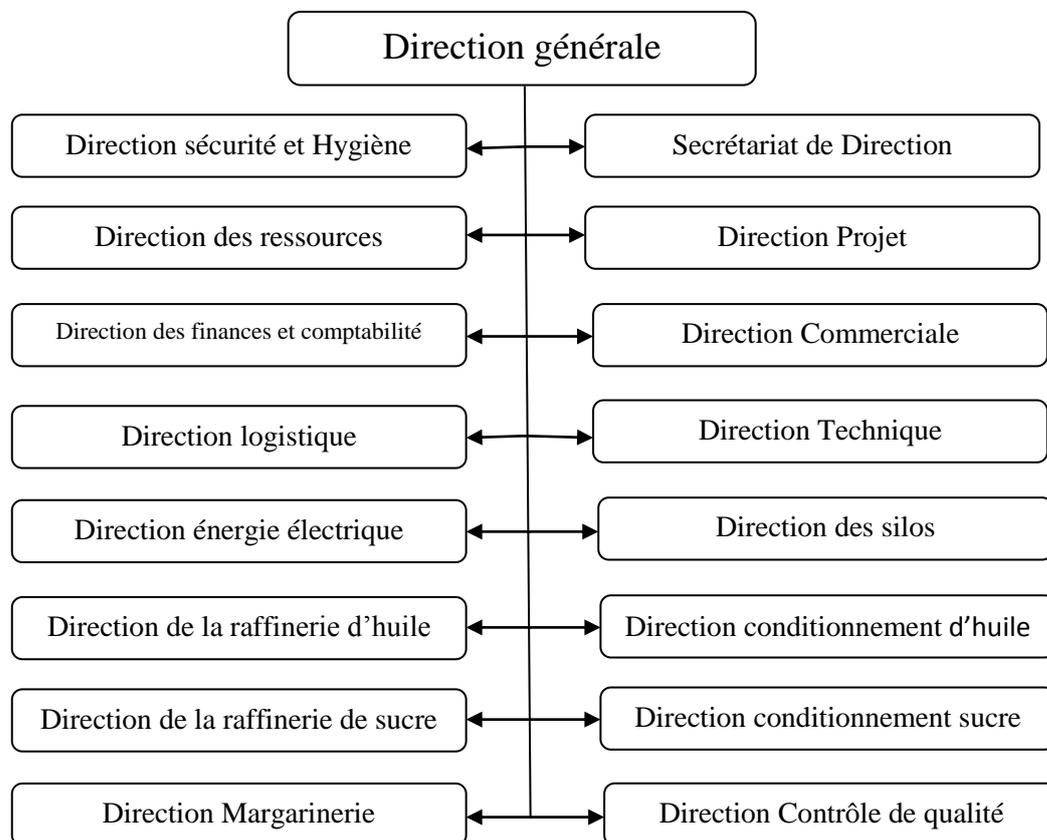


Figure 1.2 : Organigramme

# **CHAPITRE I**

## **Description de système existant**

## I.1 Introduction

Un compresseur est une machine qui a pour fonction d'élever la pression du fluide compressible qui le traverse. Son nom traduit le fait que le fluide se comprime (son volume diminue) au fur et à mesure de l'augmentation de pression.

Dans ce chapitre nous allons d'abord présenter les généralités sur l'air comprimé en suite, On décrit les compresseurs d'une manière générale, et particulièrement le compresseur à vis, après on termine par les débitmètres et quelque autre instrument qu'on a utilisé.

## I.2 Notion sur l'air comprimé

L'air comprimé représente aujourd'hui 10% de l'énergie globale utilisée dans le monde industriel, il joue un rôle essentiel dans la plupart des processus de fabrication actuels. Pour obtenir la qualité d'air comprimé souhaitée, il faut le plus souvent apporter plus à la machine. Filtres et sécheurs sont souvent nécessaires pour enlever l'huile et l'eau avant que l'air soit utilisé pour l'application donnée.

L'air comprimé est propre, sûr, simple et efficace. Lorsque l'air est comprimé, il n'existe pas de risque d'échappement de gaz dangereux ou d'autres produits nocifs. C'est une source d'énergie qui n'est ni combustible, ni polluante.

Lorsque l'air est comprimé, la concentration d'humidité et de contaminants augmente. Si ce mélange corrosif est toléré dans le système, il a cependant un effet néfaste sur l'équipement pneumatique : temps d'arrêt de production superflus, détérioration de la machine et réduction de la durée de vie des équipements. [1]

L'air comprimé est utilisé pour l'ouverture et la fermeture des vannes, c'est de l'air atmosphérique sous pression. L'utilisation de l'air comprimé comme source d'énergie est très répandue dans les branches les plus diversifiées de l'industrie.

## I.3 Production de l'air comprimé

Produire de l'air comprimé peut se faire par deux méthodes:

**• La compression volumétrique:**

Dans le type volumétrique, une quantité donnée d'air est aspirée dans une chambre de compression puis le volume que l'air occupe est diminué, ce qui entraîne une augmentation correspondante de sa pression avant qu'il soit refoulé. Les compresseurs d'air rotatifs à vis, les compresseurs à palettes et les compresseurs à pistons sont les trois types les plus répandus de compresseurs volumétriques utilisés dans les petites et moyennes industries.

**• La compression dynamique:**

Les compresseurs d'air dynamiques, qui comprennent des machines centrifuges et des machines axiales, sont courants dans les très grosses installations de fabrication.

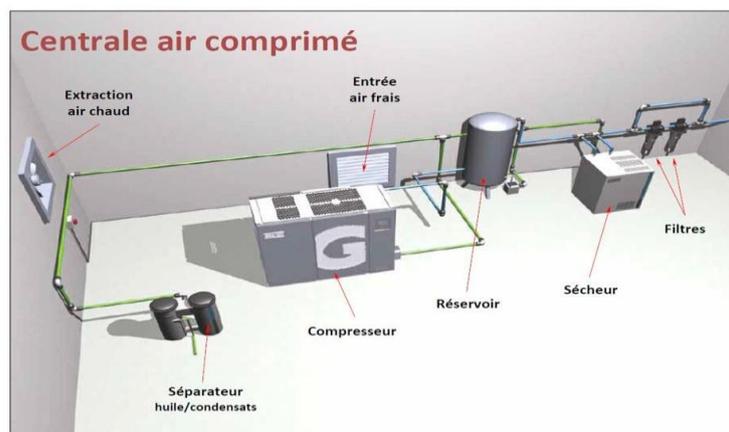
**I.4 L'utilité de l'air comprimé**

L'utilité de l'air comprimé dans l'industrie est destinée au fonctionnement des systèmes pneumatiques pour que ces derniers les transforment en énergie mécanique qui sera utile pour les différents mouvements (pousser, tirer, tourner, percuter...) au niveau des lignes de production (le conditionnement, la margarinerie) à l'aide des vannes et moteurs pneumatiques.

**I.5 La station d'air comprimé**

L'objectif de la station est de créer de l'air comprimé à l'aide des composants suivants :

- Compresseurs.
- Sécheur.
- Débitmètres.
- Réservoirs.
- Séparateur huile/condensats.
- Filtres.



**Figure I.1** Composants d'une unité de production d'air comprimé [3].

### I.5.1 les compresseurs d'air

Dans cette partie nous allons décrire les généralités sur les compresseurs d'air

#### I.5.1.1 Notion générale sur les compresseurs d'air

Un compresseur mécanique est un organe mécanique destiné à augmenter par un procédé uniquement mécanique la pression d'un gaz. Pour exercer la même fonction sur un liquide, quasi incompressible, on utilise une pompe.

Il existe cependant, un nombre important d'autres technologies : pistons, membranes, palettes, spirales et centrifuges qui occupent des niches plus spécifiques du marché.

#### I.5.1.2 Choix du compresseur d'air

Le choix optimal de la technologie de compresseur doit prendre en compte les besoins spécifiques du procès. Ce choix est important car il affecte directement l'efficacité énergétique du système, en jouant à la fois sur les performances du compresseur lui-même, mais aussi sur les autres éléments du réseau d'air.

Ce choix se fait sur la base de trois paramètres essentiels, qui sont :

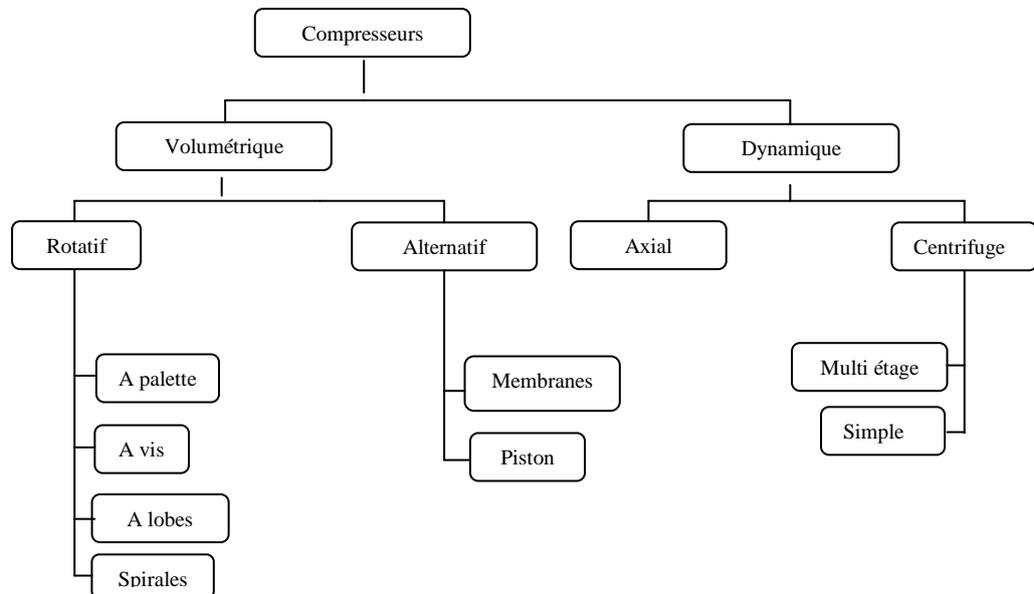
- Le débit d'air comprimé en m<sup>3</sup>/s
- La plage de variation de la pression (bar)
- La puissance du moteur installé (kW)

#### I.5.1.3 Classification des compresseurs

Le marché le plus important pour les compresseurs, dont la puissance est comprise entre 10 et 300 kW, est largement dominé par les compresseurs à vis lubrifiées (75 %

des ventes) à cause de leur robustesse, de leur simplicité et de leur coût d'investissement un peu moins élevé.

Donc il existe deux grandes familles de compresseurs, les compresseurs volumétriques et les turbocompresseurs ou dynamique.



**Figure I.2** : Classification de compresseurs [5].

### ✚ Compresseur rotatif d'air à vis

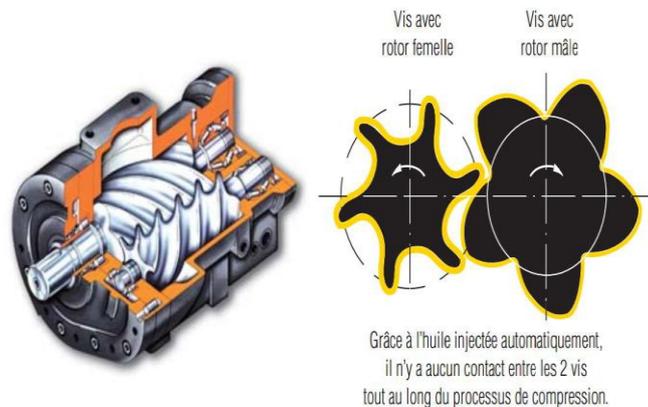
Le type le plus courant de compresseur rotatif est le compresseur à vis à deux rotors hélicoïdaux. Deux rotors accouplés sont engrainés ensemble, emprisonnant l'air et réduisant son volume le long des rotors. Selon les exigences de pureté de l'air, les compresseurs rotatifs à vis sont du type lubrifié ou sec (sans huile).

#### a. Compresseur rotatif à vis sans huile (sec)

Sur le compresseur rotatif à vis compressant sans huile, l'air comprimé dans la chambre de compression n'entre pas en contact avec l'huile, un entraînement synchronisé assure la rotation des rotors. Sans que les surfaces des profils se touchent.

### b. Compresseur rotatif à vis refroidies par injection d'huile (lubrifié)

Le compresseur rotatif à vis à injection d'huile constitue le type le plus répandu de compresseur industriel pour de nombreuses applications. Le lubrifiant employé dans ce type de compresseurs peut être soit à base d'hydrocarbures, soit un produit synthétique. En principe, la sortie d'air comprend un mélange d'air comprimé et de lubrifiant injecté et passe par un carter dans lequel le lubrifiant est extrait de l'air comprimé. Des changements de direction et de vitesse permettent de séparer la plus grande partie du liquide. Les aérosols résiduels dans l'air comprimé sont alors séparés dans un élément de séparation situé à l'intérieur du carter et il ne subsiste dans l'air comprimé que quelques parties par million (ppm) de lubrifiant.



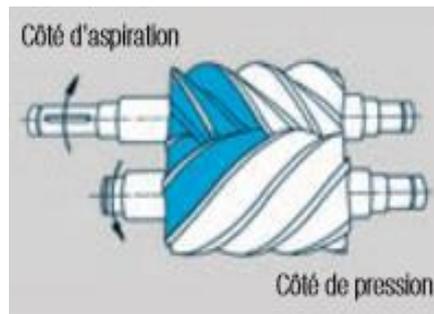
**Figure I.3** Le Rotor du compresseur d'air à vis.

#### ❖ Fonctionnement de compresseur

Pour obtenir de l'air comprimée sèche ce dernier suit de différentes étapes lors de la compression et sèchement.

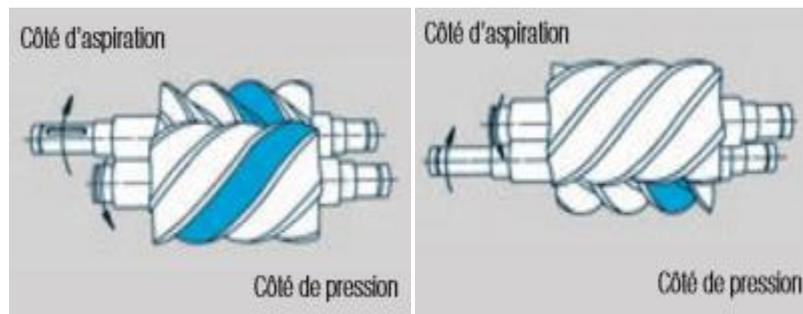
#### ➤ Au niveau du compresseur :

**Admission :** L'air entre par l'orifice de prise d'air au même temps les pas des deux vis du rotor sont ouverts du côté de l'aspiration [2].



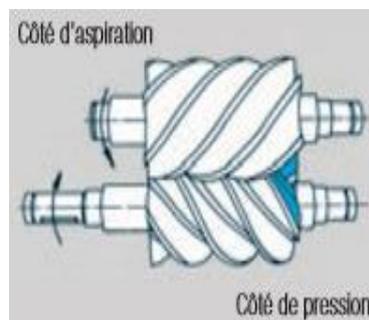
**Figure I.4** admission [2]

**Compression :** La rotation progressive des deux vis verrouille l'orifice de prise d'air donc le volume des chambres se réduit ce qui donne l'augmentation de la pression, au même temps l'huile est injecté pour lubrifié les vis rotoriques pour diminuer la température des vis à cause des frottements.[2]



**Figure I.5** Compression [2]

**Extraction :** La compression est terminée et on obtient un mélange air huile à température élevée [2].



**Figure I.6** Extraction [2]

**Séparation :** Le mélange air huile subi une séparation par gravité dans le séparateur puisque l'huile est plus lourd se dépose au fond puis passe vers le radiateur pour qu'il

soit refroidie et filtré puis injecté à nouveau dans le bloc de la vis pour la lubrification (recyclage de l'huile), l'air humide aussi filtré passe vers le radiateur pour le refroidissement puis il subit une filtration.

➤ **Au niveau du sécheur :**

**Sèchement** : Le système de sèchement contient un système de refroidissement et condensation dont on trouve :

1. Chambre de sèchement où il y a de l'air comprimé humide.
2. Système de refroidissement qui passe à travers la chambre pour la condensation.

### **I.5.2 sécheurs d'air**

Le rôle du sécheur est de diminuer la teneur en vapeur d'eau contenue dans l'air comprimé provenant du compresseur. Cette vapeur d'eau, en se condensant, peut en effet avoir de graves conséquences sur le réseau et l'outillage. Mais, il est nécessaire d'essayer de réduire l'eau.

Et les deux techniques utilisées sont :

- Le séchage par adsorption,
- Le séchage par réfrigération.

➤ **Le séchage par adsorption**

Le séchage par adsorption produit un air comprimé sec, éliminant ainsi le risque de contamination lié à la présence de vapeur d'eau résiduelle dans l'air comprimé, se compose de deux réservoirs sous pression contenant un dessiccant, généralement de l'oxyde d'aluminium, du gel de silicone ou un mélange des deux. [4]

➤ **Le séchage par réfrigération**

Ce type de sécheur consiste à refroidir l'air comprimé à une température inférieure à son point de rosée à l'aide d'un échangeur de chaleur raccordé à un groupe frigorifique conventionnel (compresseur-condenseur-évaporateur) ce qui provoque de la condensation de l'humidité qu'il contient [4].

### I.5.3 Débit

Parmi les mesures à effectuer sur l'air comprimé, comme pour la plupart des fluides industriels, la plus délicate concerne la mesure de débit. Il existe un certain nombre de principes de mesures assortis d'un plus grand nombre de types de capteurs.

Une attention particulière doit être portée sur les unités de volume (ou débit) exprimés soit en  $m^3$ , soit en  $Nm^3$ . Le volume exprimé en  $Nm^3$  est le volume ramené à  $15^\circ C$ , à l'état sec (humidité relative = 0%) et à 1,0 bar.

#### 1.5.3.1 Débitmètre

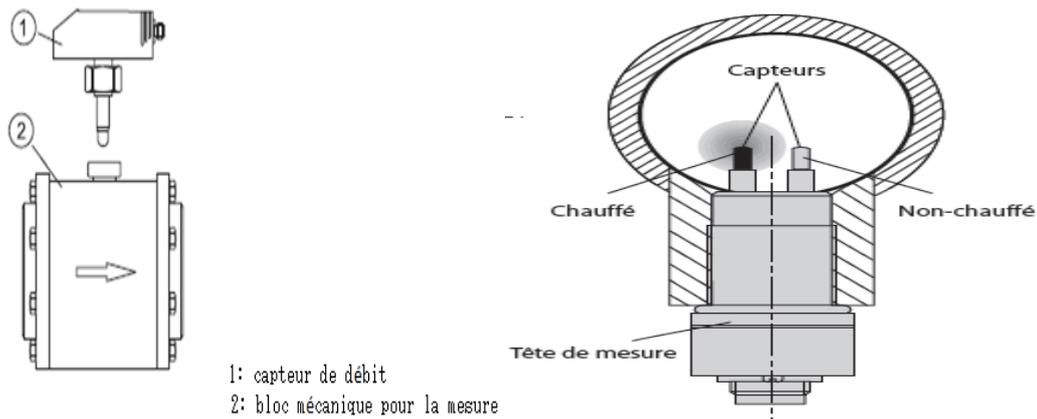
Un débitmètre est un instrument utilisé pour mesurer ou régler le débit linéaire, non linéaire, massique ou volumétrique d'un liquide ou d'un gaz et il détecte la quantité consommée.



**Figure I.7** débitmètre calorimétrique

##### a) Débitmètre calorimétrique

Ce débitmètre fonctionne selon le principe de mesure calorimétrique. Des éléments de mesure ainsi qu'une source thermique sont positionnés dans la sonde. Ils fonctionnent sur un principe utilisant le phénomène d'évacuation de chaleur par convection. Le changement de la température qui en résulte nous informe du débit [6].



**Figure I.8** principe de fonctionnement

### I.5.4 Réservoirs

Sont des réservoirs en acier utilisés pour emmagasiner l'air comprimé en provenance du compresseur.

✚ Deux types de réservoirs sont utilisés dans une station d'air comprimé : le réservoir "**humide**" et le réservoir "**sec**" :

- **Réservoir humide** : Situé en sortie directe des compresseurs, il retient un maximum de condensation et soulage donc les organes de traitement de l'air qui sont placés derrière.
- **Réservoir sec** : Situé en fin de circuit, il a un rôle de capacité et de tampon en évitant des variations importantes de pression sur le réseau du client.
- ❖ Le réservoir permet:
  - d'obtenir momentanément une distribution d'air supérieure au débit délivré par le compresseur,
  - de maintenir une pression quasi constante dans le circuit,
  - de refroidir l'air comprimé et de récupérer le condensat.



**Figure I.9** : Réservoir

### I.5.4 Séparateur huile/condensats

Le séparateur reçoit les condensats en provenance des purges. Sa fonction est de séparer l'huile de l'eau, évitant ainsi tout risque de rejet polluant.

### I.5.5 Les filtres

Les filtres limitent la concentration des particules, de l'huile et de l'eau qui sont véhiculées par l'air comprimé dans le réseau.

## I.6 Autres instruments utilisés dans le système

### I.6.1 Les purges

Les purges évacuent les condensats (eau condensée mélangée avec de l'huile) générés par la production d'air comprimé, sont équipés d'un système manuel et automatique :

- En fonctionnement manuel, il appartient à l'utilisateur de contrôler périodiquement le niveau des condensats, et de purger aussi souvent que nécessaire ;
- En fonctionnement automatique, l'évacuation des condensats est effectuée par cycle automatique.



**Figure I.10** : Image illustratif d'une purge.

### I.6.2 transmetteur

C'est un dispositif qui converti le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande. Le couple

(capteur+transmetteur) réalise la relation linéaire entre la grandeur mesurée et son signal de sortie.

➤ **transmetteur de température air**

Il contrôle la température d'air sur le réservoir.

➤ **transmetteur de pression air**

Il contrôle la pression d'air sur le réservoir. Il provoque la régulation de compresseur ou l'arrêt en cas de pression haute normale.

### I.6.3 Manomètre à tube de bourdon

Le manomètre est un instrument de mesure de pression. Cet instrument est utilisé pour pression relative, absolue et différentielle.

Le manomètre à tube de bourdon, est composé d'un tube aplati formant une section circulaire d'environ 270°. Une extrémité du tube est scellée et libre de ses déplacements, l'autre extrémité est fixe et connectée à la chambre ou au conduit dont la pression doit être mesurée.



**Figure I.11** : Manomètre à tube de bourdon.

### I.6.4 thermomètre à aiguille

Le thermomètre à aiguille est un instrument permettant de mesurer la température sur la conduite à fin de vérification en cas d'anomalie.

Il se compose essentiellement d'une substance qui se dilate ou se contracte suivant les variations de la température et d'une échelle graduée qui indique le degré de contraction ou de dilatation.



**Figure I.12** thermomètre à aiguille

### I.6.5 Vannes

Une vanne est un dispositif qui sert à arrêter ou modifier (réguler) le débit d'un fluide liquide ou gazeux.



**Figure I.13** Image illustratif d'une vanne.

**Les vannes de régulation :** La section de passage du fluide peut varier entre 0% et 100% de la section de passage à pleine ouverture.

**Les vannes T.O.R :** La section de passage du fluide est égale à 0% ou 100% de la section de passage à pleine ouverture.

### **I.6.6 Tuyauterie**

Les tuyaux conduire un fluide d'un appareil à un autre, ou d'un appareil vers un stockage (réservoirs); ou encore d'un réservoir à un appareil au cours d'opération de fabrication, de transformation ou de stockage d'un produit.

### **I.7 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons défini l'air comprimé et les compresseurs à vis, ce qui nous a permis de bien comprendre les différentes étapes de production et de traitement de l'air comprimé, par la suite nous avons terminé par quelque instrument que nous avons utilisé dans la partie pratique.

## **CHAPITRE II**

### **Automates programmable et logiciels associés**

## **II.1 Introduction :**

Dans ce chapitre nous allons d'abord présenter les systèmes automatisés en suite, on décrit les automates programmables industriels d'une manière générale et particulièrement l'automate S7-300 de SIEMENS. Après on termine par le logiciel de supervision Win CC flexible.

## **II.2 Système automatisé**

### **II.2.1 Définition de l'automatisme**

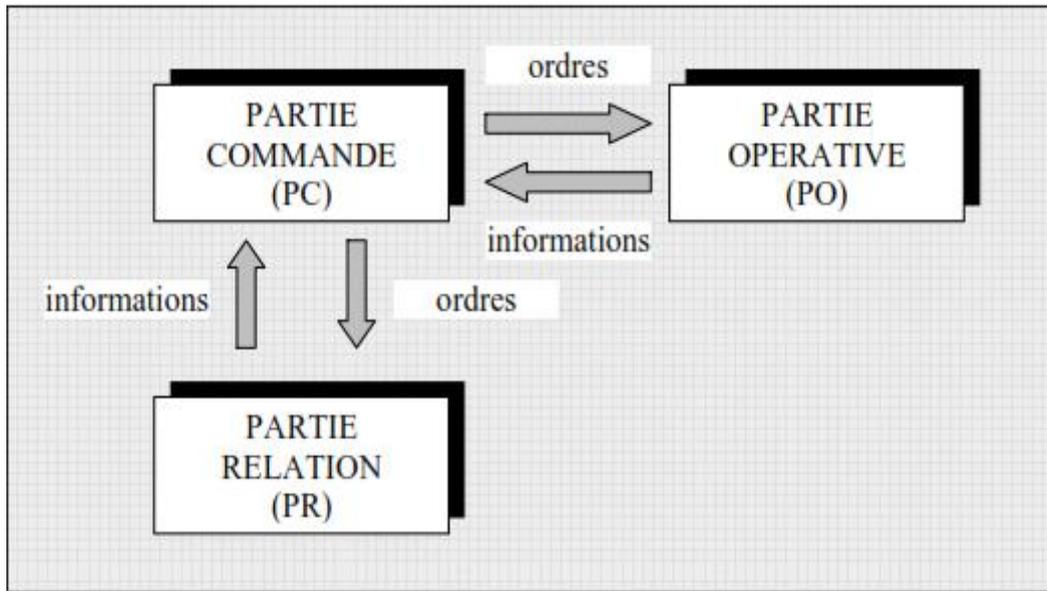
L'automatisation est un dispositif que l'on substitue à un opérateur humain pour le fonctionnement d'une machine ou d'une installation industrielle. Le rôle de l'opérateur dans une installation automatisée est de spécifier les consignes et d'intervenir dans le cas de nécessité.

### **II.2.2 Objectif de l'automatisation**

Automatiser un système de production permet de :

- Eliminer les tâches répétitives ;
- Simplifier le travail de l'humain ;
- Augmenter la sécurité ;
- Accroître la productivité ;
- Economiser les matières premières et l'énergie ;
- S'adapter à des contextes particuliers ;
- Maintenir la qualité.

### II.2.3 Structure d'un système automatisé



**Figure II.1** : Structure d'un système automatisé

#### a) Partie opérative

C'est la partie visible du système, elle comporte les éléments du procédé :

- Des pré-actionneurs ;
- Des actionneurs ;
- Des capteurs qui informent la partie commandant de l'évolution du système.

#### b) Partie commande

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la partie opérative, et les restitue vers cette même partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

#### c) Partie relation

Elle est composée des pupitres de commandes et de signalisations, il permet à l'opérateur de commander le système (marche/arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, etc...).

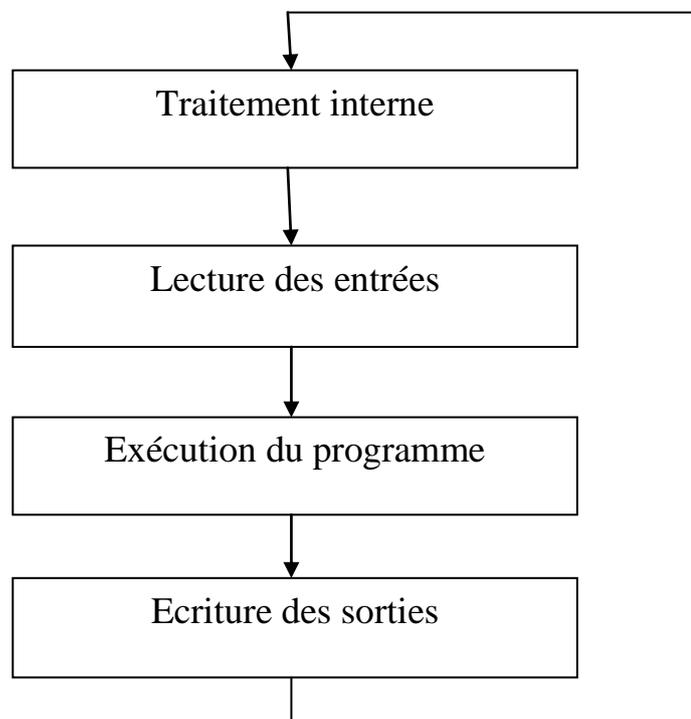
## II.3 Généralités sur les automates programmables industriels

### II.3.1 Définition :

Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable adapté à l'environnement industriel qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer à la commande des prés actionneurs ou des actionneurs à partir d'information logique, analogique ou numérique, il effectue des fonctions d'automatisme programmé tel que : logique combinatoire, séquentielle, temporisation, comptage, décomptage...

### II.3.2 Principe de Fonctionnement d'un API

Le cycle comporte les opérations successives qui se répètent normalement comme suit :



**Figure II.2:** Fonctionnement cyclique d'un automate [9].

- **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres système (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur,...).
- **Lecture des entrées**: L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution du programme** : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.

- **Ecriture des sorties:** L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

### II.3.3 Structures des automates programmables industriels:

#### a) structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

#### ✓ Type compact

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties, selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide entres/sorties analogiques...), ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatisme [7].



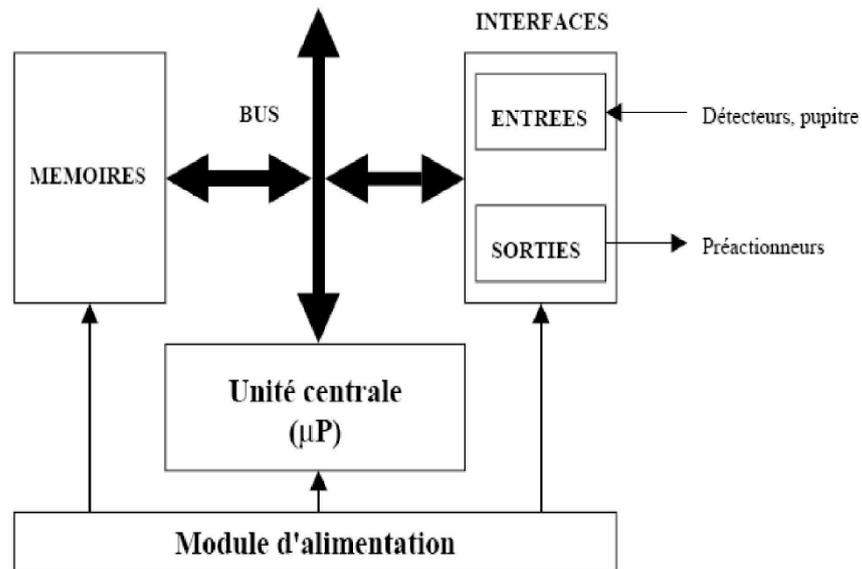
Figure II.3 : type compact

#### ✓ Type 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) [7]



Figure II.4 : type modulaire

**b/structure interne****Figure II.5** : Structure interne d'un API [8].**II.3.4 Description des éléments interne d'un API****II.3.4.1 Unité centrale de traitement ou processeur CPU:**

Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action [8].

**II.3.4.2 La mémoire :**

Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme. Elle contient également les données qui proviennent des entrées en vue de leur traitement, ainsi que celles des sorties [8].

**II.3.4.3 Module d'alimentation :**

À partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/-15V.

**II.3.4.4 Interfaces d'entrées / sorties :**

Permettant au processeur de recevoir et d'envoyer des informations aux dispositifs extérieurs [8].

### **II.3.4.5 Le bus interne :**

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions [8].

### **II.3.5 Choix d'un automate programmable :**

Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer. On doit tenir compte de plusieurs critères :

- Nombre d'entrées / sorties.
- Le temps de traitement.
- La capacité de la mémoire.
- Le nombre d'étapes ou d'instructions.
- Le nombre de temporisateurs.
- Le langage de programmation.

### **II.3.6 Les avantages**

- Moins de place utilisée dans l'armoire (pour la logique) ;
- Moins de câblage interne ;
- Simplification dans la réalisation des modifications ;
- Récupération des modifications effectuées facile, il suffit de lire le programme pour voir les modifications. Certains logiciels permettent même de faire des comparaisons de programmes et indiquent précisément les différences.

### **II.3.7 Les inconvénients**

- "Boîte noire" on ne voit pas directement ce qui se passe à l'intérieur,
- Diversité des marques et de modèles qui entraîne une diversité des langages et des repérages des variables, malgré l'existence d'une norme CEI 1131 (qui comme toutes les normes laissent beaucoup de possibilités de divergences, donc de choix différents).

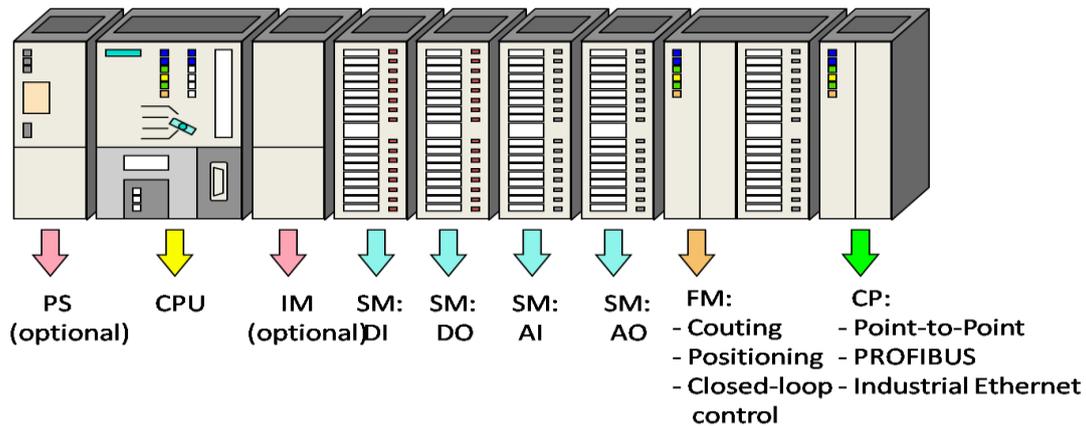
## **II.4. Présentation de l'automate utilisé S7-300**

Step7 permet l'accès aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Ses principales caractéristiques sont :

- La possibilité d'intégration de nouvelles tâches ;
- Puissant et rapide ;
- Haute performance grâce aux nombreuses fonctions intégrées ;

#### II.4.1 Constitution de l'automate S7-300

L'automate S7-300 peut être composé selon le besoin de plusieurs module comme :



**Figure II.6** : Vue générale de l'automate S7-300

##### a) Module alimentation PS

Transforme la tension secteur en une tension d'alimentation et délivre sous une tension de 24V, un courant de sortie assigné se 2A, 5A et 10A.

##### b) Module unité centrale CPU

C'est le cerveau de l'automate, exécute le programme utilisateur et commande les sorties, elle comporte les éléments suivants en face avant :

- Des leds pour la signalisation d'état et de défaut ;
- Raccordement pour tension 24V DC ;
- Interface multipoint MPI pour console de programmation ou couplage à un autre système d'automatisation ;
- Compartiment pour pile de sauvegarde ;
- Logement pour carte mémoire.

##### c) Module de signaux d'entrées/ sortie SM

Utilisée pour les E/S TOR ou analogiques et qui est divisé :

### ❖ **Module d'entrée**

Permettent à l'automate de recevoir des informations prévenantes soit de la part des capteurs (entrée logique, analogique ou numérique) ou du pupitre de commande.

### ❖ **Modules de sortie**

Permettent de raccorder l'automate avec les différents pré-actionneurs (contacteur, relais...etc.) ainsi qu'avec les actionneurs (moteurs, pompes).

### **d) Modules de coupleur IM**

C'est un coupleur qui permet la configuration multi rangée du S7-300, et assure la liaison les châssis et le couplage entre les différents unités.

### **e) Modules fonction FM**

Assure des tâches lourdes en calcul ainsi des fonctions spéciales comme le positionnement, la régulation, le comptage, la commande numérique...etc.

### **f) Modules de communication CP**

Ils permettent d'établir des liaisons Homme-Machine que sont effectuées par les interfaces de communication suivantes :

- Point à point ;
- Profibus ;
- Industriel Ethernet.

### **g) Rais profilé**

Constitue de châssis de S7-300.

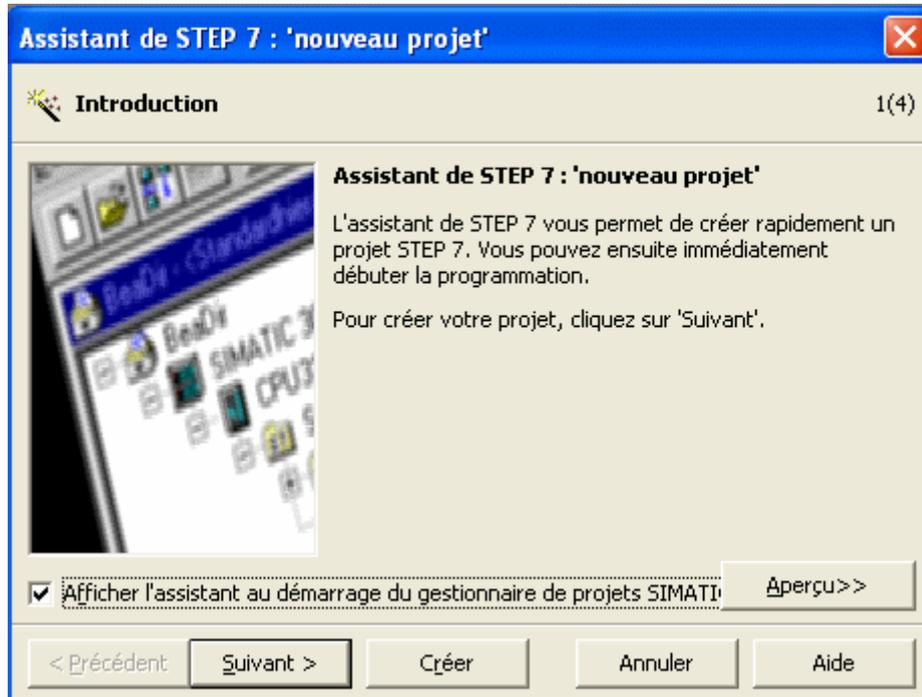
## **II.5 Programmation avec S7-300**

### **II.5.1 Description du logiciel**

Le STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC et s'exécute sous l'environnement Windows à partir d'une console de programmation ou d'un PC. Il existe en plusieurs versions [10].

## II.5.2 Création d'un projet sous S7-300

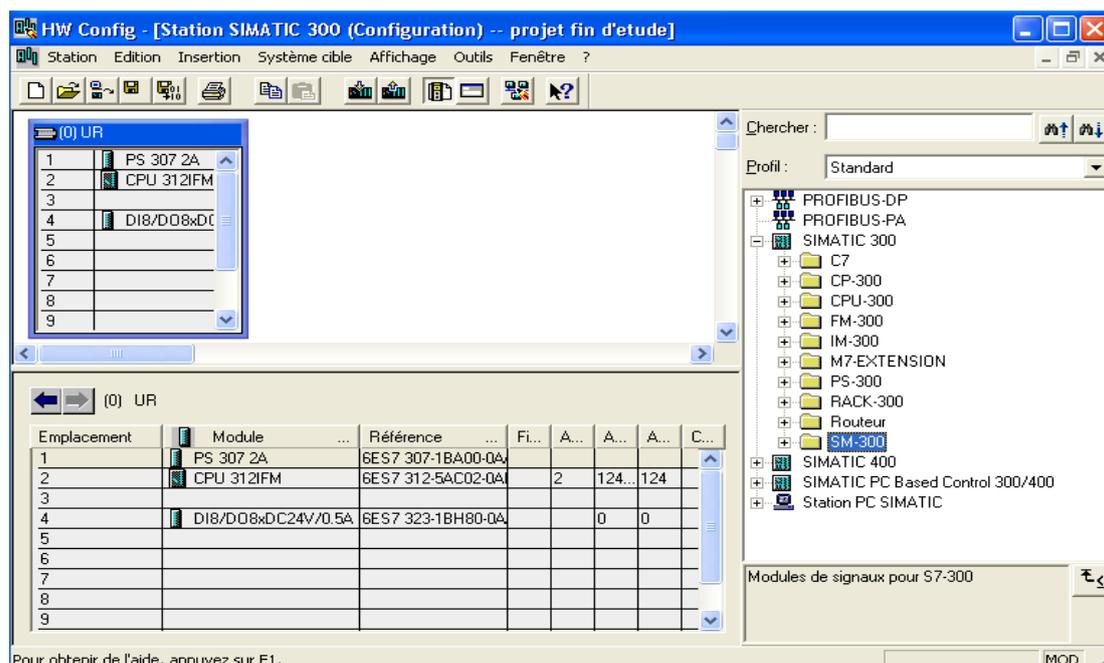
- Lancer le logiciel STEP7 Manager (icône sur le bureau ) et la fenêtre suivantes s'ouvre :



**Figure II.7 :** Fenêtre d'entrée STEP7

### II.5.3 Configuration matérielle:

Dans une table de configuration, vous définissez les modules que vous allez mettre en œuvre dans votre solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'accéder depuis le programme utilisateur. Vous pouvez en outre y paramétrer les caractéristiques des modules (voir aussi Manipulations de base pour la configuration matérielle).



**Figure II.8 :** Configuration matérielle

### II.5.4 Langages de programmation sous S7-300

Le logiciel STEP7 offre quatre langages de programmation :

- CONT schéma à contact ou LADDER ;
- LOG logigramme ;
- LIST liste d'instruction ;
- GRAPH grafcet.

### II.5.5 Bloc utilisateur :

STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

#### 1) Blocs d'organisation (OB)

Ils sont comme leur nom l'indique, utilisés pour l'organisation interne du programme et forment ainsi un moyen puissant et essentiel pour la programmation structurée. Ils servent par exemple au déroulement cyclique du programme principal, à l'exécution de programmes d'interruption par des fonctions d'alarmes ou de temps, ou par des fonctions diagnostics internes autant du point de vue hardware que software du système complet.

Les blocs d'organisation définissent l'ordre (événement de déclenchement) dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut

être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

## 2) Blocs d'organisation de traitement cyclique (OB1)

L'exécution cyclique du programme utilisateur constitue le traitement normal pour les automates programmables. Le système d'exploitation appelle le bloc OB1 cycliquement. Ce dernier appellera d'autres blocs, et déclenchera ainsi le traitement cyclique du programme utilisateur.

## 3) Blocs fonctionnels (FB)

Les blocs fonctionnels sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils refferment une partie du programme qui peut être appelée dans l'OB1 ou dans un autre bloc fonctionnel FB. Avant de commencer la programmation du bloc fonctionnel, il est indispensable de remplir la table de déclaration des variables d'entrées/sorties dans chaque bloc fonctionnel, en utilisant des noms qui ne figurent pas dans la table des mnémoniques, ainsi que les paramètres formels et les données statiques.

## 4) Les blocs (FC)

Fonction FC est une fonction sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales qui sont perdues à l'achèvement de la fonction. Il permet de simplifier la tâche du programmeur, le Bloc est écrit une fois pour exécuter une fonction et peut être utilisé autant de fois que nécessaire. Pour cela nous allons définir dans la partie déclarative du bloc les :

- a) **IN** : paramètre entrant du bloc ;
- b) **OUT** : paramètre sortant du bloc ;
- c) **IN/OUT** : paramètre entrant ou sortant du bloc ;
- d) **TEMP** : mémoire interne remise à zéro à chaque cycle.

## 5) Les blocs de donnée (DB)

Dans les blocs de données, sont mémorisées les données nécessaires au traitement du programme et les données affectées à chaque bloc fonctionnel. On distingue deux types de blocs de données :

### a) Blocs de données d'instance (DB d'instance)

Associés aux FB et aux SFB. Les variables déclarées dans FB déterminent la structure du bloc de donnée d'instance.

### b) Blocs de données globaux (DB)

Contenant les données utilisateur communes à tous les blocs.

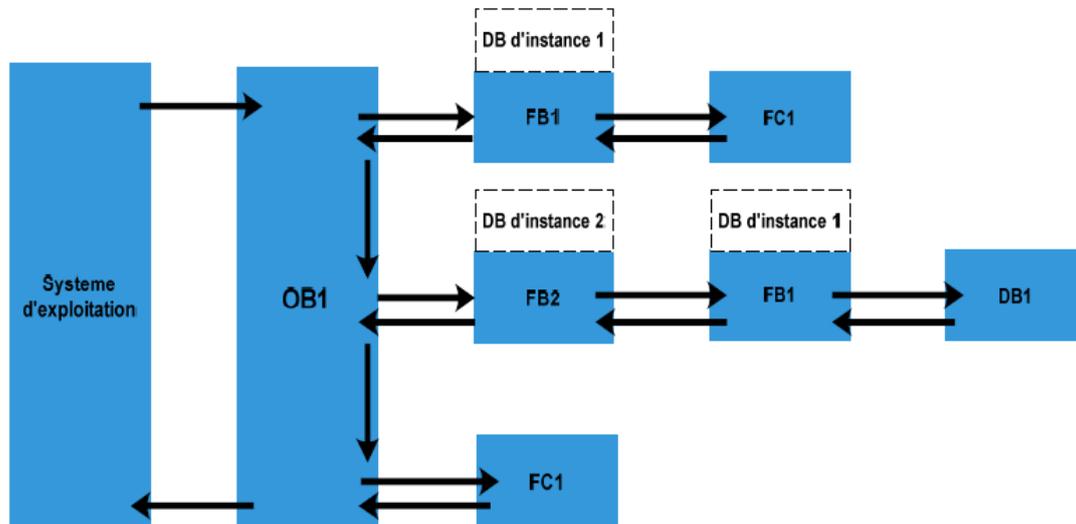


Figure II.9 Structure d'un programme

### II.5.7 Mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques 0 et 1.

### II.5.8 Définition des mnémoniques

Les mnémoniques sont des noms symboliques qui vont être utilisés dans la programmation. L'utilisation de noms communs est plus simple que la manipulation des adresses ou opérands par exemple utilisés « **moteur** » au lieu du bit de sortie.

## II.6 Description de logiciel Win CC flexible

Win CC flexible est l'interface homme-machine (IHM) pour les applications de la machine et de processus dans la construction d'installation, il nous permet de visualiser le processus, ce qui facilite la surveillance par graphisme à l'écran, l'utilisateur peut par exemple démarrer ou arrêter un moteur, l'écran affiche un message en cas d'alarmes ou présence de défaut.

## II.6.1 Utilisation de SIMATIC Win CC flexible

Win CC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyen d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. Win CC flexible réunit les avantages suivants :

- Simplicité
- Ouverture
- Flexibilité

## II.6.2 Présentation du système Win CC flexible

### ❖ Eléments de Win CC flexible

L'environnement de travail de Win CC Flexible se compose de plusieurs éléments. Certain de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visible lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration.

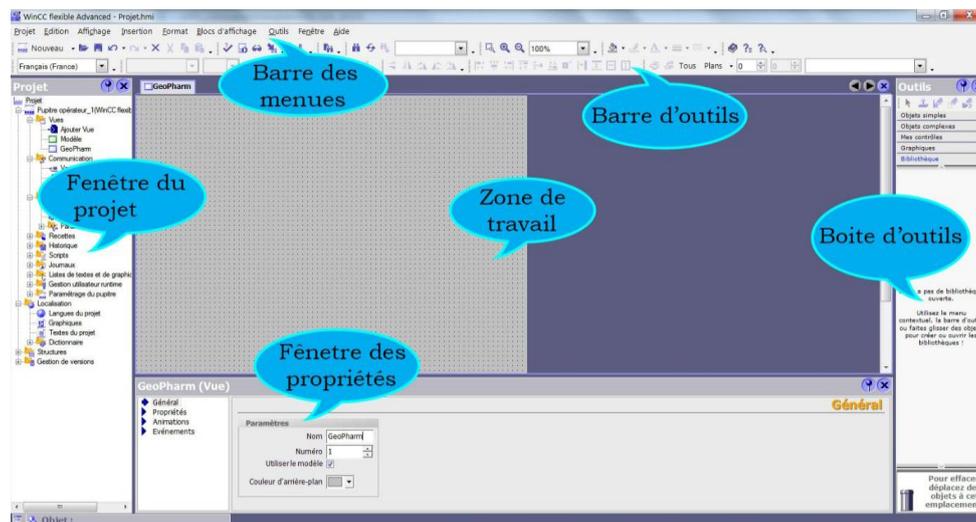


Figure II.10 Aperçu de la fenêtre Win CC flexible.

- ✓ **Barre des menus** : La barre des menus contient toutes les utilisations de Win CC flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.
- ✓ **Barre d'outils** : La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur à besoin.

- ✓ **Zone de travail** : Sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.
- ✓ **Boite d'outils** : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simple ou complexes qu'on insère dans les vues, par exemple commande.
- ✓ **Fenêtre des propriétés** actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un projet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.

## II.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le système automatisés et des généralités sur les automates programmables industriels API, ensuite nous avons introduit le logiciel de programmation S7-300 de la firme SIEMENS et le logiciel de supervision Win CC flexible.

# **CHAPITRE III**

## **Programmation et supervision**

### III.1.Introduction

Dans ce chapitre, nous allons expliquer les différentes étapes qu'on a suivies pour réaliser le programme de notre projet sur le STEP7 et la supervision sur le Win CC flexible.

### III.2. Chier des charges

- ❖ l'opérateur doit démarrer au moins 4 compresseurs afin d'assurer une pression de 7 bar dans chaque unité.
- ❖ l'état de marche de chaque compresseur est visualisé par un chiffre qui indique son numéro à travers une entrée digitale de l'automate.
- ❖ l'air comprimé sortant des compresseurs sera stocké dans un ballon tampon de  $3\text{m}^3$  qui sera aussi séché dans une station de séchage à réfrigérant.
- ❖ Un transmetteur de température est installé à la sortie de séchage pour nous indiquer la température d'air :
  - ✓ Si la température est  $< 12\text{ }^\circ\text{C}$  la présence d'eau.
  - ✓ Ou la température est  $> 50\text{ }^\circ\text{C}$  sur chauffe d'air.Un thermomètre à aiguille est installé sur la conduite à fin de vérification en cas d'anomalie.
- ❖ L'air séché sera stocké dans un autre ballon de stockage de  $3\text{m}^3$ .
- ❖ Un transmetteur de pression d'une plage de 10 bar est installé sur le réservoir nous indiquant la pression dans le réseau :
  - ✓ Si la pression  $< 5.5\text{ bar}$  basse pression manque d'air dans le réseau donc nécessite le démarrage d'autres compresseurs et vérification des compresseurs sélectionnés.
  - ✓ Si la pression  $> 8.5\text{ bar}$  haute pression donc soit des vannes sont fermées ou bouchage en aval du ballon.
- ❖ Le débit de chaque unité s'affiche :
  - ✓ en  $\text{Nm}^3/\text{h}$ .
  - ✓ totale consommée en  $\text{Nm}^3$ .
- ❖ Chaque totalisateur de chaque unité sera réinitialisé chaque une durée de temps (1 mois).
- ❖ Un totalisateur de la production totale qui nous indique la consommation totale de corps gras.

- ❖ Le totaliseur globale est aussi réinitialisé chaque une période de temps (1 année).
- ❖ Si une unité de corps gras signal un manque d'air ou une chute de pression l'opérateur vérifie directement la pression de réseau ( $p > 7$ )

#### **Le but :**

- ❖ Le but de l'installation est de gérer la bonne consommation de l'air comprimé et réduite les pertes de pression dans le réseau (fuite continu).
- ❖ Une bonne maintenance des compresseurs en démarrant les compresseurs en alternance (1, 2, 3,4) (3, 2, 4,6) afin de réduire l'usure des pièces de compresseur.
- ❖ Facturation de chaque unité.

### **III.3.Réalisation du programme**

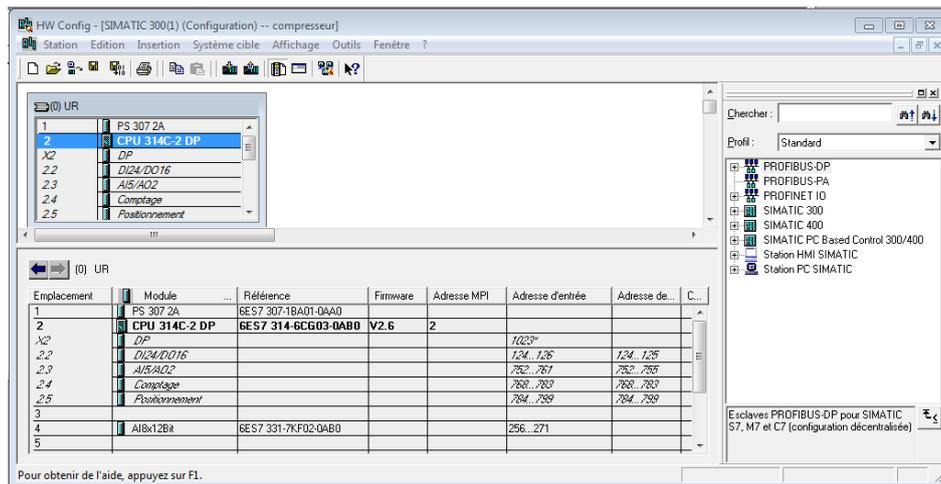
#### **III.3.1. Création d'un projet STEP7**

On lance le logiciel STEP7 avec l'icône SIMATIC Manager sur l'écran de l'ordinateur  .

Une fois le logiciel SIMATIC Manager ouvert, on clic sur l'item fichier puis assistant nouveau projet. Après la sélection du type de la CPU (pour notre projet, on a choisi une **CPU314C-2 DP**) et l'insertion du bloc d'organisation et le langage à liste, une fenêtre s'ouvre pour donner un nom au projet. Pour notre cas (Compresseurs) et on clic sur créer.

#### **III.3.1. Configuration matériel**

Dans une table de configuration, vous définissez les modules que vous allez mettre en œuvre dans votre solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur. Vous pouvez en outre y paramétrer les caractéristiques des modules (voir aussi Manipulations de base pour la configuration matérielle).



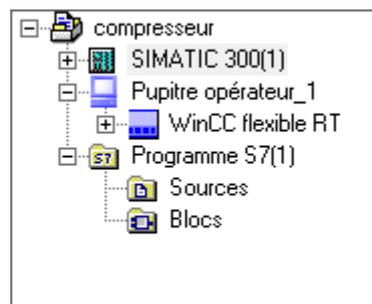
**Figure III.1:** Fenêtre de configuration matérielle.

Pour effectuer cette configuration on clique sur l'icône station SIMATIC (S7\_300) et suivre les étapes suivantes ;

- Un double clic sur l'objet matériel la fenêtre HW config configuration matérielle s'ouvre
- En établissant la configuration de la station dans la fenêtre configuration matériel.

Après cela il ne nous reste qu'à enregistrer et compiler.

La configuration matérielle étant un dossier « Programme S7 » est automatiquement insérée dans le projet.



**Figure III.2:** Hiérarchie du programme STEP7.

### III.3.3. Création de la table mnémonique (Partie Software)

Après avoir choisi la configuration matérielle nécessaire on revient à notre espace de travail où on doit éditer les mnémoniques qu'on a attribué.

Une table des mnémoniques vide est automatiquement générée lors de la création d'un programme STEP7, elle se trouve dans le menu : <programme>table des mnémonique.

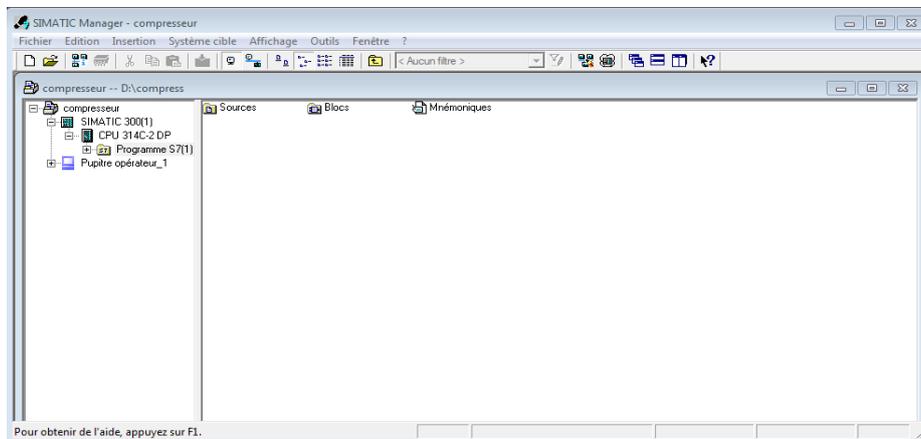


Figure III.3: Création des mnémoniques.

Double clic sur l'icône et on fait entrer les mnémoniques. Comme le montre la fenêtre suivante. Et on édite la table des mnémonique en respectant le cahier des charges, pour les entrées et les sorties du système.

The screenshot shows the 'Editeur de mnémoniques' window for 'Programme S7(1) (Mnémoniques)'. The table contains the following data:

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
	1000TSUPP	M 2.6	BOOL	
	800 SUP	M 2.4	BOOL	
	800>1000	M 1.1	BOOL	
	800>COND	M 1.2	BOOL	
	800>MARG	M 1.0	BOOL	
	AFPI MSMARGARIN	MD 26	REAL	
	AFPI TEMPERAT...	MD 74	REAL	
	AFFICHAGE CON...	MD 46	REAL	
	affichage et total...	FC 1	FC	1
	AFFICHAGE FT 8...	MD 10	REAL	
	AFFICHAGE FT M...	MD 22	REAL	
	AFFICHAGE M/S ...	MD 14	REAL	
	AFFICHAGE MS 1...	MD 38	REAL	
	AFFICHAT FT 10...	MD 34	REAL	
	AFI MS CONDITION	MD 50	REAL	
	COMM_FLT	OB 87	OB 87	Communication Fault
	COMP1	E 124.0	BOOL	
	COMP2	E 124.1	BOOL	
	COMP3	E 124.2	BOOL	
	COMP4	E 124.3	BOOL	
	COMP5	E 124.4	BOOL	
	COMP6	E 124.5	BOOL	
	COMP7	E 124.6	BOOL	
	COMP8	E 124.7	BOOL	
	COMP9	E 124.8	BOOL	
	COMP10	E 124.9	BOOL	
	COMP11	E 124.10	BOOL	
	COMP12	E 124.11	BOOL	
	COMP13	E 124.12	BOOL	
	COMP14	E 124.13	BOOL	
	COMP15	E 124.14	BOOL	
	COMP16	E 124.15	BOOL	
	COMP17	E 124.16	BOOL	
	COMP18	E 124.17	BOOL	
	COMP19	E 124.18	BOOL	
	COMP20	E 124.19	BOOL	
	COMP21	E 124.20	BOOL	
	COMP22	E 124.21	BOOL	
	COMP23	E 124.22	BOOL	
	COMP24	E 124.23	BOOL	
	COMP25	E 124.24	BOOL	
	COMP26	E 124.25	BOOL	
	COMP27	E 124.26	BOOL	
	COMP28	E 124.27	BOOL	
	COMP29	E 124.28	BOOL	
	COMP30	E 124.29	BOOL	
	COMP31	E 124.30	BOOL	
	COMP32	E 124.31	BOOL	
	COMP33	E 124.32	BOOL	
	COMP34	E 124.33	BOOL	
	COMP35	E 124.34	BOOL	
	COMP36	E 124.35	BOOL	
	COMP37	E 124.36	BOOL	
	COMP38	E 124.37	BOOL	
	COMP39	E 124.38	BOOL	
	COMP40	E 124.39	BOOL	
	COMP41	E 124.40	BOOL	
	COMP42	E 124.41	BOOL	
	COMP43	E 124.42	BOOL	
	COMP44	E 124.43	BOOL	
	COMP45	E 124.44	BOOL	
	COMP46	E 124.45	BOOL	
	COMP47	E 124.46	BOOL	
	COMP48	E 124.47	BOOL	
	COMP49	E 124.48	BOOL	
	COMP50	E 124.49	BOOL	
	COMP51	E 124.50	BOOL	
	COMP52	E 124.51	BOOL	
	COMP53	E 124.52	BOOL	
	COMP54	E 124.53	BOOL	
	COMP55	E 124.54	BOOL	
	COMP56	E 124.55	BOOL	
	COMP57	E 124.56	BOOL	
	COMP58	E 124.57	BOOL	
	COMP59	E 124.58	BOOL	
	COMP60	E 124.59	BOOL	
	COMP61	E 124.60	BOOL	
	COMP62	E 124.61	BOOL	
	COMP63	E 124.62	BOOL	
	COMP64	E 124.63	BOOL	
	COMP65	E 124.64	BOOL	
	COMP66	E 124.65	BOOL	
	COMP67	E 124.66	BOOL	
	COMP68	E 124.67	BOOL	
	COMP69	E 124.68	BOOL	
	COMP70	E 124.69	BOOL	
	COMP71	E 124.70	BOOL	
	COMP72	E 124.71	BOOL	
	COMP73	E 124.72	BOOL	
	COMP74	E 124.73	BOOL	
	COMP75	E 124.74	BOOL	
	COMP76	E 124.75	BOOL	
	COMP77	E 124.76	BOOL	
	COMP78	E 124.77	BOOL	
	COMP79	E 124.78	BOOL	
	COMP80	E 124.79	BOOL	
	COMP81	E 124.80	BOOL	
	COMP82	E 124.81	BOOL	
	COMP83	E 124.82	BOOL	
	COMP84	E 124.83	BOOL	
	COMP85	E 124.84	BOOL	
	COMP86	E 124.85	BOOL	
	COMP87	E 124.86	BOOL	
	COMP88	E 124.87	BOOL	
	COMP89	E 124.88	BOOL	
	COMP90	E 124.89	BOOL	
	COMP91	E 124.90	BOOL	
	COMP92	E 124.91	BOOL	
	COMP93	E 124.92	BOOL	
	COMP94	E 124.93	BOOL	
	COMP95	E 124.94	BOOL	
	COMP96	E 124.95	BOOL	
	COMP97	E 124.96	BOOL	
	COMP98	E 124.97	BOOL	
	COMP99	E 124.98	BOOL	
	COMP100	E 124.99	BOOL	

Figure III.4: Table des mnémoniques du projet.

### III.3.4 Choix du langage de programmation

Pour choisir le langage de programmation il faut aller vers **Affichage** ensuite vers **CONT**.

### III.3.5. Elaboration du programme

Pour commencer de programmer on doit créer des blocs de fonction. Pour la programmation de notre application, le type structuré complexe qui consiste en la subdivision du programme en petites parties, correspondant aux fonctions (FC) du processus d'automatisation qui peuvent être utilisées en leurs faisant appel dans le bloc organisationnel (OB).

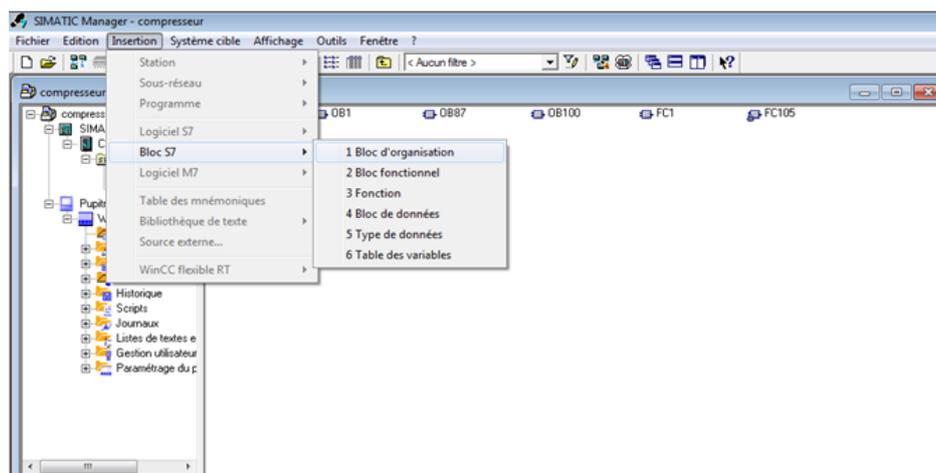
❖ Nous avons utilisé ces blocs pour la programmation de notre application :

### a) Création d'un bloc d'organisation (OB1)

Tout bloc doit être appelé avant de pouvoir être exécuté, on désigne par hiérarchie d'appel, l'ordre, l'imbrication dans un bloc d'organisation.

On clique sur « insertion » > « bloc S7 » > « bloc d'organisation ».

Le bloc d'organisation fait appel aux différentes fonctions utilisées dans notre projet la **Figure III.5** le montre :



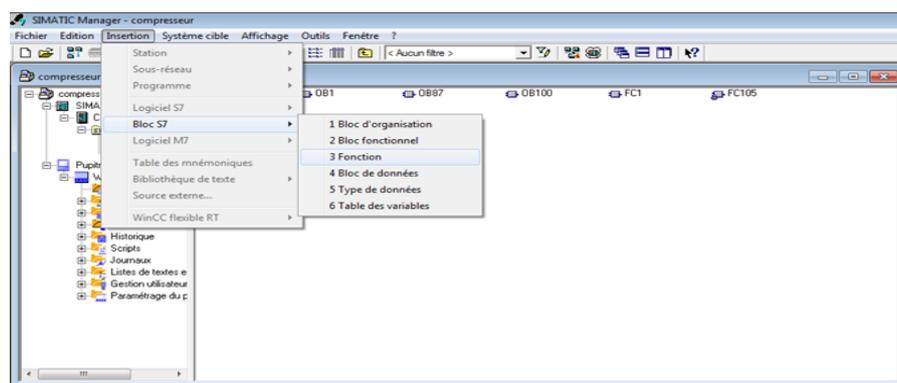
**Figure III.5:** Fenêtre de bloc d'organisation.

Une fois le bloc OB1 est créée, on commence la programmation. (**Voir l'annexe**)

### b) Fonction (FC)

Dans notre programme, on a une fonction FC1, pour la création d'une fonction nous allons suivre l'acheminement suivant.

« Insertion » > « bloc » > « fonction ».



**Figure III.6 :** Création d'une fonction

Une fois que la fonction FC1 est créée, on commence la programmation. (**Voir l'annexe**)

### III.4.Supervision

C'est une vue global représente le processus complet, cette vue est la visualisation réelle de l'état de fonctionnement de système. Le but de cette supervision et de permettre à l'opérateur de piloter et de surveiller le système.

Dans cette étape nous allons superviser notre programme.

#### III.4.1.Création de projet :

Pour la réalisation de notre plateforme de supervision des compresseurs, nous avons utilisé le Win CC flexible, pour lancer le logiciel WinCC flexible, on localise l'icône Simatic WinCC flexible sur l'écran de l'ordinateur. Puis, avec un double clic sur cette icône, on se permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle.

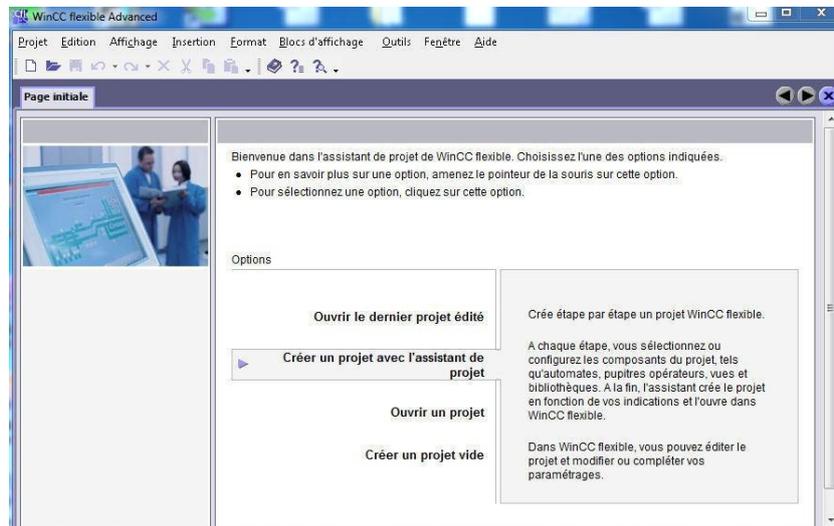


Figure III.7 : Fenêtre principale du logiciel WinCC flexible

#### III.4.2.Intégration projet Win cc Flexible a Step7 Manager :

Pour intégrer le Win CC flexible dans un projet de STEP7, on clique sur « insérer, station, station SIMATIC IHM » puis on choisit le nom de projet dans la barre d'outils de Win CC flexible.

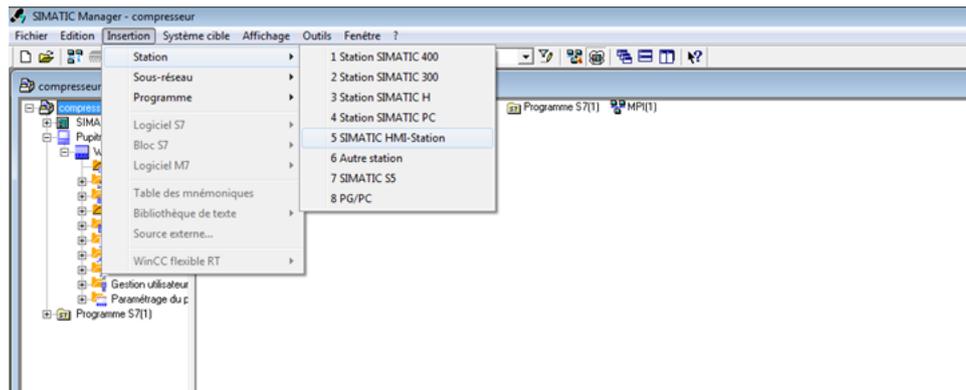


Figure III.8 : Fenêtre d'intégration de Win CC dans le STEP7

### III.4.3. Etablir une liaison directe :

Après l'émigration du projet dans STEP7 on va créer une liaison directe entre Win CC et notre automate. Ceci dans le but que Win CC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate, Pour activer la liaison entre le pupitre et l'automate, il faut aller dans Win CC flexible RT >> communication >> liaison (choisir l'automate, le projet step7 et activé la liaison), comme la figure suivante le montre :

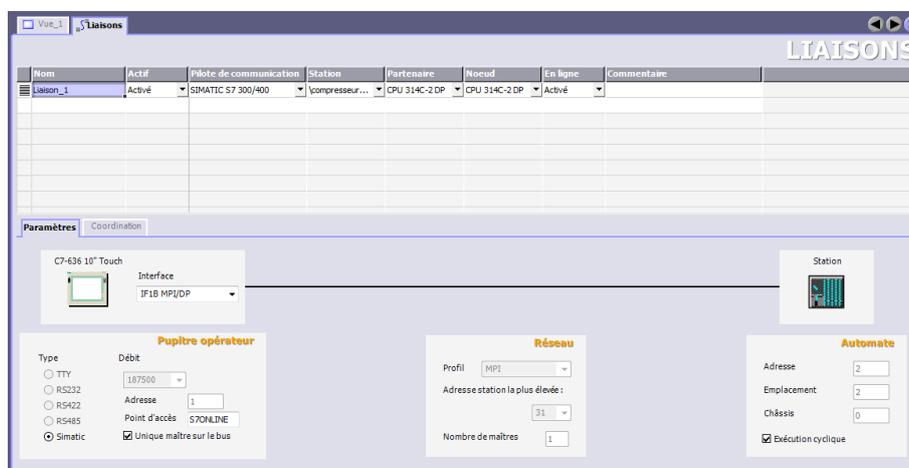


Figure III.9. Liaison entre la station S7-300 et la station de supervision HMI.

### III.4.4. création de la table des variables :

Cette vue présente les différentes variables qu'on a récupéré du programme Step7 pour les affecter à notre panel.

Nom	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commentaire
1000TSLPP	Liaison_1	Bool	1000TSLPP	M 2.6	1	1 s	
800 SUP	Liaison_1	Bool	800 SUP	M 2.4	1	1 s	
800>1000	Liaison_1	Bool	800>1000	M 1.1	1	1 s	
APFI MARGAR...	Liaison_1	Real	APFI MARGARIN	MD 26	1	1 s	
APFI TEMPER...	Liaison_1	Real	APFI TEMPERATEUR	MD 74	1	1 s	
APFI CHAGE C...	Liaison_1	Real	APFI CHAGE CONDITIONNE...	MD 46	1	1 s	
APFI CHAGE F...	Liaison_1	Real	APFI CHAGE FT 800T	MD 10	1	1 s	
APFI CHAGE F...	Liaison_1	Real	APFI CHAGE FT MARGARI	MD 22	1	1 s	
APFI CHAGE M...	Liaison_1	Real	APFI CHAGE MS 100T	MD 38	1	1 s	
APFI CHAT FT ...	Liaison_1	Real	APFI CHAT FT 1000T	MD 34	1	1 s	
COMP 1	Liaison_1	Bool	COMP 1	I 124.0	1	1 s	
COMP 2	Liaison_1	Bool	COMP 2	I 124.1	1	1 s	
COMP 3	Liaison_1	Bool	COMP 3	I 124.2	1	1 s	
COMP 4	Liaison_1	Bool	COMP 4	I 124.3	1	1 s	
COMP 5	Liaison_1	Bool	COMP 5	I 124.4	1	1 s	
COMP 6	Liaison_1	Bool	COMP 6	I 124.5	1	1 s	
CONDITION SUP	Liaison_1	Bool	CONDITION SUP	M 2.7	1	1 s	
ENTREE FT CO...	Liaison_1	Int	ENTREE FT CONDITION	PIW 758	1	1 s	
MARGARINE SUP	Liaison_1	Bool	MARGARINE SUP	M 2.5	1	1 s	
PRESSION	Liaison_1	Real	PRESSION	MD 90	1	1 s	
PRESSION BA...	Liaison_1	Bool	PRESSION BASSE	M 3.0	1	1 s	
PRESSION HA...	Liaison_1	Bool	PRESSION HAUTE	M 3.1	1	1 s	
RESET TOT 10...	Liaison_1	Bool	RESET TOT 1000T	M 0.2	1	1 s	
RESET TOT 800T	Liaison_1	Bool	RESET TOT 800T	M 0.0	1	1 s	

Figure III.10 : Liste des variables

### III.4.5. Création de vues :

Dans Win CC flexible, on crée des vues pour le contrôle- commande de machine et d'installations. Lors de création des vues, on dispose d'objet prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

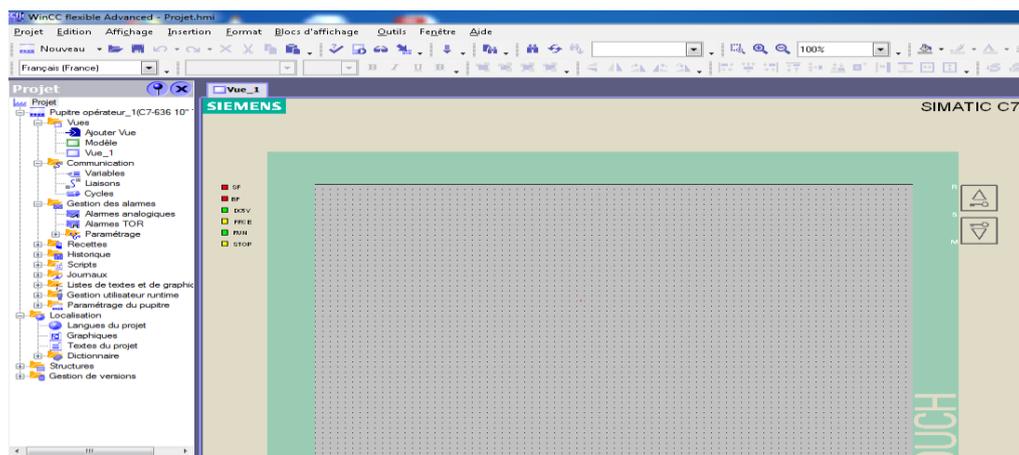


Figure III.11 : Création des vues

### III.4.6. Vue de système :

La figure en dessous représente une vue sur le système en général qui permet :

- ✓ De visualiser le débit d'air comprimé consommé
- ✓ De visualiser la température d'air comprimé aux niveaux de sécheur.
- ✓ De visualiser la pression.
- ✓ De visualiser quelle unités consomme plus.
- ✓ De commander le système.

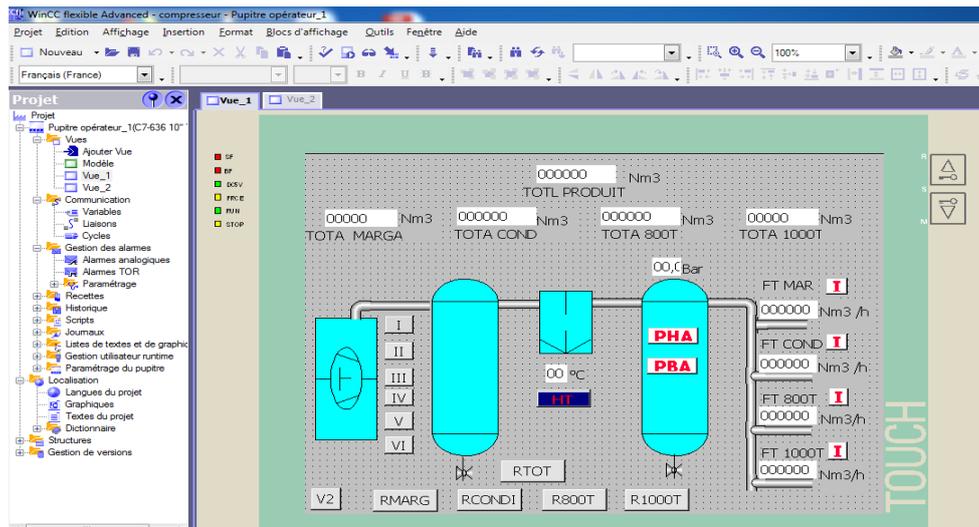


Figure III.12 : Vue de système

## III.5. compilation et simulation

### III.5.1. Simulation sous STEP7

Dans le logiciel STEP7, on trouve l'application **S7-PLCSIM** qui permet de tester et d'exécuter le programme utilisateur STEP7 via un automate programmable simulé (virtuel).

Le S7-PLCSIM permet aussi de détecter des erreurs logiques de configurations ou de programmations.

#### III.5.1.1 Ouverture et configuration du S7-PLCSIM

Pour ouvrir et activer le S7-PLCSIM, on clic sur l'icone  qui se trouve dans la barre d'outils de STEP7. Ensuite, on va créer de nouvelles fenêtres à partir de la barre d'outils, permettant de modifier l'état des entrées/sorties intervenants dans le programme. Et pour créer les diverses fenêtres, on procède comme suite :

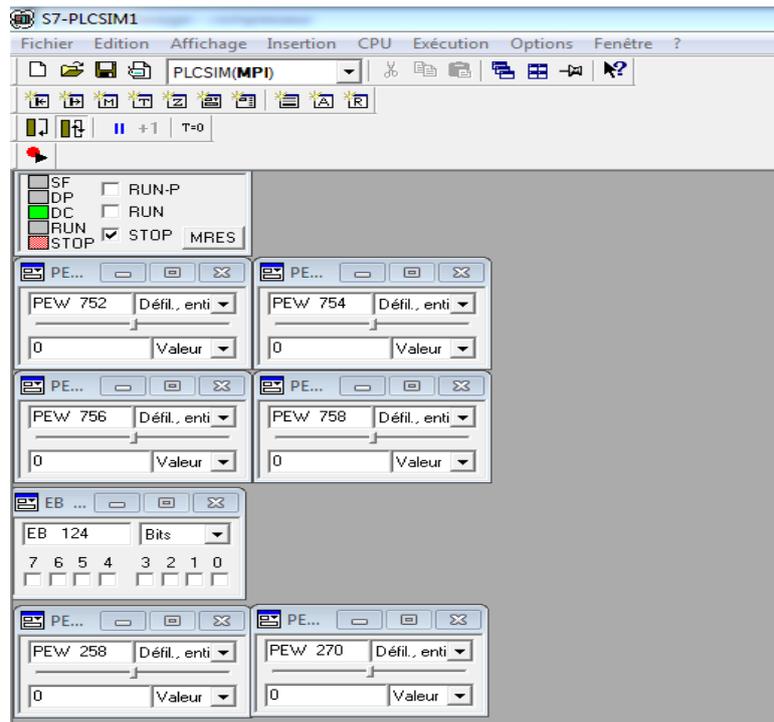


Figure III.13 : simulateur

### III.5.1.2.Chargement du programme

Pour charger le programme dans l'API de simulation en doit d'abord ouvrir le programme élaboré ensuite on cliquant sur le bouton , ou on cliquant par bouton droit sur **Blocks** et choisir **système cible, charger**. Comme représenter dans la figure suivante :

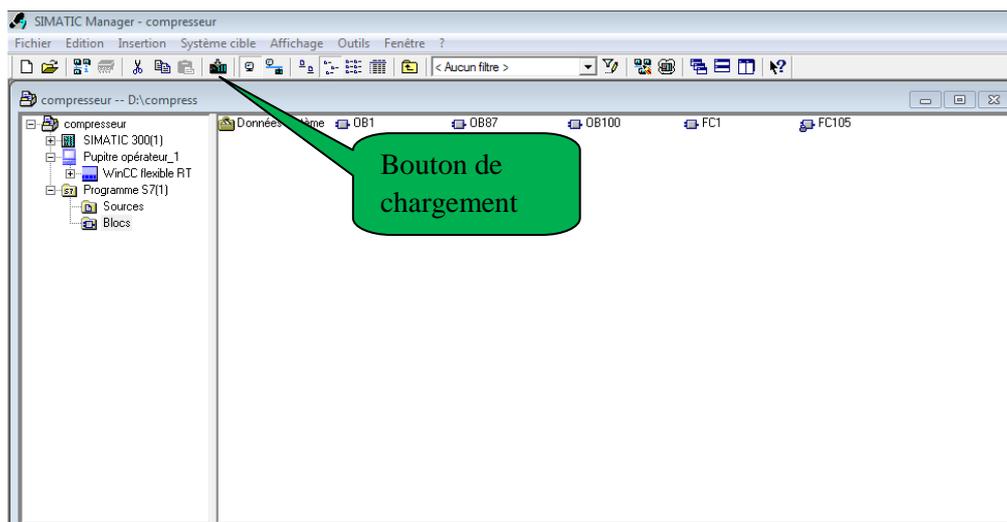


Figure III.14 : Chargement de programme dans l'API de simulation

### III.5.1.3. Exécution et visualisation du programme

Pour exécuter et visualiser le programme utilisateur chargé, on procède de la manière suivante :

- Cliquant directement sur  à partir de la barre d'outils, ou choisir la commande **Test-visualisation** ;
- Coché la case **RUN-P** de la CPU, pour démarrer la simulation ;
- forcer l'état des entrées, mémentos....etc. et cela en dans les fenêtres des variables créée préalablement puis, on constate l'évolution de l'état des sorties à travers la fenêtre de sortie précédemment créée.

### III.6. Supervision de projet

Une fois que la liaison entre le pupitre et l'automate soit activée et le lancement de la simulation sous STEP7, on peut visualiser le processus de la station.

Pour activer la simulation, on clic sur l'icone « RUNTIME »  qui se trouve dans la barre d'outils de WinCC flexible. On aura la fenêtre de menu principal dans le pupitre.

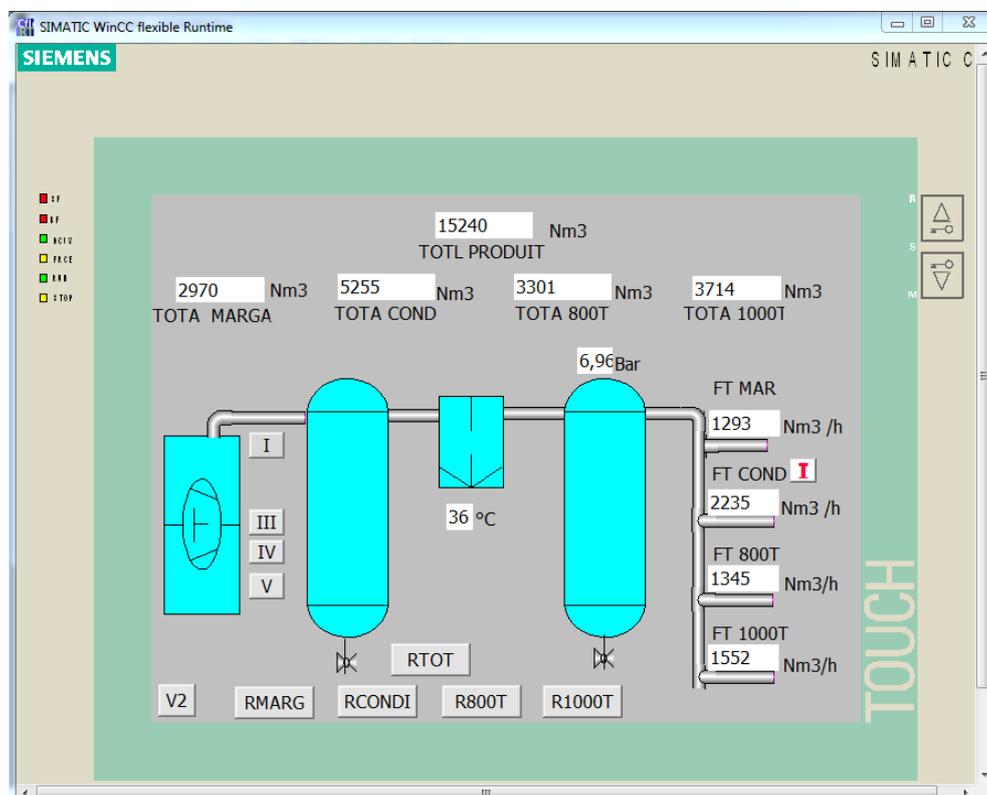


Figure III.15 : Supervision de projet

### **III.7. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné la procédure à suivre pour la réalisation du programme sur STEP7, ensuite nous avons élaboré sous Win CC flexible, des vues qui permettent de suivre les étapes de fonctionnement du système.

# **CONCLUSION GENERALE**

## **Conclusion générale :**

Arrivant à la fin de notre projet de fin d'étude effectué au sein de la société CEVITAL de Bejaia, concernant la supervision d'un système compresseur d'air comprimé par une commande logique, nous présentons le bilan du travail effectué.

L'étude détaillée du compresseur nous a permis de toucher à plusieurs disciplines que ça soit de la mécanique, l'instrumentation et la pneumatique, ce travail que nous avons effectué, nous a permis d'acquérir des connaissances techniques et pratiques, et d'améliorer nos connaissances théoriques dans un vaste domaine de l'électronique, et de l'automatique et de nous familiariser avec le milieu industriel.

En effet, nous avons réalisé notre projet de supervision de la station des compresseurs d'air comprimé sur l'automate programmable SIEMENS de la gamme SIMATIC de type S7-300, et on a pu le contrôler avec le superviseur simple et puissant Win CC flexible ; afin d'obtenir :

- La bonne consommation de l'air comprimé ;
- Réduire les pertes de pression ;
- Une bonne maintenance des compresseurs ;
- Facturée chaque unités de corps gras.

Enfin, nous espérons que notre travail sera utile à toutes personnes intéressées par ce domaine.

Comme perspective il est souhaitable de :

- ✓ Automatisé d'autre station et crée une interface commune qui appartient à la station des utilités.

## Références bibliographiques

- [1] : Document COMPAIR. Constructeur de compresseurs à air.
- [2] : <http://www.comprimair.fr/telechargements/compresseurs-a-vis-boge.pdf>.
- [3] : <https://energie.wallonie.be/fr/production-de-l-air-comprime-en-industrie.html?IDC=8040&IDD=97785>
- [4] : [https://energypedia.info/images/7/7c/Le\\_Guide\\_de\\_l%27air\\_comprim%C3%A9.pdf](https://energypedia.info/images/7/7c/Le_Guide_de_l%27air_comprim%C3%A9.pdf)
- [5] : DOUABA Nadji, BEROUBA Slimane. Analyse analytique FMD et AMDEC d'un compresseur à vis- ATLAS COPCO ZE3-. Mémoire MASTER PROFESSIONNEL Génie mécanique UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, promotion 2017.
- [6] : [www.ifm.com](http://www.ifm.com)
- [7] : William BOLTON, « Les Automates programmables industriels », éducation DUNOD, 2010.
- [8] : Alain GONZAGA, « les automates programmables industriels » (07/11/2004).
- [9] : BENSIDHOUM Hamza, AYADI Lyes. Automatisation et supervision d'une station de purification des eaux usées. Mémoire de master en automatique université de Bejaïa, promotion 2015.
- [10] : Manuel SIEMENS SIMATIC, « programmer avec STAP7 », 05/2010

# **ANNEXES**

## Propriétés de la table des mnémoniques

Nom : Mnémoniques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 28/05/2018 14:20:19  
 Dernière modification : 22/05/2018 22:02:52  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques  
 Nombre de mnémoniques : 49/49  
 Dernier tri : Mnémonique ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	1000TSUPP	M 2.6	BOOL	
	800 SUP	M 2.4	BOOL	
	800>1000	M 1.1	BOOL	
	800>COND	M 1.2	BOOL	
	800>MARG	M 1.0	BOOL	
	AFFI MSMARGARIN	MD 26	REAL	
	AFFI TEMPERATEUR	MD 74	REAL	
	AFFICHAGE CONDITIONNEMET	MD 46	REAL	
	affichage et totaliseur	FC 1	FC 1	
	AFFICHAGE FT 800T	MD 10	REAL	
	AFFICHAGE FT MARGARI	MD 22	REAL	
	AFFICHAGE M/S 800T	MD 14	REAL	
	AFFICHAGE MS 100T	MD 38	REAL	
	AFFICHAT FT 1000T	MD 34	REAL	
	AFI MS CONDITION	MD 50	REAL	
	COMM_FLT	OB 87	OB 87	Communication Fault
	COMP1	E 124.0	BOOL	
	COMP2	E 124.1	BOOL	
	COMP3	E 124.2	BOOL	
	COMP4	E 124.3	BOOL	
	COMP5	E 124.4	BOOL	
	COMP6	E 124.5	BOOL	
	COMPLETE RESTART	OB 100	OB 100	Complete Restart
	CONDITION SUP	M 2.7	BOOL	
	ENTREE FT 1000T	PEW 756	INT	
	ENTREE FT 800T	PEW 752	INT	
	ENTREE FT CONDITION	PEW 758	INT	
	ENTREE FT MARGARINE	PEW 754	INT	
	IN T TEMP	PEW 258	INT	
	MARGARINE SUP	M 2.5	BOOL	
	MD 58	MD 58	REAL	
	MD62	MD 62	REAL	
	PRESSION	MD 80	REAL	
	PRESSION BASSE	M 3.0	BOOL	
	PRESSION HAUTE	M 3.1	BOOL	
	RESET TOT 1000T	M 0.2	BOOL	
	RESET TOT 800T	M 0.0	BOOL	
	RESET TOT CONDITION	M 0.3	BOOL	
	REST TOT	M 0.4	BOOL	
	RESTET TOT MARGARINE	M 0.1	BOOL	
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	TEMP BASSE	M 3.5	BOOL	
	TEMP D'AIR	MD 84	REAL	
	TEMP HAUT	M 3.4	BOOL	
	TOT MARGA	MD 30	REAL	
	TOT1000T	MD 42	REAL	
	TOTA 800T	MD 18	REAL	

<b>Etat</b>	<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
	TOTALISEUR CONDITION	MD 54	REAL	
	TOTL PRODUIT	MD 66	REAL	

## Caractéristiques de compresseur:

### CompAir Série L

- Capacité: 0,21 – 47,10<sup>3</sup>/min (FAD)
- Pression: 7,5 – 15 bar(g)
- Puissance: 2,2 – 290 kW
- Contrôleur: Delcos Pro / Delcos XL
- Options: huile alimentaire, module pour récupération de chaleur, refroidissement d'eau

## Contrôleur de compresseur intelligent Delcos 3100

Le système de contrôle multilingue garantit un fonctionnement sûr et fiable et protège l'investissement de l'opérateur en surveillant de manière continue les paramètres opérationnels, ce qui est essentiel pour réduire le coût de possession. Le Delcos XL dispose également d'entrées et sorties programmables, peut contrôler des équipements supplémentaires et fournir les fonctionnalités suivantes en texte clair et lisible :

- Affichage de la pression interne/du réseau
- Affichage de la température de l'air/de l'eau
- Nombre total d'heures de service et en charge
- Indicateur d'entretien
- Journal des défauts
- Démarrage/arrêt à distance
- Redémarrage automatique après coupure de courant
- Indication d'état
- RS485 - Modbus RTU

