

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



*UNIVERSITE A.MIRA DE BEJAIA*

*FACULTE DE TECHNOLOGIE*

*Département de Génie Electrique*

*Projet de fin de cycle*

*En vue de l'obtention du diplôme  
Master en électrotechnique*

*Option :  
Commande des Systèmes Electriques*

**THEME**

**Automatisation et supervision via TIA PORTAL V13  
d'une centrale de production d'air comprimé  
pour le process de CEVITAL**

**Réalisé par :**

**Mr : BENAMSILI Kamel**

**Mr : GHANEM Khellil**

**Encadré par :**

**Mr : TAZERART Farid**

**Mr : TOULOUM Nadir**

**Promotion 2015**

## ***Remerciement***

*«Le plus grand merci s'adresse au bon Dieu »*

*Nous présentant nos sincères remerciements à notre promoteur*

***Mr F.TAZERART** et notre encadreur au niveau de l'entreprise*

*Cevital **Mr N.TOULOUM** qui nous ont aidé le long de notre travail.*

*Aux membres de jurys, à **Mr MEDJOU DJ** pour sa présidence et*

***Mr MOKRANI** pour avoir accepté nous examiner.*

*Aux personnes qui nous ont aidé à réaliser ce travail.*

*A toute la promotion **MASTER Commande Des Systèmes***

***Electriques 2014/2015***

*A tous ceux qui auront l'aimable volonté de feuilleter ce mémoire.*

# *Dédicace*

*Je rends grâce à dieu de m'avoir donné la force, la volonté, l'intelligence et la sagesse d'être patient dans mes études.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma mère, celle qui a su mener la barque seule, tout au long de sa vie, celle qui a fait que l'éducation et l'instruction de ses enfants soient le combat de tous les jours.*

*A la mémoire de mon père que je n'ai pas connu, j'espère que de là où tu es, t'es fière du devenir de ton fils qui a toujours tout fait pour marcher sur tes pas.*

*A ma petite sœur adorée, ma Dalí qui fait ma fierté.*

*A ma petite kina*

*A tous ceux que j'ai connu durant mes années de fac.*

*A mes encadrateurs Mr Tazerart et Mr Touloum.*

*A mon cher binôme Kamel.*

*A toutes les personnes que je porte dans mon cœur.*

*A tous ceux qui ont toujours cru en moi, et qui ont toujours été là pour moi.*

*A ma famille et mes amis.*

*Je ne vous oublierai jamais*

*GHANEM khellil*

# Dédicace

*A ma chère mère Ouanissa à mon cher père Salah merci pour votre soutien et  
votre patience.*

*A la mémoire de mon frere Mustapha,*

*A mon frere Ali et sa femme Fahima*

*A mes sœurs Linda, Karima, Akila, Kahina*

*A mes adorables nièces et neveux Cherif, Dahmane, Aya, Marouan, Mariya,*

*Mazigh*

*A tous les membres de la famille Benamsili et la famille Ait Ali*

*A ma petite Lila*

*A mes frères et copins de parcours Hakim, Fares, Arab, Rabah, Mouhend,*

*Avous messieurs Farid, Nadir*

*Tous mes amis et tous ceux que j'ai connu durant mes années de fac.*

*A mon binôme GHANEM Khellil.*

*Je vous dédie ce travail.*

**Kamel** « Je ne vous oublierai jamais »

# **SOMMAIRE**

## **Introduction générale**

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

## **Complexe CEVITAL**

Présentation du complexe CEVITAL .....	02
Missions et objectifs.....	02
Activités de CEVITAL.....	03
Situation géographique.....	03
Les unités de production .....	06
Description du département énergie.....	08

## **Chapitre I : Description des éléments de la centrale d'air comprimé**

I. Introduction.....	09
I.1 Problématique .....	09
➤ Avantages de l'air comprimé .....	09
➤ Inconvénients de l'air comprimé.....	10
I.2 Production de l'air comprimé .....	10
I.2.1 Prétraitement de l'air .....	11
I.3 Le Compresseur .....	11
I.3.1 Choisir un compresseur performant .....	12
I.3.2 Les spécifications d'achat du compresseur .....	12
I.3.3 Type de compresseur .....	13
I.3.3.1 Compresseur volumétrique .....	13
I.3.3.1.1 Compresseur alternatif .....	13
I.3.3.1.1.1 Compresseur à piston.....	14
I.3.4 Les critères de choix d'un compresseur .....	15
➤ Avantages de ce modèle de compresseur COMPAIR L37.....	15
I.4 Traitement de l'air comprimé avant la consommation .....	16
➤ Pourquoi purifier l'air .....	16
➤ Les différents pollueurs dans le cycle.....	16
I.4.1 Unité de conditionnement (unité FRL).....	16
I.4.2 Filtre à l'aspiration .....	17
I.5 Séparateur d'eau .....	17
I.6 Sécheur d'air .....	17
I.7 Le purgeur .....	18

I.8 Réservoir (ballon de stockage).....	18
I.9 Les vannes.....	18
I.9.1 Le choix de la vanne.....	19
I.10 Conclusion .....	19

## **Chapitre II : Eléments d'automatisation**

II Introduction .....	20
II.1 Objectifs du projet .....	20
II.2 Automatisation.....	20
II.2.1 Objectif de l'automatisation.....	20
II.2.2 Structure d'un système automatisé.....	20
II.2.2.1 Partie commande .....	21
II.2.2.2 Partie opérative .....	21
II.3 Généralités sur les automates programmables.....	21
II.3.1 Présentation d'un automate.....	22
II.3.2 Principe de fonctionnement d'un automate .....	23
II.3.3 Programmation des automates .....	23
II.3.4 Critères de choix d'un automate .....	23
II.4 Présentation de l'automate à utiliser S7-300 .....	24
II.5 Totally Integrated Automation Portal "TIA Portal V13" .....	25
II.5.1 Vue du portail et vue du projet .....	25
II.5.1.1 Vue du portail .....	25
II.5.1.2 Vue du projet .....	26
II.5.2 Création d'un projet et configuration d'une station de travail .....	27
II.5.3 Configuration et paramétrage du matériel.....	27
II.5.4 Adressage des E/S .....	29
II.5.5 Mémento de cadence .....	29
II.5.6 Adresse Ethernet de la CPU .....	30
II.5.7 Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	31
II.6 Conclusion .....	33

## **Chapitre III : Description du process et automatisation du système**

III. Introduction .....	34
III.1 Présentation de la centrale.....	34
III.2 Cahier des charges.....	35
III.3 Les instruments de mesure .....	35
III.3.1 Les transmetteurs de pression .....	35
III.3.2 Les transmetteurs différentiels de pression.....	35
III.3.3 Les transmetteurs de température .....	36
III.4 Mode d'exploitation .....	37
III.4.1 Autorisation de démarrage en mode automatique .....	37
III.4.2 Description du process et mise en service du système .....	37
III.4.3 Défauts de fonctionnement .....	38
III.4.3.1 Défauts moteurs (compresseurs, sécheur).....	38
III.4.3.2 Défaut d'arrêt d'urgence.....	38
III.4.3.3 Défauts arrêtant le compresseur .....	39
III.4.3.4 Défauts arrêtant le sécheur .....	39
III.4.3.5 Défaut au niveau des vannes .....	39
III.4.3.6 Surveillance de la pression du ballon de stockage .....	40
III.5 GRAFCET.....	40
III.5.1 Structure graphique du Grafcet.....	40
III.5.2 Bases du langage.....	41
III.5.3 Règles d'évolution d'un grafcet.....	42
III.5.4 Le diagramme à relais où schéma à contacts .....	43
III.5.5 Élaboration des GRAFCETS de la centrale.....	43
III.6 Conclusion.....	50

## **Chapitre IV : Programmation, simulation et supervision**

IV 1 Introduction .....	51
IV 1.1 Création du projet dans TIA PORTAL V13.....	51
IV 1.1.1 Configuration matérielle (Partie Hardware).....	52
IV 1.1.2 IHM TP1500 CONFORT .....	53



IV 1.1.3 Création du tableau des variables API.....	54
IV 1.1.4 Programmation de la PLC .....	54
IV 1.1.5 Ajout des blocs .....	54
IV 1.1.6 Les blocs d'organisation (OB) .....	55
IV 1.1.7 Les blocs de fonctions – FC .....	57
IV 2 Réalisation de la supervision .....	59
IV 2.1 Outils de supervision .....	60
IV 2.2 Etapes de mise en œuvre .....	60
IV 2.3 Etablir une liaison directe .....	60
IV 2.4 Création de la table des variables .....	61
IV 2.5 Création de vue.....	61
IV 2.5.1 Planifier la création de vues .....	62
IV 2.5.2 Constitution d'une vue .....	62
IV 2.5.3 Vues du process.....	63
IV 2.5.4 Vue des alarmes.....	64
IV 3 Compilation et Simulation.....	66
IV 4 Conclusion .....	68

## **Conclusion générale**

Conclusion générale .....	69
---------------------------	----

# **LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Aperçu global de l'unité de production CEVITAL .....	04
<b>Figure 2</b> : Organigramme du complexe CEVITAL .....	05
<b>Figure 3</b> : Organigramme du pôle énergie .....	07
<b>Figure I.1</b> : Représentation de la centrale.....	10
<b>Figure I.2</b> : Cycle de production de l'air comprimé .....	11
<b>Figure I.3</b> : Schéma de principe d'un compresseur.....	12
<b>Figure I.4</b> : Classification des compresseurs.....	13
<b>Figure I.5</b> : Schéma d'un compresseur alternatif .....	14
<b>Figure I.6</b> : Schéma compresseur alternatif à piston.....	14
<b>Figure I.7</b> : Unité de conditionnement FRL et ses symboles .....	17
<b>Figure I.8</b> : Principe de fonctionnement du purgeur .....	18
<b>Figure II.1</b> : Structure d'un système automatisé.....	21
<b>Figure II.2</b> : Représentation d'un automate programmable industriel.....	21
<b>Figure II.3</b> : Automate Programmable Industriel SIEMENS .....	22
<b>Figure II.4</b> : Différentes étapes de fonctionnement d'un automate .....	23
<b>Figure II.5</b> : Constitution d'API S7-300 .....	24
<b>Figure II.6</b> : Vue du portail .....	25
<b>Figure II.7</b> : Vue du projet .....	26
<b>Figure II.8</b> : Création d'un projet.....	27
<b>Figure II.9</b> : Configuration et paramétrage du matériel .....	28
<b>Figure II.10</b> : Configuration et paramétrage du matériel.....	28
<b>Figure II.11</b> : Adressage des E/S .....	29
<b>Figure II.12</b> : Mémento de cadence .....	30

<b>Figure II.13</b> : Adresse Ethernet de la CPU .....	30
<b>Figure II.14</b> : Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	31
<b>Figure II.15</b> : Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	32
<b>Figure II.16</b> : Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	32
<b>Figure II.17</b> : Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	33
<b>Figure III.1</b> : Représentation globale du système à automatiser .....	34
<b>Figure III.2</b> : Transmetteur de pression .....	35
<b>Figure III.3</b> : Transmetteur différentiel de pression .....	36
<b>Figure III.4</b> : Transmetteur de température .....	36
<b>Figure III.5</b> : Représentation d'un Grafcet .....	40
<b>Figure III.6</b> : Différents types d'étapes .....	41
<b>Figure III.7</b> : Différents types de transitions .....	42
<b>Figure III.8</b> : Grafcet pour du compresseur « 1 » .....	44
<b>Figure III.9</b> : Grafcet détaillé du compresseur « 1 » .....	45
<b>Figure III.10</b> : Grafcet pour du compresseur « 2 » .....	46
<b>Figure III.11</b> : Grafcet détaillé du compresseur « 2 » .....	47
<b>Figure III.12</b> : Grafcet du sécheur .....	48
<b>Figure III.13</b> : Grafcet détaillé du sécheur .....	49
<b>Figure IV.1</b> : Mise en route de notre projet .....	51
<b>Figure IV.2</b> : Représentation de notre automate S7-300 .....	52
<b>Figure IV.3</b> : Représentation de notre IHM .....	53
<b>Figure IV.4</b> : Système d'automatisation (PLC, IHM) .....	53
<b>Figure IV.5</b> : Tableau de variable API .....	54
<b>Figure IV.6</b> : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc .....	55
<b>Figure IV.7</b> : Réseaux de nos blocs OB .....	55

<b>Figure IV.8</b> : Schéma contact de la mise à zéro du bit .....	56
<b>Figure IV.9</b> : Schéma contact du compresseur 1 .....	56
<b>Figure IV.10</b> : Schéma contact du compresseur 2 .....	56
<b>Figure IV.11</b> : Représentation de type contact du bloc de vanne .....	56
<b>Figure IV.12</b> : réseaux de nos blocs FC .....	57
<b>Figure IV.13</b> : Représentation de type contact de la FC de la vanne XV1 .....	57
<b>Figure IV.14</b> : Mise en marche du compresseur1 .....	58
<b>Figure IV.15</b> : Comparateur 01DPT001 .....	59
<b>Figure IV.16</b> : Liaison entre la PLC et IHM .....	60
<b>Figure IV.17</b> : Table de variable IHM .....	61
<b>Figure IV.18</b> : Création de vue .....	62
<b>Figure IV.19</b> : Vue principale de notre système .....	63
<b>Figure IV.20</b> : Vue principale du compresseur 1 .....	63
<b>Figure IV.21</b> : Vue principale du compresseur 2 .....	64
<b>Figure IV.22</b> : Vue interne du compresseur1 .....	64
<b>Figure IV.23</b> : Vue interne du sécheur .....	62
<b>Figure IV.24</b> : Vue des alarmes .....	65
<b>Figure IV.25</b> : Etape de compilation PLC .....	66
<b>Figure IV.26</b> : Etape du chargement et Run-P .....	67
<b>Figure IV.27</b> : Etape de compilation de IHM .....	67
<b>Figure IV.28</b> : Compilation réussite.....	68

# **LISTE DES TABLEAUX**

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau I.1** : Tableau récapitulatif des caractéristique du compresseur COMPAIR L37.....15

# **LISTE DES ABREVIATIONS**



## LISTE DES ABREVIATIONS

Tia Portal V13 : **T**otally **I**ntegrated **A**utomation **P**ortal **V**13.

PC : **P**artie **C**ommande.

PO : **P**artie **O**pérative.

API : **A**utomate **P**rogrammable **I**ndustriel.

PLC : **P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller.

CPU: **C**entral **P**rocessing **U**nite.

RAM : **R**andom **A**ccess **M**emory.

EEPROM : **E**lectrically **E**rasable **P**rogrammable **R**ead **O**nly **M**emory.

TOR : **T**out **O**u **R**ien.

GRAFCET : **G**RAphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes **T**ransitions.

PET : **P**olytéréphtalate d'éthylène.

OACI : **O**rganisation **C**ivile **I**nternationale.

SFC : **S**equential **F**unction **C**hart.

Tia Porta : **T**otally **I**ntegrated **A**utomation **P**ortal.

IHM : **I**nterface **H**omme **M**achine.

MPI : **M**ulti **P**oint **I**nterface.

# **INTRODUCTION GENERALE**

## Introduction générale

Le complexe CEVITAL de Bejaia s'occupe de plusieurs secteurs d'activités qui nécessitent l'utilisation de l'air comprimé servant au fonctionnement des différentes machines, la production de cet air comprimé est assurée par une centrale au sein du pôle énergie.

L'automatisation de cette unité est devenue indispensable, car elle permet d'augmenter la productivité, la flexibilité, d'améliorer la qualité ainsi que les conditions de travail, les systèmes automatisés sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour l'être humain, l'automatisation est donc synonyme de productivité et de sécurité.

Nous avons travaillé sur l'automatisation et la supervision d'une centrale de production d'air comprimé au sein de l'unité énergie de CEVITAL. Notre travail est le résultat d'une étude complète et minutieuse menée durant un stage pratique, il est basé sur l'analyse de l'ensemble des éléments qui constituent notre centrale, ainsi que sur les besoins émis par l'industriel.

Les arrêts et mises en marche sont assurés manuellement, ce qui engendre des impacts néfastes sur le matériel et la production, les travaux de maintenance ont pris une allure cyclique, les pertes économiques sont devenues énormes, l'automatisation de notre centrale est devenue une nécessité.

**Un automate de type S7-300 a été utilisé, cette automatisation a été réalisée grâce au logiciel "TIA PORTAL V13" de SIEMENS qui représente le dernier logiciel d'ingénierie développé par cette firme. A notre connaissance notre travail est une première en son genre, car jamais une automation n'a été réalisée en utilisant cet outil.**

A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets suivant :

Le premier chapitre a été consacré à la description des éléments de la centrale ainsi qu'aux généralités sur l'air comprimé.

Le second chapitre est consacré aux éléments de l'automatisation, l'automate S7-300 a été présenté ainsi que le logiciel TIA PORTAL V13.

Le troisième chapitre nous décrit le process et l'automatisation du système

Le quatrième et dernier chapitre est dédié à la programmation et à la supervision de notre système.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

**PRESENTATION DU COMPLEXE**

**CEVITAL**

## **Présentation du complexe CEVITAL**

CEVITAL est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage des huiles, dans la production du sucre, et de la margarine.

Cette entreprise est autonome énergétiquement, elle produit l'énergie électrique dont elle a besoin et ce grâce à deux alternateurs de 64 MW; elle s'accapare la moitié du marché national des huiles et des graisses.

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour de l'entrée de notre pays dans l'économie du marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de BEJAIA et s'étend sur une superficie de 45000 m<sup>2</sup>, pour être parmi les meilleurs sur le marché international, CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de marché et d'équipements, faisant de ce complexe l'un des plus performant et moderne en Algérie.

### **Missions et objectifs :**

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

Les objectifs visés par cevital peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ces produits sur tout le territoire national ;
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes ;
- L'optimisation de ces 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 ces installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production ;
- Le positionnement de ces produits sur le marché étranger par leurs exportations.

Les nouvelles données économiques nationales dans le marché de l'agroalimentaire, font que les meilleurs sont ceux qui maîtrisent d'une façon efficace et optimale les coûts, les charges et ceux qui offrent le meilleur rapport qualité/prix. Ceci est nécessaire pour s'imposer sur le marché que CEVITAL négocie avec les grandes sociétés commerciales internationales, ces produits se vendent dans différentes villes africaines (Lagos, Niamey, Bamako, Tunis, Tripoli...).

### **Activités de CEVITAL**

Lancé en mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en décembre 1998. En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie d'huile ont débuté, cette dernière est devenue fonctionnelle en août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL sont concentrées sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de la margarine, du sucre et la production de sa propre énergie électrique, qui se présente comme suit :

- Raffinerie d'huile (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600 unités/heure) ;
- Production de sucre (1600 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64 MW) ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude.

### **Situation géographique**

Le complexe CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia à 3km au Sud-ouest de la ville, à proximité de la RN 26.

Cette situation géographique lui profite bien, étant donné qu'elle lui confère l'avantage de la proximité économique, car il se situe près du port de Bejaia et de son aéroport, la figure ci-dessous est un aperçu global de l'unité de production CEVITAL.



La figure ci-dessous est une représentation de l'organigramme du complexe de CEVITAL

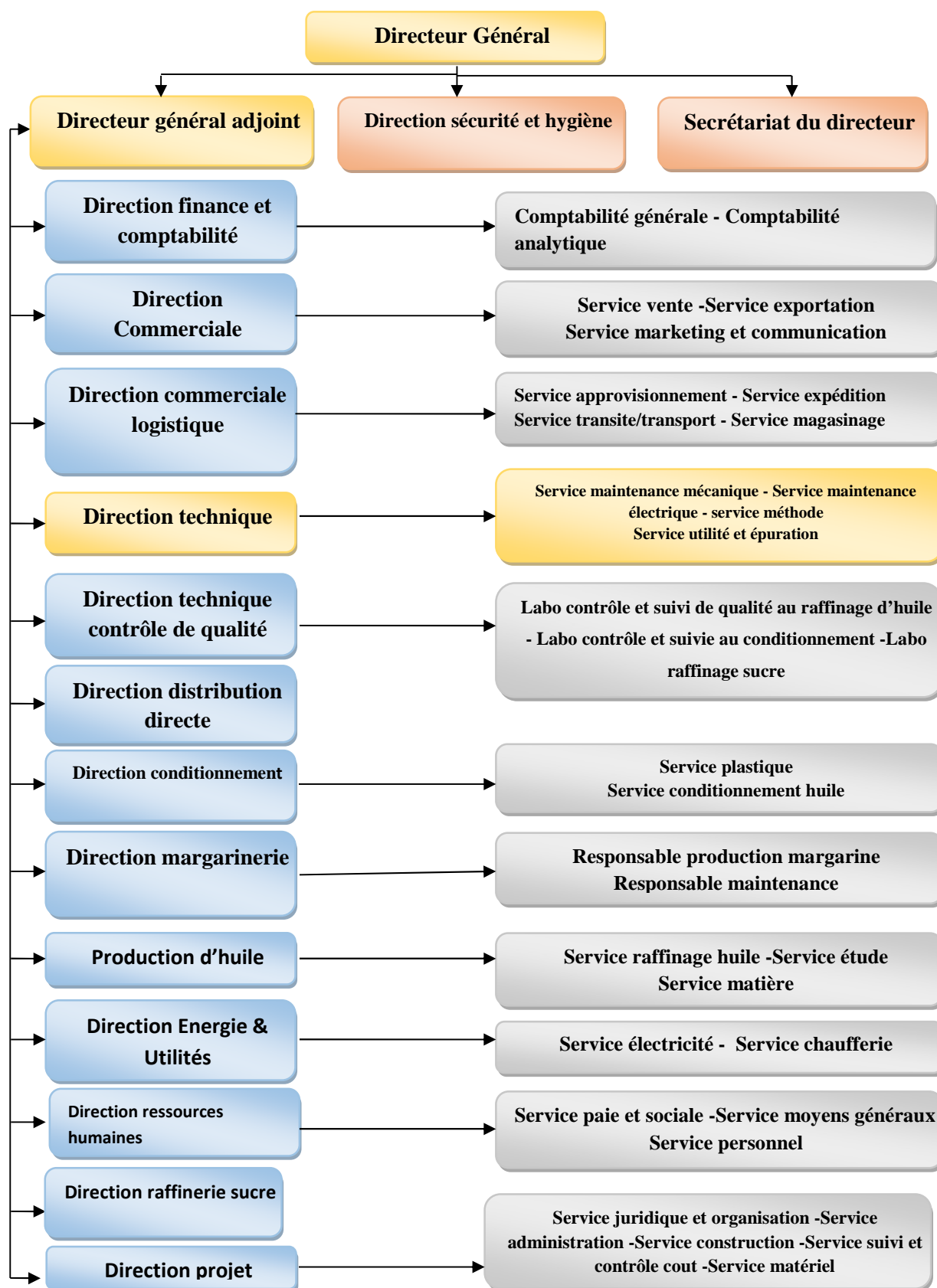


Figure 2 : Organigramme du complexe CEVITAL [1].



## **Les unités de production**

Le complexe CEVITL est composé de plusieurs unités de production Agro-alimentaire :

### **1. Raffinerie d'huile**

Elle a été mise en chantier en mai 1998, l'adaptation d'une technologie de dernière génération lui a permis de rentrer en production en un temps record soit août 1999, elle est considérée parmi les plus modernes au monde.

Actuellement, sa capacité de production est de 1800 tonnes par jour, cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huile comestible telle que : le colza, le tournesol, le soja...Etc.

### **2. Margarinerie**

Mise en chantier en mars 2000, puis rentrée en production en juillet 2001. Cette margarinerie construite par le groupe lui-même représente une offensive considérable sur le marché à grand public. Sa capacité de production est de 100 T/J pour chaque chaîne de production qui sont au nombre de six.

### **3. Raffinerie de sucre**

Elle est mise en chantier en octobre 2000, devenue fonctionnelle en octobre 2002, elle est dotée d'un équipement industriel très modernisé qui répond aux besoins du marché, sa capacité de production actuelle est de 1600 T/J dépassant ainsi les 500000 T/an. Cette dernière couvrira les besoins nationaux en sucre blanc.

Une nouvelle raffinerie de sucre d'une capacité de 3000 T/J est actuellement mise en service en période de démarrage et d'essais.

### **4. Stockage de la matière première**

Les silos de stockage sont opérationnels depuis juin 2003, ce sont de gigantesques récipients cylindriques construits en béton, destinés au stockage des céréales et des graines oléagineuses. Au nombre de 24, la capacité de stockage de chaque cellule est de 5000 tonnes, ce qui offre une capacité de 120000 tonnes (la plus grande capacité de stockage en Afrique).

## 5. Unité énergie et utilités

La direction énergie est constituée de deux départements qui sont :

### Département énergie

Sa mission se résume à la production, la maintenance et la distribution de l'énergie électrique : on distingue :

Le poste 60kV ;

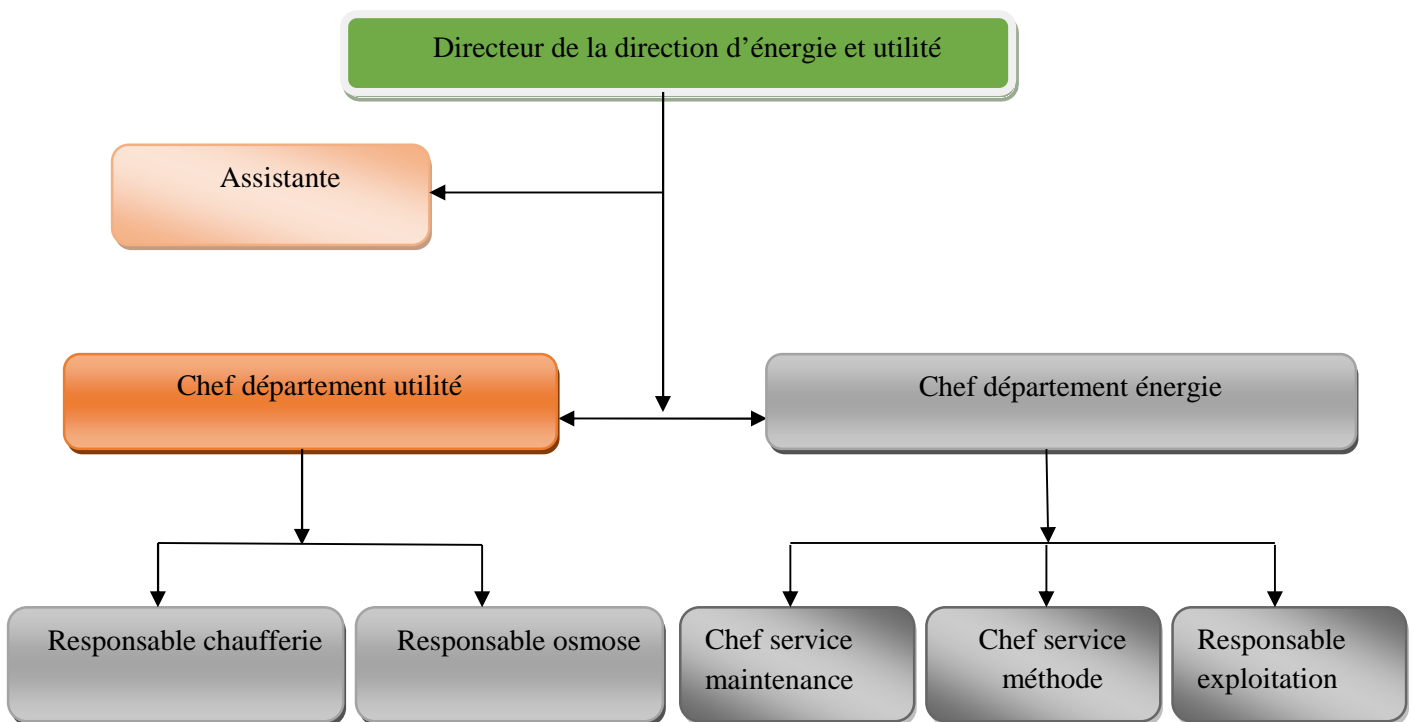
Le poste 30kV ;

La cogénération.

### Département chaufferie

Il s'occupe de la production et distribution de la vapeur d'eau

Les différents départements de la direction énergie sont représentés dans l'organigramme suivant :



**Figure 3 :** Organigramme du pôle énergie.

## **Description du département énergie**

Le département énergie a pour but de produire en même temps et dans la même installation de l'énergie thermique et de l'énergie mécanique, l'énergie thermique est utilisée pour produire de la vapeur surchauffée, et l'énergie mécanique se transforme en énergie électrique grâce à un alternateur

Cette installation est composée de deux parties, qui sont :

- La partie production de vapeur.
- La partie production d'électricité.

**DESCRIPTION DES ELEMENTS DE LA  
CENTRALE D'AIR COMPRIE**

## **I. Introduction**

L'air comprimé est l'une des formes les plus anciennes de l'énergie que l'homme utilise, il est connu en tant que fluide. Il est utilisé dans différents domaines, on peut dire que ces applications ont facilité notre quotidien. Il peut accomplir plusieurs opérations comme le nettoyage, le séchage, le transport et l'emballage,...Etc. Donc il est très répandu dans les ateliers et les usines où on a des circuits de puissance pneumatique, et des modules de commande pour machine, mais aussi dans les stations énergétiques (thermiques et électriques,...Etc.) où l'air comprimé est fourni par un compresseur.

Le choix d'un compresseur doit être basé sur de multiples critères : la pression, le débit, le lieu d'utilisation, et aussi le type d'installation à réaliser.

Aujourd'hui sans l'air comprimé aucune usine moderne ne serait concevable, les machines à air comprimé ont désormais leur place dans toutes les branches de l'activité industrielle [1].

### **I.1 La Problématique**

L'entreprise agro-alimentaire CEVITAL de Bejaia touche plusieurs secteurs d'activités qui nécessitent l'utilisation de l'air comprimé servant au fonctionnement des différentes machines. La production de cette énergie au niveau de l'unité énergie est assurée par deux compresseurs de type "COMPAIR L37".

Notre étude sera axée essentiellement sur l'automatisation et l'optimisation de cette unité de production d'air comprimé ; sur le plan énergétique, il existe des pertes d'énergie électrique, du point de vue mécanique la durée de vie des compresseurs est très courte (usure des pièces), ces pertes sont dues au démarrage arbitraire des compresseurs.

C'est pour cela que nous avons proposé l'automatisation de cette unité tout en essayant de satisfaire le débit requis et la puissance minimale consommée par les compresseurs qui assurent la production de l'air comprimé dans le but d'optimiser le rendement de l'installation afin de réduire les coûts et donc être économiquement compétitif.

#### **➤ Avantages de l'air comprimé**

L'air est disponible partout en quantité illimitée, il est compressible, élastique et capable d'absorber une grande quantité d'énergie. Cette dernière propriété est possible grâce aux compresseurs pouvant comprimer l'air dans des réservoirs. L'air accumulé est très souple ; il peut actionner des mécanismes où alimenter des circuits de commande.

L'air est une énergie sécuritaire, non toxique et non inflammable ; même les fuites dans les conduites ne peuvent être dommageables pour les personnes se trouvant dans leur environnement immédiat, son utilisation a, en outre, l'avantage d'éliminer les lignes de retour dans les circuits, car l'air est rejeté dans l'atmosphère immédiatement après son utilisation (surveiller cependant le nuage d'air comprimé additionné d'huile pour la lubrification des équipements), tous les systèmes conçus pour fonctionner à l'air comprimé sont relativement légers, puisque leurs composants sont fabriqués à partir de matières plastiques et d'alliage d'aluminium [2].

### ➤ Inconvénients de l'air comprimé

L'air comprimé possède de nombreux inconvénients, on peut citer :

- Traitement : obtenu à partir de l'air ambiant, l'air comprimé doit être purifié et séché pour éviter l'usure des équipements.
- Pression limitée : de 7 à 9 bars, au delà, le coût serait beaucoup plus important.
- Bruit : les échappements d'air sont bruyants et imposent l'installation de silencieux.
- Coût : la production et le traitement restent d'un coût assez élevé.
- Les systèmes pneumatiques exigent de l'entretien [3].

## I.2 Production de l'air comprimé

Le schéma ci-dessous est une représentation de la centrale

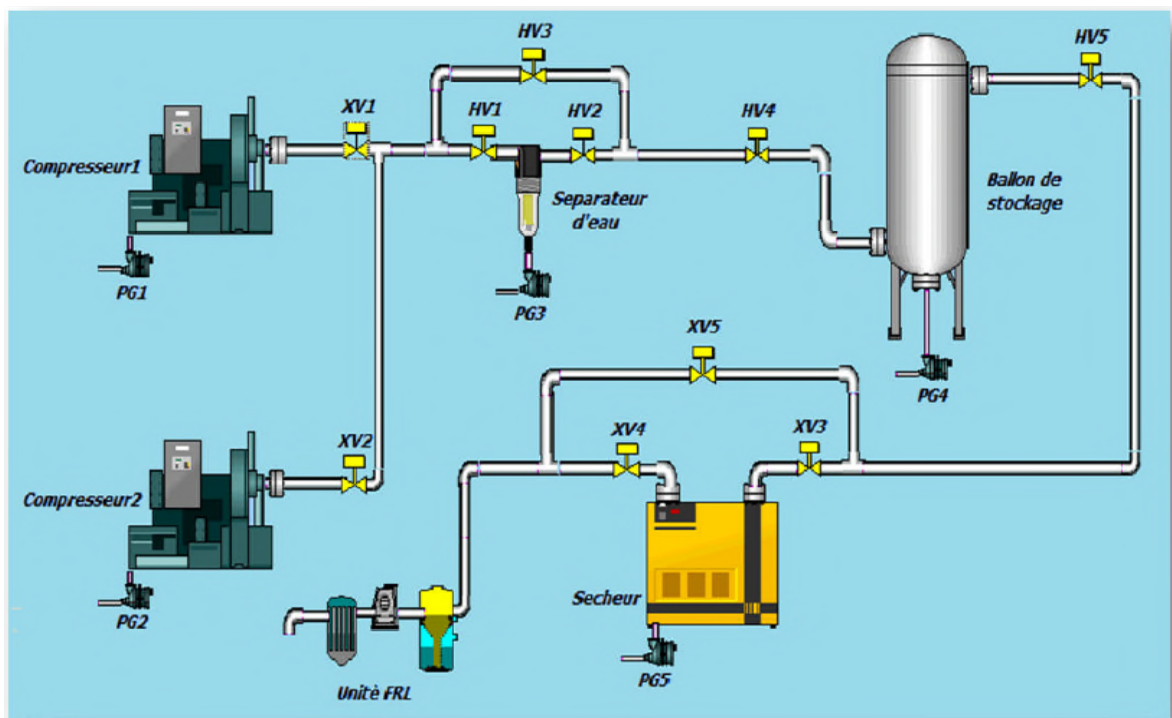


Figure I.1 : Représentation de la centrale.

Dans ce qui suit, nous procéderons à l'énumération de chaque composant de notre centrale

### I.2.1 Prétraitement de l'air

L'air comprimé est une énergie universelle pour l'industrie, son utilisation nécessite d'éliminer les polluants qu'il contient (poussières, eau, huile), la présence d'un système de traitement d'air comprimé est donc indispensable pour éviter des arrêts de production coûteux et utiliser les outils pneumatiques dans les meilleures conditions, la figure ci-dessous est une illustration prétraitement de l'air comprimé [4].

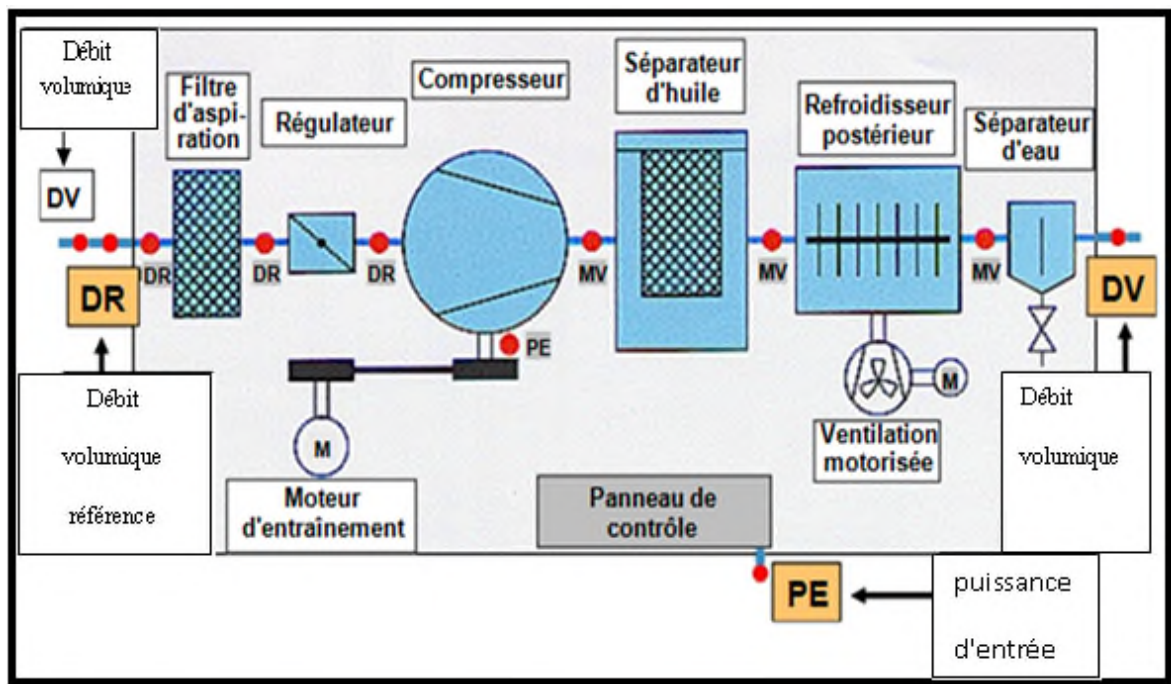


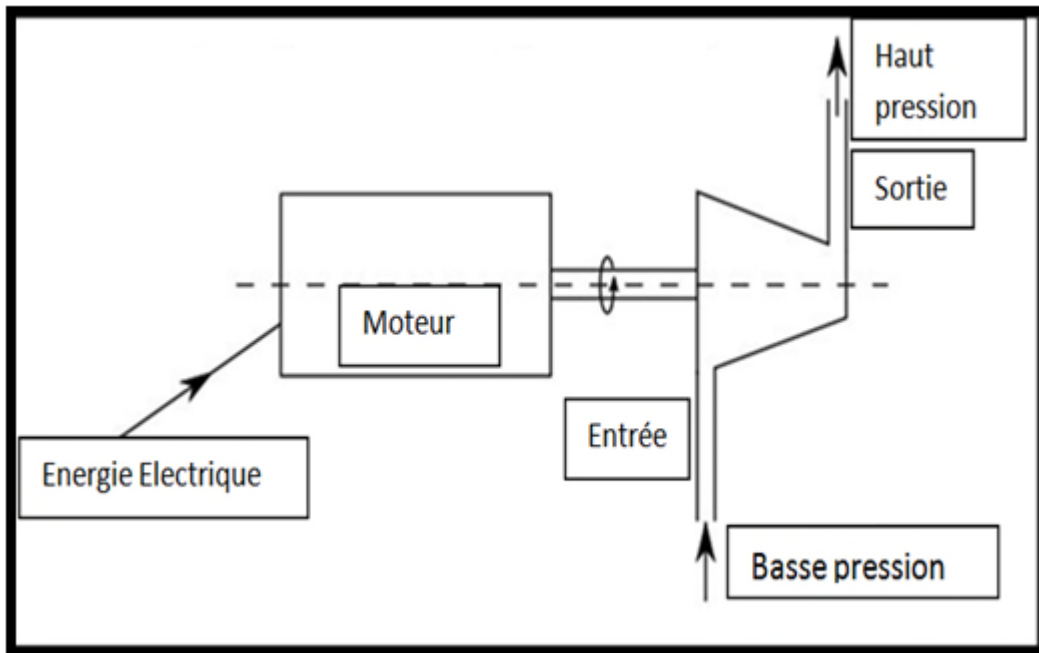
Figure. I.2 : Cycle de production de l'air comprimé [4].

### I.3 Le Compresseur

Le compresseur ou pompe à air est une machine qui réduit le volume et accroît ainsi la pression d'une quantité d'air donnée par des moyens mécaniques, l'air ainsi comprimé possède une énergie potentielle élevée, lorsqu'on supprime la pression extérieure, l'air se dilate rapidement, 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 pas très élevé, il existe cependant, un nombre important d'autres technologies : à pistons, à membranes, à palettes, à spirales, à centrifuge qui occupent des niches plus spécifiques du marché.

Le choix entre les technologies avec injection ou exempt d'huile, aussi bien entre les mono-étages ou les poly-étages, constituent autant d'autres paramètres de choix, dans

chaque famille de compresseurs, il existe donc de multiples variantes, La figure ci-dessous représente le principe de fonctionnement d'un compresseur [5].



**Figure I.3 :** Schéma de principe d'un compresseur [5].

### I.3.1 Choisir un compresseur performant

Le choix optimal de la technologie de compresseur doit prendre en compte les besoins spécifiques du process, 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 [5].

### I.3.2 Les spécifications d'achat du compresseur

- Les informations sur le site et son passé.
- Les besoins moyens, maximum (les pics) mais aussi minimum.
- La plage de température ambiante sur le site de fonctionnement, ainsi que les niveaux de pressions attendus.
- Les températures maximales attendues des fluides de refroidissement sur le site.
- La pression minimale requise au point d'utilisation.
- La qualité de l'air requise au point d'utilisation.
- Le nombre d'heures d'utilisation par an.



### I.3.3 Type de compresseur

La Figure I. 4 illustre les différents types de compresseurs:

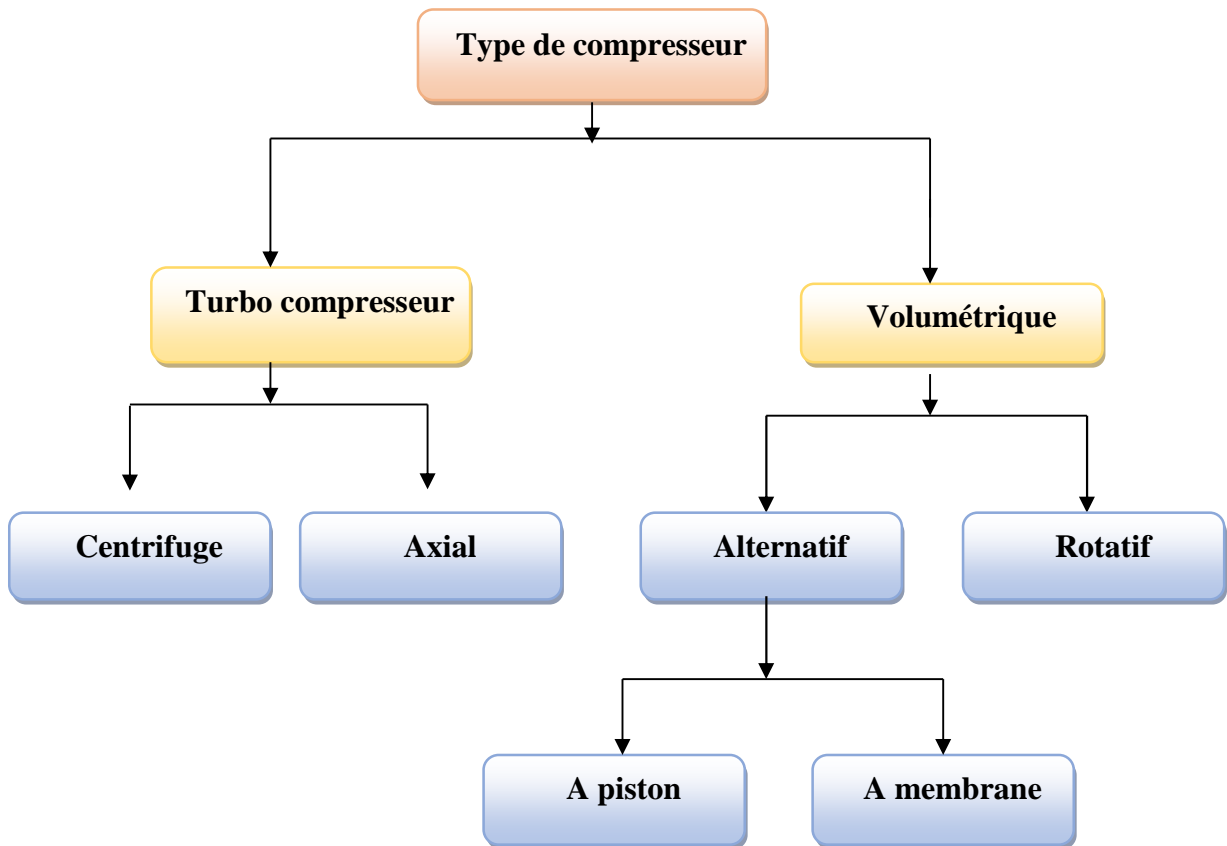


Figure I. 4 : Classification des compresseurs [6].

On classe en général les compresseurs en familles, on peut citer par exemple :

#### I.3.3.1 Compresseur volumétrique

Les compresseurs volumétriques élèvent la pression de l'air par réduction du volume. Cette réduction est obtenue par des moyens mécaniques différents. Cette classe de compresseurs est elle même divisée en différentes catégories [6].

##### I.3.3.1.1 Compresseur alternatif

Utilisé pour fournir de fortes pressions, l'air est comprimé dans un cylindre sous l'action d'un piston. Lorsque ce piston se déplace vers la droite, l'air pénètre dans le cylindre par une valve d'admission ; lorsqu'il se déplace vers la gauche, l'air comprimé est amené par une valve de commande de sortie dans un réservoir, la figure ci-dessous est un schéma explicatif d'un compresseur alternatif [6].

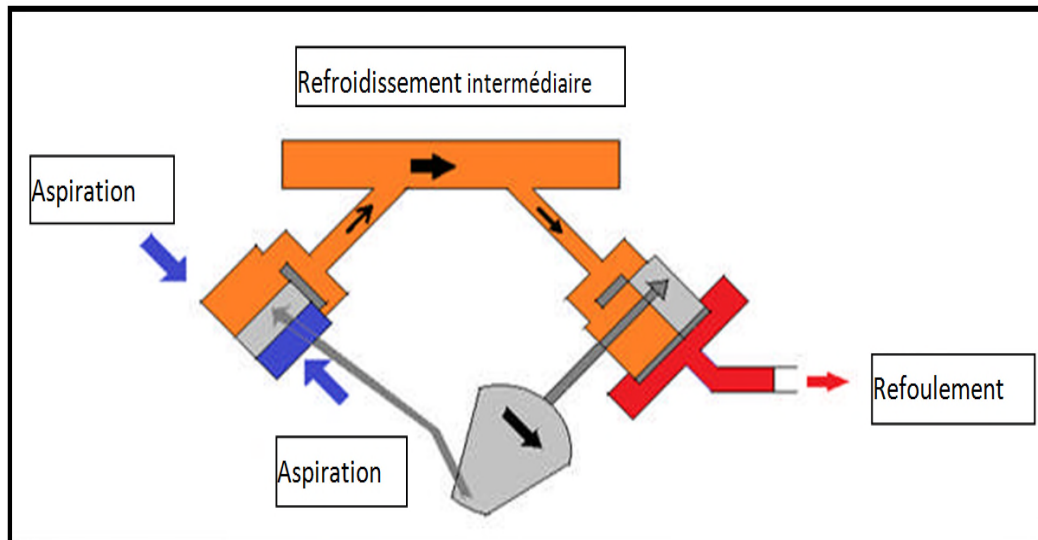


Figure I.5 : Schéma d'un compresseur alternatif [6].

#### I.3.3.1.1 Compresseur à piston

Les gros compresseurs à piston sont les compresseurs les plus efficaces énergétiquement, la consommation spécifique des machines lubrifiées varie de 100 à 142 Wh/ Nm<sup>3</sup>, et celle des machines exemptes d'huile varient de 112 à 153 Wh/Nm<sup>3</sup>.

Le rendement énergétique des compresseurs à pistons décroît rapidement lorsque que la maintenance n'est pas régulièrement assurée, ils sont utilisés pour fournir de fortes pressions, ils peuvent dépasser facilement les 14 bars, la figure ci-dessous illustre le schéma d'un compresseur alternatif à piston [6].

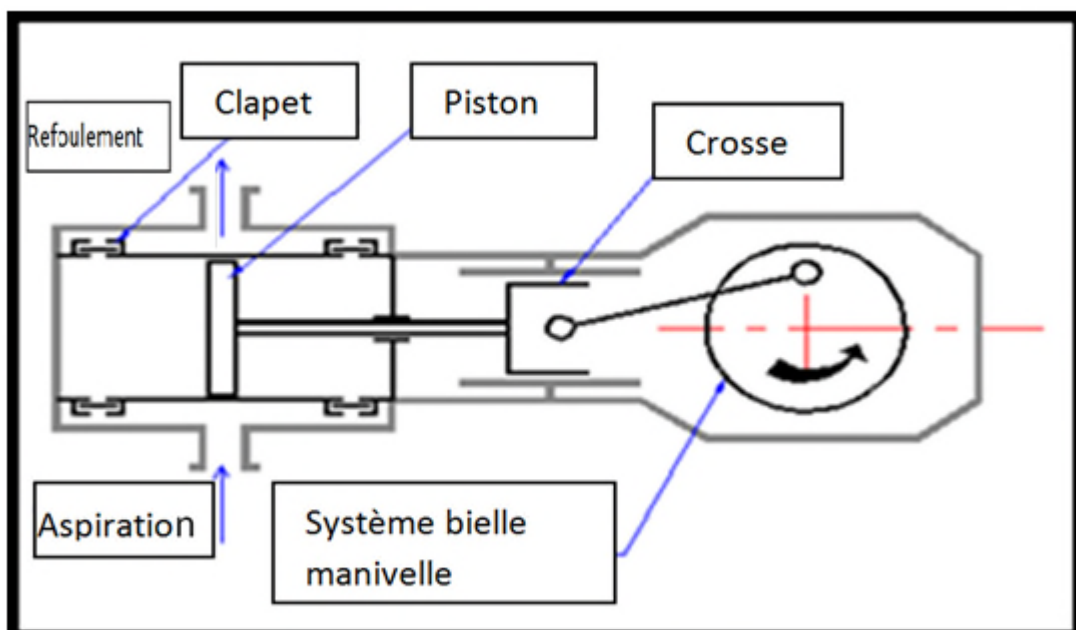


Figure I.6 : Schéma compresseur alternatif à piston [6].

### I.3.4 Les critères de choix d'un compresseur

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

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

La centrale de production d'air comprimé que nous souhaitons automatiser est celle de l'unité « énergie » de CEVITAL

#### Notre compresseur

Le compresseur de marque COMPAIR à vis lubrifiée modèle L 37, le tableau I.1 suivant montre les différentes caractéristiques des deux compresseurs :

Débit d'air comprimé Nm <sup>3</sup> / min	Plage de variation de la pression <i>bar</i>	Puissance utile du moteur <i>kW</i>
32,76	5-13	37

**Tableau I.1** : Tableau récapitulatif des caractéristiques du compresseur COMPAIR L37.

#### ❖ Avantages de ce modèle de compresseur COMPAIR L37

- Affichage de la pression de refoulement / pression réseau ;
- Affichage de la température de l'air / de l'huile ;
- Nombre total d'heures de marche et heures en charge ;
- Indicateur de maintenance ;
- Surveillance des défauts ;
- Arrêt / Marche à distance ;
- Redémarrage automatique après coupure du courant ;
- Indication d'état [1].

Notre compresseur est doté d'un moteur asynchrone, le plus utilisée dans le domaine des puissances supérieures à quelques kilowatts, car elle offre le meilleur rapport qualité/prix. Surtout depuis l'apparition dans les années 80 des variateurs permettant de faire varier la fréquence de rotation du moteur dans une large gamme.

Bien que réversible, la machine asynchrone est principalement utilisée en moteur. Le moteur asynchrone se compose de deux pièces principales :

- Le stator est relié au réseau électrique
- Le rotor est constitué de conducteurs en court circuit qui sont parcourus par des courants induits par le champ magnétique créé par les courants statoriques [07].

#### **I.4 Traitement de l'air comprimé avant la consommation**

##### **❖ Pourquoi purifier l'air**

L'air souillé peut causer des problèmes ou des dégâts dans le réseau d'air comprimé, l'air pur garantit le bon fonctionnement des composants connectés.

##### **❖ Les différents pollueurs dans le cycle**

**L'eau :** lors du refroidissement de l'air comprimé, il se forme une quantité importante d'humidité par condensation si cet air n'est pas assèche, la corrosion s'installe et endommage les composants, c'est pour cela que les industriels installent des sécheurs d'air

**L'huile :** une concentration d'huile peut boucher les parties pneumatiques sensibles et endommager les équipements.

#### **I.4.1 Unité de conditionnement (unité FRL)**

Avant d'utiliser l'air, il faut le filtrer, l'assécher, le graisser et réguler sa pression. Ainsi avant chaque SAP (système automatisé de production), on place une unité de conditionnement FRL (appelée aussi tête de ligne) qui adapte l'énergie pneumatique au système, cette unité est constituée d'un filtre, d'un Mano-régulateur et d'un lubrificateur[8].

- **Filtre:** sert à assécher l'air et filtre les poussières.
- **Régulateur:** sert à régler la pression, pour le bon fonctionnement.
- **Lubrificateur :** sert à éviter la corrosion, et à améliorer le glissement.

La figure ci-dessous représente une unité de conditionnement FRL.

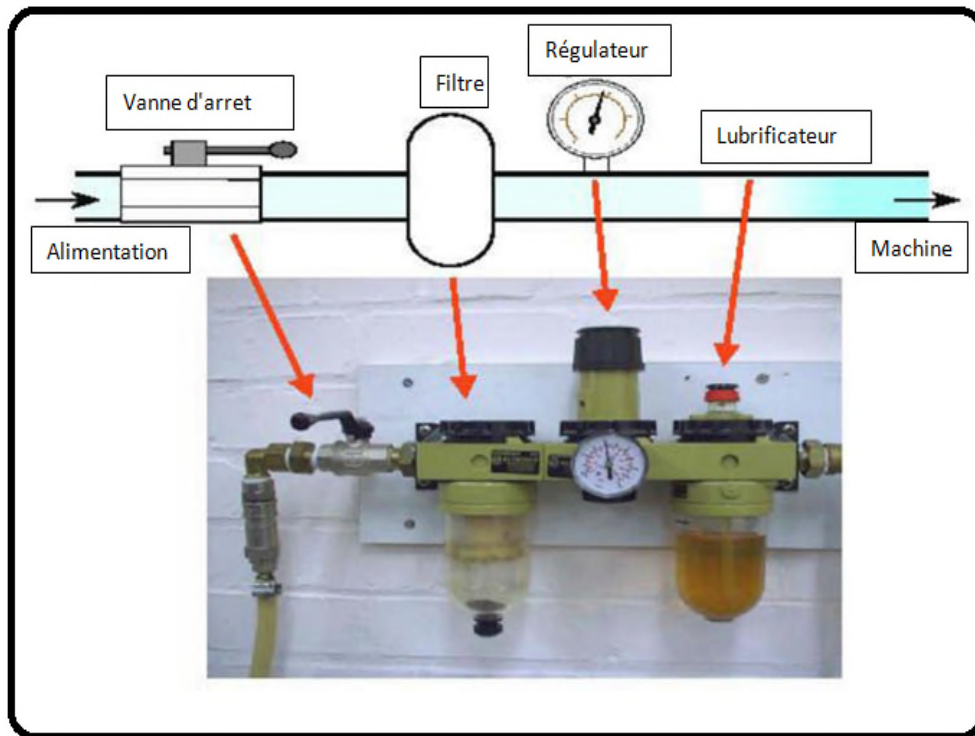


Figure. I.7 : Unité de conditionnement FRL et ses symboles [08].

#### I.4.2 Filtre à l'aspiration

Lorsque le compresseur aspire de l'air, l'entrée d'aspiration est protégée contre les poussières par un filtre monté directement sur le cylindre.

#### I.5 Séparateur d'eau

Le séparateur d'eau est un appareil qui élimine les liquides entraînés par l'air. On l'installe en aval des refroidisseurs de sortie pour extraire l'humidité condensée. Les séparateurs d'eau ne doivent pas être confondus avec les séparateurs d'huile, que l'on emploie dans les compresseurs rotatifs à vis lubrifiées, pour récupérer le lubrifiant (huile) dans l'air comprimé de refoulement.

#### I.6 Sécheur d'air

Dans un compresseur, l'air ambiant subit une augmentation de température et une réduction de volume l'amenant à saturation. De ce fait, tout refroidissement provoque une condensation. Les sécheurs d'air sont utilisés pour abaisser le taux d'humidité de l'air comprimé et éviter ce phénomène.

### I.7 Le purgeur

Le purgeur est un appareil de robinetterie autonome qui évacue de manière automatique les condensats qui se forment dans une enceinte contenant de la vapeur d'eau, la figure ci-dessous est un schéma explicatif du principe de fonctionnement d'un purgeur [1].

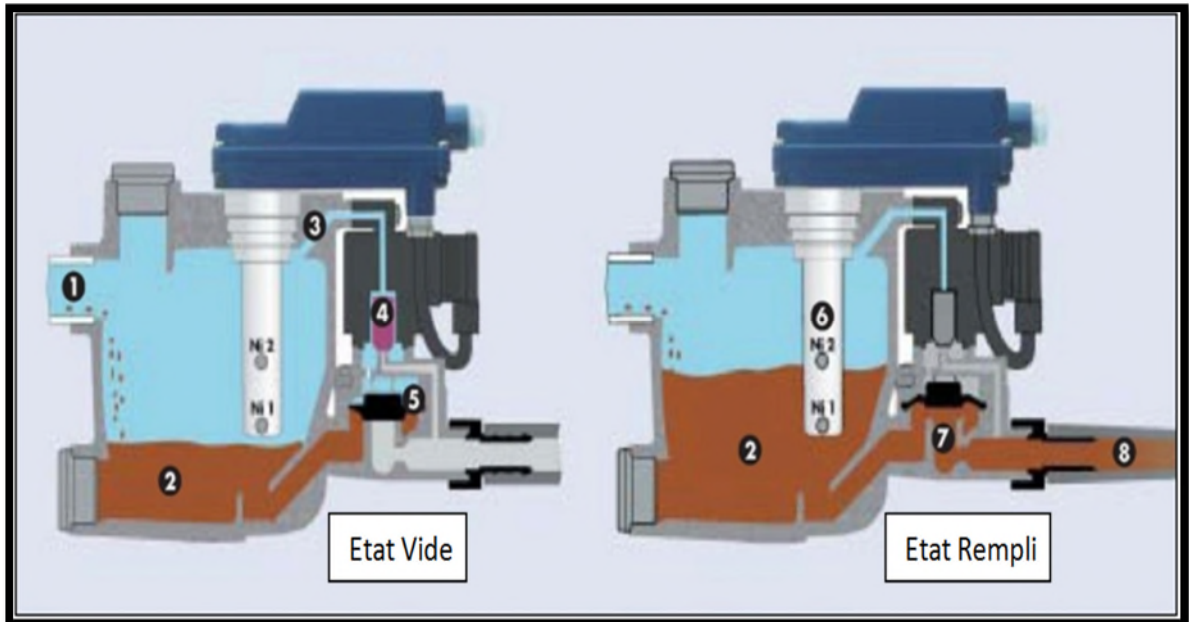


Figure I.8 : Principe de fonctionnement du purgeur [1].

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| (1): Orifice d'entrée ; | (5) : Membrane;              |
| (2) : Réservoir ;       | (6) : Capteur capacitif ;    |
| (3) : Conduite pilote ; | (7) : Siège;                 |
| (4) : Electrovanne ;    | (8) : Conduite d'écoulement. |

### I.8 Réservoir (ballon de stockage)

Des réservoirs de stockage d'une capacité adéquate permettent de stocker l'air en préservant la stabilité du système, ainsi que son efficacité.

On les installe habituellement à proximité des compresseurs d'air, ils peuvent se trouver en amont ou en aval des équipements de nettoyage.

### I.9 Les vannes

Comme n'importe quel actionneur la vanne agit sur une grandeur, la grandeur réglée peut être une pression, un débit, un niveau, une température ou un rapport de concentration [09].

### I.9.1 Le choix de la vanne

Le choix de la technologie de la vanne va faire intervenir de très nombreux critères :

- La nature du fluide traité ;
- L'agressivité mécanique et/ou chimique du fluide ;
- La température de fonctionnement ;
- La pression du fluide en amont et en aval ;
- Les dispositifs limitant le bruit ;
- Le niveau d'étanchéité souhaité entre siège et clapet ;
- Circulation du fluide en un seul sens ou deux sens ;
- Le poids, l'encombrement ;
- Raccordement aux conduites ;
- La maintenance (facilité de montage/démontage) [09].

### I.10 Conclusion

La description des éléments de l'unité, nous a permis d'avoir une idée claire sur les différents éléments qui la compose, ainsi que le rôle de chaque constituant dans le cycle de production, cela nous facilitera la tâche pour l'élaboration d'une analyse fonctionnelle complète du cycle de fonctionnement de notre unité et de bien satisfaire l'objectif exigé par le cahier des charges, pour l'élaboration de notre système automatisé.

# **ELEMENTS D'AUTOMATISATION**



## **II Introduction**

L'automatisation consiste à rendre automatique les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine, l'automate est destiné à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générale simples et répétitives, réclamant précision et rigueur.

On est passé d'un système dit manuel, à un système mécanisé, puis un système automatisé ; les techniques et méthodes d'automatisation sont en continuelle évolution, elles font appel à des technologies électromécaniques, électroniques, pneumatiques, hydrauliques, les automatismes sont présents dans tous les secteurs d'activité (menuiserie, textile, alimentaire, automobile.....Etc).

### **II.1 Objectifs du projet**

Le but et l'objectif principal de notre projet est la réalisation d'un programme via " TIA Portal V13 " qui est le dernier logiciel d'ingénierie de SIEMENS pour l'automatisation d'une centrale de production d'air comprimé au niveau de l'unité énergie de Cevital, puis tester ce programme dans un automate programmable industriel S7-300, et pour vérifier son bon fonctionnement, on envisage aussi la réalisation d'une supervision.

### **II.2 Automatisation**

#### **II.2.1 Objectif de l'automatisation**

- Produire à qualité constante.
- Fournir les quantités nécessaires.
- Augmenter la productivité (rapidité).
- Améliorer les conditions de travail.
- Eliminer certaines tâches manuelles.

#### **II.2.2 Structure d'un système automatisé**

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative (PO) et partie commande (PC), ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et pré-actionneurs, la figure ci-dessous représente la structure d'un système automatisé [10].

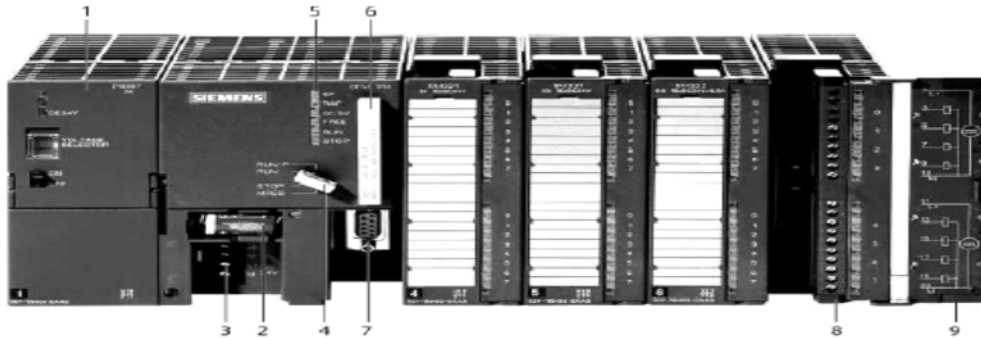


### II.3.1 Présentation d'un automate [12]

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes et les données.
- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues  $\pm 5V$ ,  $\pm 12V$  ou  $\pm 15V$ .
- Un ou plusieurs modules de sorties « tout ou rien » (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.
- Un ou plusieurs modules de communication comprenant :
  - Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS-422/RS-485 ;
  - Interfaces d'accès à un réseau Ethernet .
  - Interface Profibus
  - Interface de type MPI

La ci-dessous illustre un automate programmable industriel SIEMENS.

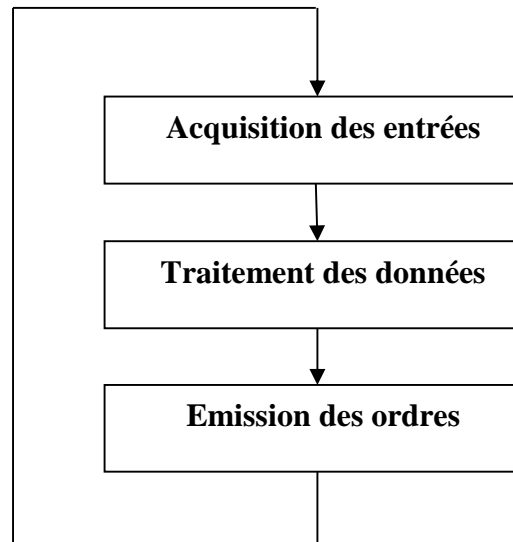


**Figure II.3 :** Automate Programmable Industriel SIEMENS [13].

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Module d'alimentation                     | 6. Carte mémoire              |
| 2. Pile de sauvegarde                        | 7. Interface multipoint (MPI) |
| 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 |                               |

### II.3.2 Principe de fonctionnement d'un automate

Une fois le programme introduit dans l'automate, il est aussitôt stocké dans la mémoire (RAM), une fois le cycle lancé, les trois phases qui suivent sont exécutées l'une après l'autre, la figure ci-dessous illustre les différentes étapes de fonctionnement d'un automate.



**Figure II.4 :** Différentes étapes de fonctionnement d'un automate [14].

### II.3.3 Programmation des automates

Pour programmer l'automate, l'automaticien peut utiliser :

- Une console de programmation ayant pour avantage la portabilité.
- Un PC avec lequel la programmation est plus conviviale, communiquant avec l'automate par le biais d'une liaison série RS232 appelée aussi DB9.

### II.3.4 Critères de choix d'un automate

Afin de choisir un type d'automate on doit respecter certains critères importants tels que :

- La capacité de traitement du processeur ;
- Le nombre d'entrées/sorties ;
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, booléennes) ;
- La fiabilité ;
- La durée de garantie.

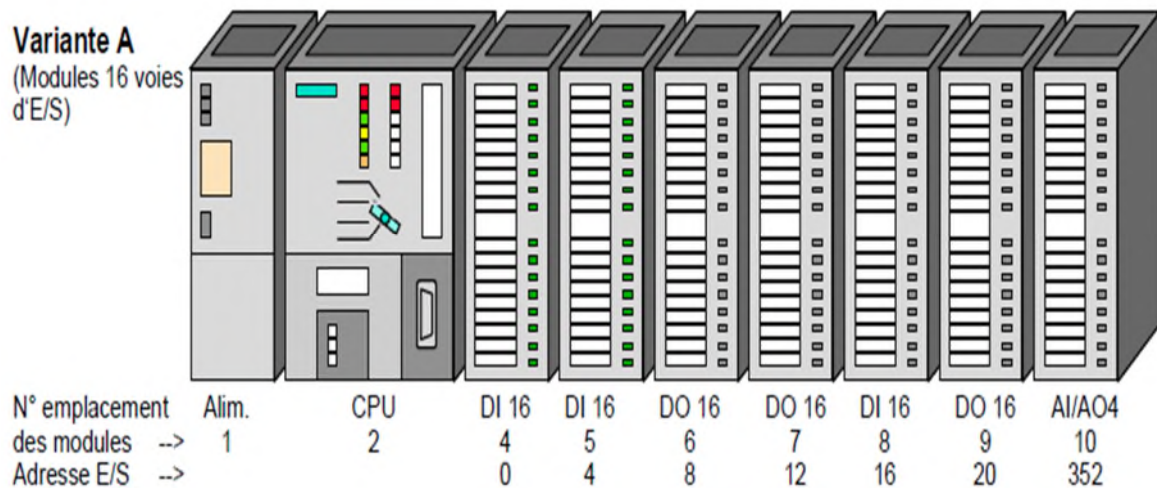
#### II.4 Présentation de l'automate à utiliser S7-300

L'automate **S7-300** est un mini automate modulaire, pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, fabriqué par la firme SIMENS. On peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

La gamme des modules comprend :

- Des CPU de différents niveaux de performance.
- Des modules de signaux pour des entrées/sorties TOR et analogiques.
- Des modules de fonctions pour différentes fonctions technologiques.
- Des processus de communication (CP) pour les tâches de communications.
- Des modules d'alimentation pour le raccordement du S7-300 sur le réseau 230 V [12].

La figure ci-dessous représente la constitution d'un S7-300.



**Figure II.5** : Constitution d'API S7-300 [12].

L'automate est équipé des modules ci-dessous :

- Emplacement 1 : alimentation 24V/5A ;
- Emplacement 2 : CPU 314 ;
- Emplacement 3 : module de complémentaire
- Emplacement 4 : entrées TOR 16x24V ;
- Emplacement 5 : entrées TOR 16x24V ;
- Emplacement 6 : sorties TOR 16x24V 0.5A ;
- Emplacement 7 : sorties TOR 16x24V 0.5A ;
- Emplacement 8 : entrées TOR 16x24V ;
- Emplacement 9 : sorties TOR 16x24V 0.5A ;
- Emplacement 10 : module analogique 4AI/4 [12].

## II.5 Totally Integrated Automation Portal "TIA Portal V13"

La plateforme « Totally Integrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail de Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13 (dans la version du programme disponible) [15].

### II.5.1 Vue du portail et vue du projet

Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

**La vue du portail :** elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.

**La vue du projet :** elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser : données, paramètres et éditeurs

Ils peuvent être visualisés dans une seule et même vue.

#### II.5.1.1 Vue du portail

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (actions), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, la figure ci-dessous représente une vue du portail [15].

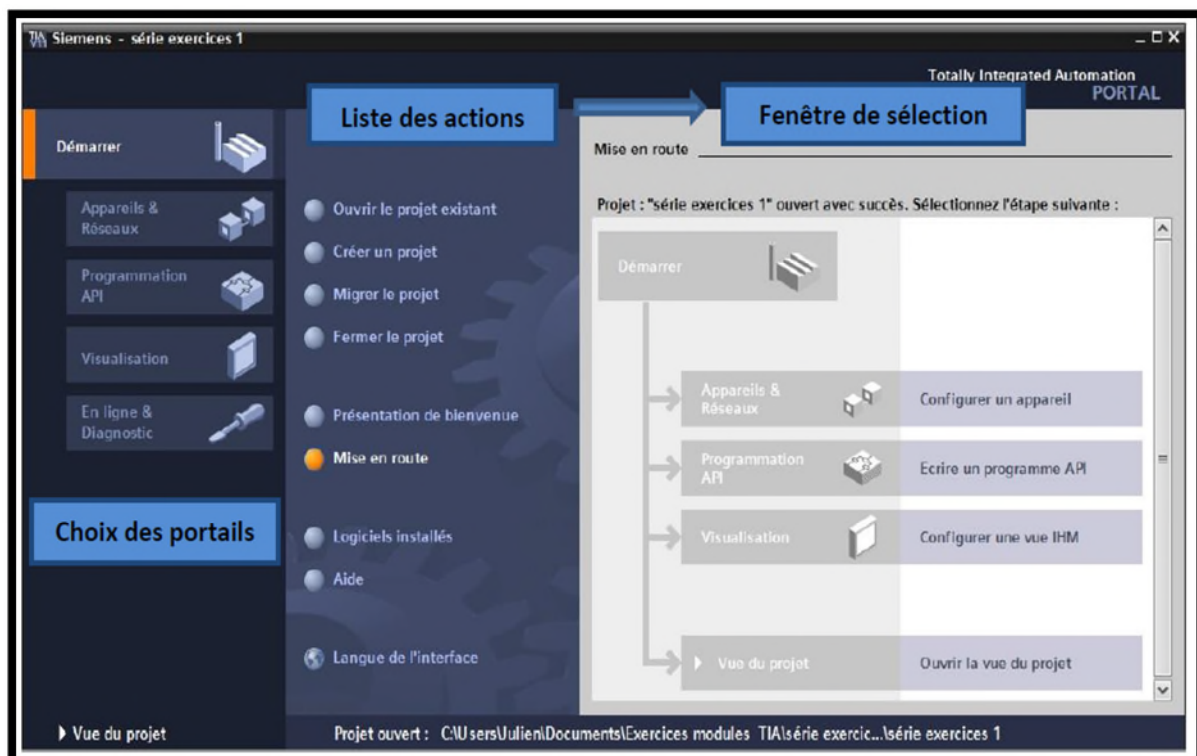


Figure II.6 : Vue du portail [15].

### II.5.1.2 Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure ci-dessous représente la vue du projet [15].

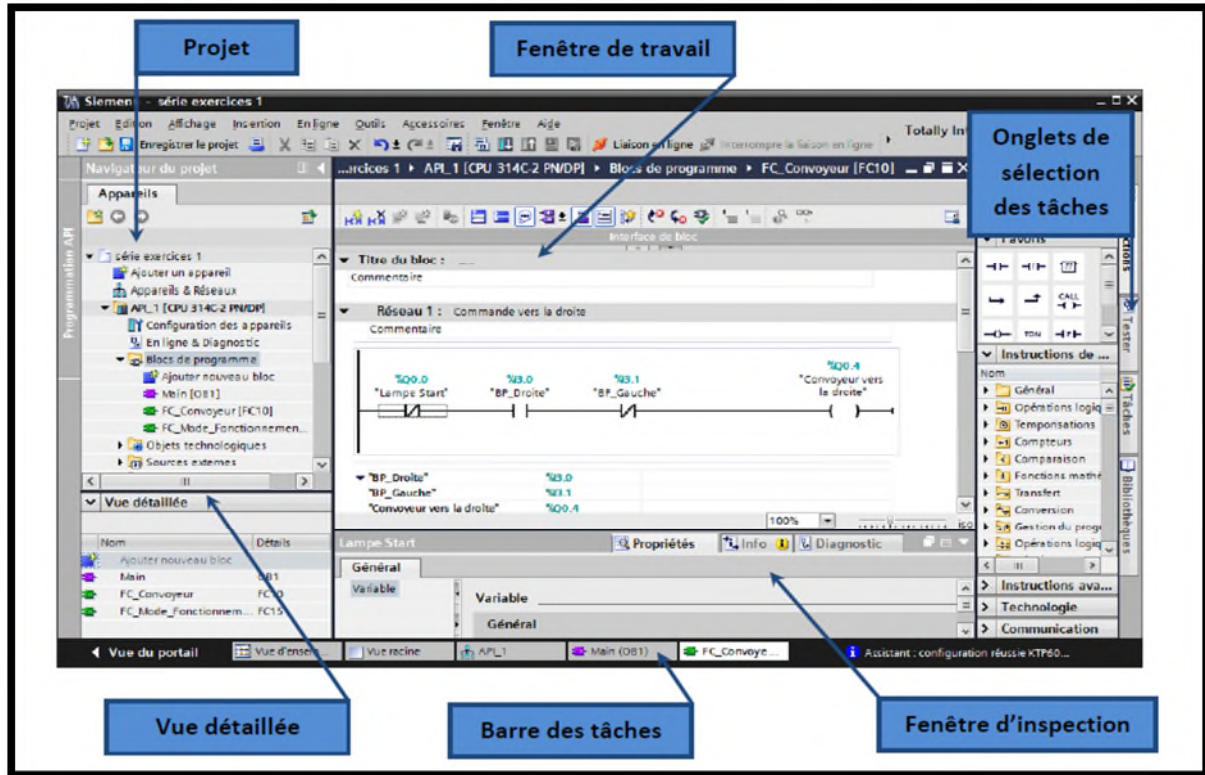


Figure II.7 : Vue du projet [15].

- ❖ **La fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme machine (IHM)
- ❖ **La fenêtre d'inspection** permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme,...).
- ❖ **Les onglets de sélection de tâches** ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas.

Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres [15].

### II.5.2 Création d'un projet et configuration d'une station de travail

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action «**Créer un projet**». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton «**créer**», la figure ci dessous représente la création d'un projet [15].

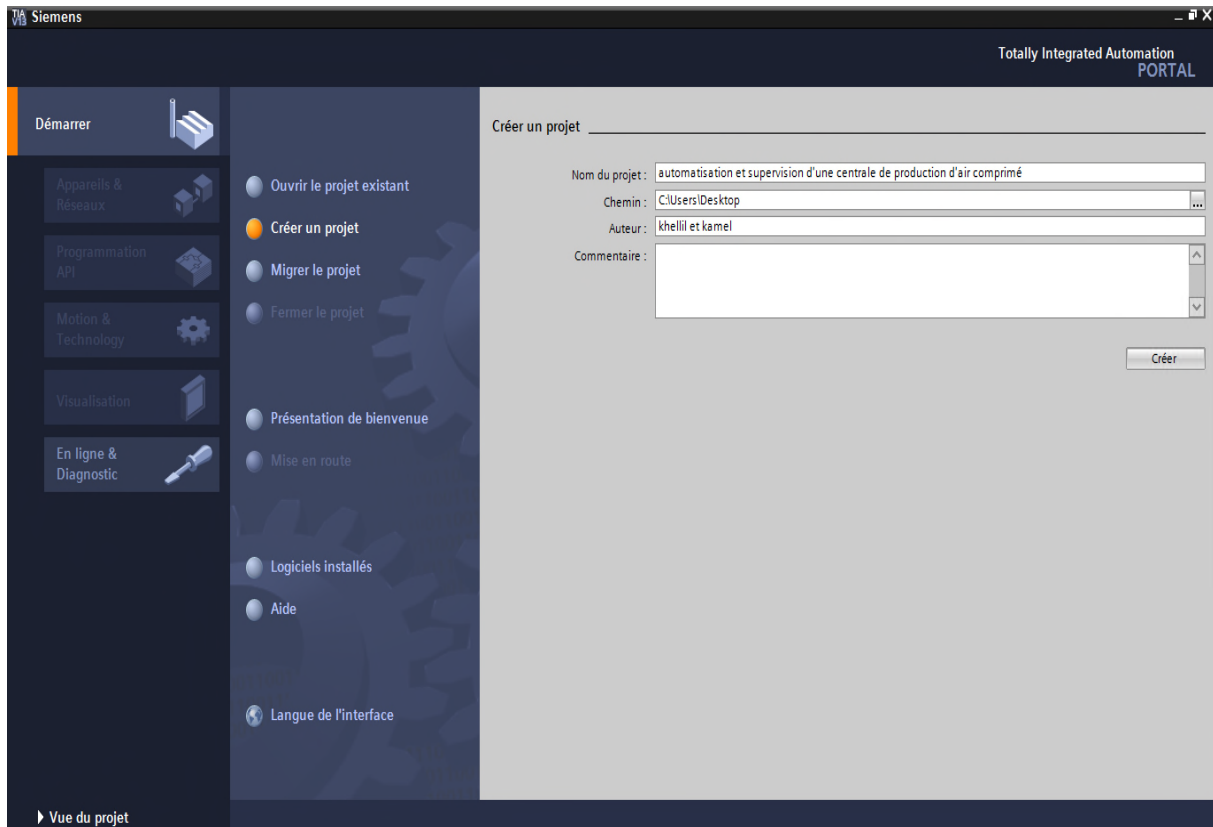


Figure II.8 : Création d'un projet [15].

### II.5.3 Configuration et paramétrage du matériel

Une fois votre projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la «**vue du projet**» et cliquer sur «**ajouter un appareil**» dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, IHM, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication.....Etc), La figure ci-dessous représente la configuration et le paramétrage du matériel [15].



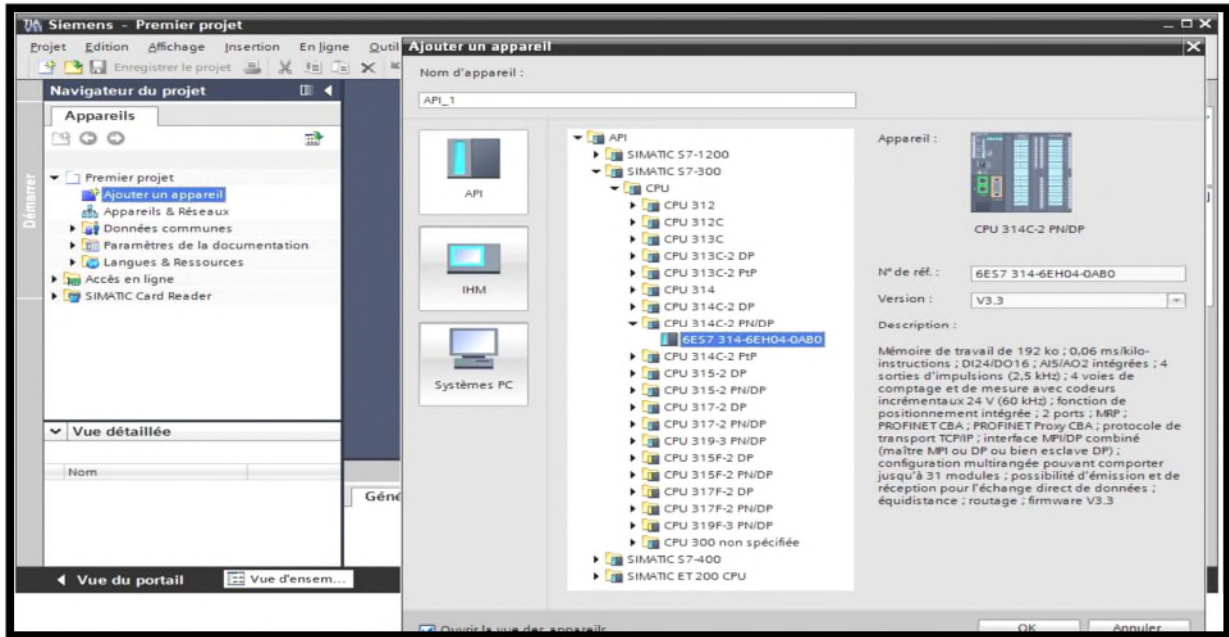


Figure II.9 : Configuration et paramétrage du matériel [15].

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si on veut ajouter un écran où un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet. Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information, La figure ci-dessous est une deuxième représentation de la configuration et du paramétrage du matériel [15].

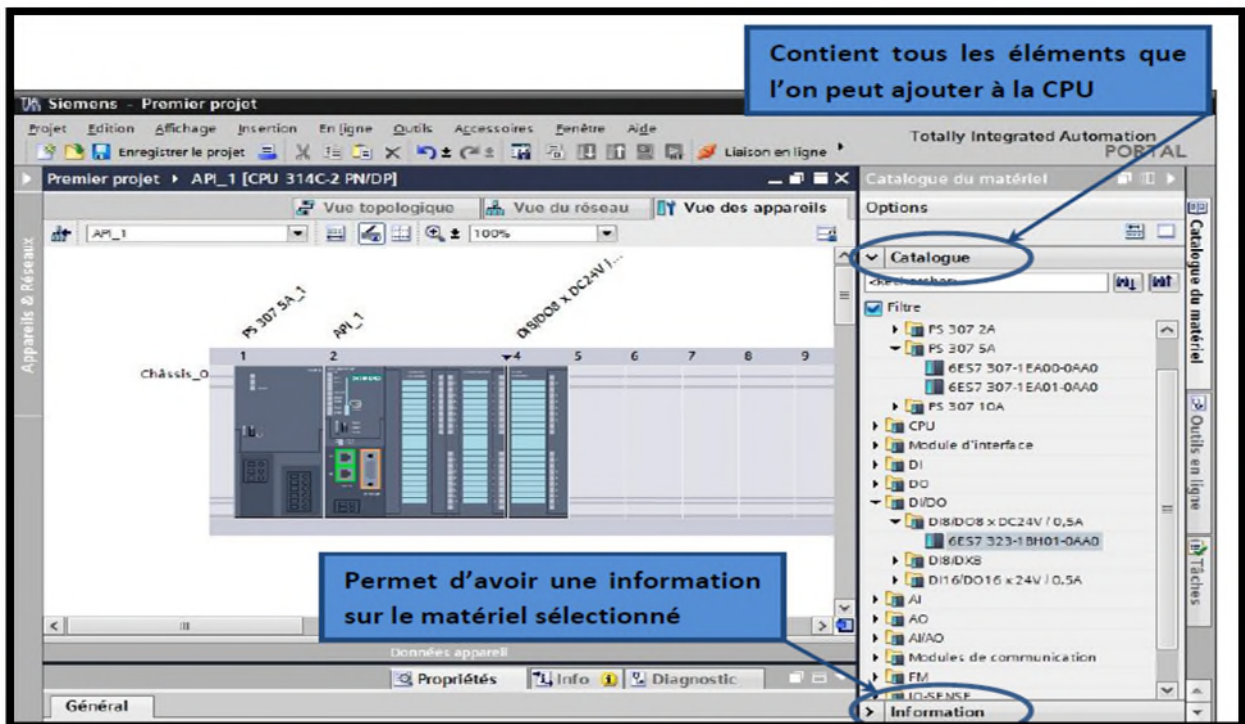


Figure II.10 : Configuration et paramétrage du matériel [15].

### II.5.4 Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matériel, il suffit d'aller dans « **appareil et réseau** » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « **Vue des appareils** », de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci dessous est une représentation des adressages des Entrée / Sortie [15].

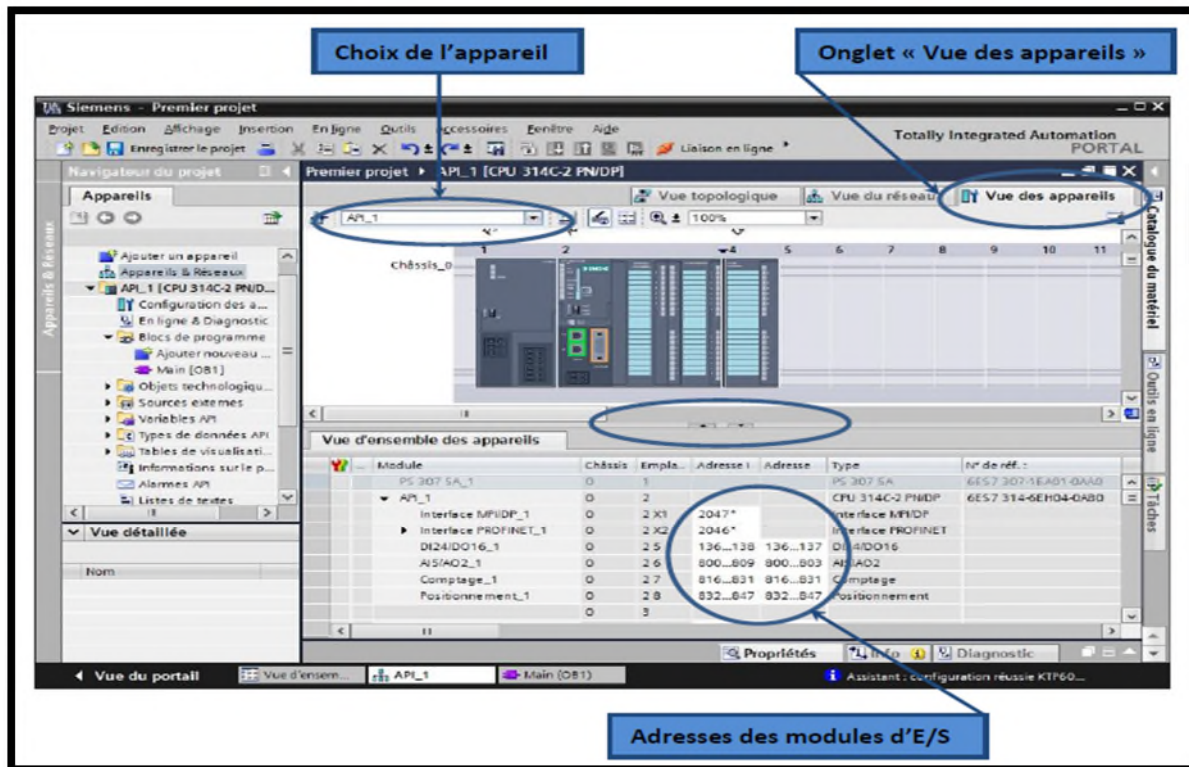


Figure II.11 : Adressage des E/S [15].

On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent.

Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

### II.5.5 Mémento de cadence

Une fois la CPU déterminée, on peut définir le mémento de cadence. Pour cela, on sélectionne la CPU dans la fenêtre « **Vue des appareils** » et l'onglet « **propriété** » dans la fenêtre d'inspection, dans le menu « **Général** », choisir l'option « **Mémento de cadence** », cocher la case « **Mémento de cadence** » et choisir l'octet du mémento de cadence que l'on va utiliser.

Dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « **Vue des appareils** » et de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci dessous est une représentation du memento de cadence [15].

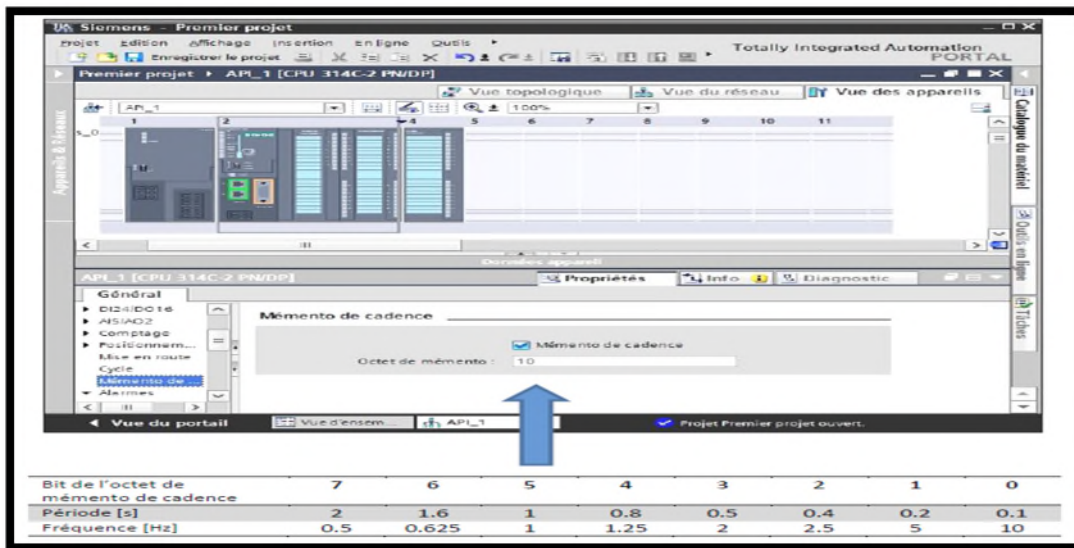


Figure II.12 : Memento de cadence [15].

### II.5.6 Adresse Ethernet de la CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet, un double clic sur le connecteur Ethernet de la station fait apparaître la fenêtre d'inspection permettant de définir ses propriétés.

Pour établir une liaison entre la CPU et la console de programmation, il faut affecter aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau. On utilisera comme adresse pour l'automate 192.168.2.N° de l'automate, La figure ci dessous est une représentation de l'adresse Ethernet de la CPU [15].

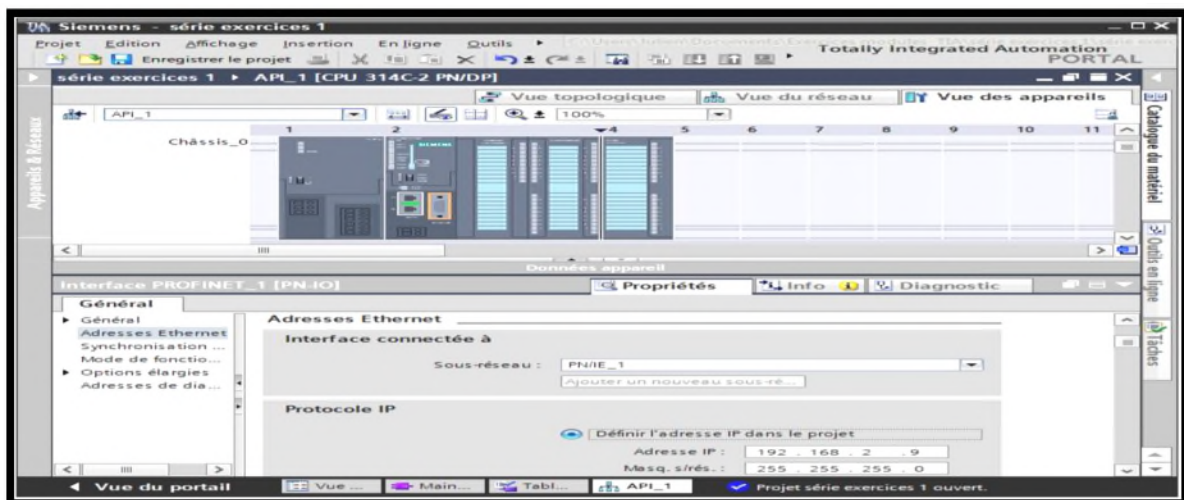


Figure II.13 : Adresse Ethernet de la CPU [15].

### II.5.7 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate, la compilation se fait à l'aide de l'icône « **compiler** » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « **compiler** ». En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle. Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option Compiler « Configuration matérielle et logicielle », La figure ci-dessous représente l'étape de compilation et chargement de la configuration matérielle [15].

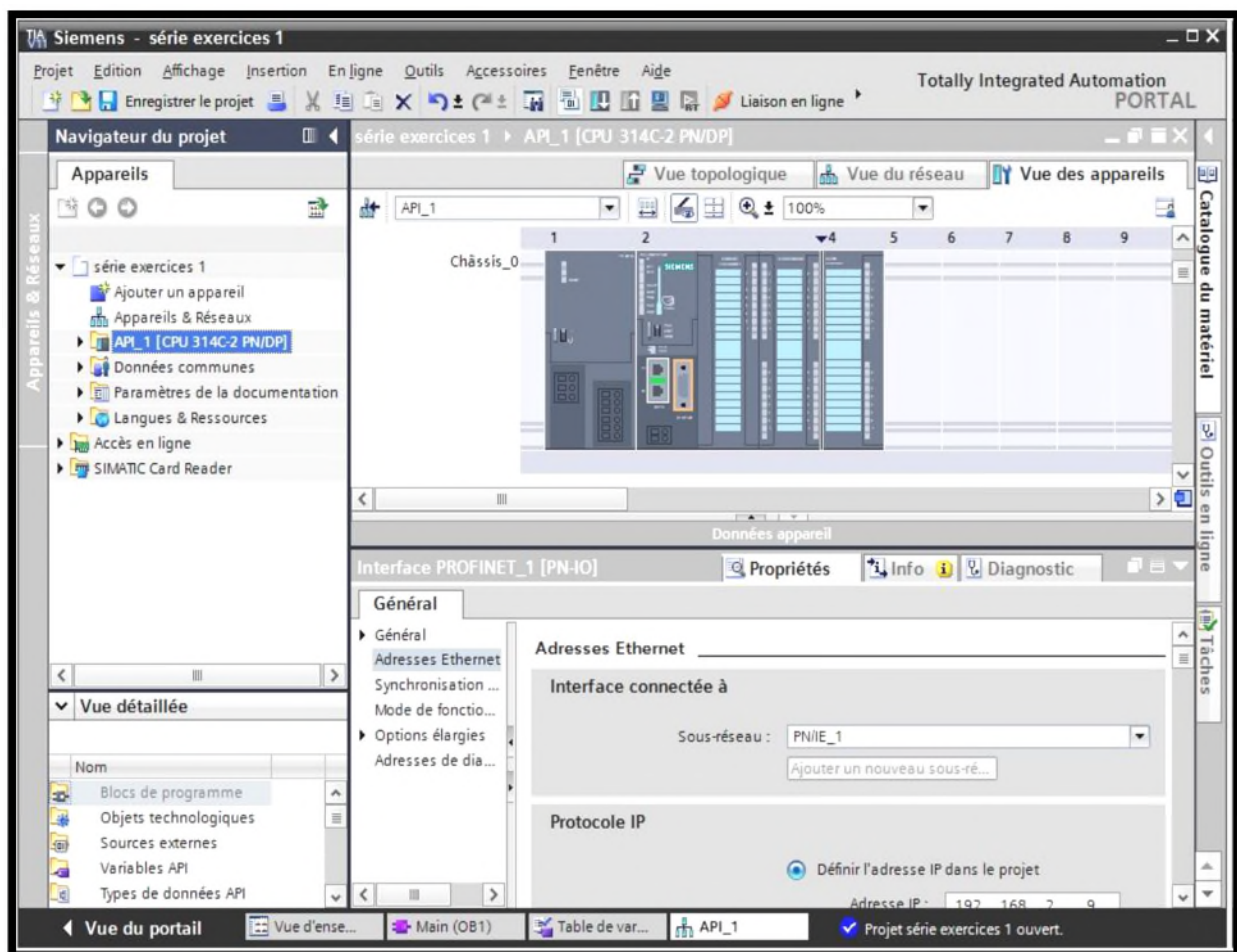
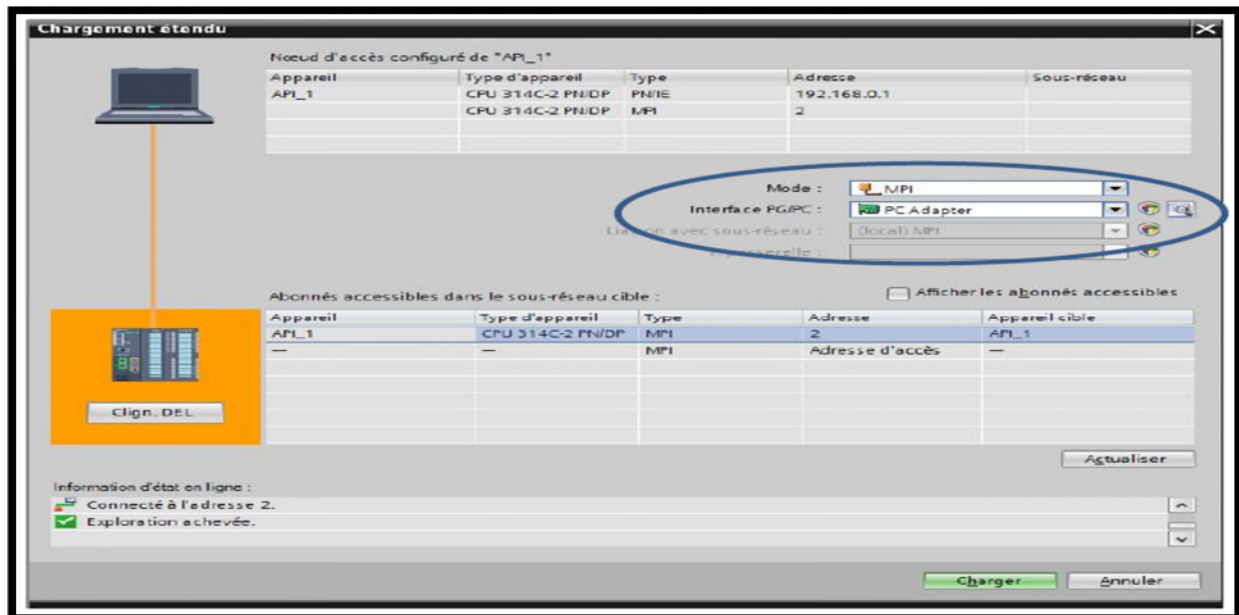


Figure II.14 : Compilation et chargement de la configuration matérielle [15].

Pour charger la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « **charger dans l'appareil** ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si vous choisissez le mode PN/IE, l'API doit posséder une adresse IP,

la figure ci-dessous représente aussi l'étape de compilation et de chargement de la configuration matérielle [15].

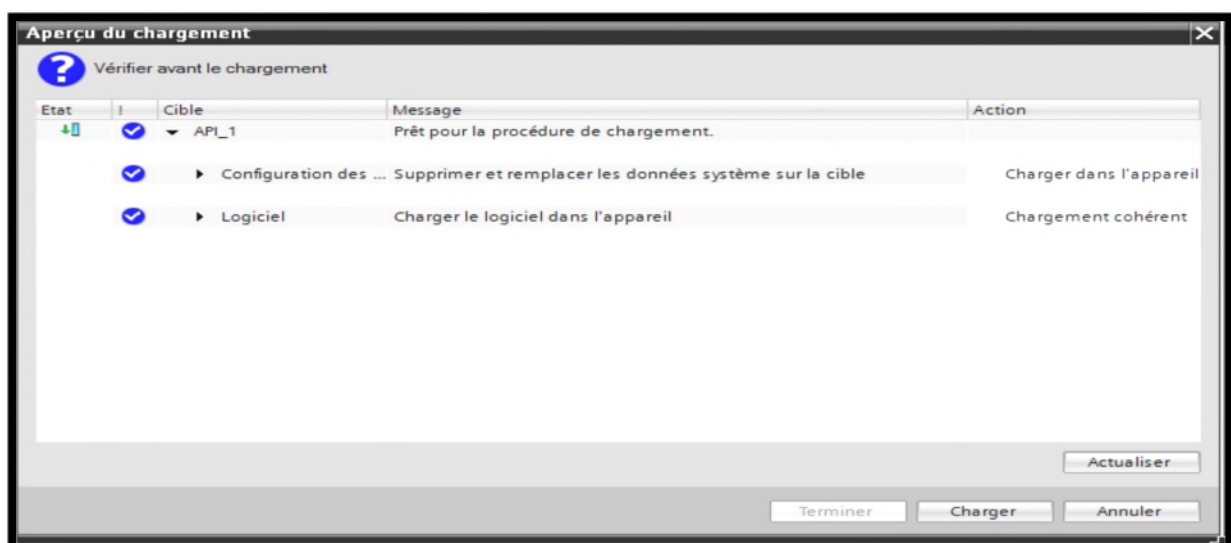


**Figure II.15** : Compilation et chargement de la configuration matérielle [15].

Pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et de relier le PC à la CPU via le «**PC Adapter**».

Si le programme trouve un appareil, ce dernier figurera dans la liste en bas de la fenêtre.

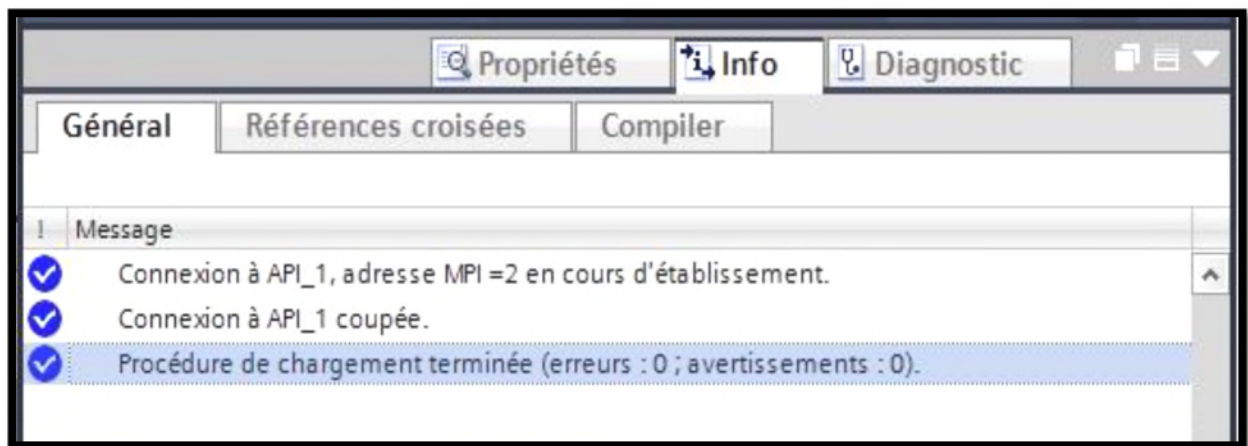
La touche « **Clign. DEL** » permet de faire clignoter une LED sur la face avant de l'appareil afin de s'assurer que l'on est connecté à l'appareil désiré, La figure ci-dessous est une deuxième représentation de l'étape de compilation et de chargement de la configuration matérielle [15].



**Figure II.16** : Compilation et chargement de la configuration matérielle [15].

Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil, des avertissements / confirmations peuvent être demandés lors de cette opération. Si des erreurs sont détectées, elles seront visibles via cette fenêtre. Le programme ne pourra pas être chargé tant que les erreurs persistent.

L'automaticien ce doit de les corriger en modifiant le programme où la configuration matérielle, La figure ci-dessous représente l'étape de compilation et chargement de la configuration matérielle [15].



**Figure II.17** : Compilation et chargement de la configuration matérielle [15].

## II.6 Conclusion

L'automatisation de la centrale de production d'air comprimé de l'unité énergie de CEVITAL via le logiciel « TIA PORTAL V13 » a pour but d'intégrer un nouveau programme dans l'automate programmable industriel « S7-300 » de Siemens, pour augmenter les performances, améliorer la sécurité de l'opérateur, éliminer l'effort physique, augmenter la précision et la rapidité de la tâche réalisée, et minimiser l'erreur.

**DESCRIPTION DU PROCESS ET  
AUTOMATISATION DU SYSTEME**

### III. Introduction

La centrale fonctionne selon un procédé plus ou moins complexe, la compréhension de ce dernier est donc fondamentale, après une description générale des systèmes automatisés, nous allons expliquer dans ce chapitre, le déroulement des différentes étapes de la filtration, puis on passera à l'élaboration de l'analyse fonctionnelle de la station et sa modélisation par des graficets.

#### III.1 Présentation de la centrale

Elle est constituée de deux compresseurs d'air à vis lubrifiée qu'on veut faire fonctionner en by-pass, ainsi que les différents appareils nécessaires pour le traitement de l'air comprimé.

Le circuit de génération de l'air comprimé est assuré par les éléments suivants :

- Deux compresseurs à vis lubrifiées (Comp1, Comp2);
- Un sécheur par réfrigération;
- Un ballon de stockage (réservoir d'air);
- Un séparateur d'eau;
- Cinq purgeurs (Pg1, Pg2, Pg3, Pg4, Pg5);
- Cinq vannes automatiques (XV1, XV2, XV3, XV4, XV5);
- Cinq vannes manuelles (HV1, HV2, HV3, HV4, HV5);
- Unité FRL (Filtration, Régulation, Lubrification).

La figure ci-dessous représente la vue globale du système à automatiser

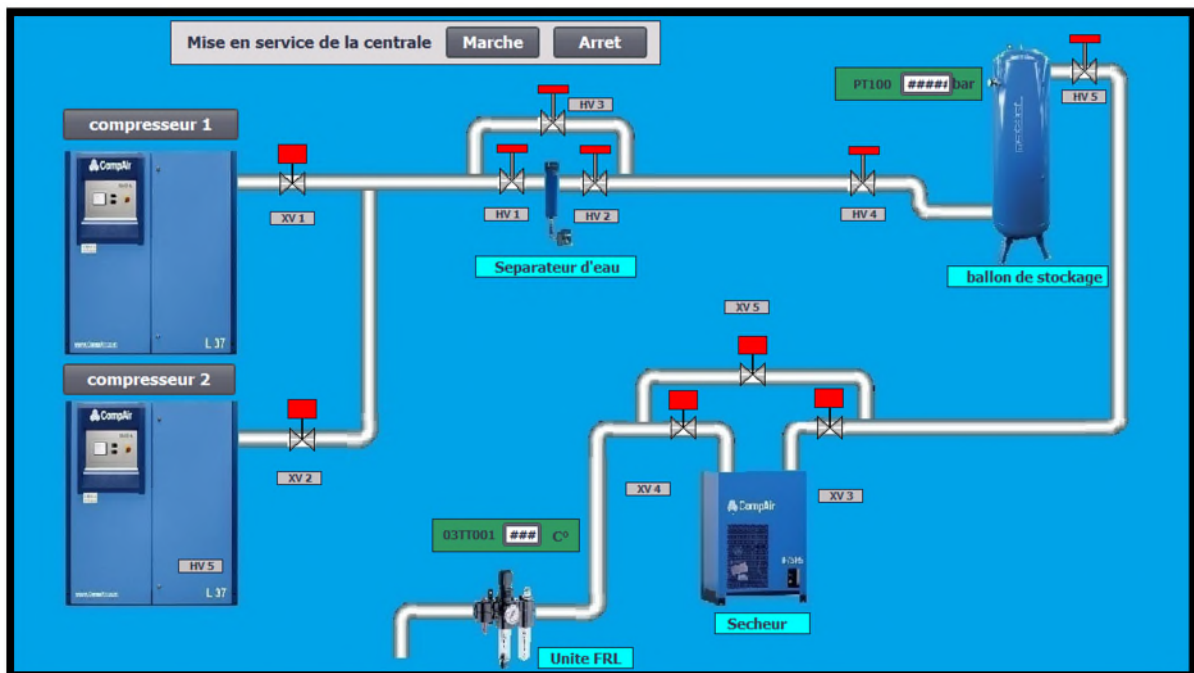


Figure III.1: Représentation globale du système à automatiser



### III.2 Cahier des charges

Le projet concerne l'installation d'équipements de contrôle et de commande pour l'automatisation et la supervision de la centrale de production d'air comprimé existante, au terme de l'opération, le fonctionnement de la centrale d'air comprimé devra être automatisé et supervisé.

### III.3 Les instruments de mesure

La centrale contient plusieurs transmetteurs, ils sont présentés comme suit :

#### III.3.1 Les transmetteurs de pression

Les transmetteurs de pression sont employés pour mesurer la pression d'un liquide ou d'un gaz, ils incorporent une jauge de contrainte, ils disposent d'une couche épaisse qui leur permet d'effectuer la mesure, la pression est convertit en un signal électrique, la figure ci-dessous est une représentation d'un transmetteur de pression [16].



**Figure III.2 :** Transmetteur de pression [16].

Dans notre système automatisé, le transmetteur de pression (PT100) est implanté au niveau du ballon de stockage.

#### III.3.2 Les transmetteurs différentiels de pression

Ce type de transmetteur mesure la différence de pression d'un liquide ou d'un gaz entre deux points donnés d'une canalisation. La différence de pression est convertie en signal de sortie analogique, la figure ci-dessous représente un transmetteur différentiel de pression [16].



**Figure III.3 :** Transmetteur différentiel de pression [16].

Dans notre système, quatre transmetteurs différentiels de pression sont implantés dans la centrale comme suit :

- 01DPT001 implémenté aux bornes du filtre à air du compresseur « 1 » ;
- 01DPT002 implémenté aux bornes du filtre à huile du compresseur « 1 » ;
- 02DPT001 implémenté aux bornes du filtre à air du compresseur « 2 » ;
- 02DPT002 implémenté aux bornes du filtre à huile du compresseur « 2 ».

### III.3.3 Les transmetteurs de température

Ce sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en un signal électrique. Ils peuvent agrandir les signaux de température, puis les transmettre aux signaux continus standards, la figure ci-dessous est représentée un transmetteur de température [16].



**Figure III.4** Transmetteur de température [16].

Dans notre système, trois transmetteurs de température sont implémentés dans la centrale comme suit :

- 01TT001 implémenté dans le compresseur « 1 » ;
- 02TT001 implémenté dans le compresseur « 2 » ;
- 03TT001 implémenté dans le sécheur.

### **III.4 Mode d'exploitation**

Le but de notre travail est de rendre automatique le fonctionnement de notre système et donc faire fonctionner l'installation en mode automatique. Certaines fonctions de l'installation peuvent être positionnées en mode automatique. Dans ce cas, les actionneurs sont pilotés en fonction des modifications d'état et des événements apparaissant et disparaissant sur l'installation.

#### **III.4.1 Autorisation de démarrage en mode automatique**

Avant la mise en service automatique l'opérateur doit :

- S'assurer que les deux compresseurs ne sont pas en défaut.
- Sélectionner le mode automatique pour les deux compresseurs et le sécheur ;
- Sélectionner l'un des compresseurs comme le principal et l'autre comme secondaire ;
- Ouvrir les vannes manuelles.

#### **III.4.2 Description du process et mise en service du système**

On appuie sur le bouton de « mise en service » de la centrale.

Le compresseur principal (Comp1 ou Comp2) démarrera automatiquement après l'ouverture de sa vanne (XV1 pour Comp1 et XV2 pour Comp2).

Le sécheur aussi démarre et les vannes (XV3 et XV4) s'ouvrent. À ce moment le compresseur principal et le sécheur travaillent en charge.

- Si la consommation d'air est inférieure au débit d'air fourni par le compresseur, la pression au niveau du ballon de stockage augmente lorsque cette dernière atteint la pression de 09bar, le compresseur principal (comp1 ou comp2) s'arrêtera.
- S'il ya de nouveau une baisse de pression jusqu'à la pression de charge (07bar), le compresseur principal démarrera automatiquement et reprend son cycle de fonctionnement.
- Si un défaut survient lors de la marche du compresseur principal, il provoquera un arrêt immédiat de ce compresseur, la fermeture de sa vanne puis le compresseur secondaire démarrera automatiquement après l'ouverture de sa vanne, et reprend à la demande.

- Si le capteur de pression indique qu'il y a une chute de pression importante ( $<06\text{bar}$ ) au niveau du ballon de stockage (défaut engendré par une fuite au niveau du circuit de distribution), il y a lieu de faire fonctionner les deux compresseurs en même temps pour combler le déficit en air comprimé le temps d'effectuer la réparation.
- S'il y a un défaut au niveau du sécheur et que l'un des deux compresseur est en marche ou que la pression du ballon de stockage est différente de zéro, arrêt du sécheur et fermeture des vannes (XV3, XV4) et l'ouverture automatique de la vanne (XV5) pour assurer la continuité du service.
- Si les deux compresseurs sont à l'arrêt et que la pression du ballon de stockage est différente de zéro, une temporisation de 2 minutes aura lieu avant l'arrêt du sécheur et la fermeture des vannes (XV3, XV4, XV5), le temps nécessaire pour assurer le séchage de l'air comprimé contenu dans le ballon de stockage.
- Si les deux compresseurs sont à l'arrêt et que la pression du ballon de stockage égale à zéro ( $P=0$ ), arrêt du sécheur et fermeture des vannes (XV3, XV4, XV5).

### **III.4.3 Défauts de fonctionnement**

Les défauts les plus fréquents qui peuvent survenir sur la centrale en marche sont :

#### **III.4.3.1 Défauts moteurs (compresseurs, sécheur)**

Deux types de défauts moteurs peuvent survenir :

- Défaut disjoncteur : un mauvais contact au niveau du disjoncteur qui peut entraîner le non démarrage des compresseurs ou du sécheur ;
- Défaut thermique : échauffement au niveau du bobinage du moteur.

#### **III.4.3.2 Défaut d'arrêt d'urgence**

- Pour des raisons de maintenance, le bouton d'arrêt d'urgence est enfoncé par mesure de sécurité. Cet état est aperçu comme un état de défaut qui entraîne le non démarrage des compresseurs.

**III.4.3.3 Défauts arrêtant le compresseur**

- Défaut d'arrêt d'urgence ;
- Défaut moteur d'entraînement ;
- Défaut de pression : dû à un défaut de compression qui peut être engendré par une mauvaise étanchéité ou un défaut mécanique au niveau des vis de compression.  
Ce défaut est détecté à l'aide d'un pressostat dans le cas où la pression finale de compression dépasse 9 bar ( $P_{fc} > 9 \text{ bar}$ ) ;
- Défaut thermique : lié à la température de l'air comprimé et de l'huile. Si cette température est dépassée ( $T > 70\text{C}^\circ$ ) , un défaut au niveau de l'échangeur thermique qui assure le refroidissement de l'air comprimé est détecté ou au niveau de l'échangeur qui assure le refroidissement d'huile . Ce défaut est détecté à l'aide d'un capteur de température ;
- Défaut au niveau de réservoir d'huile : on a deux seuils (niveau haut « LSH », niveau bas « LSL ») pour contrôler le niveau d'huile dans le compresseur et cela est assuré par ouverture ou fermeture des contacteurs ;
- Défaut colmatage des filtres : (à air, à huile). Ce défaut est détecté à l'aide des transmetteurs différentiels de pression aux bornes des filtres dans le cas où la différence de pression dépasse ( $DP > 1.5 \text{ bar}$ ).

**III.4.3.4 Défauts arrêtant le sécheur**

- Défaut d'arrêt d'urgence ;
- Défaut moteur d'entraînement ;
- Défaut haute température de l'air de refroidissement. Ce défaut est détecté à l'aide d'un capteur de température ( $T_s > 3\text{C}^\circ$ ).

**III.4.3.5 Défaut au niveau des vannes**

- Pour s'assurer que les vannes (manuelles, automatiques) sont ouvertes ou fermées selon l'état du fonctionnement, ces états sont assurés par des fins de course d'ouverture et de fermeture;
- Défaut disjoncteur.

### III.4.3.6 Surveillance de la pression du ballon de stockage

Un transmetteur de pression et une soupape de sécurité sont implémentés au niveau du ballon de stockage pour la détection d'une baisse de pression  $P < 07$  bar ou d'une augmentation de pression supérieur a  $P > 09$  bar, ou l'absence carrément de l'air comprimé dans le ballon de stockage ( $P=0$  bar).

## III.5 GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) ou SFC (sequential functional chart) est un diagramme de description du comportement déterministe de la partie commande d'un système automatisé.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles [17].

### III.5.1 Structure graphique du Grafcet

Le Grafcet est un graphe cyclique composé alternativement de transition et d'étape, reliée entre elles par des liaisons orientées. Des actions peuvent être associées aux différentes étapes, la figure ci-dessous représente un Grafcet.

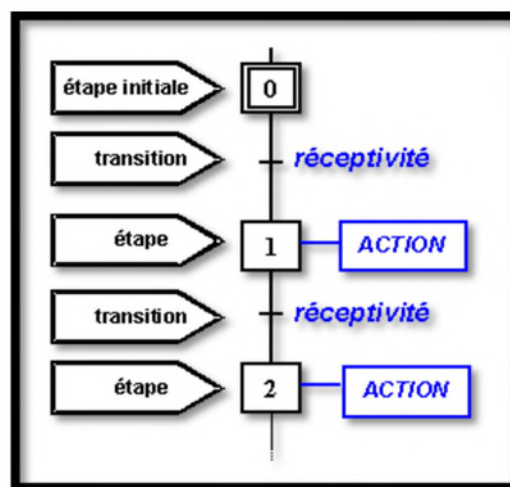


Figure III.5 : Représentation d'un Grafcet [18].

### L'étape

L'étape symbolise un état ou une partie de l'état du système, elle caractérise un comportement invariant du système considéré.

### La transition

La transition permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre, c'est elle qui va permettre, lors de son franchissement, l'évolution du système, elle représente une possibilité de changement d'état du système.

### Les réceptivités

Une réceptivité est associée à chaque transition (l'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vraie), c'est une condition qui détermine la possibilité où non d'évolution du système par cette transition.

### Les actions associées aux étapes

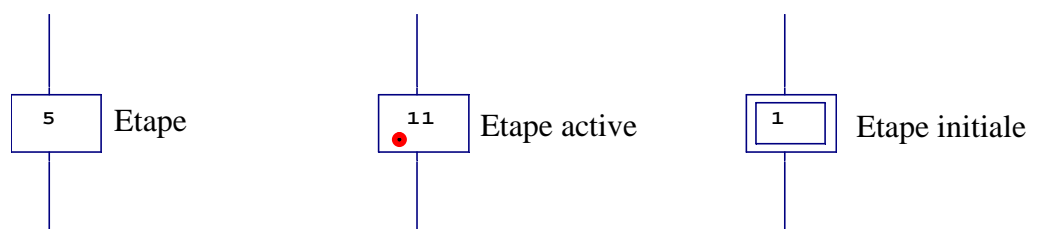
Les actions servent à émettre des ordres vers la partie opérative. Une action est une sortie logique envoyée au système. Ces actions peuvent être :

- Des actions continues
- Des actions conditionnelles
- Des actions mémorisées
- Des actions temporisées

## III.5.2 Bases du langage

- Etape, action
  - Caractérise le comportement de la partie commande.
  - Une étape est soit active soit inactive.
  - Action associée (facultatif).

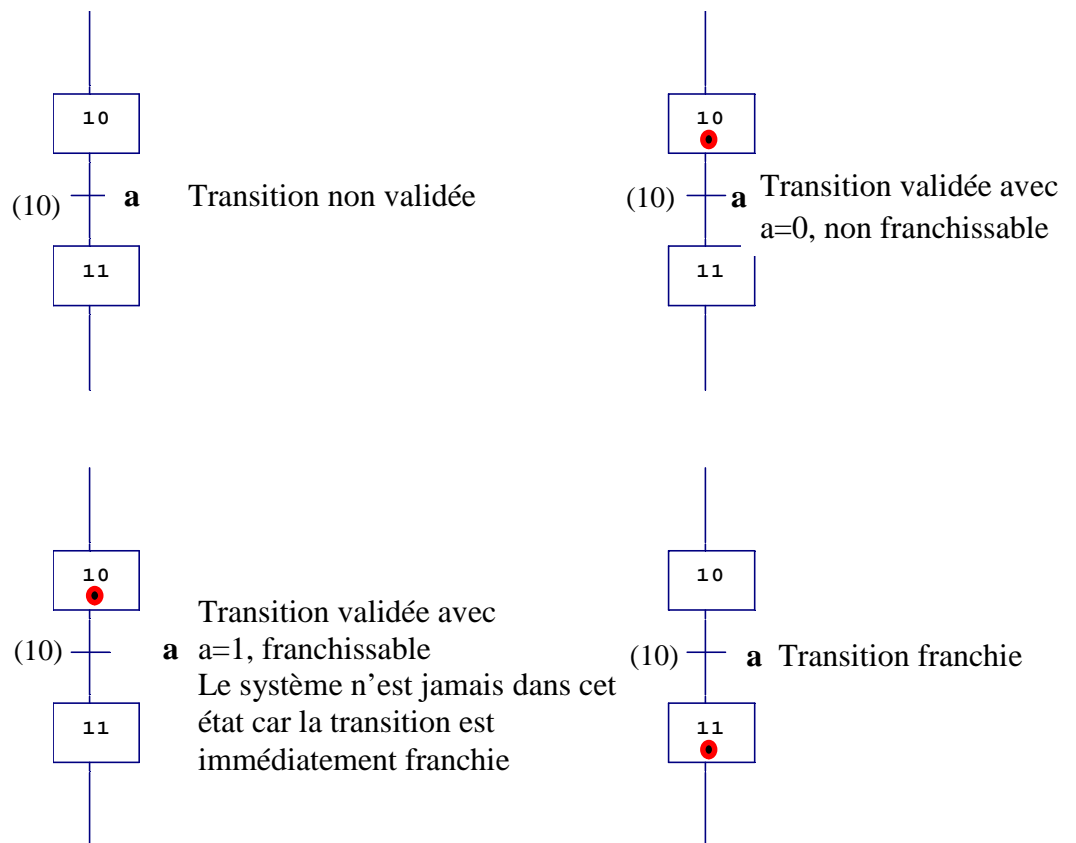
La figure ci-dessous est une représentation des différents types d'étapes



**Figure III.6 :** Différents types d'étapes.

- Transition, réceptivité
  - Possibilité d'évolution entre les étapes ;
  - Validée lorsque les étapes précédentes sont actives ;
  - Réceptivité associée (condition logique).

La figure ci-dessous est une représentation des différents types de transitions



**Figure III.7 :** Différents types de transitions.

- Des liaisons orientées (arcs).
  - Liaison orientée (étape  $\longrightarrow$  transition  $\longrightarrow$  étape).

### III.5.3 Règles d'évolution d'un grafcet

Un grafcet possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles, elles précisent les causes et les effets du franchissement des transitions.



**- *Regle1 : situation initiale***

La situation initiale d'un grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement : ces étapes sont les étapes initiales (doublement du symbole d'étapes).

**- *Regles2 : franchissement d'une transition***

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes en amont (immédiatement précédents reliées à cette transition) sont actives. Le franchissement d'une transition se produit :

- Lorsque la transition est validée
- Que la réceptivité associée à cette transition est vraie

**- *Regles3 : évolution des étapes actives***

Le franchissement d'une étape entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

**- *Regles4 : activation et désactivation simultanée d'une étape***

Si au cours du fonctionnement la même étape est simultanément activée et désactivée elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes au procédé) non désirées.

**III.5.4 Le diagramme à relais ou schéma à contacts**

Les diagrammes à relais (LADDER) permettant de représenter des conditions logiques de façon similaire aux armoires de commande à relais utilisées avant l'arrivée des automates programmables industriels. Les entrées sont des relais (en série et/ou en parallèle) qui sont reliés à une bobine (la sortie), ces éléments sont placés entre deux lignes d'alimentation, la bobine d'un premier réseau peut être utilisée comme entrée d'un autre réseau, d'autres éléments peuvent entrer dans un réseau : compteurs, temporisateurs [19].

**III.5.5 Élaboration des GRAFCETS de la centrale**

Après l'analyse du cahier des charges, on propose la solution suivante donnée sous forme de grafcet, l'approche fonctionnelle a été utilisée et elle nous a permis de construire des grafcets dédiés à chaque tâche (fonction) : compresseur 1, compresseur 2 et du sécheur.

La figure ci-dessous représente le grafcet du compresseur 01.

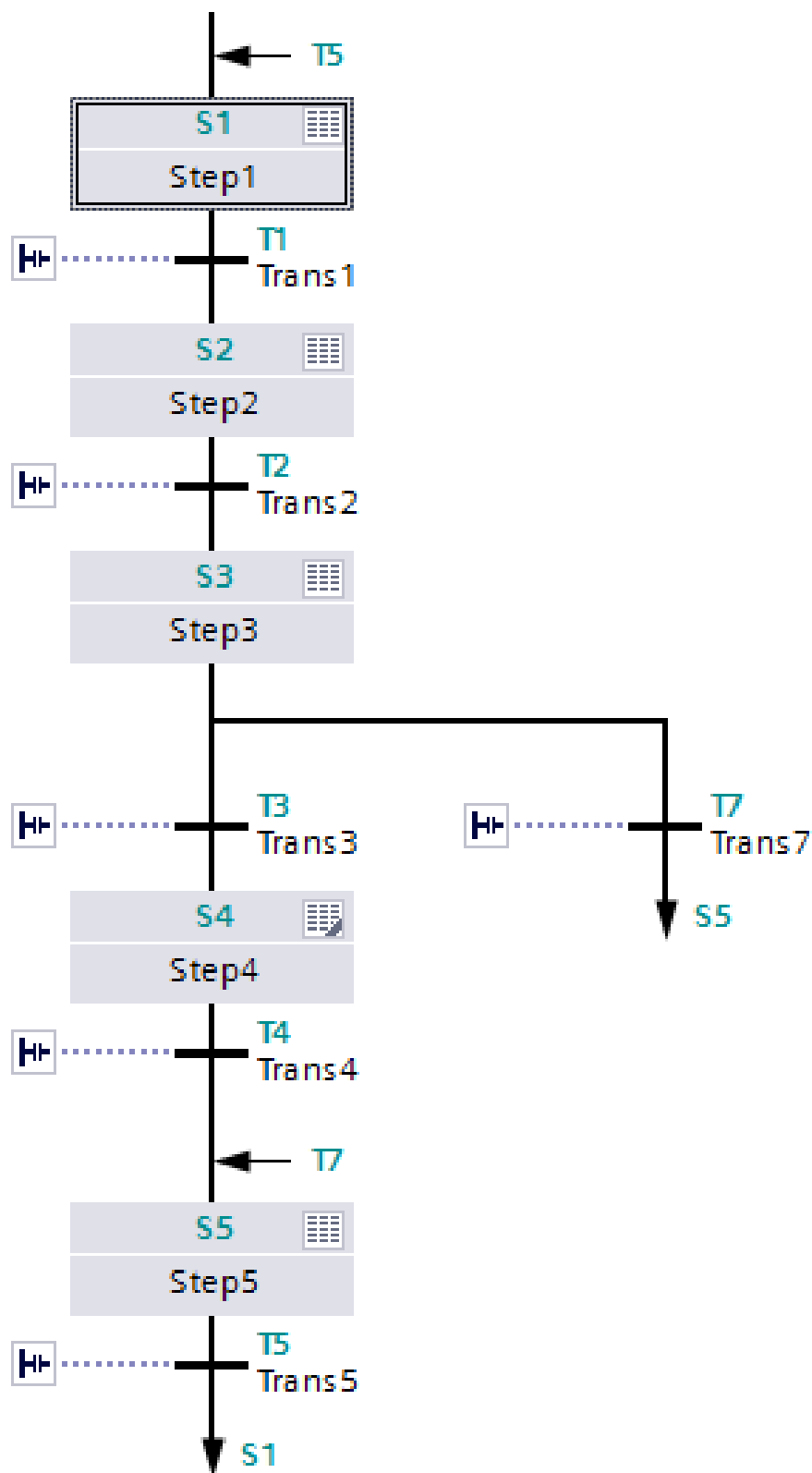


Figure III.8 : Grafcet pour du compresseur « 1 ».

La figure ci-dessous représente le grafcet détaillé du compresseur 01.

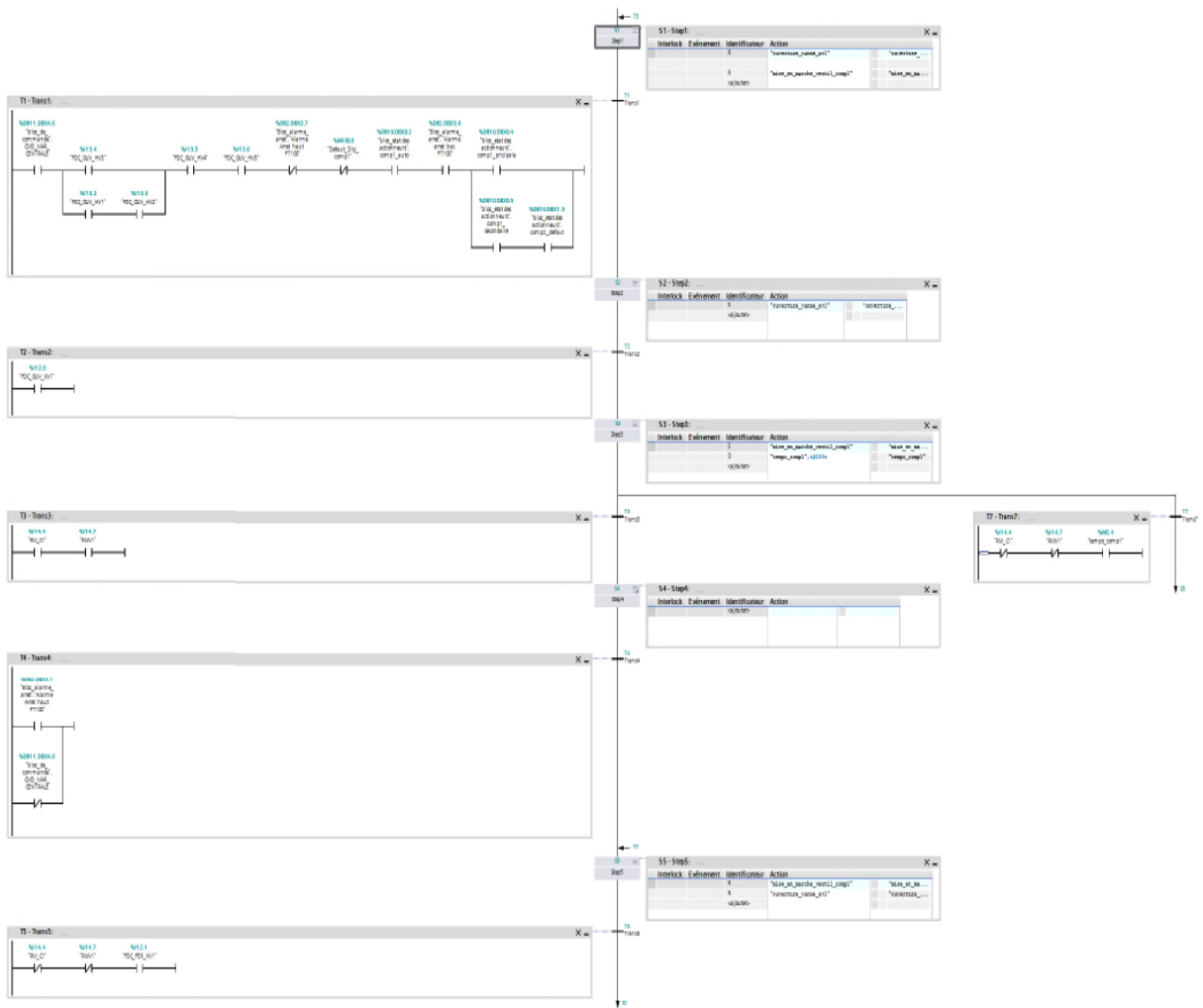


Figure III.9 : Grafcet détaillé du compresseur « 1 ».

La figure ci-dessous représente le grafcet du compresseur 02.

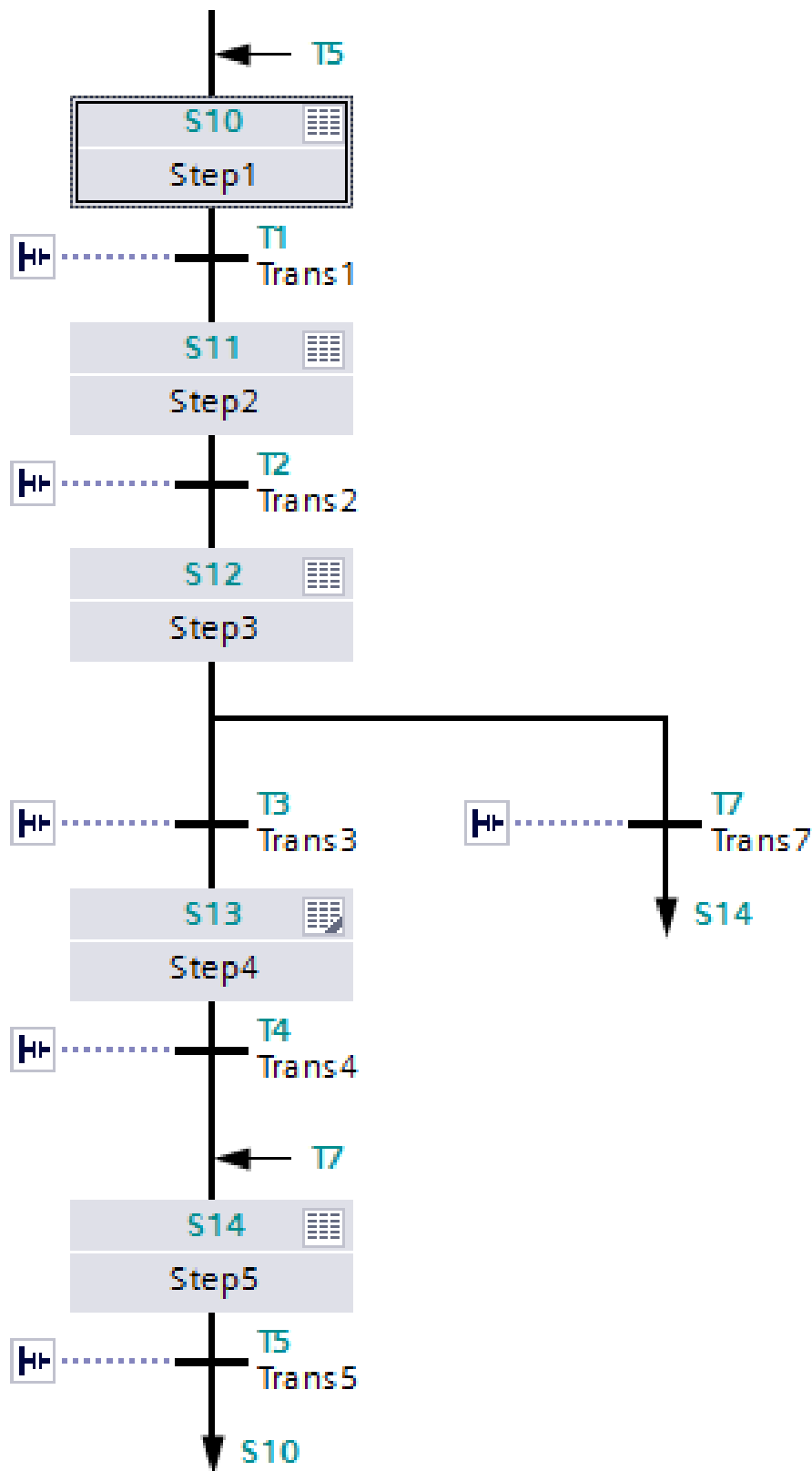


Figure III.10 : Grafcet pour du compresseur « 2 ».

La figure ci-dessous représente le grafcet détaillé du compresseur 02.

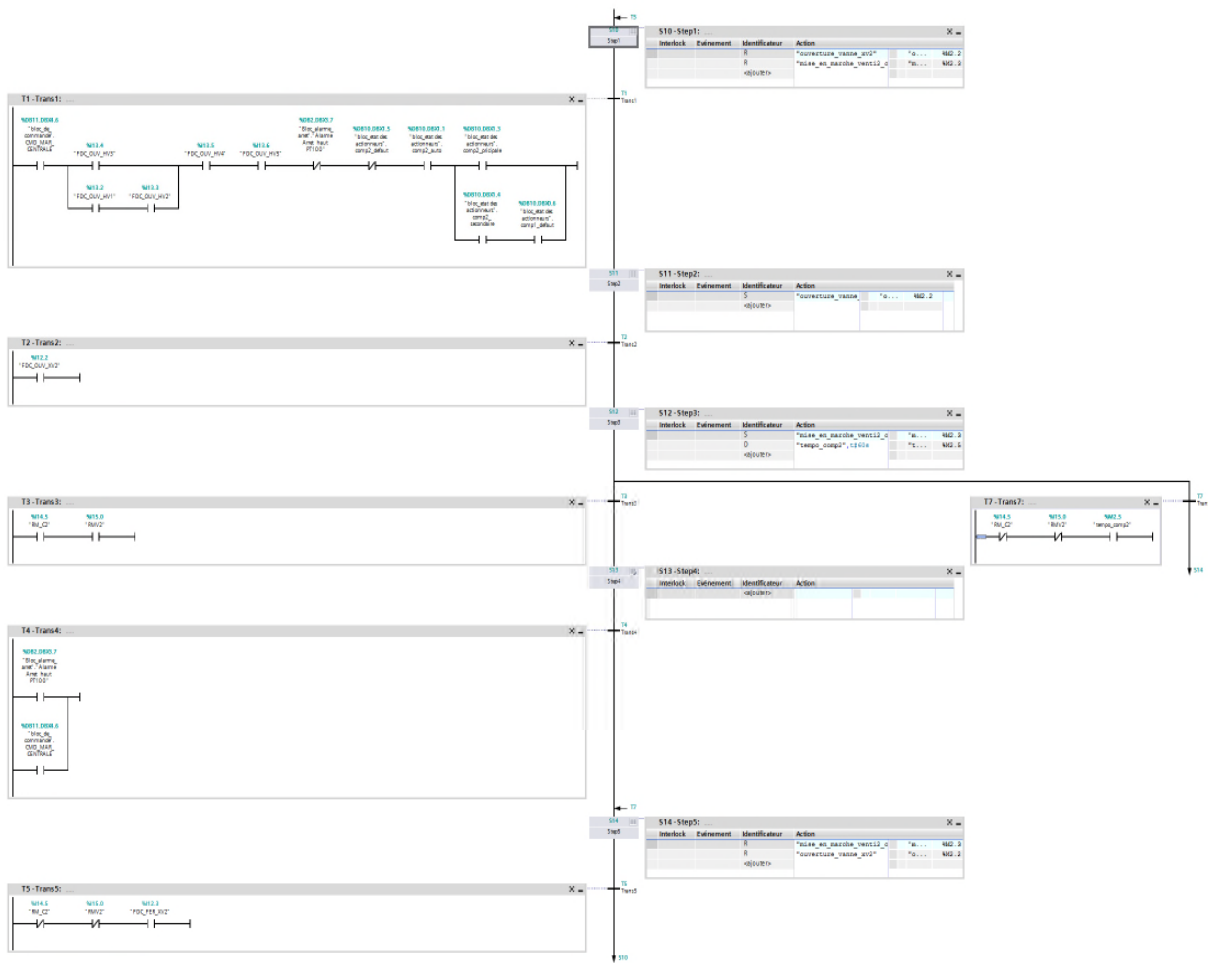


Figure III.11 : Grafcet détaillé du compresseur « 2 ».

La figure ci-dessous représente le grafcet du sécheur.

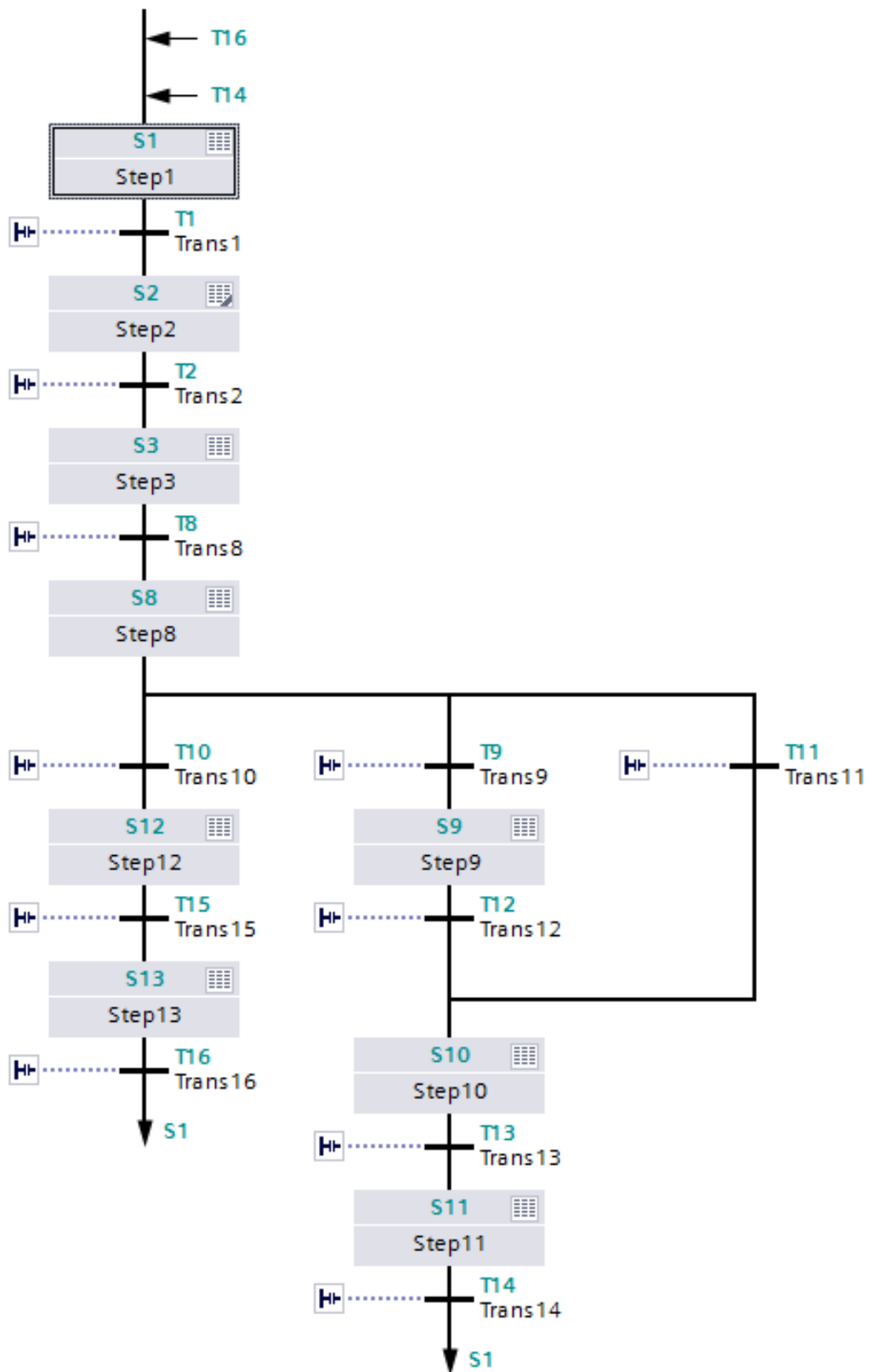


Figure III.12: Grafcet du sécheur.

La figure ci-dessous représente le grafcet détaillé du sécheur.

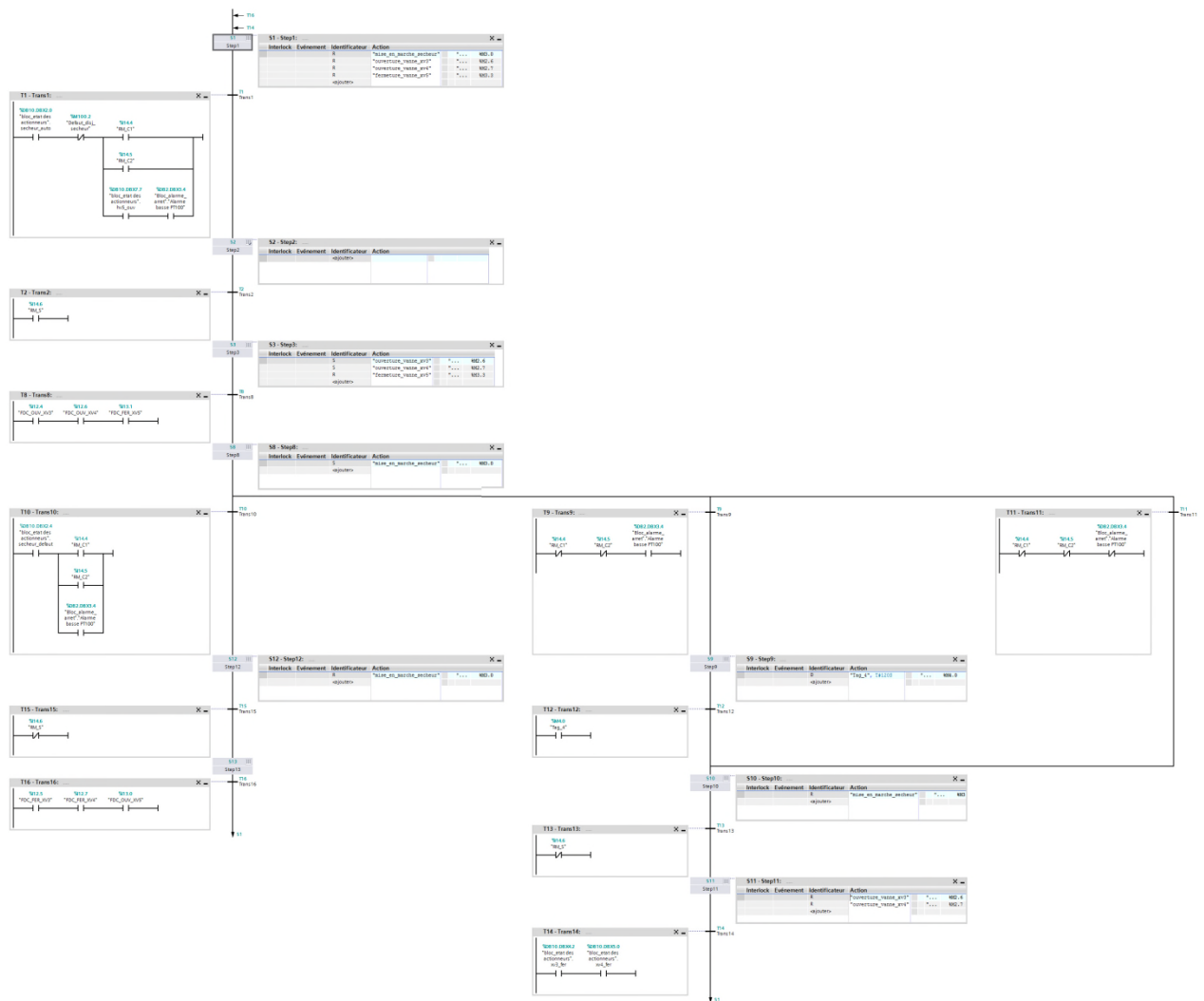


Figure III.13 : Grafcet détaillé du sécheur.

### III.6 Conclusion

L'automatisation de la centrale d'air comprimé améliore la sécurité de l'opérateur, réduit l'effort physique, augmente d'une manière considérable la précision et surtout la rapidité des tâches à réaliser

La description du système à automatiser, et l'élaboration de l'analyse fonctionnelle de la centrale et son Grafcet nous facilitera la création du programme sous TIA PORTAL V13 , ainsi que sa supervision.

L'outil GRAFCET nous a permis de modéliser l'unité : les deux compresseurs ainsi que le sécheur et ce après étude des concepts clés des systèmes de commande et des systèmes automatisés.



**PROGRAMMATION, SIMULATION ET  
SUPERVISION**

## IV 1 Introduction

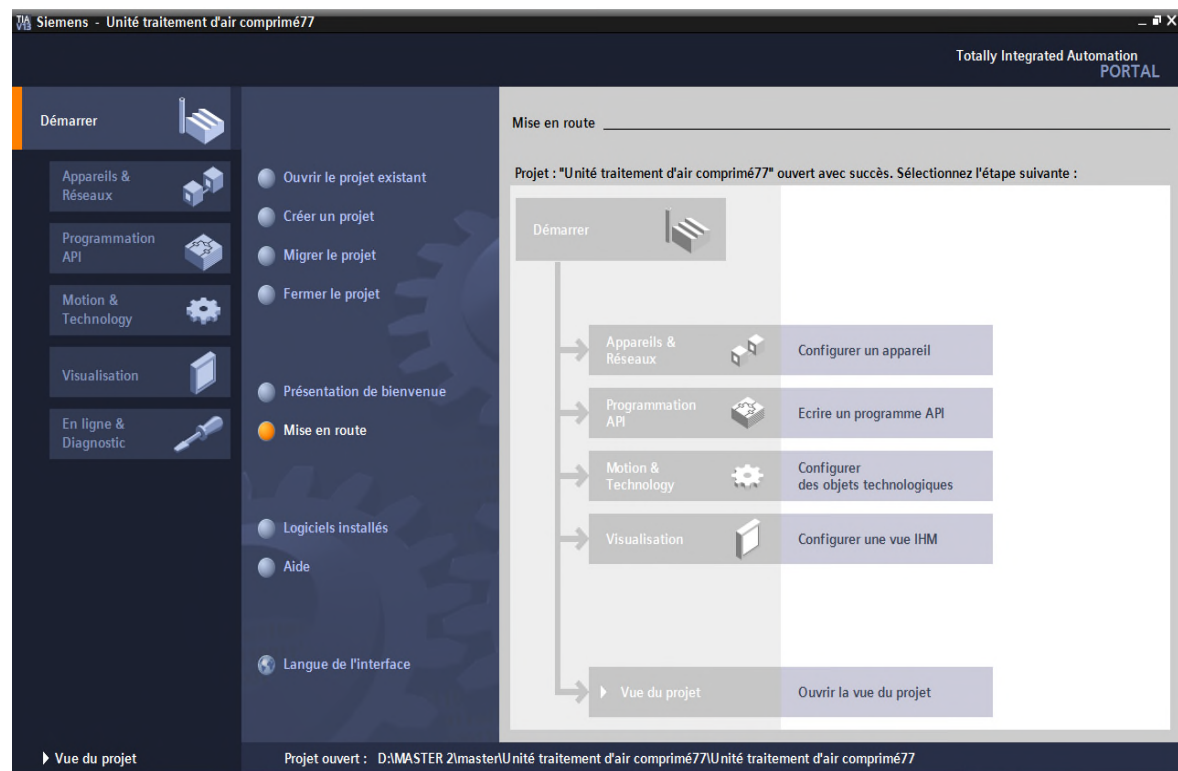
Pour piloter notre centrale de production d'air comprimé, nous allons réaliser un programme que nous allons implanter dans notre automate de type S7-300 grâce au logiciel de conception et d'automatisation TIA PORTAL V13 de SIEMENS.

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle, ainsi que sa supervision.

### IV 1.1 Création du projet dans TIA PORTAL V13

Afin de créer un nouveau projet TIA PORTAL V13, nous utilisons « l'assistant de création de projet », en cliquant sur « créer un projet » ce qui nous permet de commencer la configuration, cette méthode nous permet de gérer notre projet aisément.

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



**Figure IV.1 :** Mise en route du projet.

On passe à la deuxième étape en cliquant sur le bouton « appareils et réseaux » ce qui nous permet de choisir les appareils qui constitueront notre système.

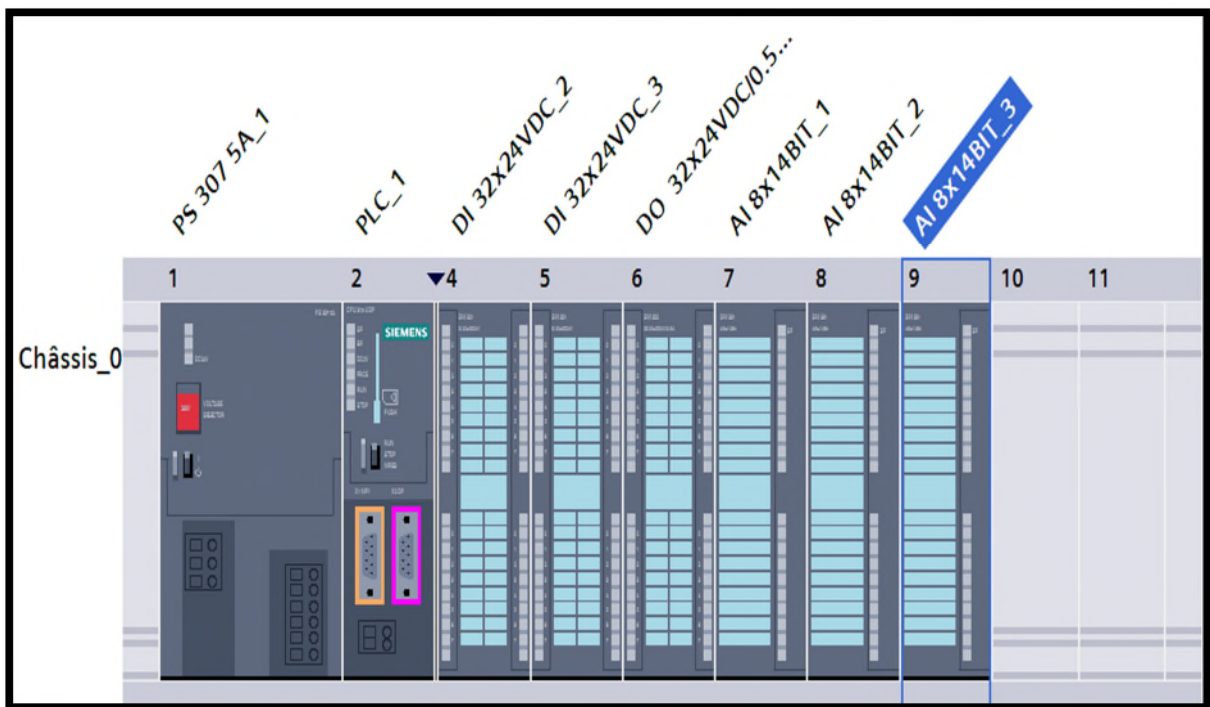
Nous devons choisir un type d'automate PLC (programmable Logic controller) et une interface homme machine IHM.

### IV 1.1.1 Configuration matérielle (Partie Hardware)

Notre partie dédiée à la configuration matérielle se divise en deux grandes parties PLC et IHM. L'automate choisi est le S7-300 de SIEMENS et ses modules complémentaires, il est doté des éléments suivants :

- PS 307 5A\_1 représente notre module d'alimentation ;
- CPU 315-2 DP représente notre processeur ;
- DI 32x24VDC\_2 représente notre 1<sup>er</sup> module d'entrées numériques ;
- DI 32x24VDC\_3 représente notre 2eme module entrées numériques ;
- DO 32x24VDC/0.5A\_1 représente notre module de sorties numériques ;
- AI 8x14BIT\_1 représente notre module d'entrées analogiques ;
- AI 8x14BIT\_2 représente notre module d'entrées analogiques ;
- AI 8x14BIT\_3 représente notre module d'entrées analogiques.

La figure ci-dessous est une représentation de notre automate S7-300.



**Figure IV.2** : Représentation de notre automate S7-300.

### IV 1.1.2 IHM TP1500 CONFORT

Notre IHM (interface homme machine) de type TP1500 CONFORT est l'outil qui lie l'automate à l'opérateur, elle est considérée comme étant l'ensemble des dispositifs

matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique.

Elle est dotée d'un : 1 x Ecran tactile de 15,4" TFT;

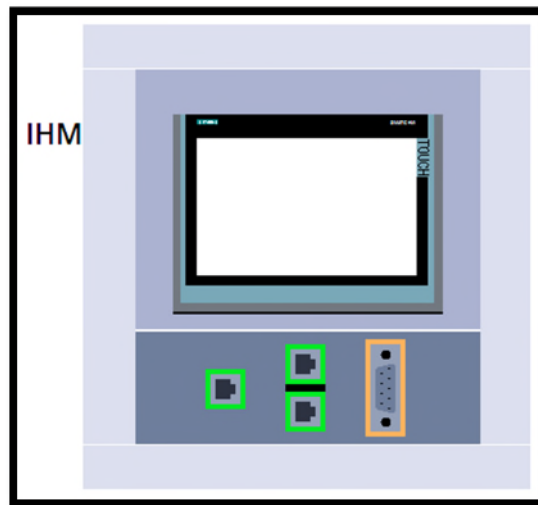
1 x MPI/PROFIBUS;

1 x PROFINET/interface Industriel Ethernet;

2 x emplacement pour carte multimédia;

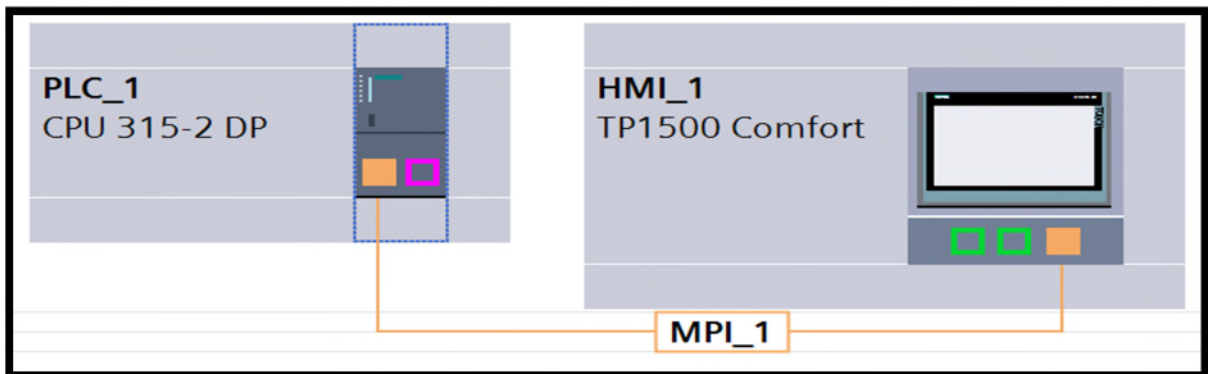
3 x USB.

La figure ci-dessous est une représentation de notre IHM



**Figure IV.3** : Représentation de notre IHM.

La figure ci-dessous est une représentation de notre système d'automatisation (PLC, IHM)



**Figure IV.4** : Système d'automatisation (PLC, IHM).

### IV 1.1.3 Création du tableau des variables API

Le tableau des variables API nous permet de définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation.

Il nous permet de désigner l'ensemble des entrées et sorties de notre système, les fins de course, les retours de marche et d'arrêt, les différents transmetteurs de température, de pression, et de niveau d'huile, les défauts, les mémoires, l'ouverture et la fermeture des vannes....Etc, la figure ci-dessous représente notre tableau de variable API.

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	FDC_OUV_VA1	Table de variables s..	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fin de course ouverture ve
2	PT100	Table de variables s..	Int	%IW320		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur de pression
3	01DPT001	Table de variables s..	Int	%IW322		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur pression imp
4	01DPT002	Table de variables s..	Int	%IW324		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur pression imp
5	02DPT001	Table de variables s..	Int	%IW326		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur pression imp
6	02DPT002	Table de variables s..	Int	%IW328		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur pression imp
7	01TT001	Table de variables s..	Int	%IW330		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur de temperat
8	02TT001	Table de variables s..	Int	%IW332		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur de temperat
9	03TT001	Table de variables s..	Int	%IW334		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmetteur de temperat
10	FDC_OUV_XV1	Table de variables s..	Bool	%I2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fin de course ouverture d
11	FDC_FER_XV1	Table de variables s..	Bool	%I2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fermeture de la vanne XV
12	FDC_OUV_XV2	Table de variables s..	Bool	%I2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fin de course ouverture d
13	FDC_FER_XV2	Table de variables s..	Bool	%I2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fermeture de la vanne XV
14	FDC_OUV_XV3	Table de variables s..	Bool	%I2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fin de course ouverture d
15	FDC_FER_XV3	Table de variables s..	Bool	%I2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fermeture de la vanne XV
16	FDC_OUV_XV4	Table de variables s..	Bool	%I2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fin de course ouverture d
17	FDC_FER_XV4	Table de variables s..	Bool	%I2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fermeture de la vanne XV
18	FDC_OUV_XV5	Table de variables s..	Bool	%I3.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Fin de course ouverture d
19	FDC_FER_XV5	Table de variables s..	Bool	%I3.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fermeture de la vanne XV

**Figure IV.5 :** Tableau de variable API.

#### IV 1.1.4 Programmation de la PLC

En ce référant à la vue globale de notre système après avoir effectué notre analyse fonctionnelle, on se doit de créer nos blocs selon leur enchainement.

#### IV 1.1.5 Ajout des blocs

Après la configuration de notre interface IHM-PLC on passe à l'ajout des blocs qui constituent notre système, La figure ci-dessous est une représentation de la fenêtre d'ajout de nouveau bloc ;

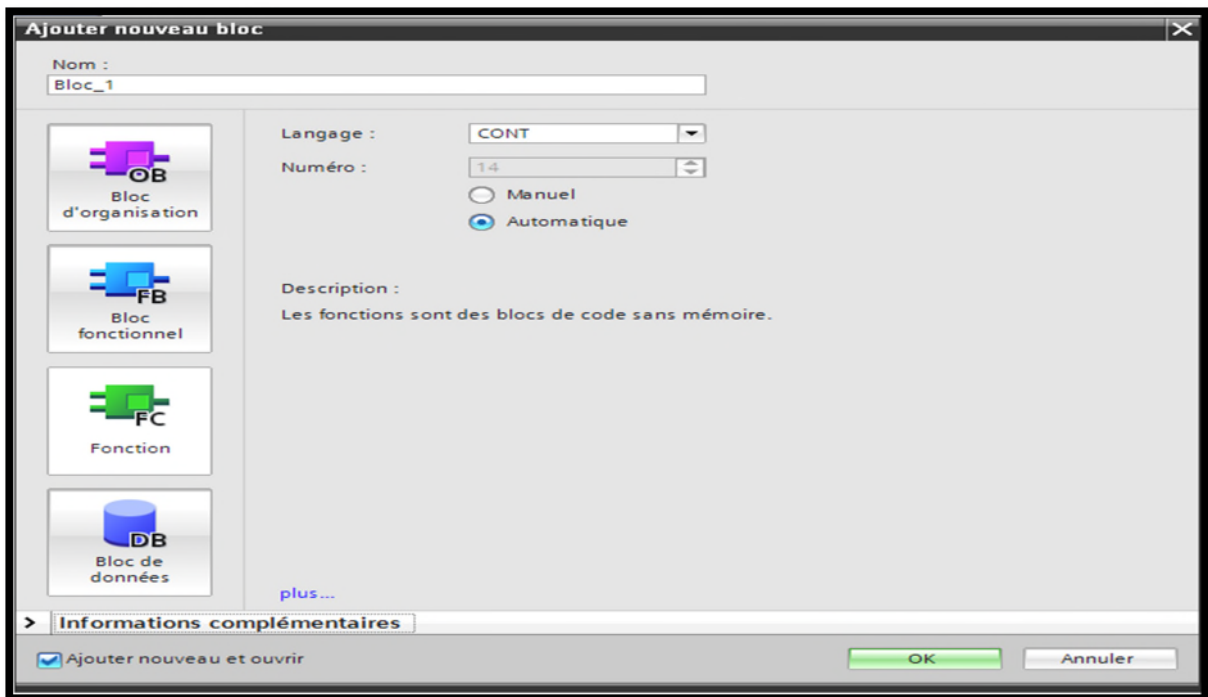


Figure IV.6 : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc.

#### IV 1.1.6 Les blocs d'organisation (OB)

Ils commandent le traitement du programme, il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporisés ou déclenchés par des alarmes durant l'exécution du programme, la figure représente l'ensemble des réseaux de nos blocs OB.

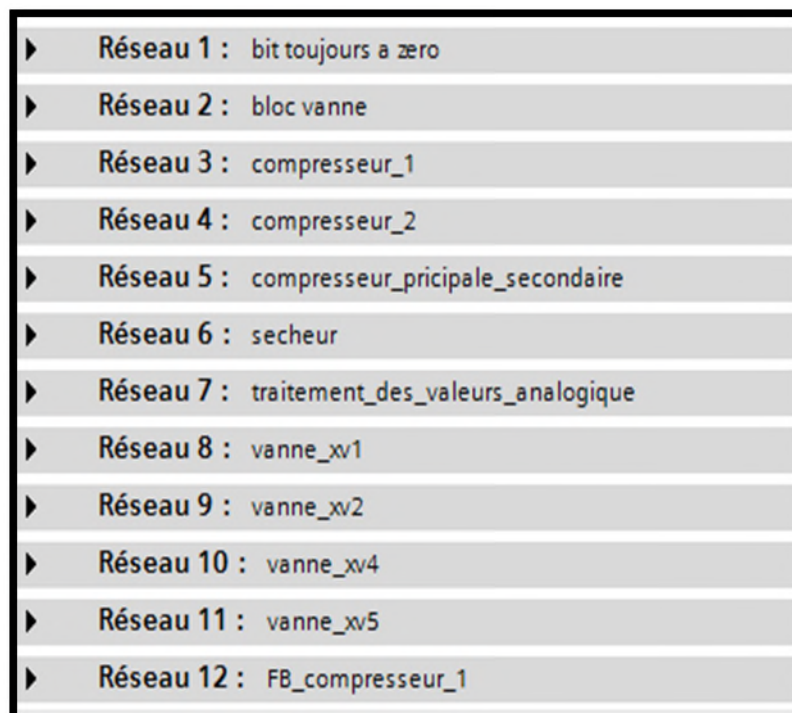
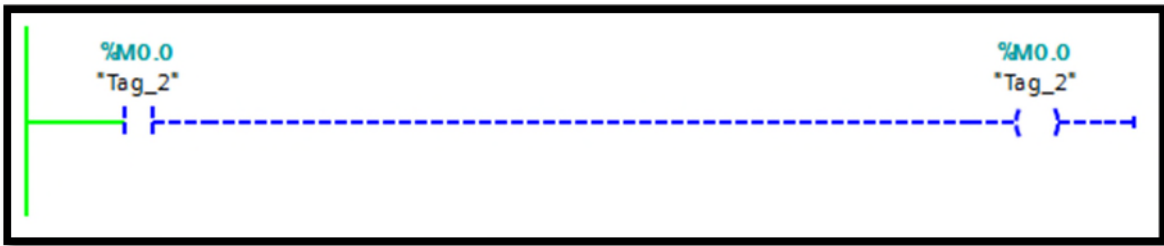


Figure IV.7 : Réseaux de nos blocs OB.

La figure ci-dessous représente le schéma contact de la mise à zéro du bit.



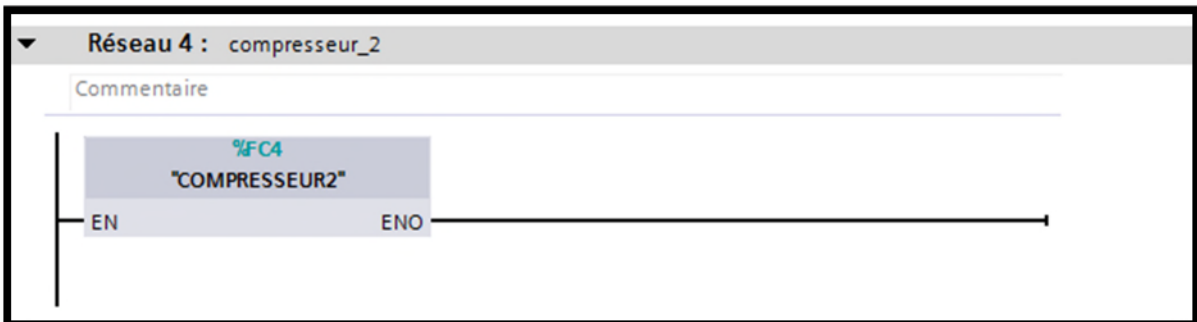
**Figure IV.8** : Schéma contact de la mise à zéro du bit.

La figure ci-dessous représente le schéma contact du compresseur 1



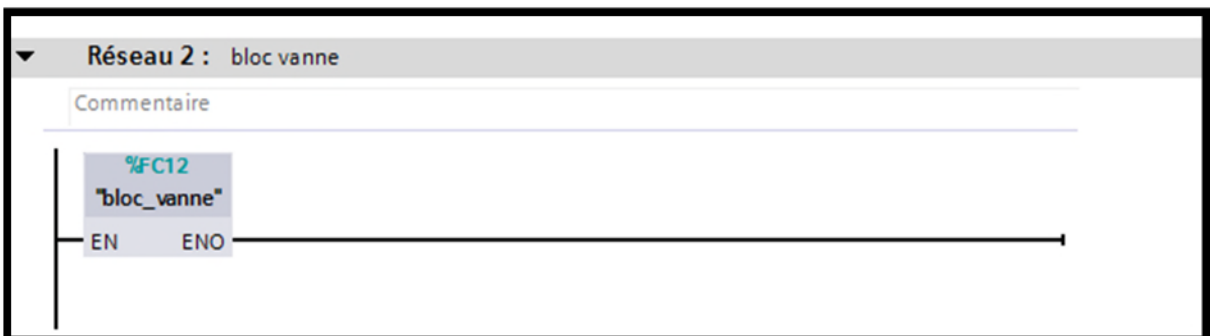
**Figure IV.9** : Schéma contact du compresseur 1.

La figure ci-dessous représente le schéma contact du compresseur 2



**Figure IV.10** : Schéma contact du compresseur 2.

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du bloc de vanne



**Figure IV11** : Représentation de type contact du bloc de vanne.

### IV 1.1.7 Les blocs de fonctions – FC

Ce sont des blocs de code sans mémoire, les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des variables. Elles sont utilisées pour la programmation de fonctions utilisées plusieurs fois. On simplifie de ce fait la programmation, la figure représente l'ensemble des réseaux de nos blocs FC.

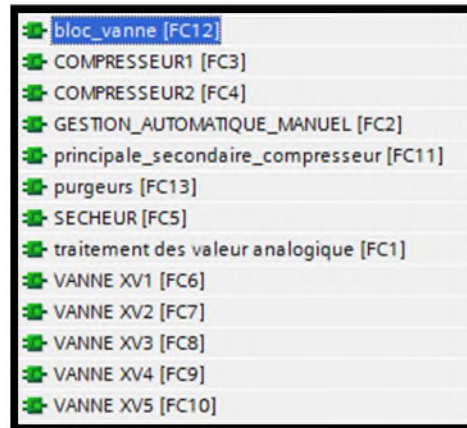


Figure IV.12 : Réseaux de nos blocs FC

La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la FC de la vanne xv1

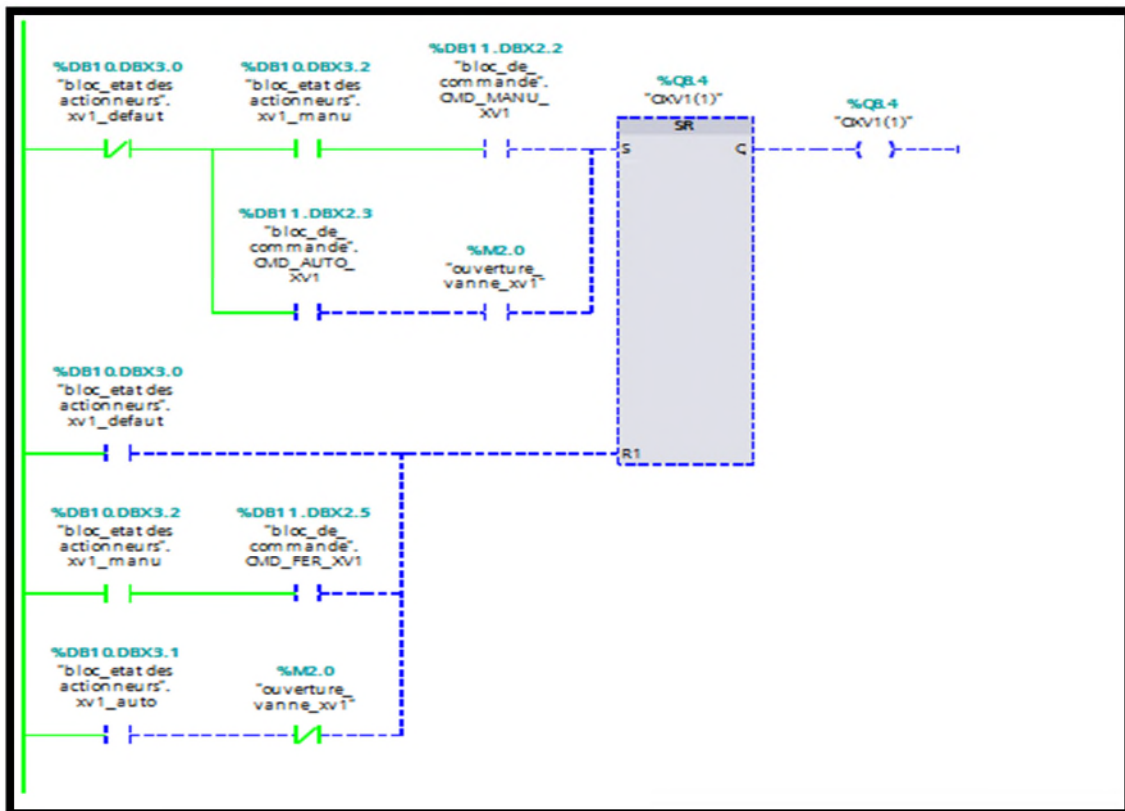


Figure IV.13 : Représentation de type contact de la FC de la vanne xv1.



La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la mise en marche du compresseur 1.

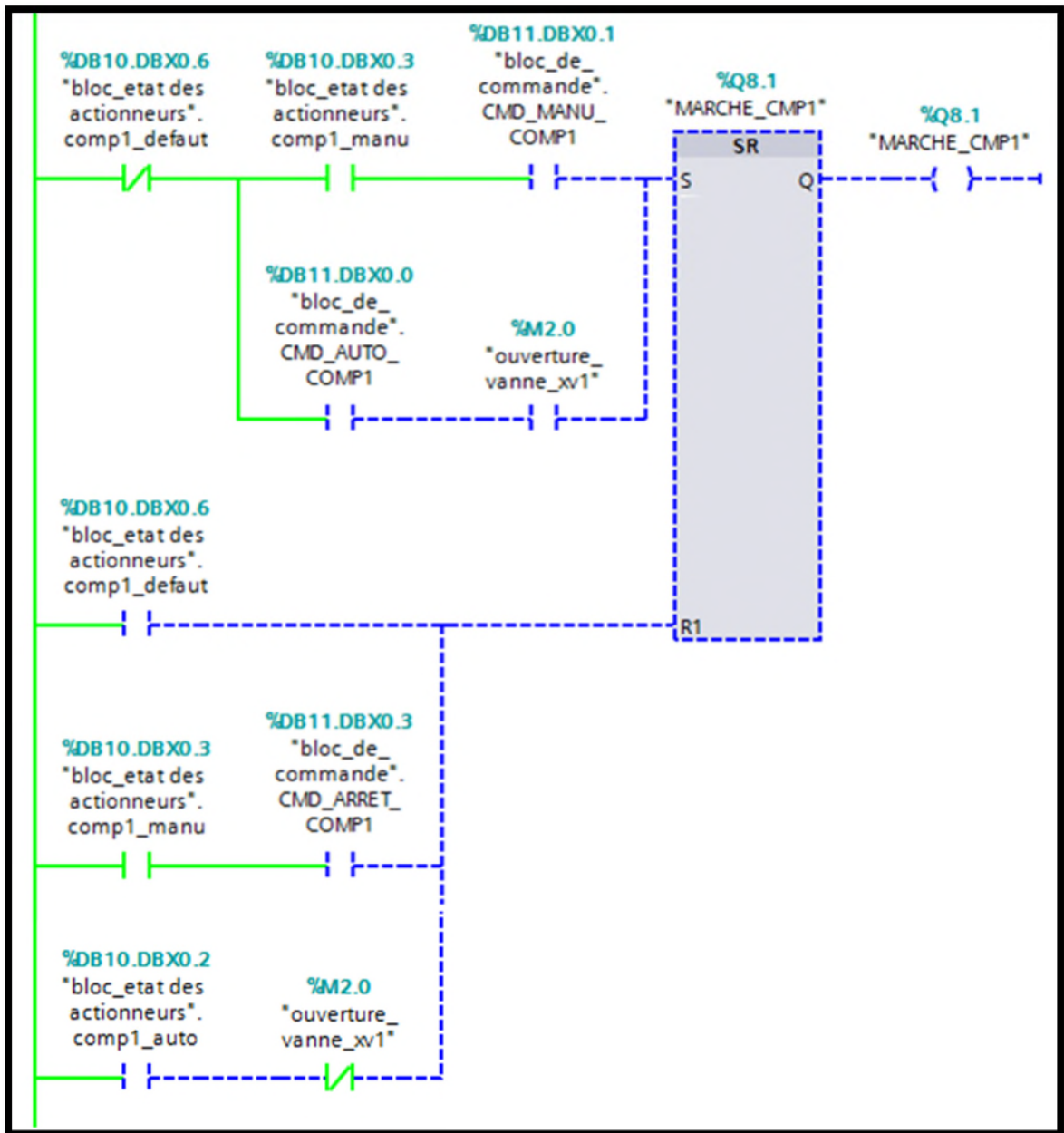


Figure IV.14 : Mise en marche du compresseur 1.

La figure ci-dessous est la représentation d'un comparateur 01DPT001.

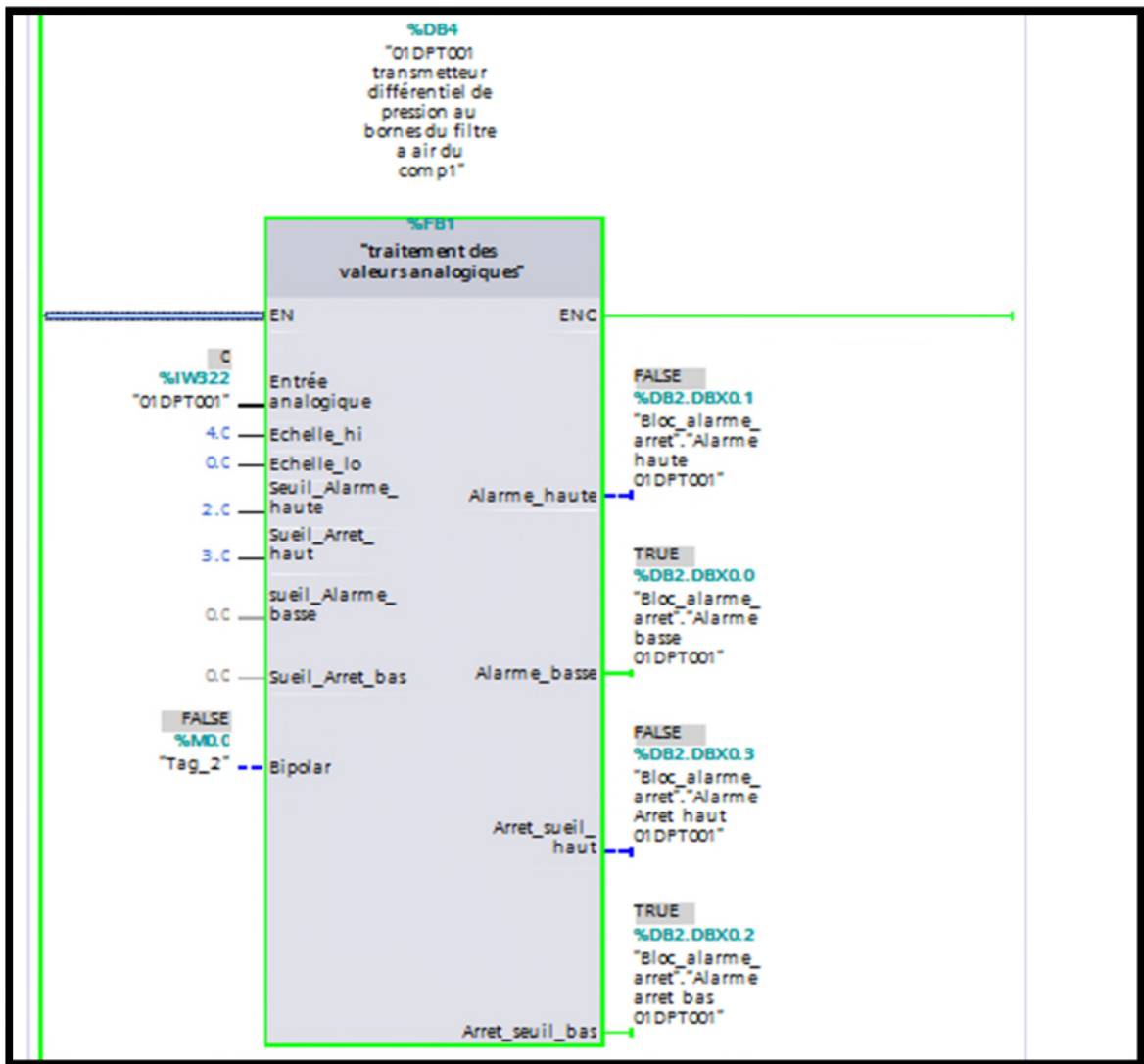


Figure IV.15 Comparateur 01DPT001

## IV 2 Réalisation de la supervision

Lorsque la complexité des processus augmente, et que les machines et les installations doivent répondre à des critères de fonctionnement toujours plus élevés, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence, cette transparence est obtenue à l'aide de l'interface homme machine (IHM), un système IHM constitue l'interface entre l'opérateur et l'installation.

Une fois le pupitre mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des compresseurs et du sécheur, ainsi que les différents capteurs : de température, pression, retour de marche, fin de course .....etc.
- D'afficher les alarmes;
- D'agir sur le système.

### IV 2.1 Outils de supervision

Un système de supervision et de contrôle est constitué d'une partie matérielle (automate S7-300, différents capteurs de pression et de température ....etc.) et d'une partie logicielle (traitement et affichage des données).

La partie matérielle permet de relever les paramètres et d'interagir physiquement avec l'installation, tandis que le logiciel est le cerveau du système.

### IV 2.2 Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir préalablement pris connaissance des éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

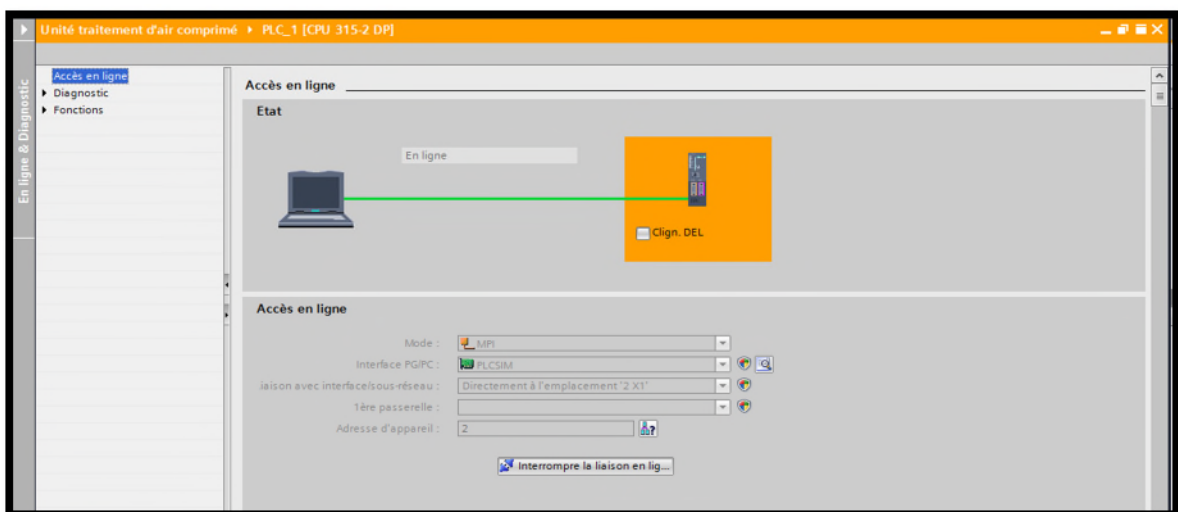
Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du TIA PORTAL V13 qui est le dernier logiciel d'ingénierie développé par SIEMENS et le mieux adapté au matériel utilisé.

### IV 2.3 Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre TIA PORTAL V13 et le S7-300, et ce dans le but que le TIA PORTAL V13 puisse lire les données se trouvant dans la mémoire de l'automate.

Afin de créer la liaison, on sélectionne notre PLC, on clique dessus avec le bouton droit et on choisi « en ligne et diagnostique ».

La configuration de nos appareils fait que notre liaison est du mode MPI et ce à travers la carte PLCSIM, la figure ci-dessous est une représentation la liaison entre la PLC et IHM

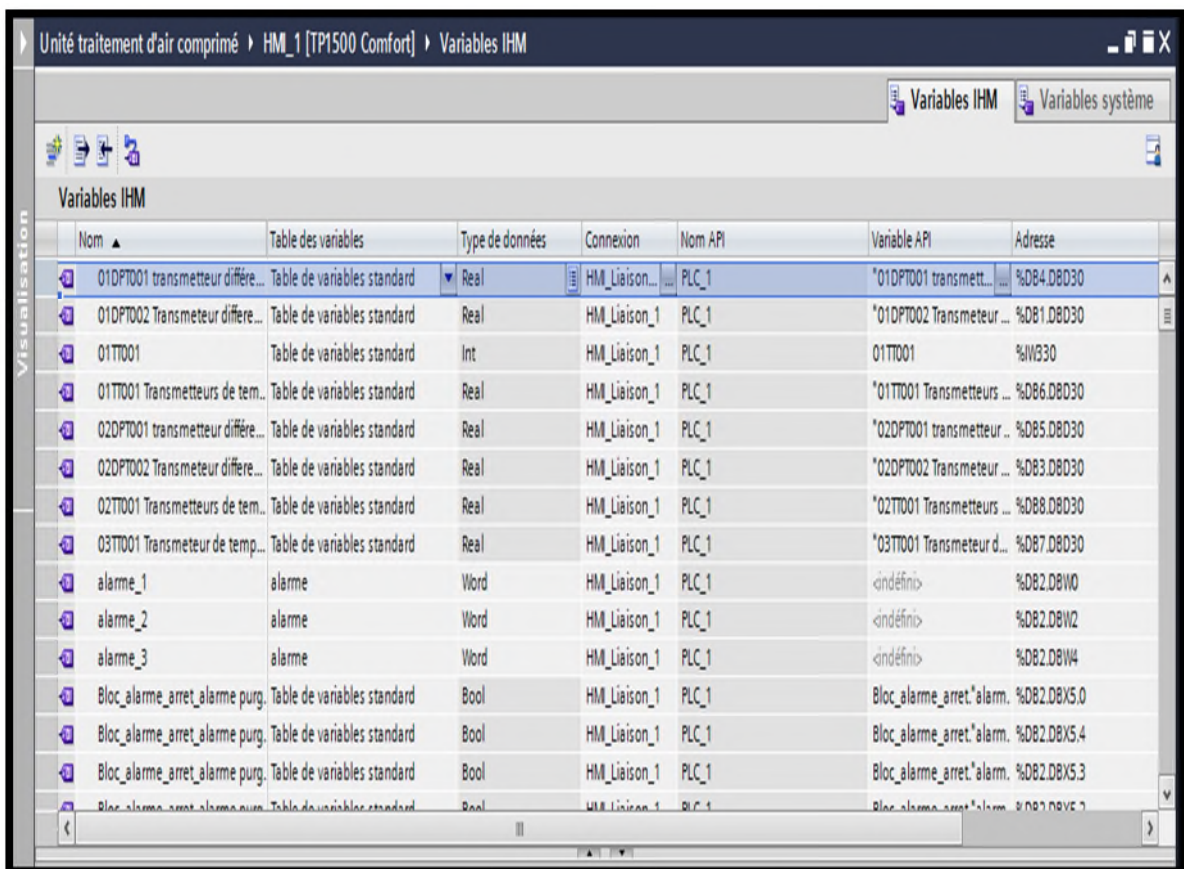


**Figure IV.16 :** Liaison entre la PLC et IHM.

## IV 2.4 Création de la table des variables

Maintenant que la liaison entre notre projet TIA PORTAL V13 et l'automate S7-300 est établie, il nous est possible d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate qui peuvent être des mémoires : entrée/sortie, memento, bloc de données.

Les variables permettent de communiquer, et d'échanger des données entre IHM et les machines, une table de correspondance des variables IHM est créée à travers l'onglet variable, chaque ligne correspond à une variable de l'IHM, elle est spécifiée par : nom, type de table de variable, type de connexion, nom de l'api, adresse, la figure ci-dessous est une représentation de la table de variable IHM.



Nom	Table des variables	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
01DPT001 transmetteur différe...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*01DPT001 transmett...	%DB4.DB030
01DPT002 Transmetteur différe...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*01DPT002 Transmetteur ...	%DB1.DB030
01TT001	Table de variables standard	Int	HM_Liaison_1	PLC_1	01TT001	%IW330
01TT001 Transmetteurs de tem...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*01TT001 Transmetteurs ...	%DB6.DB030
02DPT001 transmetteur différe...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*02DPT001 transmetteur ...	%DB5.DB030
02DPT002 Transmetteur différe...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*02DPT002 Transmetteur ...	%DB3.DB030
02TT001 Transmetteurs de tem...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*02TT001 Transmetteurs ...	%DB8.DB030
03TT001 Transmetteur de temp...	Table de variables standard	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	*03TT001 Transmetteur d...	%DB7.DB030
alarme_1	alarme	Word	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBW0
alarme_2	alarme	Word	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBW2
alarme_3	alarme	Word	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBW4
Bloc_alarme_arret_alarme purg...	Table de variables standard	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	Bloc_alarme_arret.*alarm.	%DB2.DBX5.0
Bloc_alarme_arret_alarme purg...	Table de variables standard	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	Bloc_alarme_arret.*alarm.	%DB2.DBX5.4
Bloc_alarme_arret_alarme purg...	Table de variables standard	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	Bloc_alarme_arret.*alarm.	%DB2.DBX5.3
Bloc_alarme_arret_alarme purg...	Table de variables standard	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	Bloc_alarme_arret.*alarm.	%DB2.DBX5.7

Figure IV.17 Table de variable IHM.

## IV 2.5 Création de vue

L'interface TIA PORTAL V13 nous permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander notre installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de process.

### IV 2.5.1 Planifier la création de vues

Les principales étapes ci-dessous sont nécessaires à la création de vues :

- Planifier la structure de la représentation du process : combien de vues sont nécessaires, dans quelle hiérarchie ;
- Planifier la navigation entre les diverses vues ;
- Adapter le modèle ;
- Créer les vues.

### IV 2.5.2 Constitution d'une vue

Une vue peut être composée d'éléments statiques et d'éléments dynamiques.

- Les éléments statiques, tels que du texte ;
- Les éléments dynamiques varient en fonction de la procédure, ils indiquent les valeurs de process actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre.

Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues du process, la fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues du process, pour créer une vue, on clique sur IHM puis sur « ajouter une vue », la figure ci-dessous est une représentation de l'onglet de création de vue.

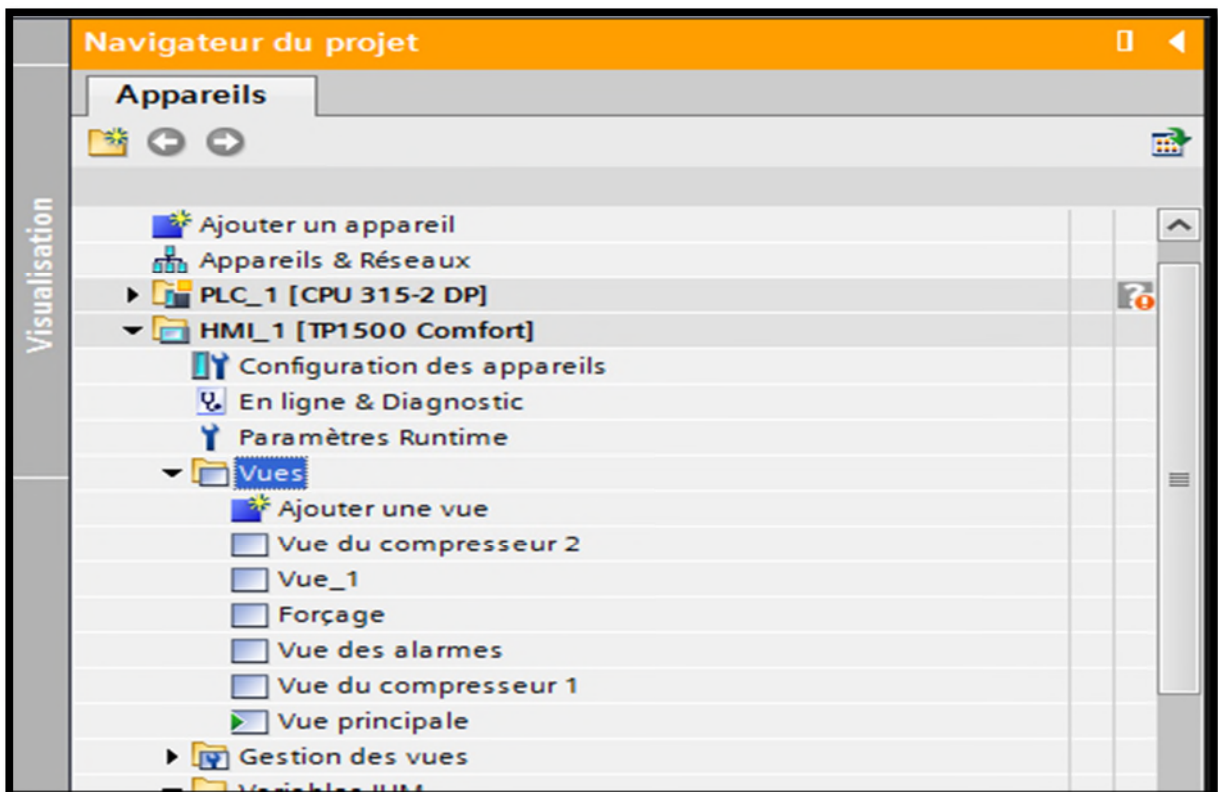


Figure IV.18 : Création de vue.

### IV 2.5.3 Vues du process

Les process partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupés en une vue principale (initiale). Dans ce qui suit nous détaillerons l'ensemble des vues qui constituent notre système, la figure ci-dessous représente la vue principale de notre système.

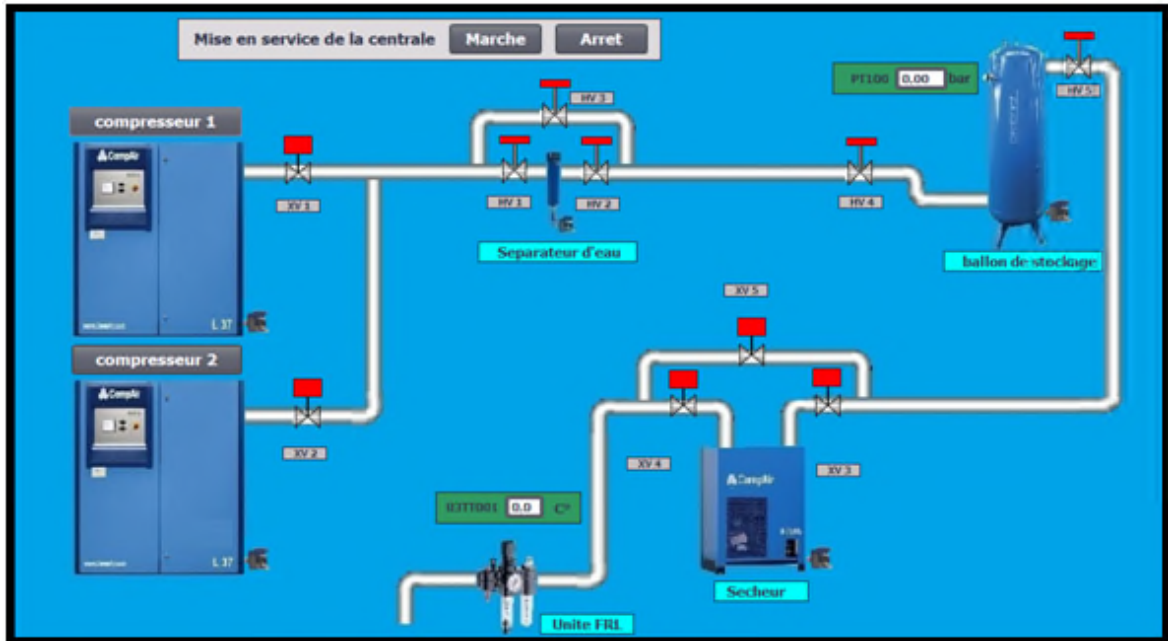


Figure IV.19 Vue principale de notre système.

La figure ci-dessous représente la vue du compresseur 1

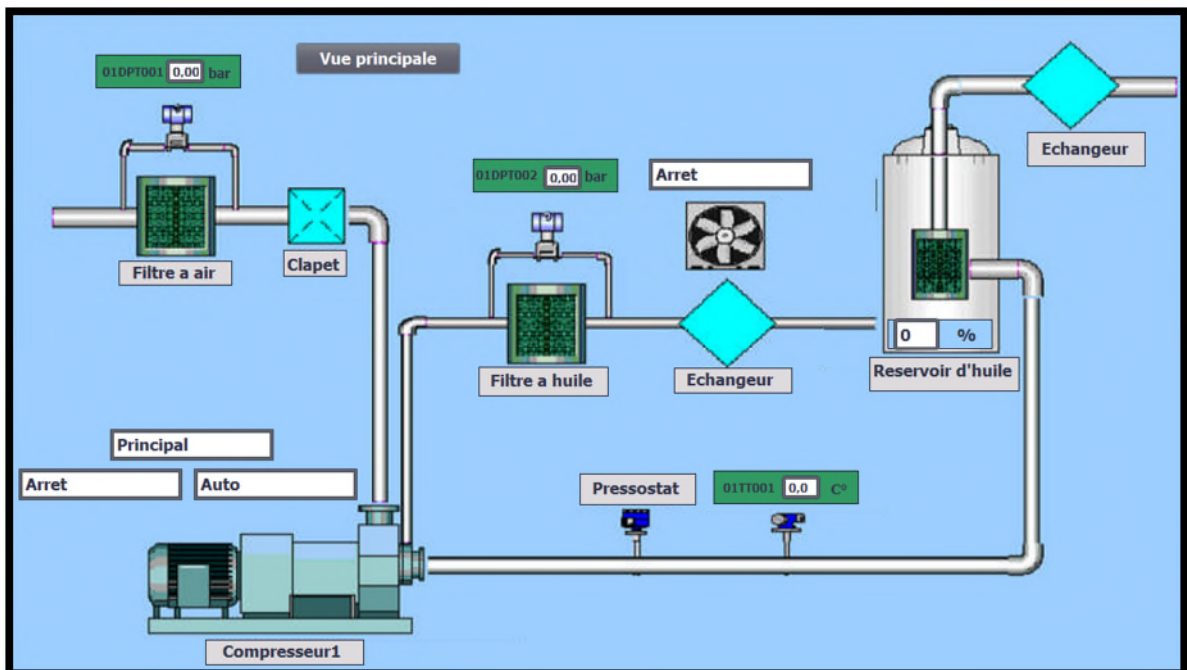


Figure IV.20 Vue principale du compresseur 1.

La figure ci-dessous représente la vue du compresseur 2.

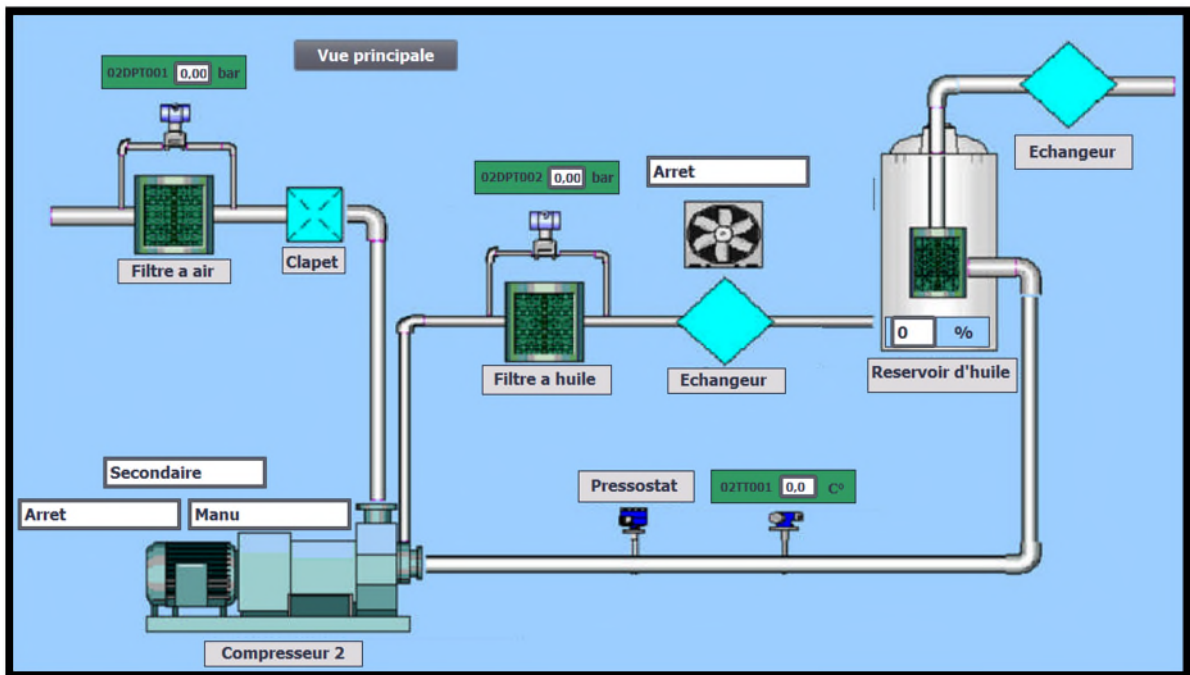


Figure IV.21 Vue principale du compresseur 2.

La figure ci-dessous représente la vue interne du compresseur 1



Figure IV.22 Vue interne du compresseur1.

La figure ci-dessous représente la vue interne du sécheur



Figure IV.23 Vue interne du sécheur.

#### IV 2.5.4 Vue des alarmes

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 dans l'automate. Pour cela, nous avons configuré des alarmes TOR dans notre logiciel TIA PORTAL V13.

Il est possible de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux, afin de garantir que la personne qui commande l'installation en a bien pris connaissance.

L'opérateur dispose des moyens suivants pour acquiescer les alarmes :

- Acquiescement dans la fenêtre d'alarmes ;
- Acquiescement dans la vue des alarmes ;

La classe d'alarme choisie est la classe "Erreur", les alarmes de cette classe doivent être acquiescées, le paramétrage de la classe des alarmes et leurs animations sont comme suit :

- Lorsque la condition de déclenchement d'une alarme est vraie, un triangle de signalisation apparaît sur la vue principale et le tableau d'alarme s'affiche.
- Lorsque l'opérateur a acquiescé l'alarme le triangle disparaît.

La figure ci-dessous est représentée la vue des alarmes

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquiescer le groupe
! 31	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 02TT001	0
! 29	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 02TT001	0
! 27	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 01TT001	0
! 25	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 01TT001	0
! 23	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas PT100	0
! 21	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse PT100	0
! 19	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 03TT001	0
! 17	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 03TT001	0
! 15	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 02DPT001	0
! 13	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 02DPT001	0
! 11	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 01DPT001	0
! 9	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 01DPT001	0
! 7	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 02DPT002	0
! 5	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 02DPT002	0
! 3	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme arrêt bas 01DPT002	0
! 1	21:02:34	09/06/2015	A	Alarme basse 01DPT002	0

**Figure IV.24** Vue des alarmes.



### IV 3 Compilation et Simulation

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l'aide de la commande « en ligne » dans la barre des menus on, clique sur la commande « simulation » puis « démarrer » puis on vérifie la bon fonctionnement de notre système.

Pour simuler notre système en entier plusieurs étapes sont à effectuer. Dans notre PLC on clique sur le bouton droit puis on choisit compiler. On clique une fois sur « matériel (compilation complète) », puis sur « logiciel (compilation complète) », la figure ci-dessous représente l'étape de compilation PLC.

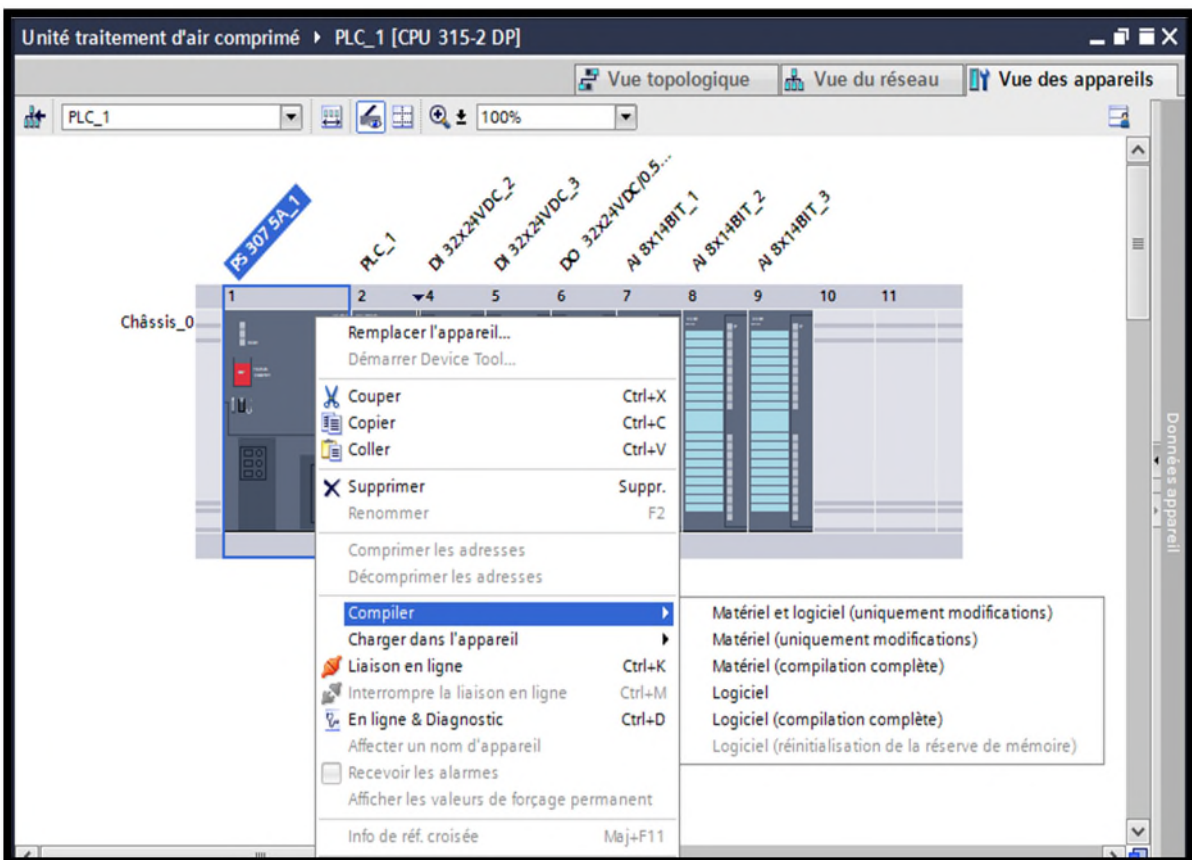


Figure IV.25 : Etape de compilation PLC.

La deuxième étape est le lancement de la simulation, on clique sur le bouton «démarrer la simulation» puis on charge le programme à l'aide du bouton « charger » dans la fenêtre à gauche puis on clique sur le bouton RUN-P dans la fenêtre à droite, la figure ci-dessous représente chargement et Run-p

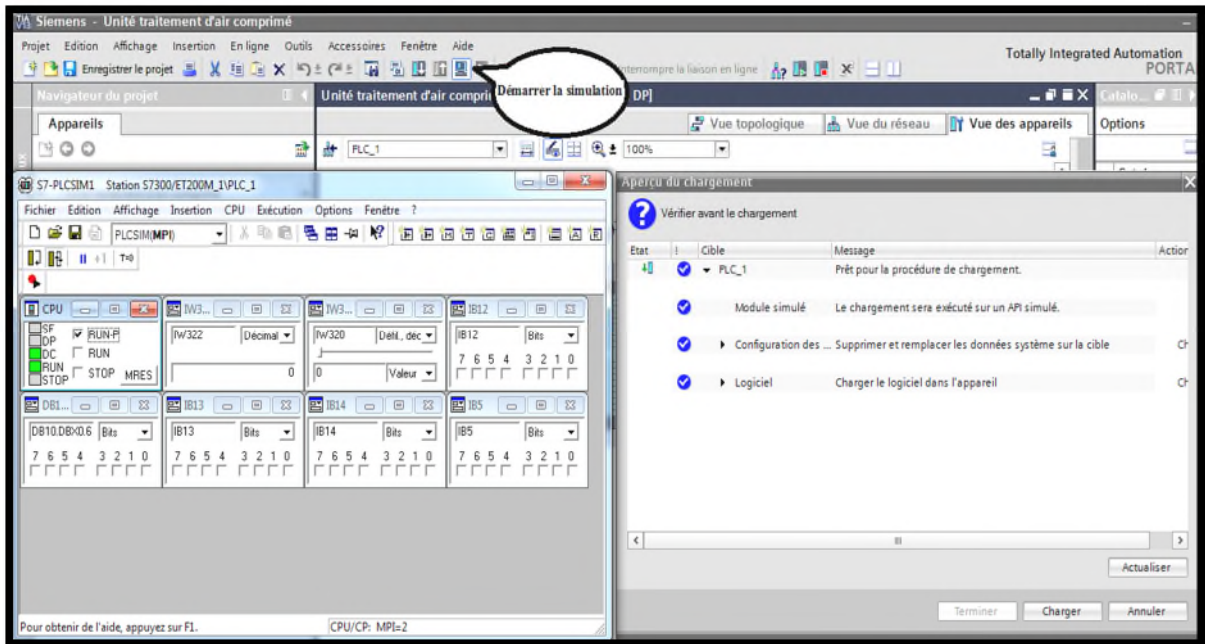


Figure IV.26 : Etape du chargement et Run-p

L'étape qui suit consiste à compiler l'outil IHM, en cliquant sur IHM puis « compiler matériel » (compilation complète) puis sur logiciel (compilation complète), la figure ci-dessous représente l'étape de compilation de IHM.

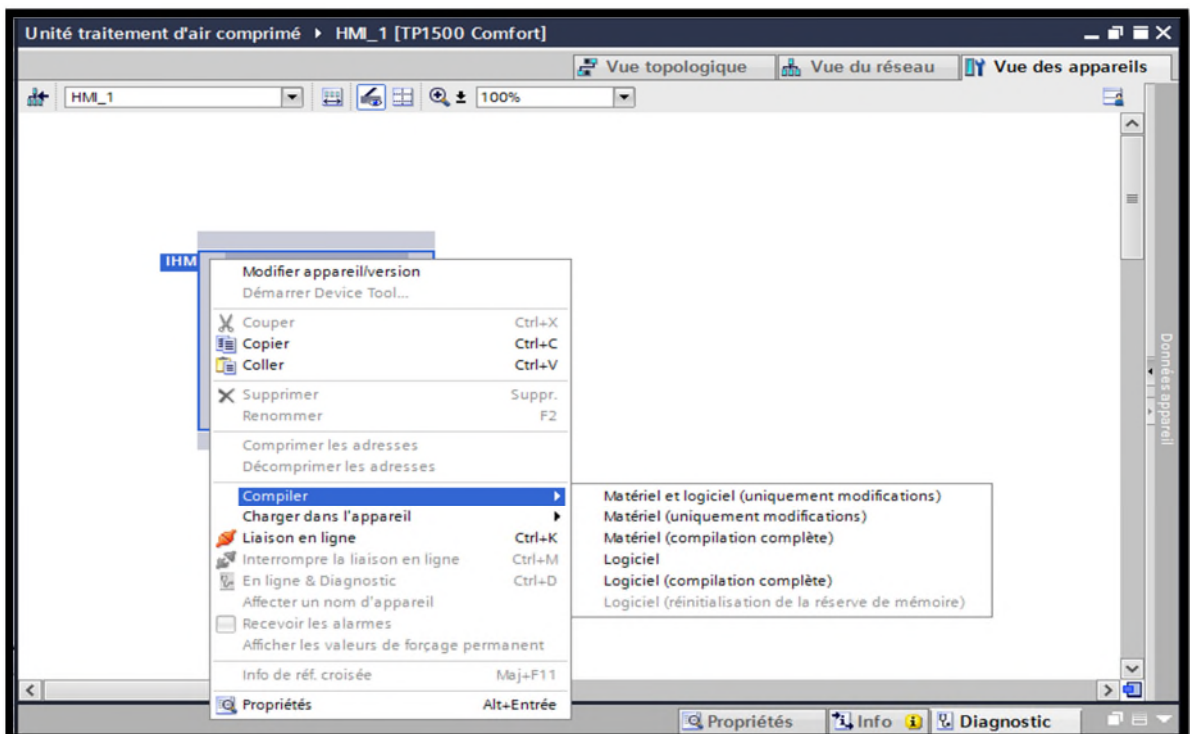


Figure IV.27 : Etape de compilation de IHM.

Une fois le programme compilé sans erreurs la fenêtre qui suit s'affiche avec des voyants verts. La figure ci-dessous est une représentation du bon déroulement de notre compilation.

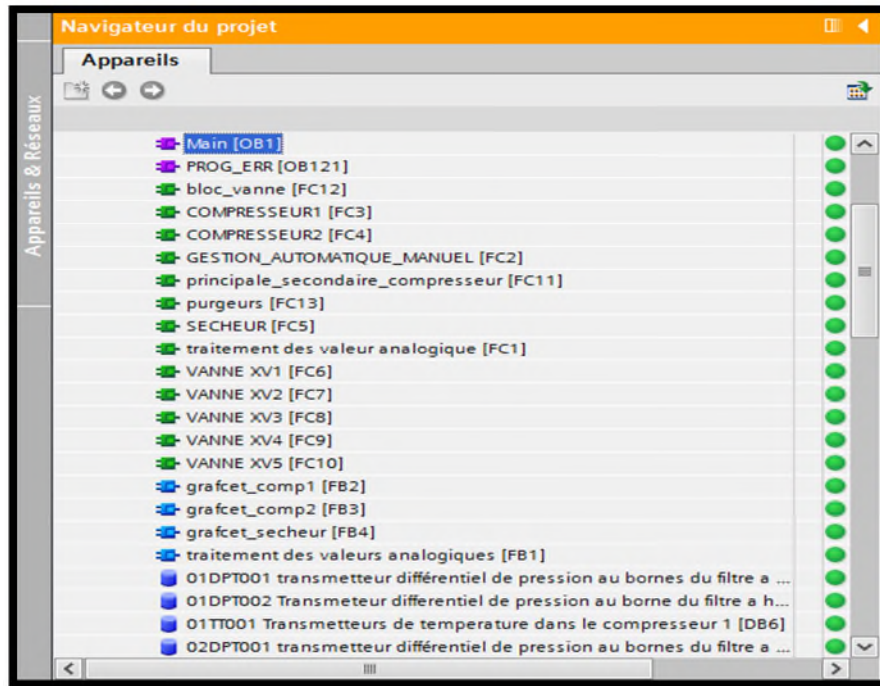


Figure IV.28 : Compilation réussite.

#### IV 4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la procédure à suivre pour la création de notre programme sous TIA PORTAL V13, un aperçu des blocs contact a été donné ainsi que des comparateurs utilisés lors de la programmation, ce dernier sera implanté au sein de notre automate S7-300.

La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre unité à distance et ce grâce à une connexion de type MPI. La création de notre IHM exige une bonne connaissance du fonctionnement de notre système et du langage avec lequel est programmé l'automate afin de communiquer.

# **CONCLUSION GENERALE**

## Conclusion générale

Notre travail a porté sur l'automatisation et la supervision d'une centrale de production d'air comprimé, pour l'unité énergie de CEVITAL.

Pour atteindre notre objectif, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation, puis identifié les éléments qui la constitue.

L'installation de l'automate programmable S7-300 de SIEMENS nous permettra de minimiser les pannes et par conséquent d'optimiser le rendement de notre installation. L'utilisation de l'outil TIA PORTAL V13 qui est le dernier logiciel d'ingénierie développé par SIEMENS est une première. La réalisation d'une IHM nous permettra un meilleur contrôle du processus, le diagnostic rapide d'éventuelle panne.

La période passée au sein de l'unité énergie du groupe « CEVITAL » nous a permis de nous forger et de faire une liaison entre la théorie et la pratique, de compléter nos connaissances acquises avec la réalité du terrain dans laquelle nous sommes appelés à travailler.

Le déplacement sur site nous a nettement aidé à mieux d'assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs du terrain.

Comme perspective, on propose :

- L'extension de la partie alarmes et défauts pour prendre en considération d'autres éléments de la centrale.
- L'implantation du programme sur le système réel.
- La commande du système à distance et ce à travers notre IHM.

Espérant aussi que ce modeste travail servira de base de départ pour notre vie professionnelle, et sera bénéfique aux promotions à venir.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

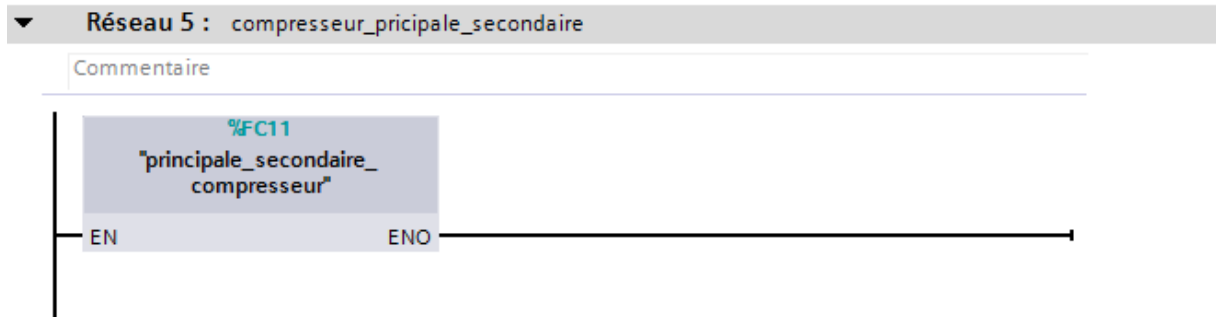
- [1] : Document Compair. « Constructeur De Compresseurs Air Cevital ».
- [2] : Copyright Maxicours Rcs Paris B432623429, [2000-2015].
- [3]: L.Cuvelier Source : « Guide Des Automatismes »BEP M.S.M.A, L'énergie Pneumatique.
- [4] Jaque FAISANDIER et Call, Mécanisme hydraulique et pneumatique 8<sup>ème</sup> édition,  
Cote : 9332/06.
- [5] : Ademe/Dabee, « Département Industrie Et Agriculture », [27/09/2006].
- [6] : Document Ademe, Agence De L'environnement Et De La Maitrise De L'énergie.
- [07] Genie.Industriel.Iaa.Free.Fr, Machine Asynchrone, [2007-2009].
- [8] : L.Isambert, « Pneumatique Dans Les Réseaux Industriels ».
- [9] : Sami Rekik, « Circuits Pneumatique, Conception Et Maintenance ».
- [10]: Automates Programmables Industriels Pour Geea Pdf [2012].
- [11]:WilliamBolton,Edition Dunod Paris« Les Automates Programmables Industriels»[2010].
- [12] : Michel G, Les API, Architecture Et Application Des Automates Programmables.  
Industriels. Dunod, Paris,[1987].
- [13] : Alain Gonzaga, Les Automates Programmables Industriels.
- [14] : Andre Simon. Edition L'elan.Liege Automate Programmables Industriels,[1991].
- [15] : Programmation Des Automates S7-300, Introduction Au Logiciel TIA Portal.
- [16] : Jumo Gmbh & Co. Kg « Jumo Pressure Instruments ».
- [17] : Daniel DUPONT Réalisation Technologique Du GRAFCET,[2002].
- [18] : P.JARGOT, Langage De Programmation, Langages De Programmmations Pour API.  
Norme CEI 1131-3, Technique De L'ingénieur, S 8022,23,[1993].
- [19] : Manuel Siemens, Step7, Régulation Pid,[2000].

# **ANNEXES**



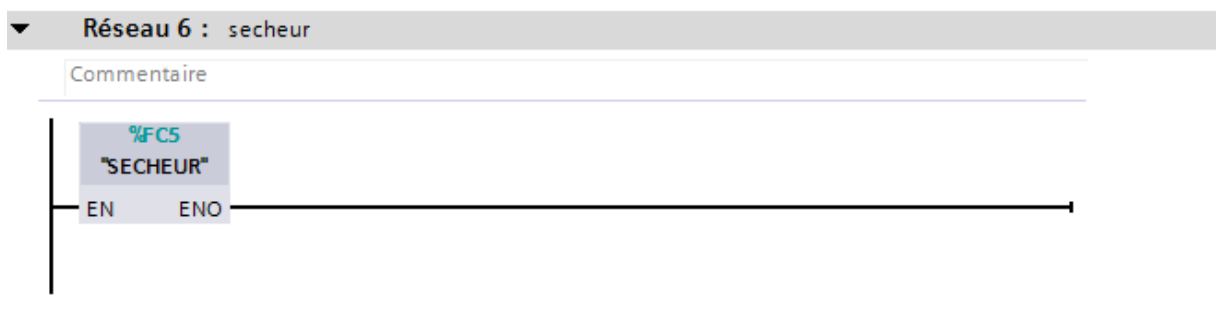
## ANNEXE

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc qui assure la sélection principale secondaire dans l'OB1



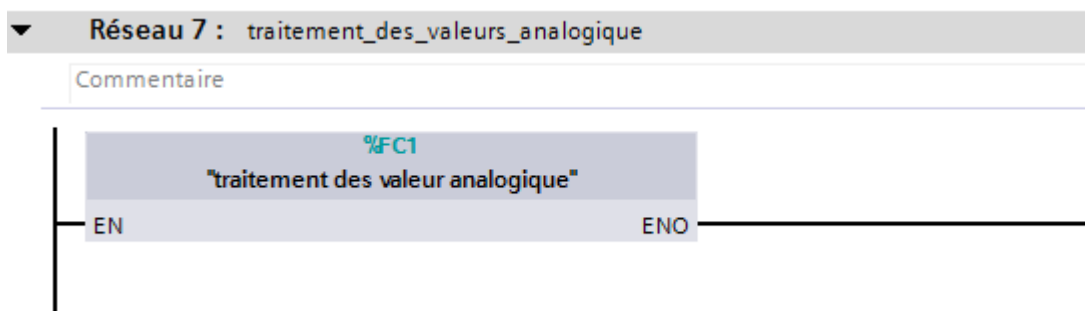
**Figure A01** : l'appel du bloc qui assure la sélection principale secondaire

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc sécheur dans l'OB1



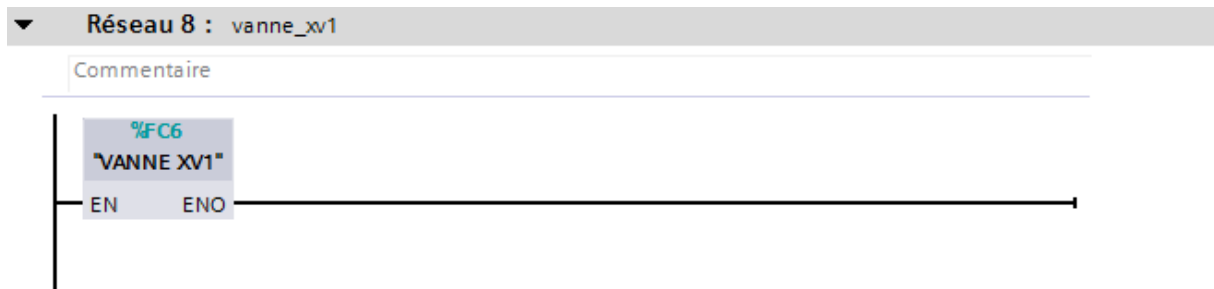
**Figure A02** : l'appel du bloc sécheur dans l'OB1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement des valeurs analogique dans l'OB1



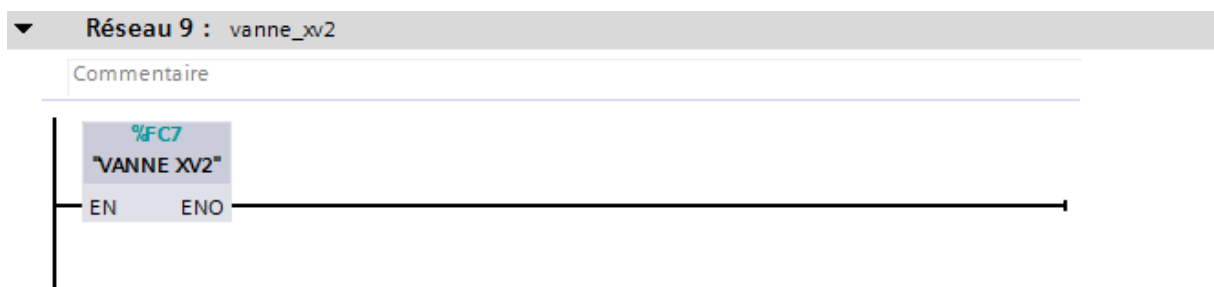
**Figure A03** : appel du bloc de traitement des valeurs analogique dans l'OB1

La figureci-dessous représente l'appel du bloc de la vanne XV1 dans l'OB1



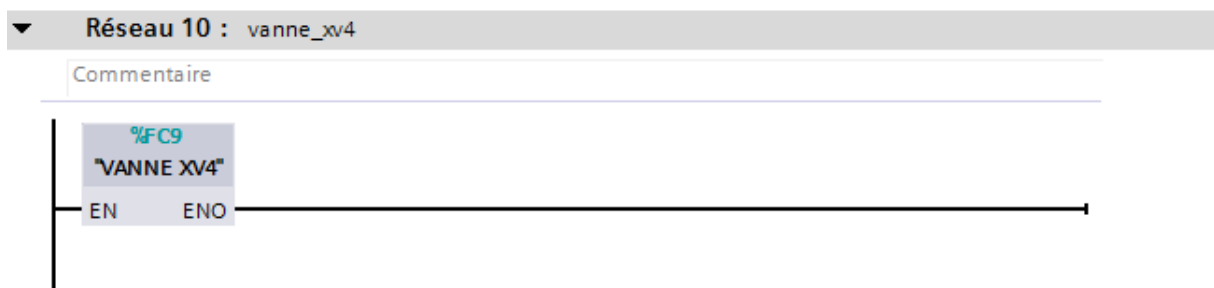
**Figure A04** : appel du bloc de la vanne XV1 dans l'OB1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de la vanne XV2 dans l'OB1



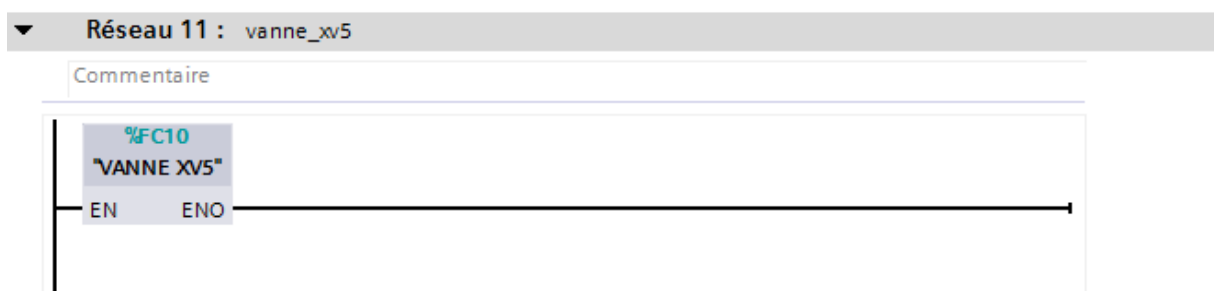
**Figure A05** : appel du bloc de la vanne XV2 dans l'OB1

La figureci-dessous représente l'appel du bloc de la vanne XV4 dans l'OB1



**Figure A06** : appel du bloc de la vanne XV4 dans l'OB1

La figureci-dessous représente l'appel du bloc de la vanne XV5 dans l'OB1



**Figure A07** : appel du bloc de la vanne XV5 dans l'OB1

La figureci-dessous représente l'appel du bloc fonctionnel grafcet compresseur 1 dans l'OB1

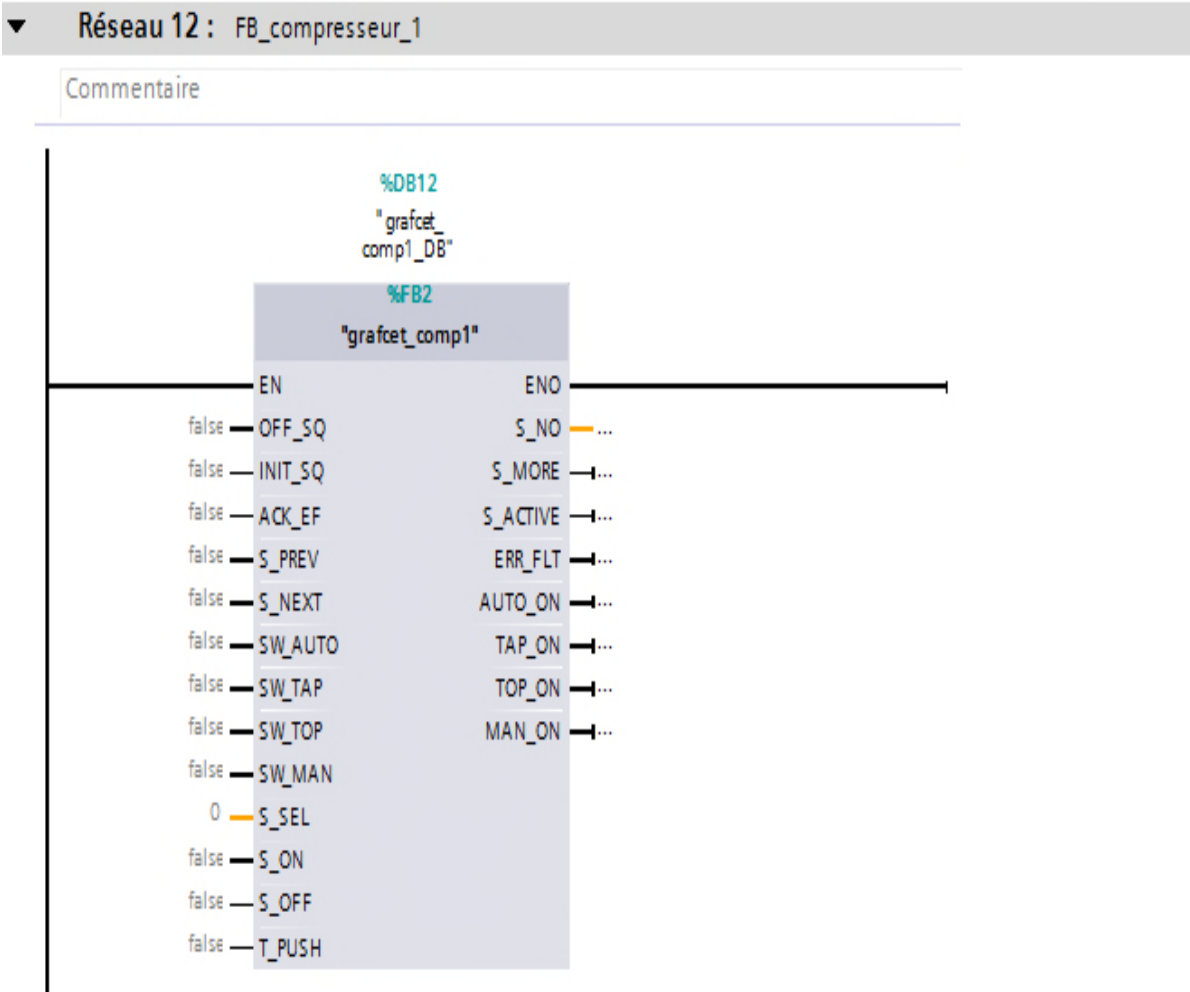


Figure A08 : appel du bloc fonctionnel grafcet compresseur 1 dans l'OB1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc fonctionnel grafcet compresseur 2 dans l'OB1

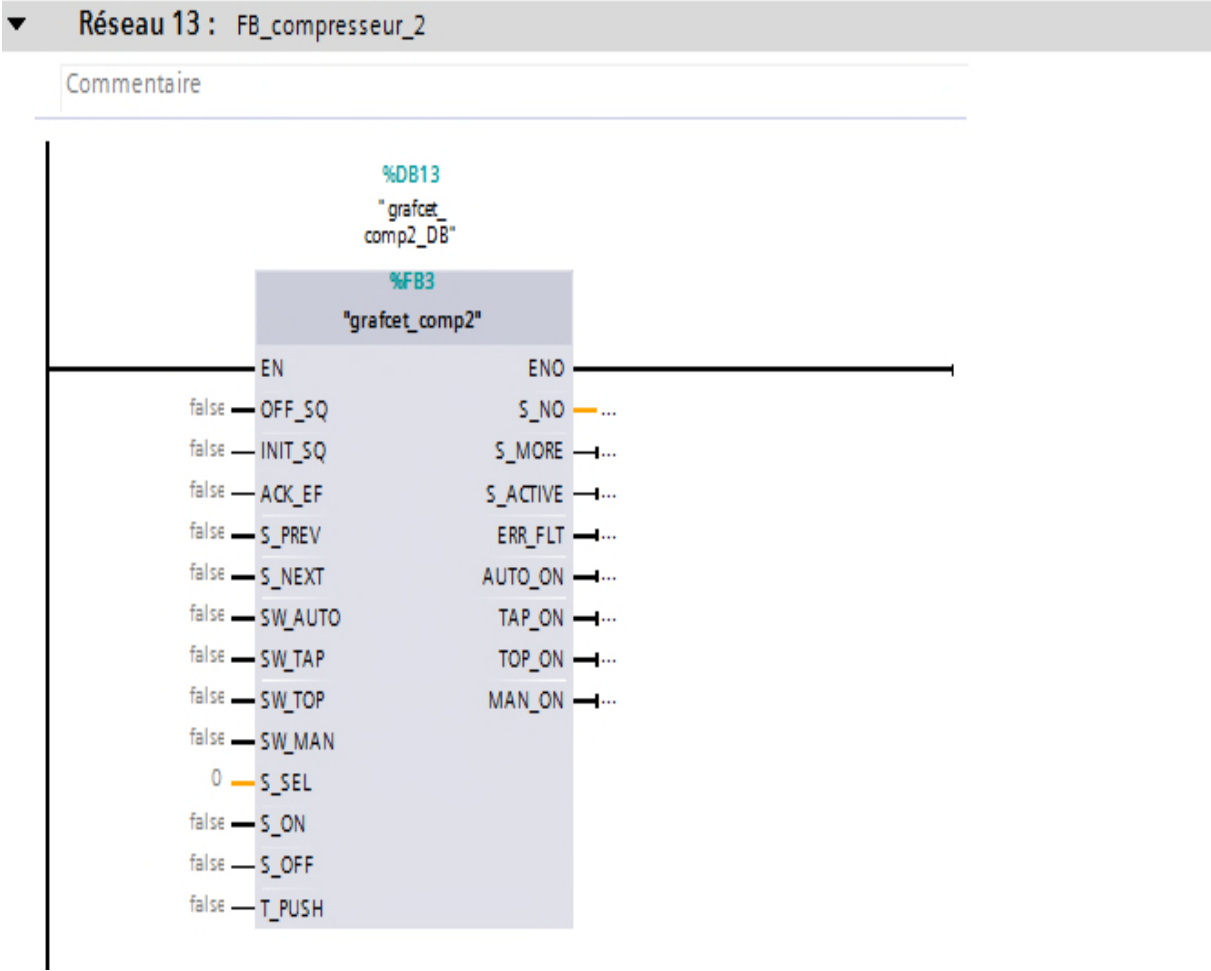
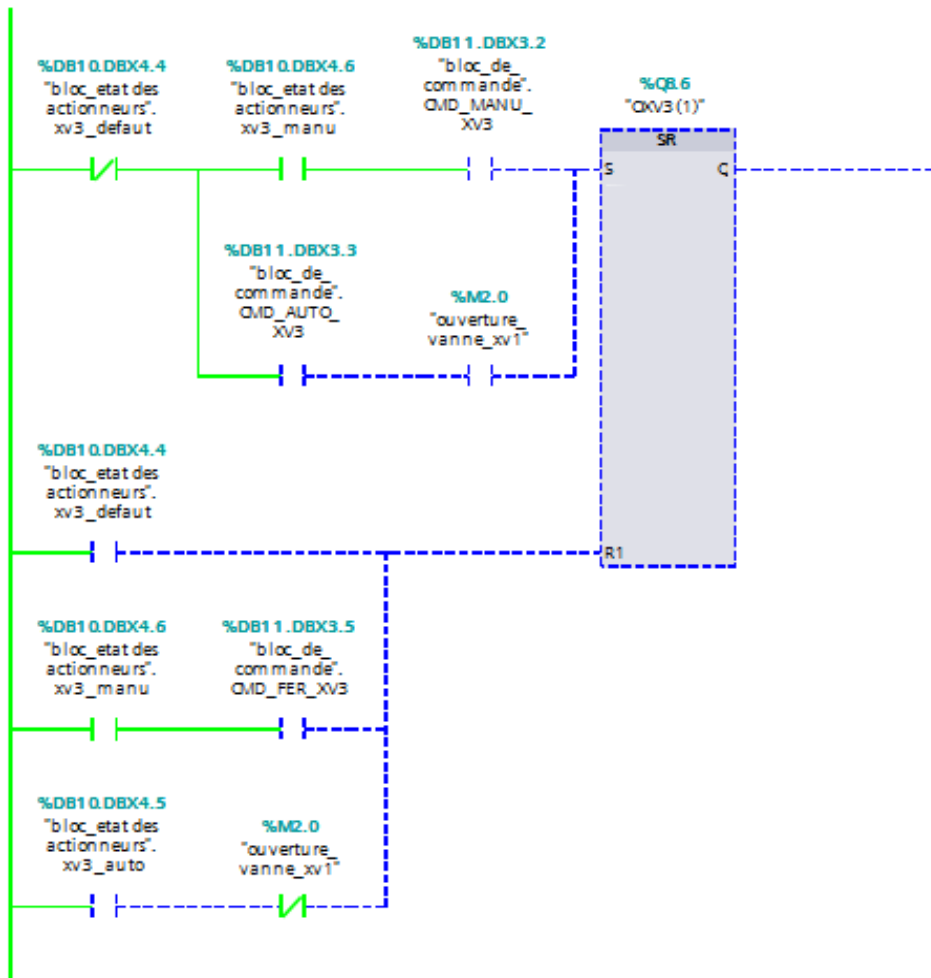


Figure A09 : appel du bloc fonctionnel grafcet compresseur 2 dans l'OB1

La figureci-dessous est une représentation de type contact de la vanne xv3



**Figure A10:** représentation de type contact de la vanne xv3

La figure : ci-dessous représente l'appel du bloc fonctionnel sécheur dans l'OB1

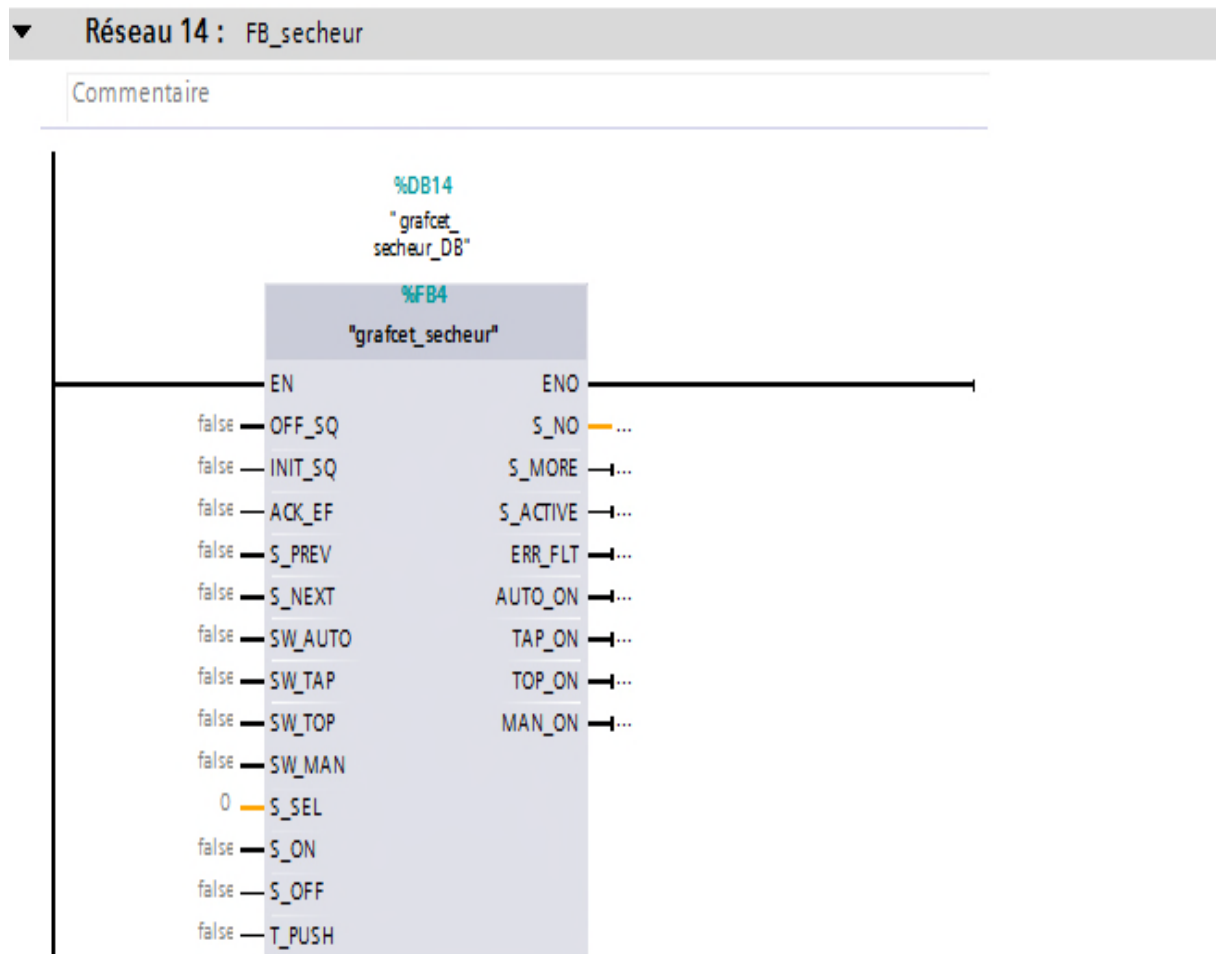


Figure A11 : appel du bloc fonctionnel sécheur dans l'OB1

La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la vanne xv4

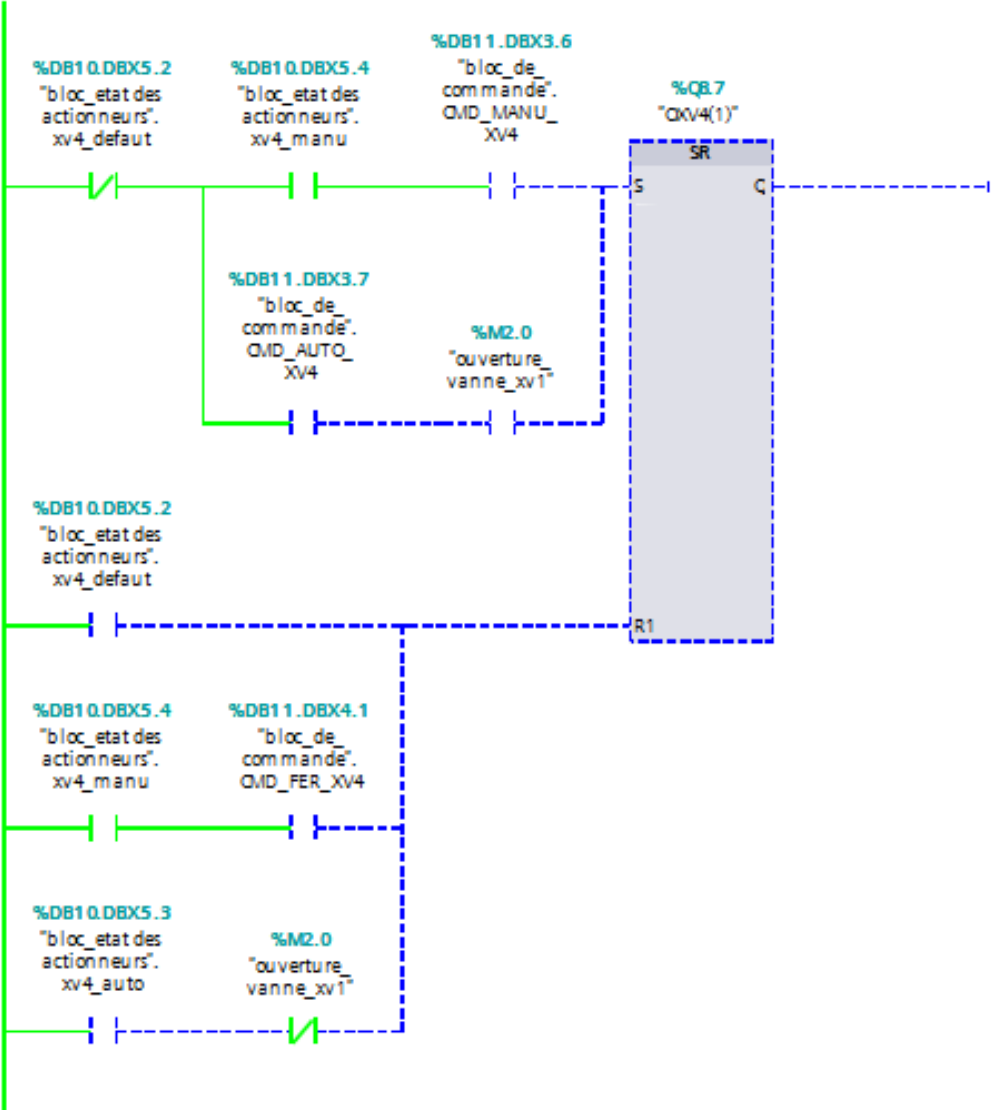
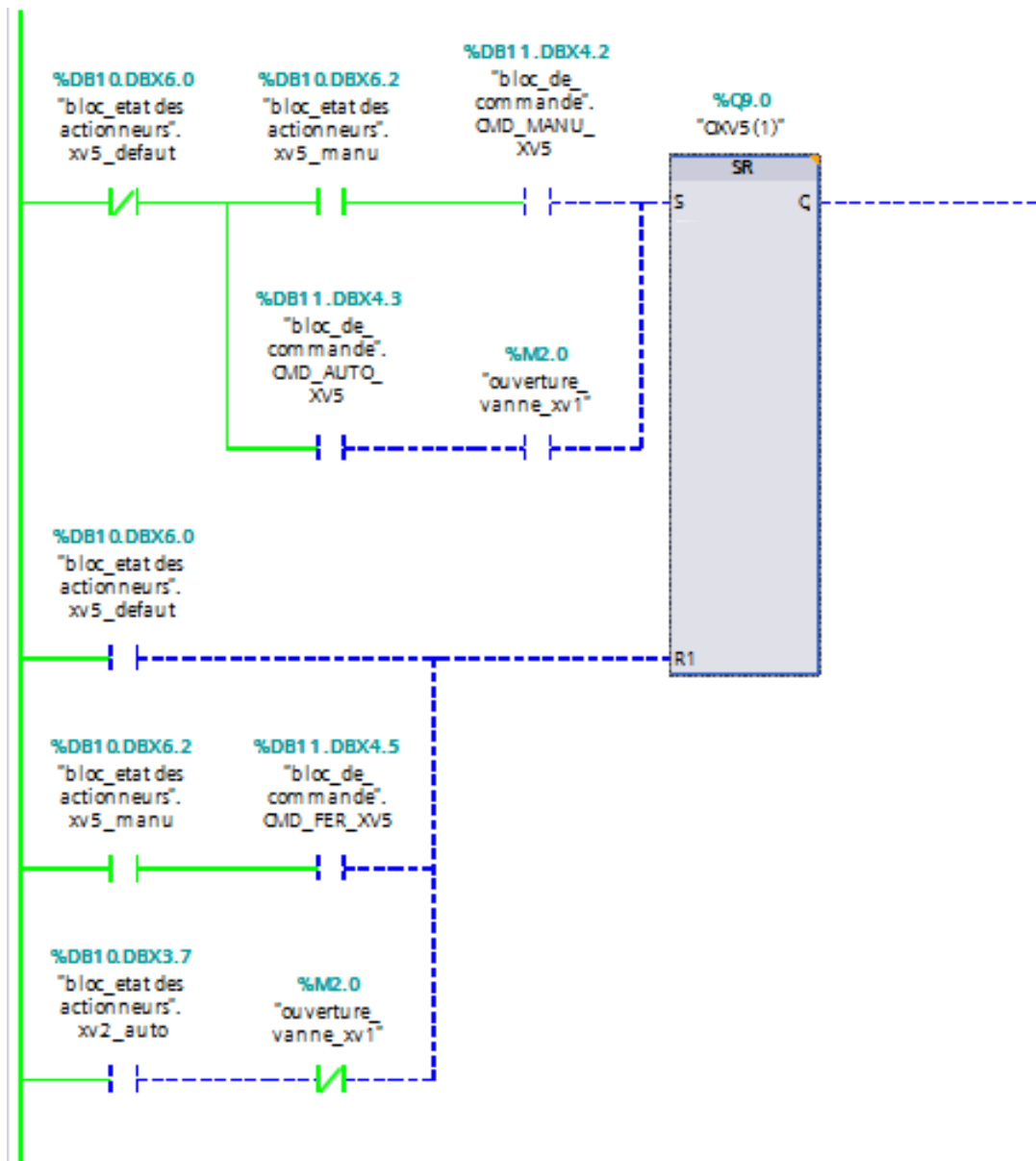


Figure A12: représentation de type contact de la vanne xv4

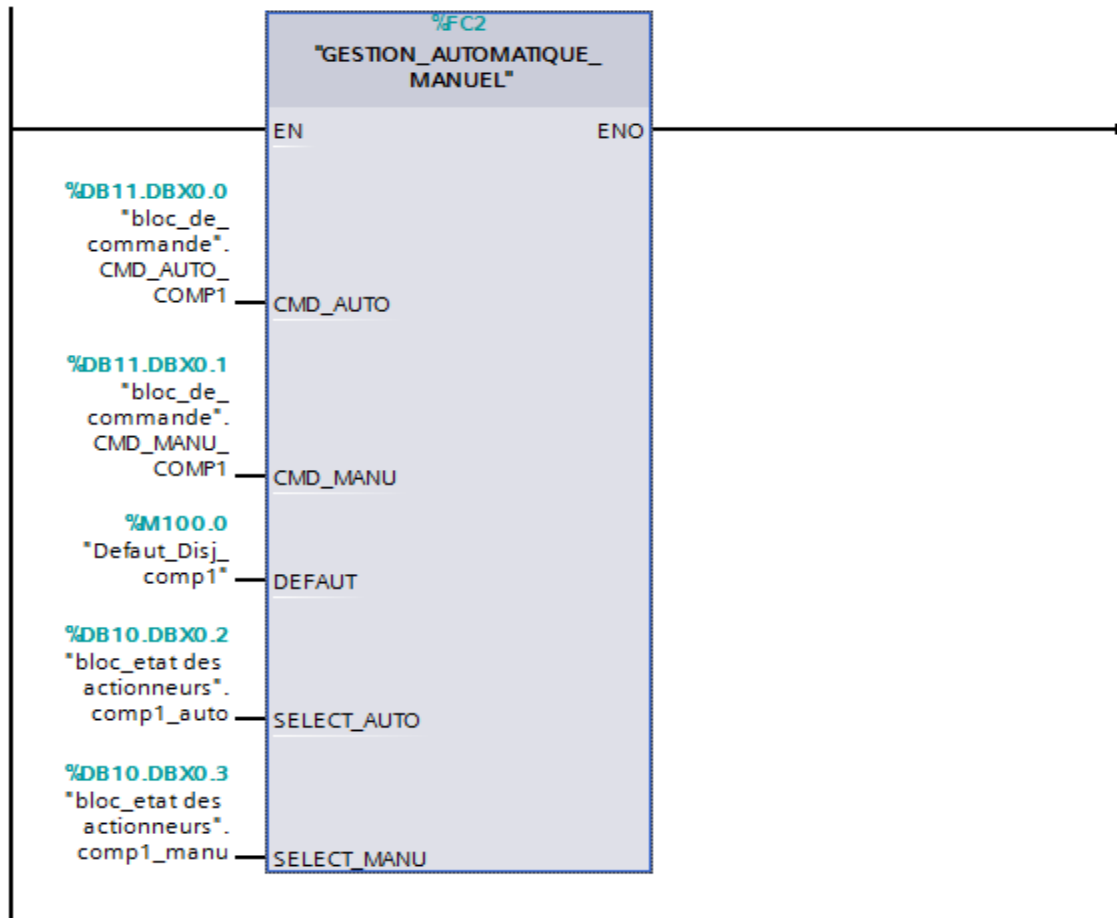
La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la vanne xv5



**Figure A13:** représentation de type contact de la vanne xv5

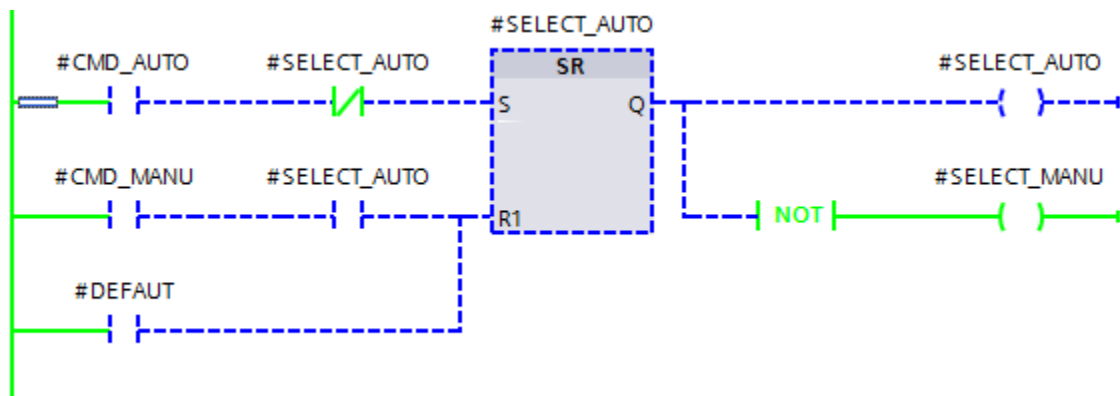


La figure ci-dessous représente le bloc FC de la gestion automatique manuelle du compresseur 1



**Figure A14** :bloc FC de la gestion automatique manuel du compresseur 1

La figure bloc model de type contact pour la gestion automatique manuelle du compresseur 1



**Figure A15** :gestion automatique manuelle des deux compresseur 1

La figure ci-dessous représente le bloc FC de mise en marche du ventilateur du compresseur 1

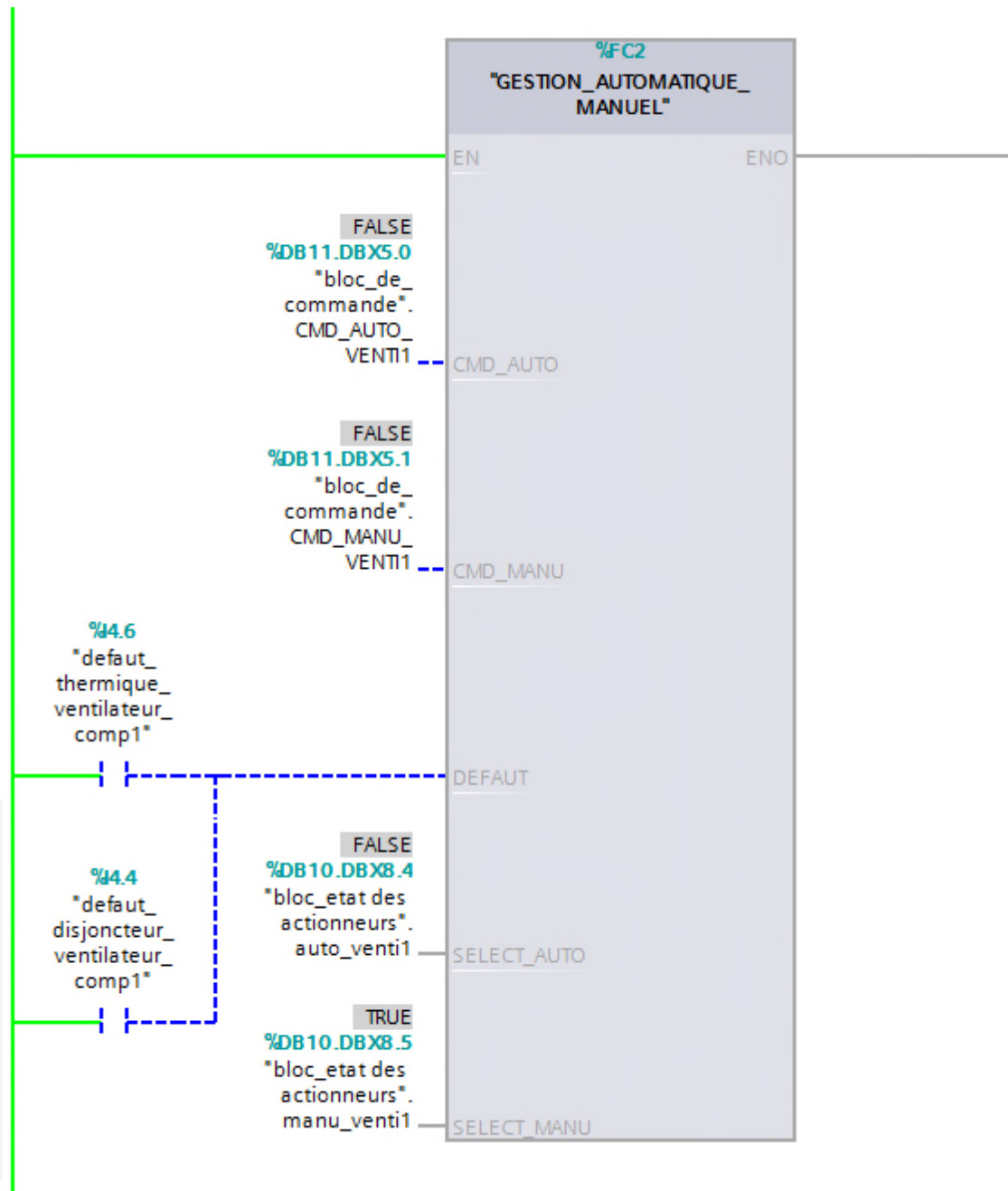
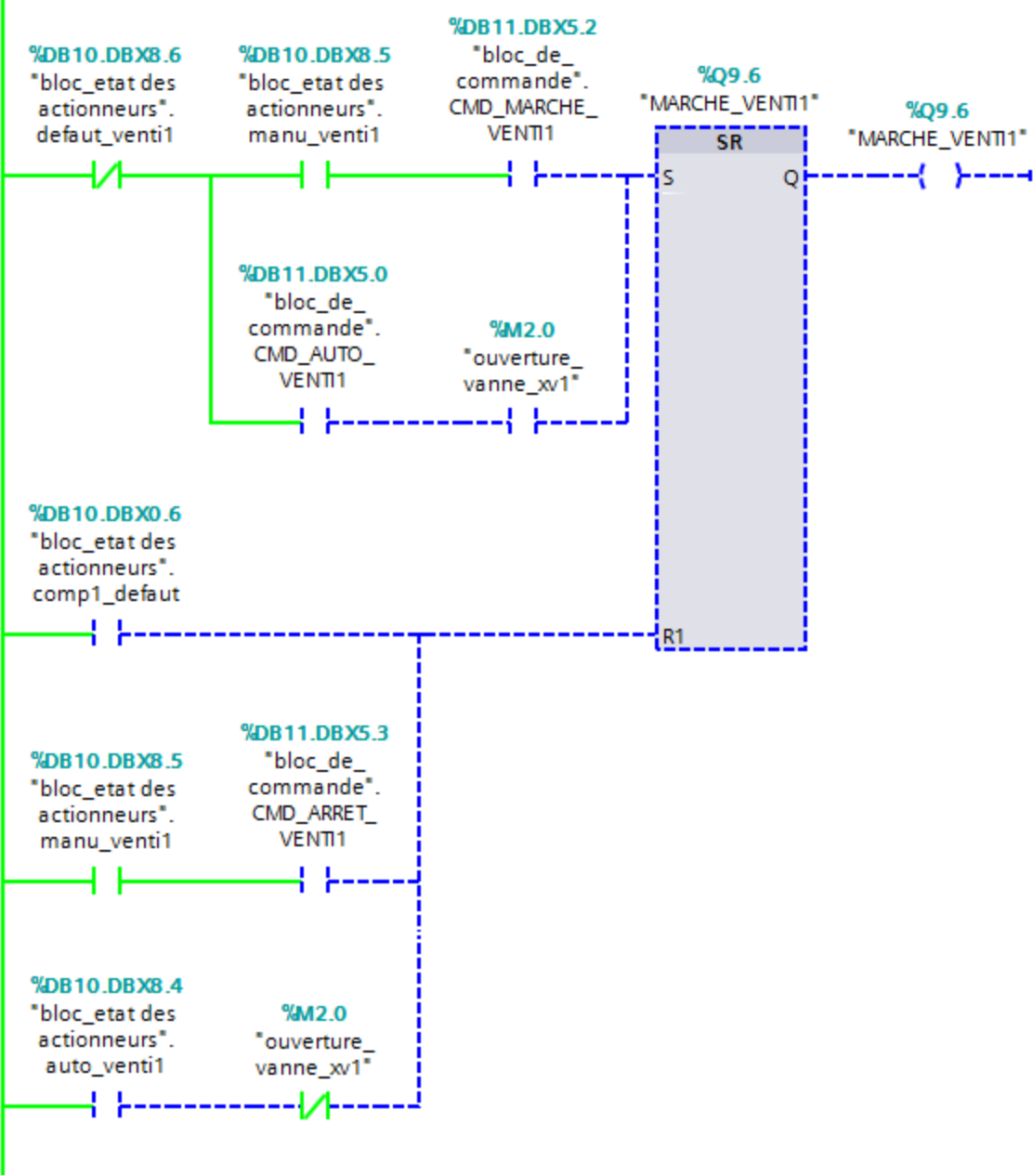


figure A16 : bloc FC de mise en marche du ventilateur du compresseur 1

Lafigure ci-dessous est une représentation de type contactdu schéma interne de la mise en marche du ventilateur du compresseur 1



Lafigure A17 : mise en marche du ventilateur du compresseur 1

Lafigure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts du compresseur 1

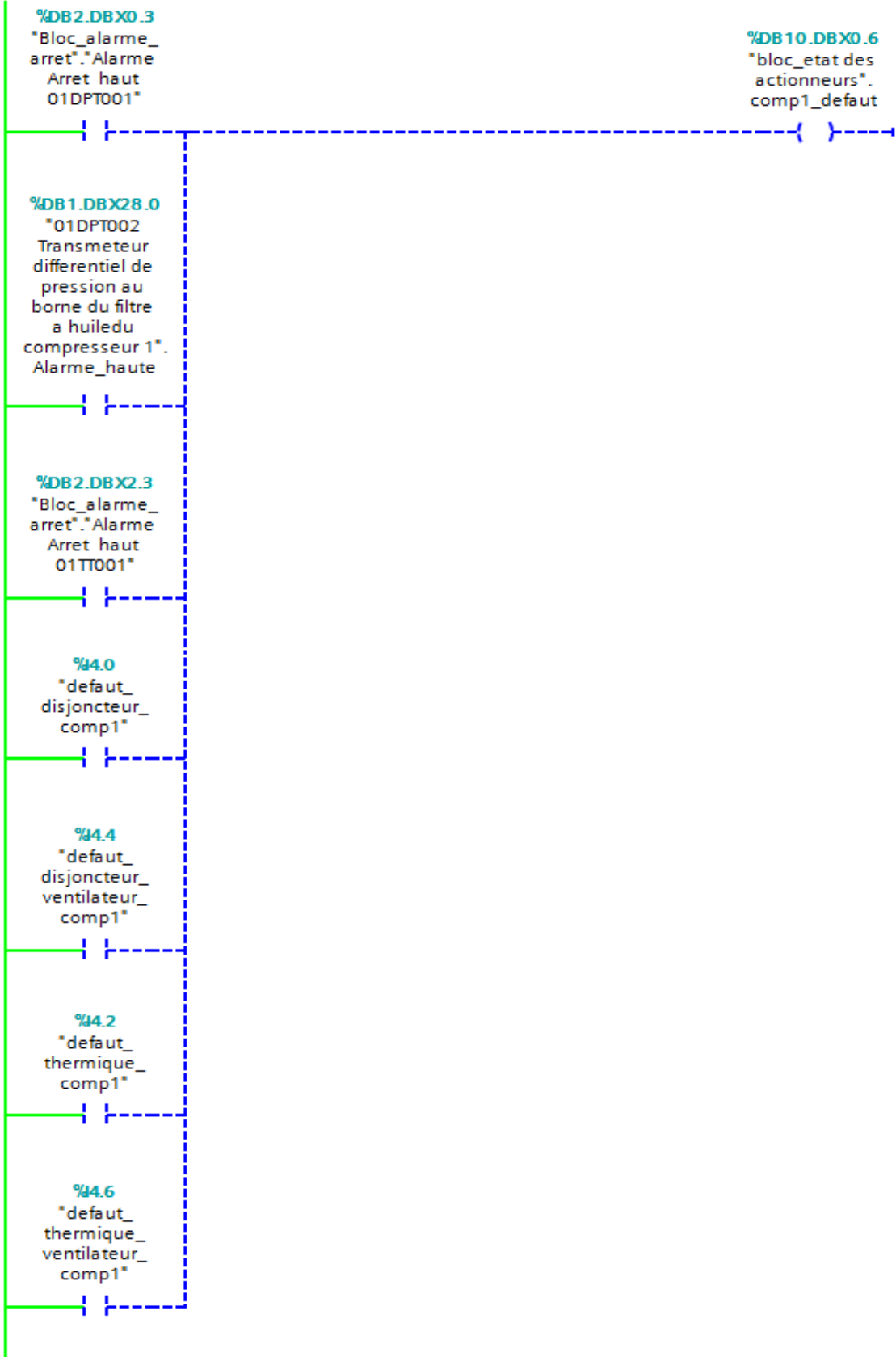
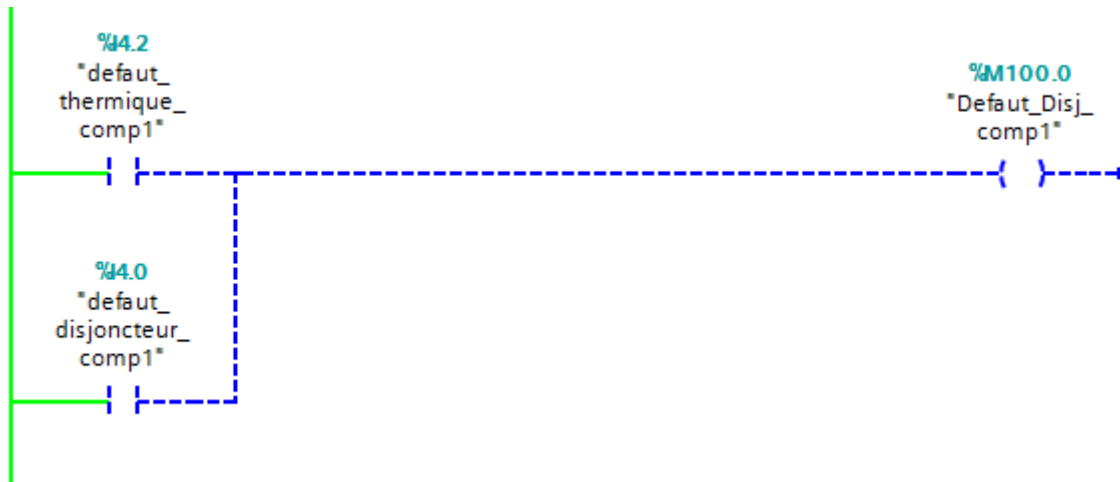


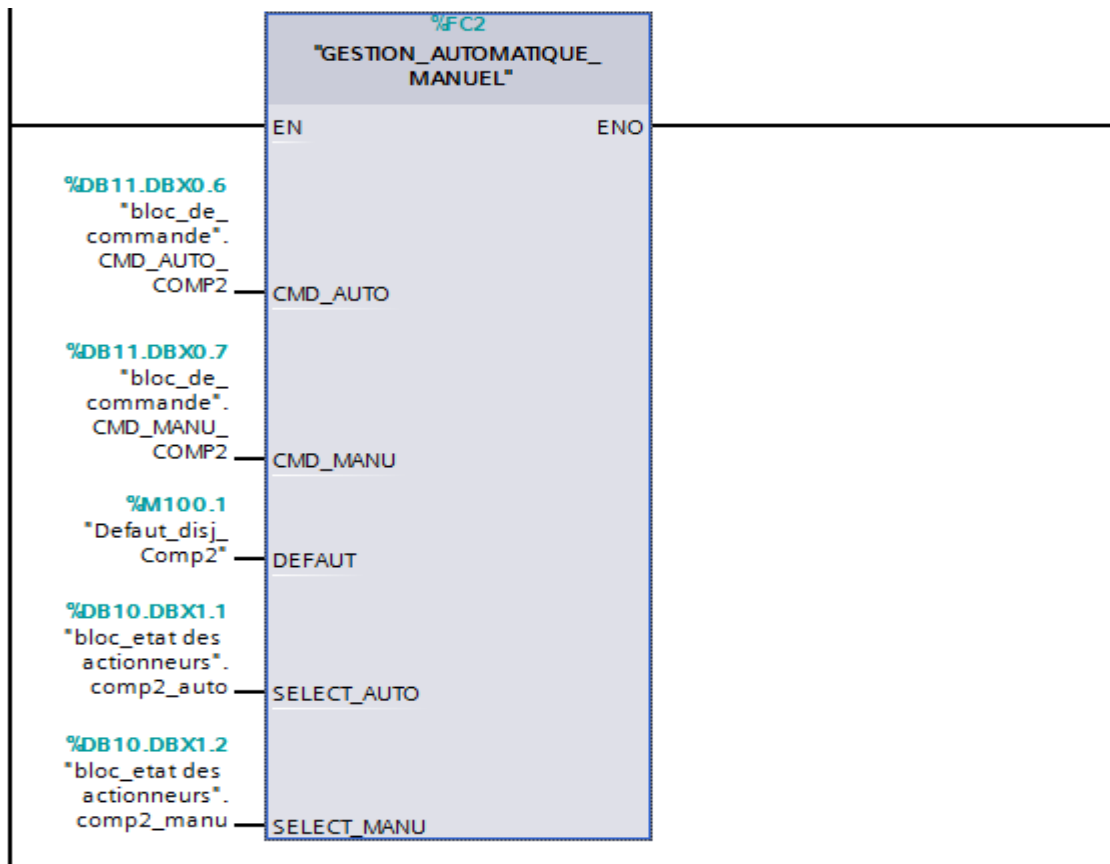
Figure A18 : défauts du compresseur 1

La figure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts thermiques et disjoncteurs du compresseur 1



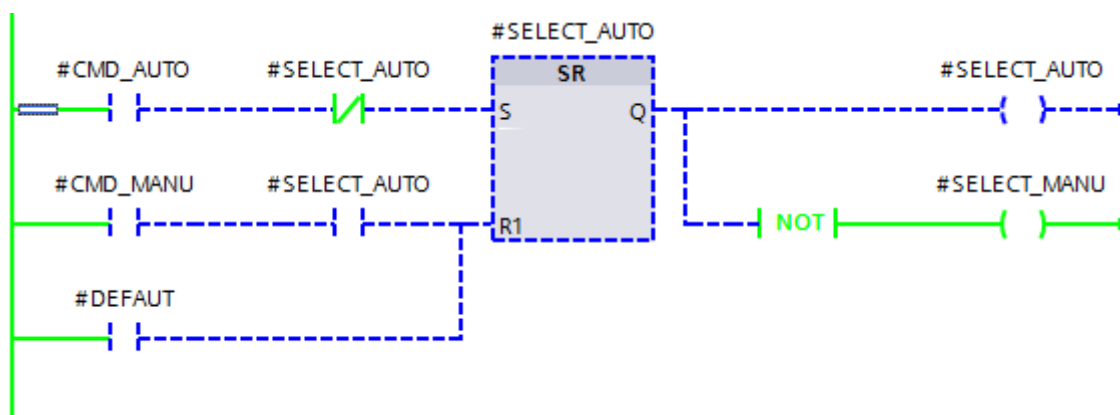
**Figure A19** : défauts thermiques et disjoncteurs du compresseur 1

La figure ci-dessous représente le bloc FC de la gestion automatique-manuelle du compresseur 2



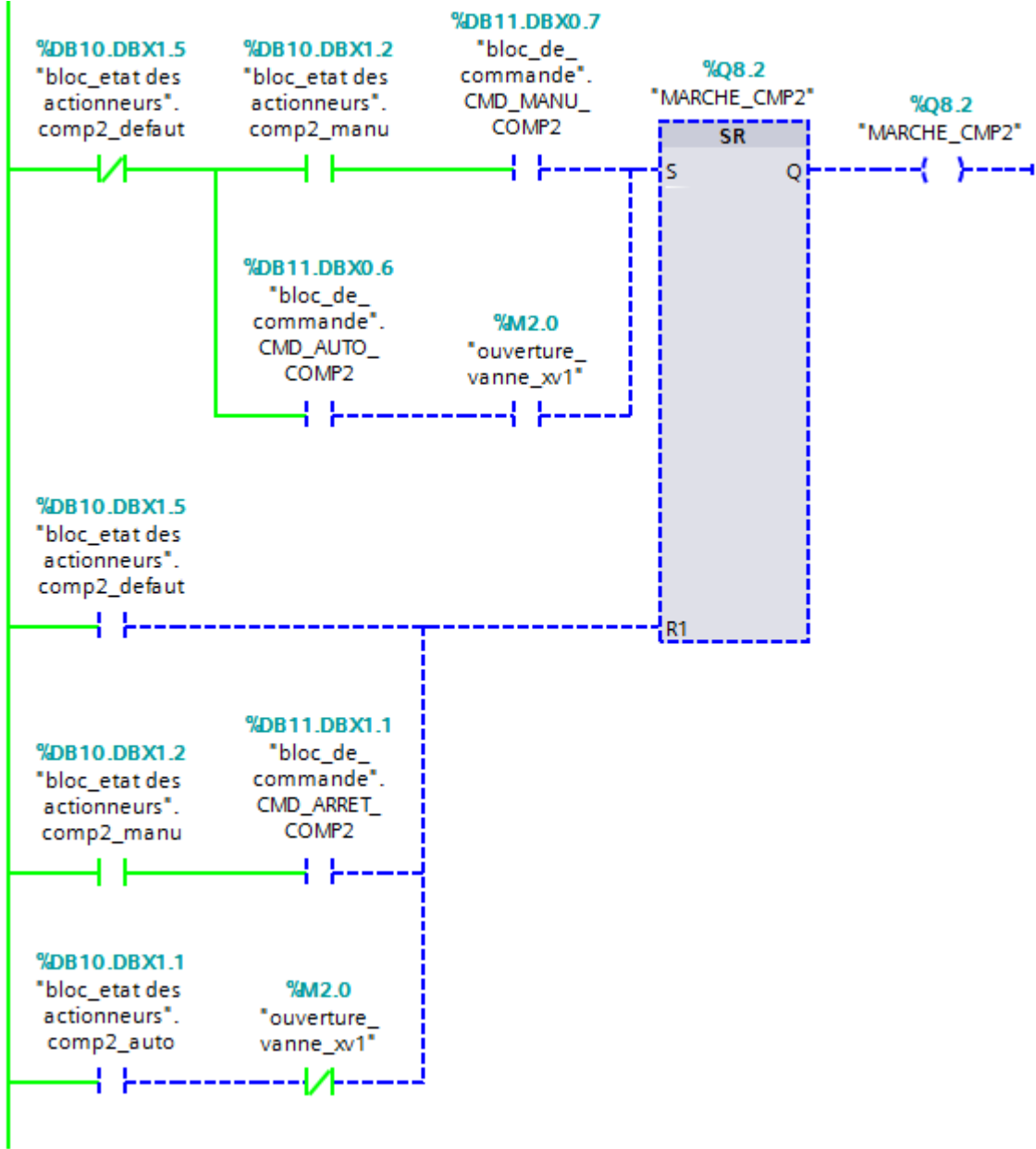
**Figure A20** : bloc FC de la gestion automatique-manuelle du compresseur 2

La figure représente bloc model de type contact pour la gestion automatique manuelle du compresseur 2



**Figure A21** : gestion automatique manuelle du compresseur 2

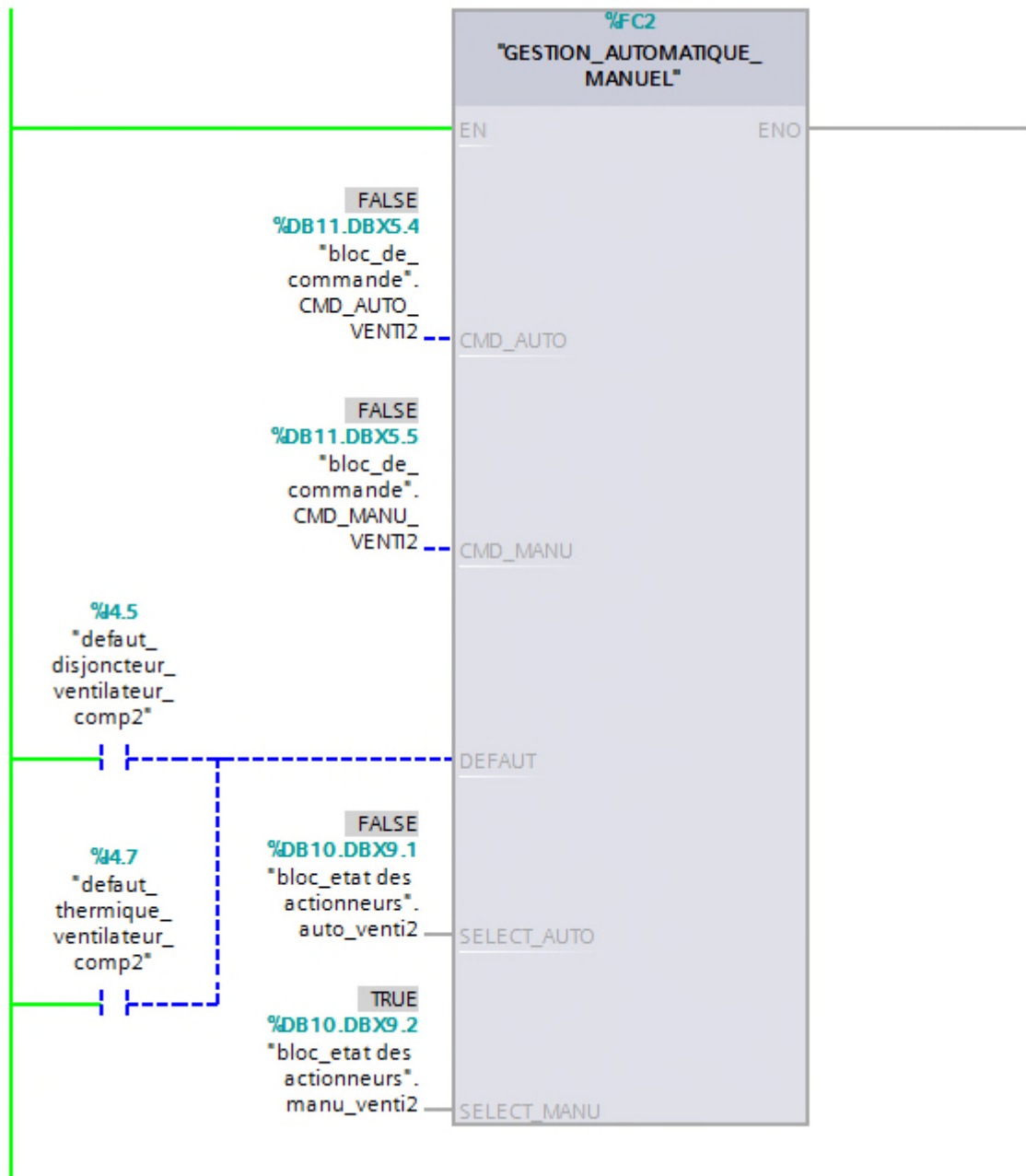
La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la mise en marche du compresseur 2



La figure A22 : mise en marche du compresseur 2

La figure ci-dessous représente le bloc FC de la mise en marche du ventilateur du compresseur

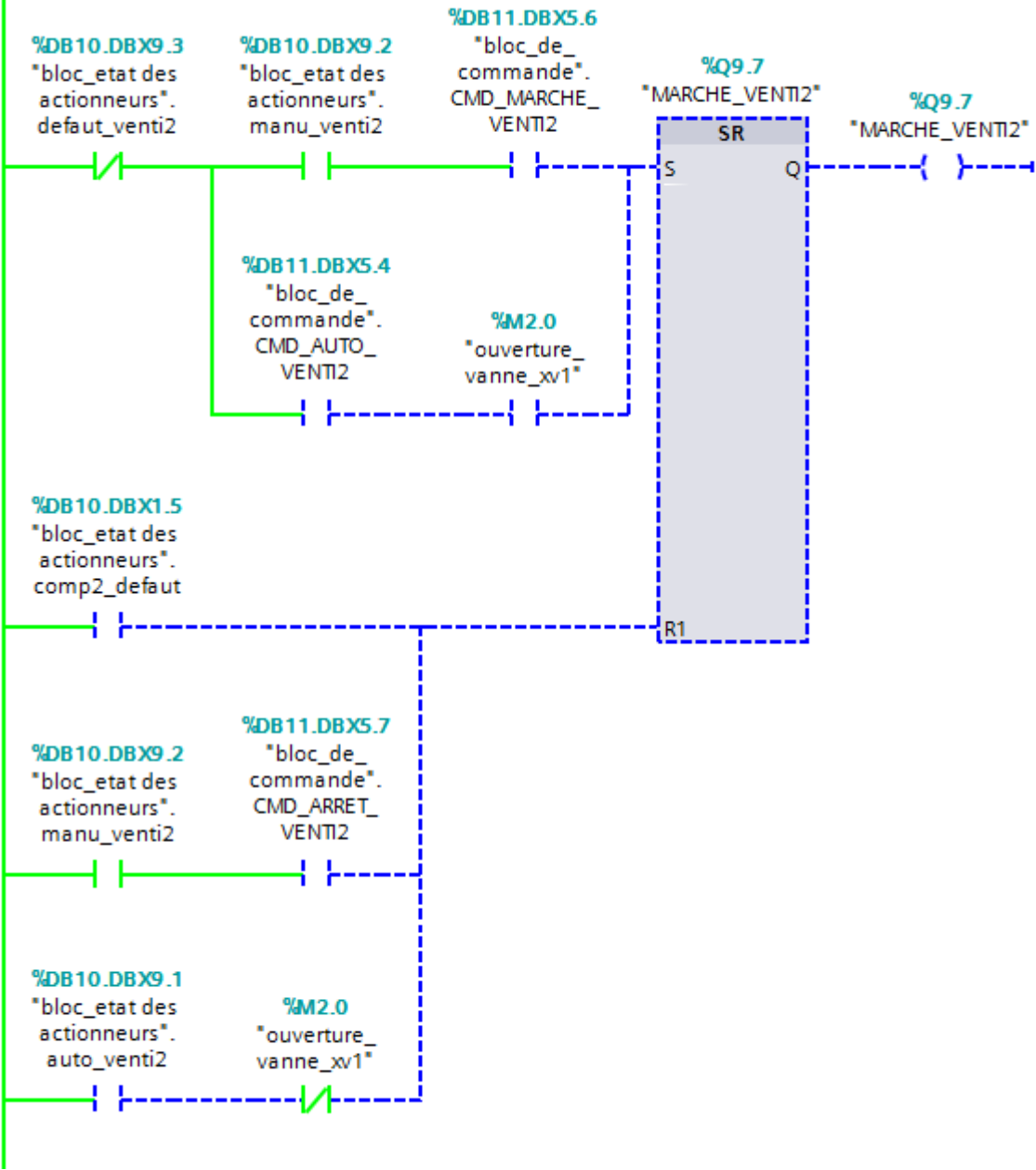
2



La figure A23 : mise en marche du ventilateur du compresseur 2

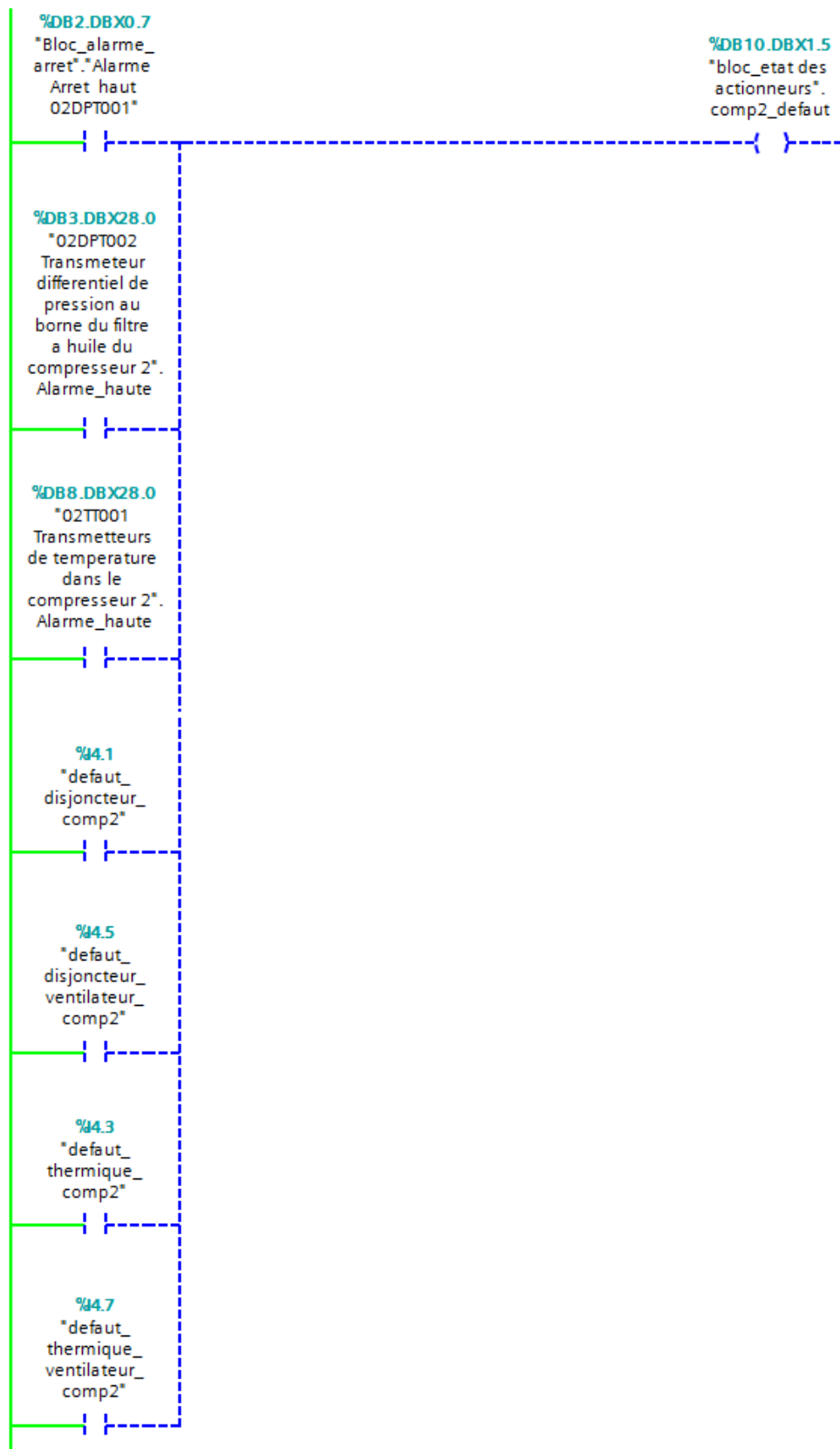


Lafigure ci-dessous est une représentation de type contact du schéma interne de la mise en marche du ventilateur du compresseur 2



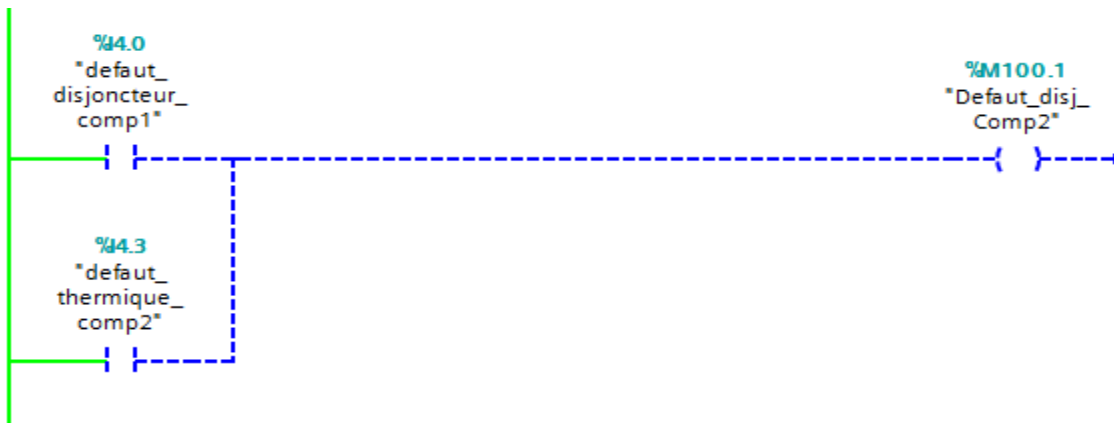
Lafigure A24 : mise en marche du ventilateur du compresseur 2

La figure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts du compresseur 2



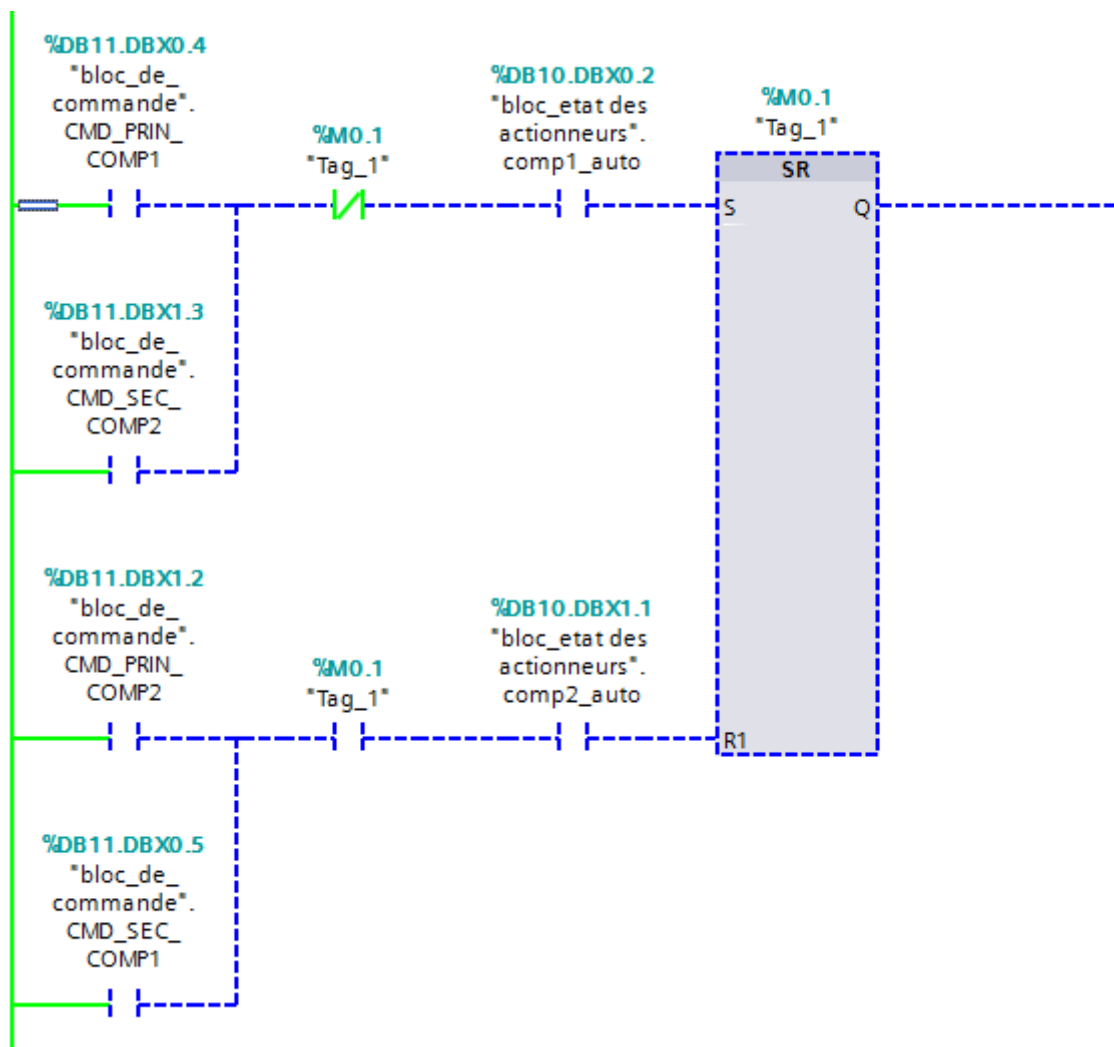
**Figure A25** : défauts du compresseur 2

Lafigure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts thermiques et disjoncteurs du compresseur 2



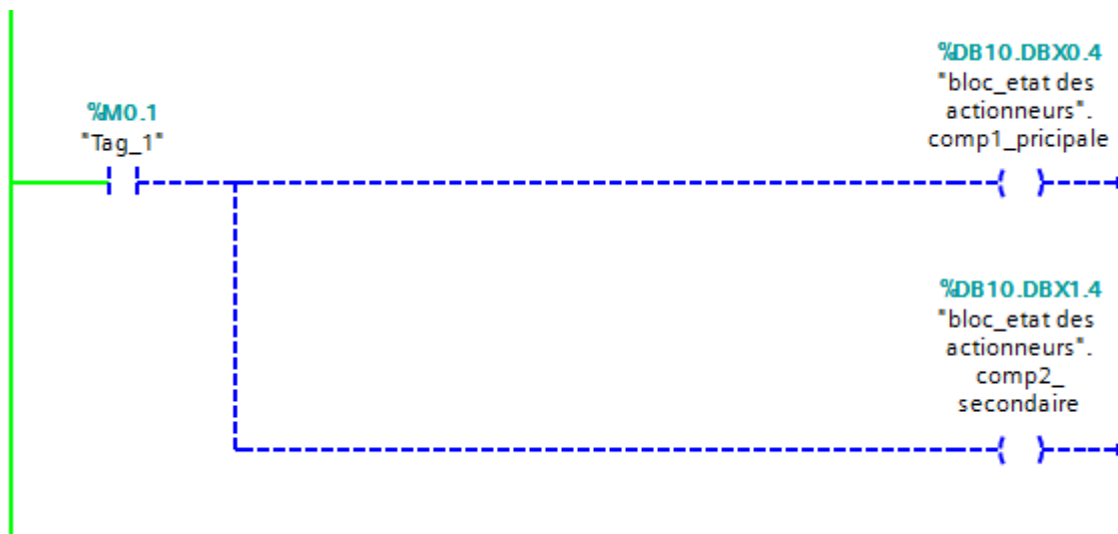
**Figure A26** : défauts thermiques et disjoncteurs du compresseur 2

Lafigure ci-dessous est une représentation de type contact de la gestion principale secondaire du compresseur 2



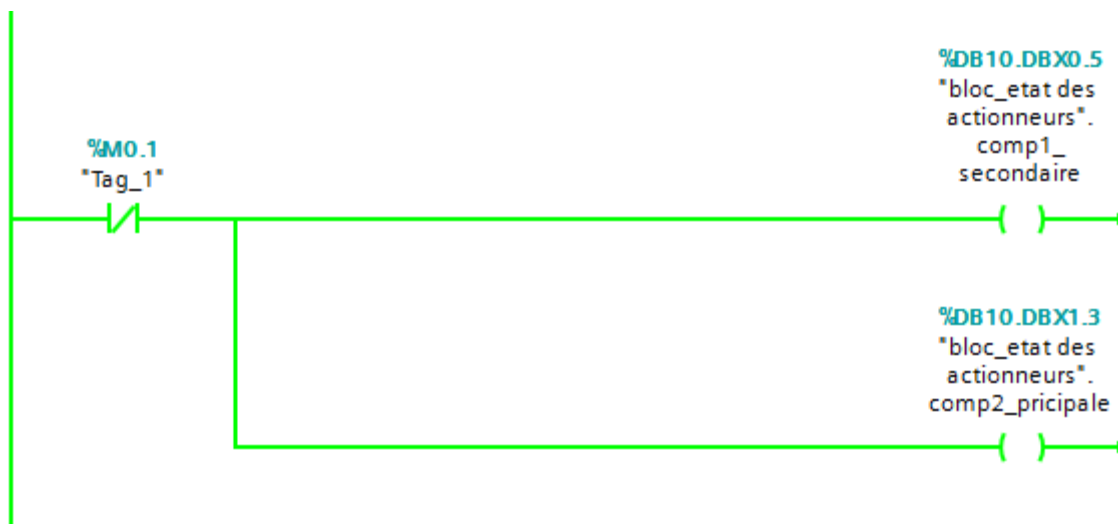
**Figure A27** : gestion principale secondaire du compresseur 2

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du compresseur « 1 » principale et le compresseur « 2 » secondaire



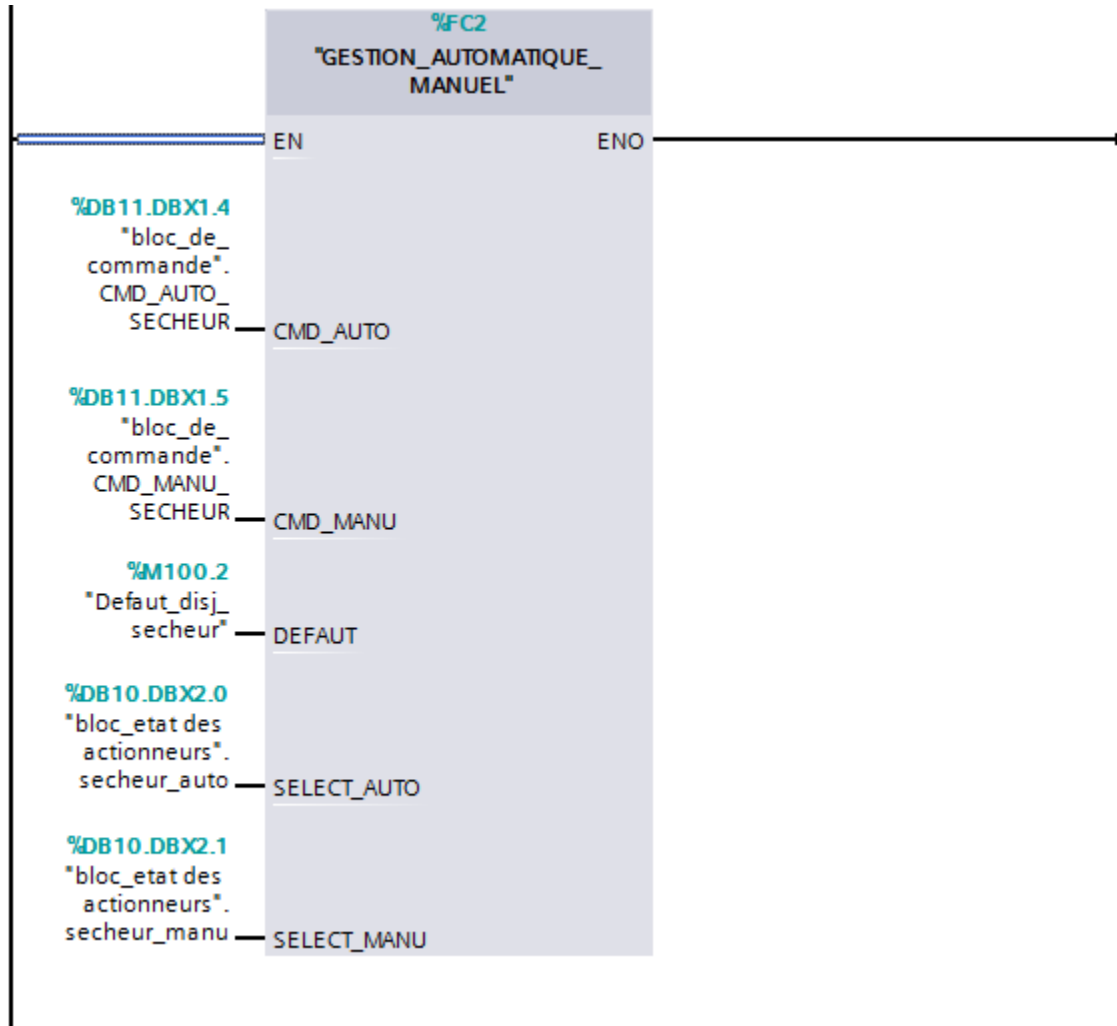
**Figure A28 :** compresseur « 1 » principale et le compresseur « 2 » secondaire

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du compresseur « 2 » principale et le compresseur « 1 » secondaire



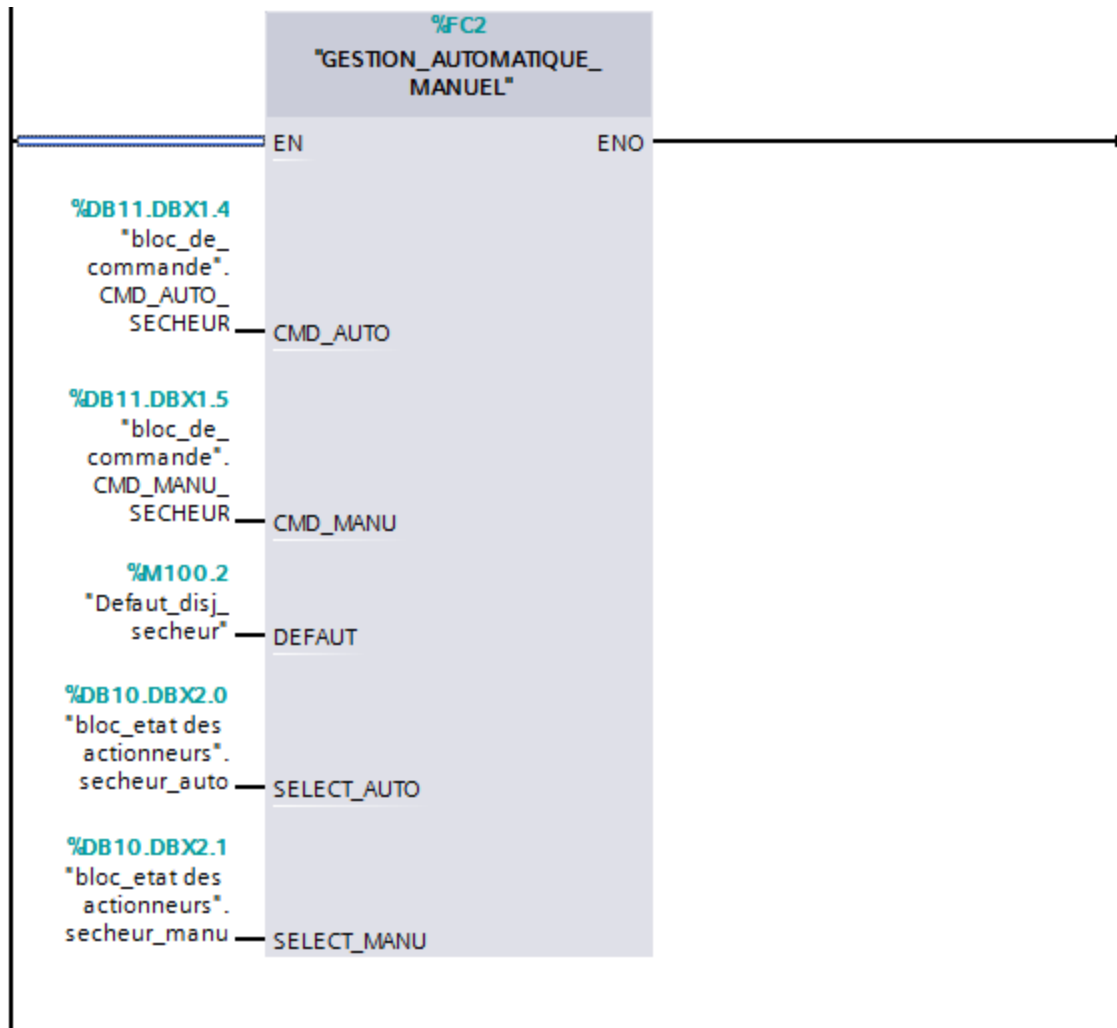
**Figure A29 :** compresseur « 2 » principale et le compresseur « 1 » secondaire

La figure ci-dessous représente le bloc FC du compresseur 2 principale et le compresseur 1 secondaire



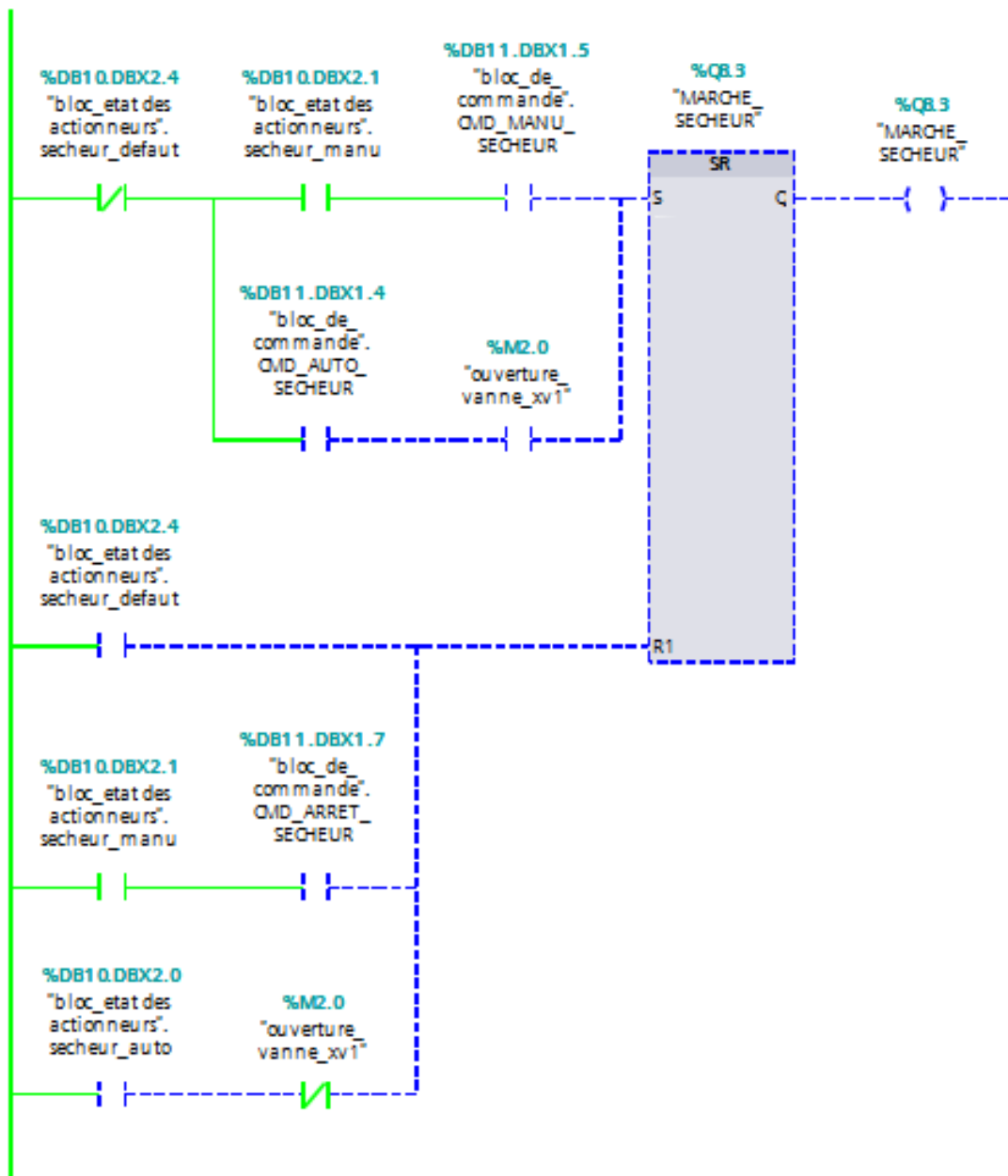
La figure A30 : compresseur 2 principale et le compresseur 1 secondaire

La figure ci-dessous représente le bloc FC de la gestion automatique manuelle du sécheur.



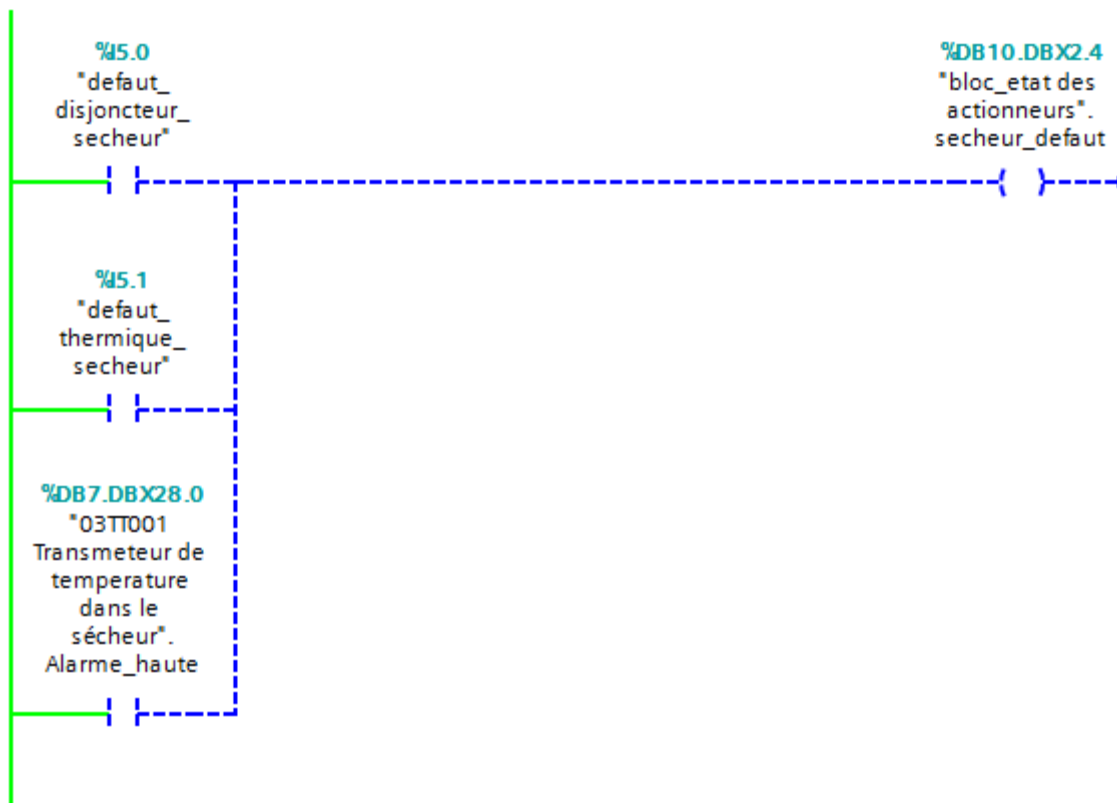
**Figure A31** : gestion automatique manuelle du sécheur.

La figure ci-dessous est une représentation de type contact de la mise en marche du sécheur en mode automatique



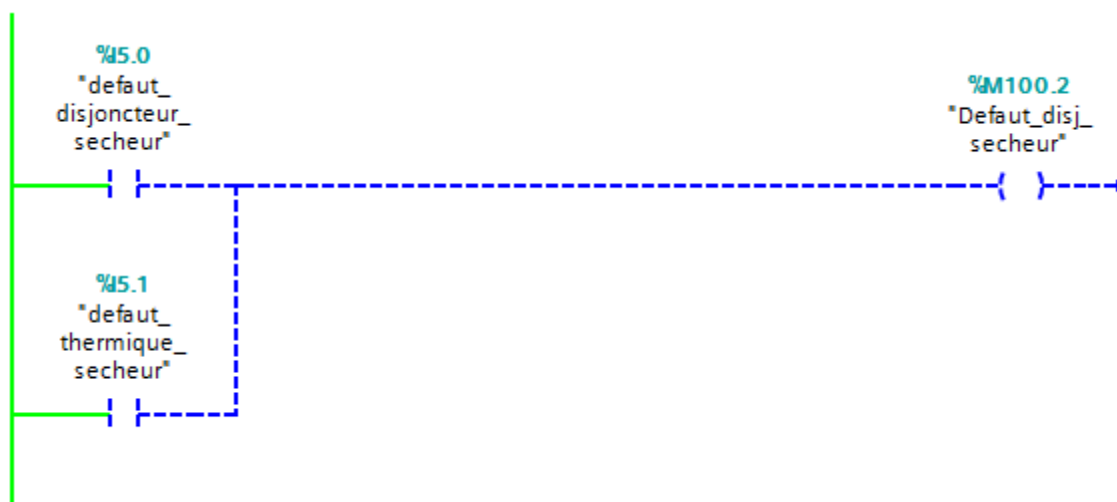
**Figure A32** : mise en marche du sécheur en mode automatique

La figure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts pouvant apparaître dans le sécheur



**La figure A33** : défauts pouvant apparaître dans le sécheur

La figure ci-dessous est une représentation de type contact des défauts thermiques et disjoncteurs du sécheur



**Figure A34** : défauts thermiques et disjoncteurs du sécheur



La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à air au niveau compresseur 1

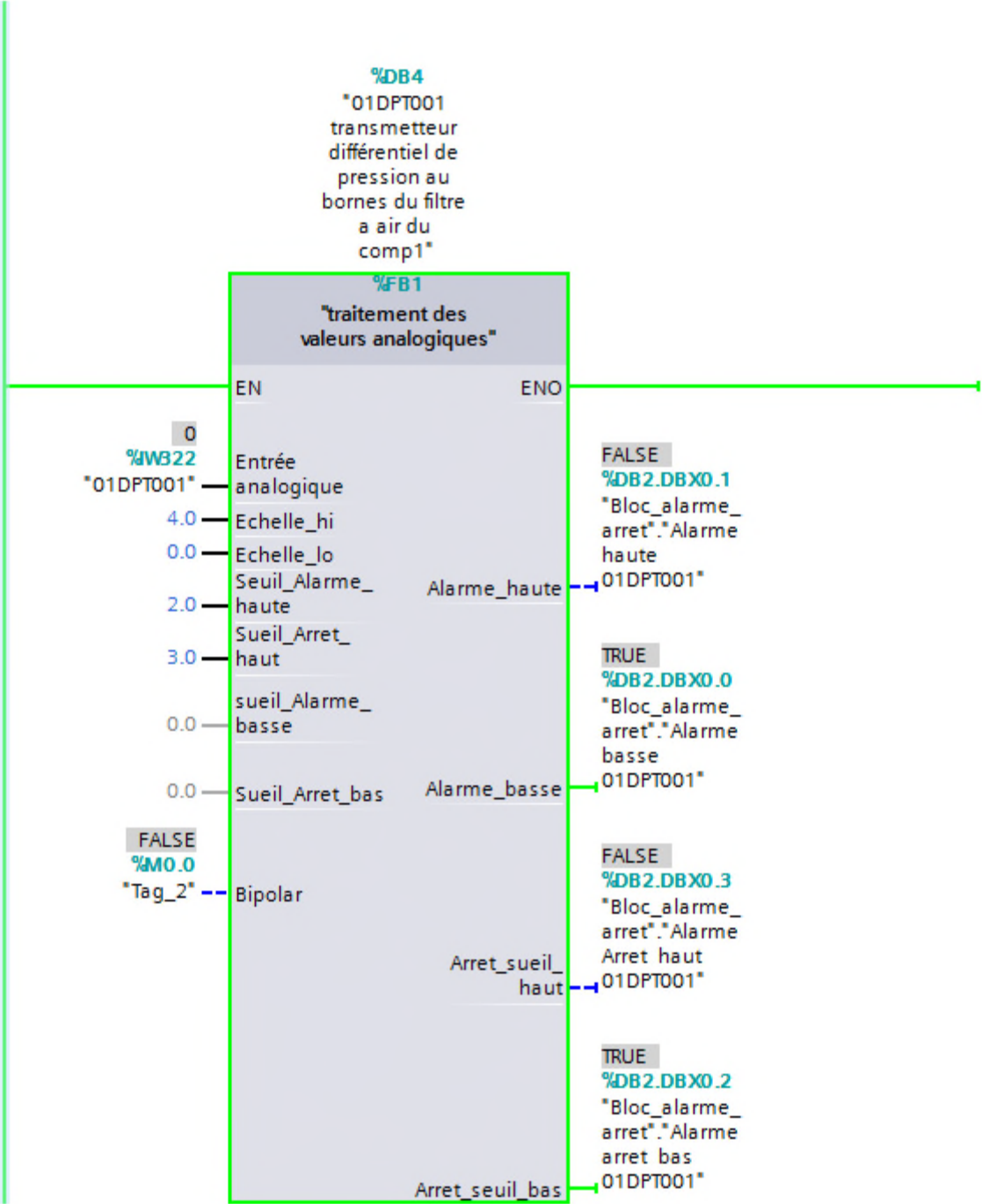
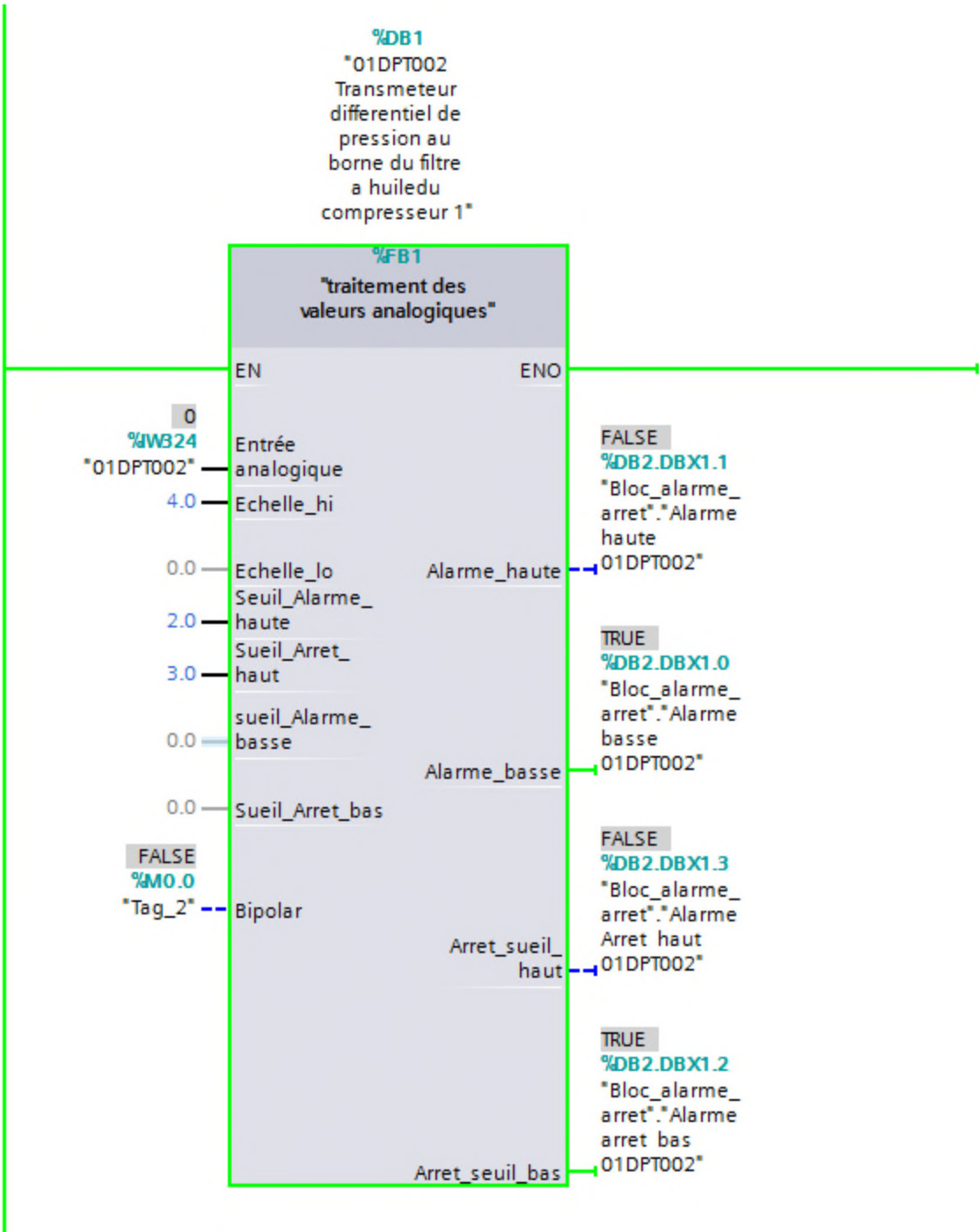


Figure A35 appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à air au niveau compresseur 1

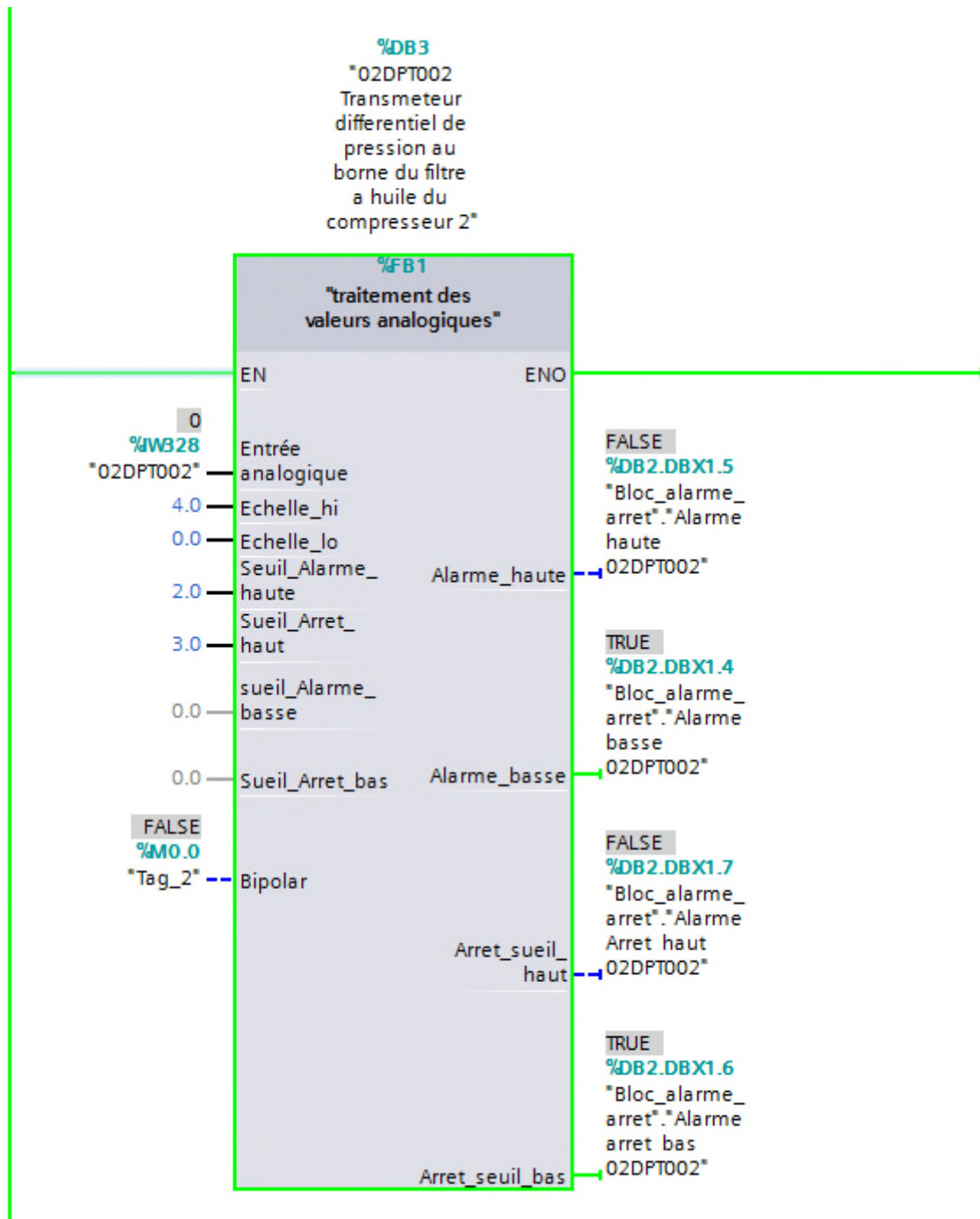


La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à huile au niveau compresseur 1



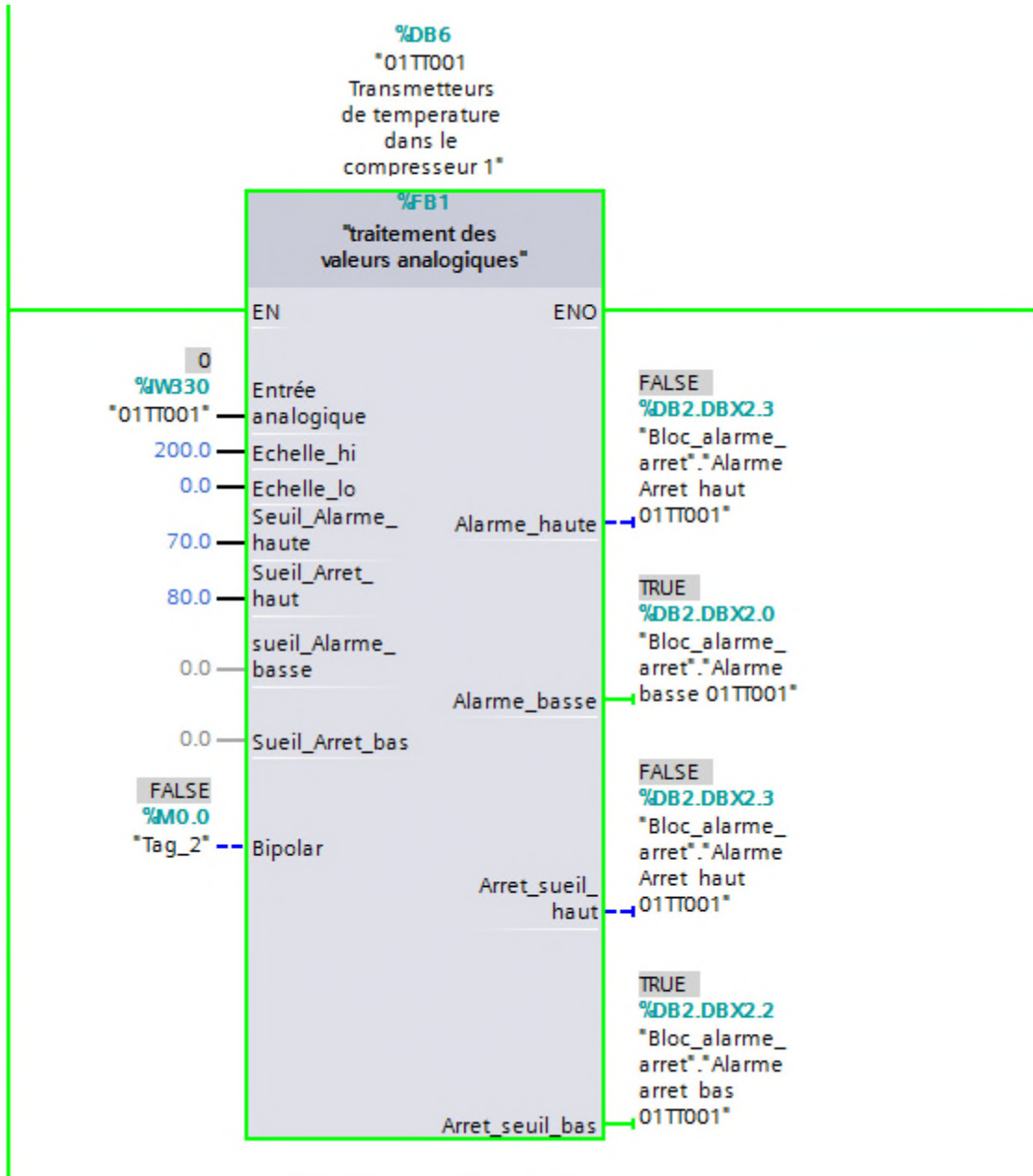
**Figure A37 :** appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à huile au niveau compresseur 1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à huile au niveau compresseur 2



**Figure A38** appel du bloc de traitement de la pression différentielle du filtre à huile au niveau compresseur 2

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la température dans le compresseur 1



**Figure A39 :** appel du bloc de traitement de la température dans le compresseur 1

Lafigureci-dessous représente l'appel du bloc traitant la température dans le compresseur 2

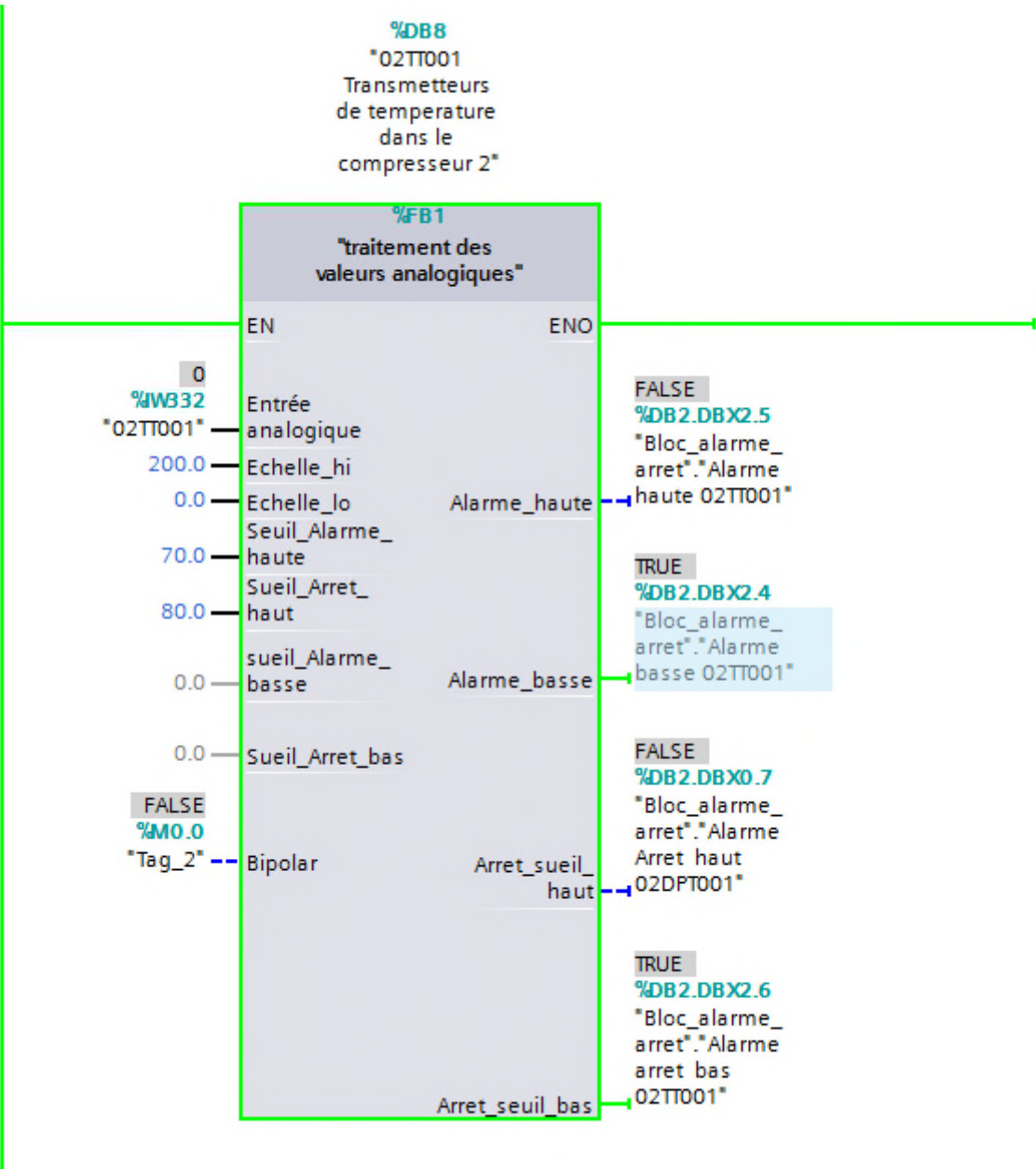
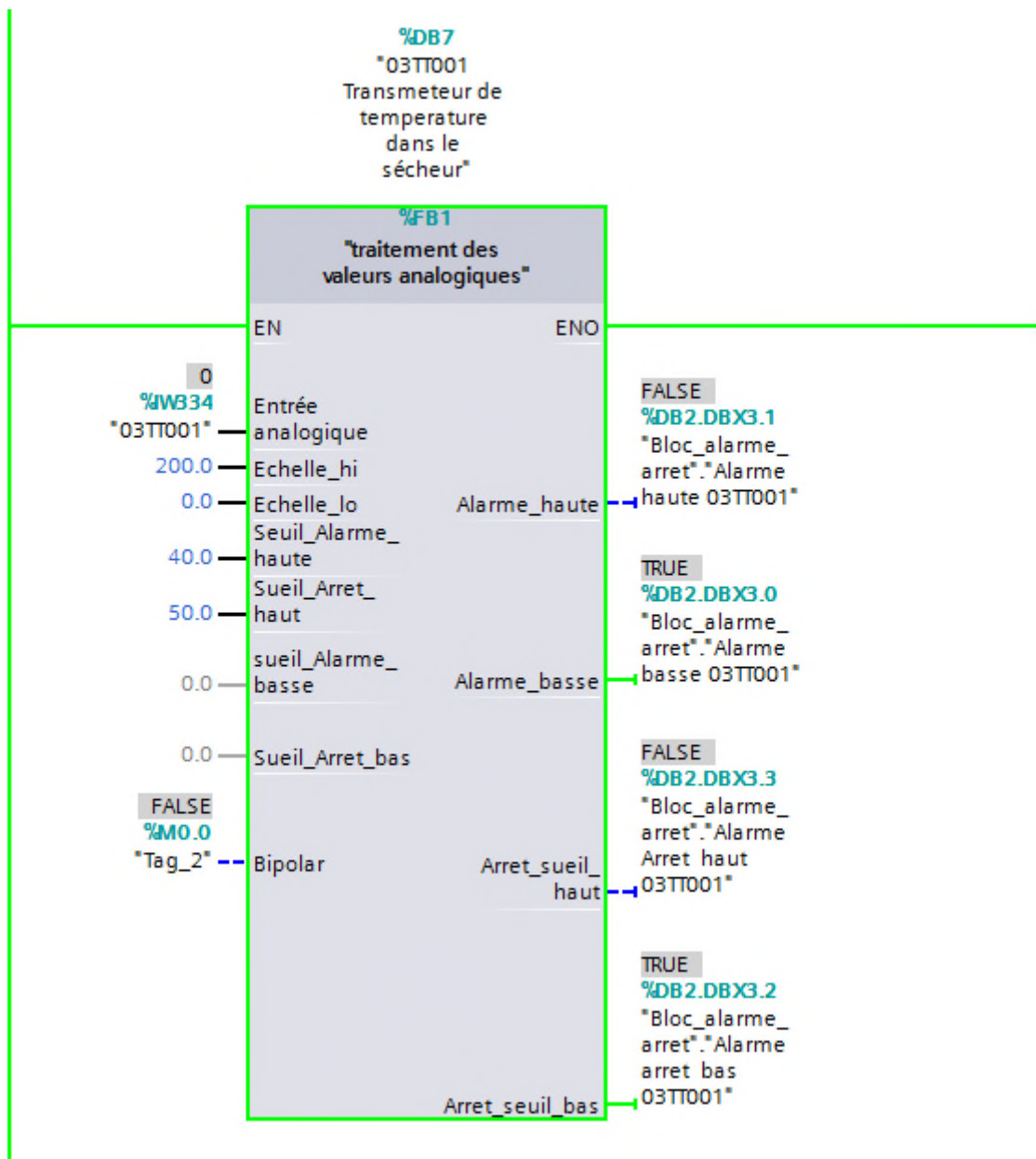


Figure A40 : appel du bloc de traitement de la température dans le compresseur 1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la température dans le sécheur



**Figure A41** : appel du bloc de traitement de la température dans le sécheur

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement de la pression dans le ballon de stockage

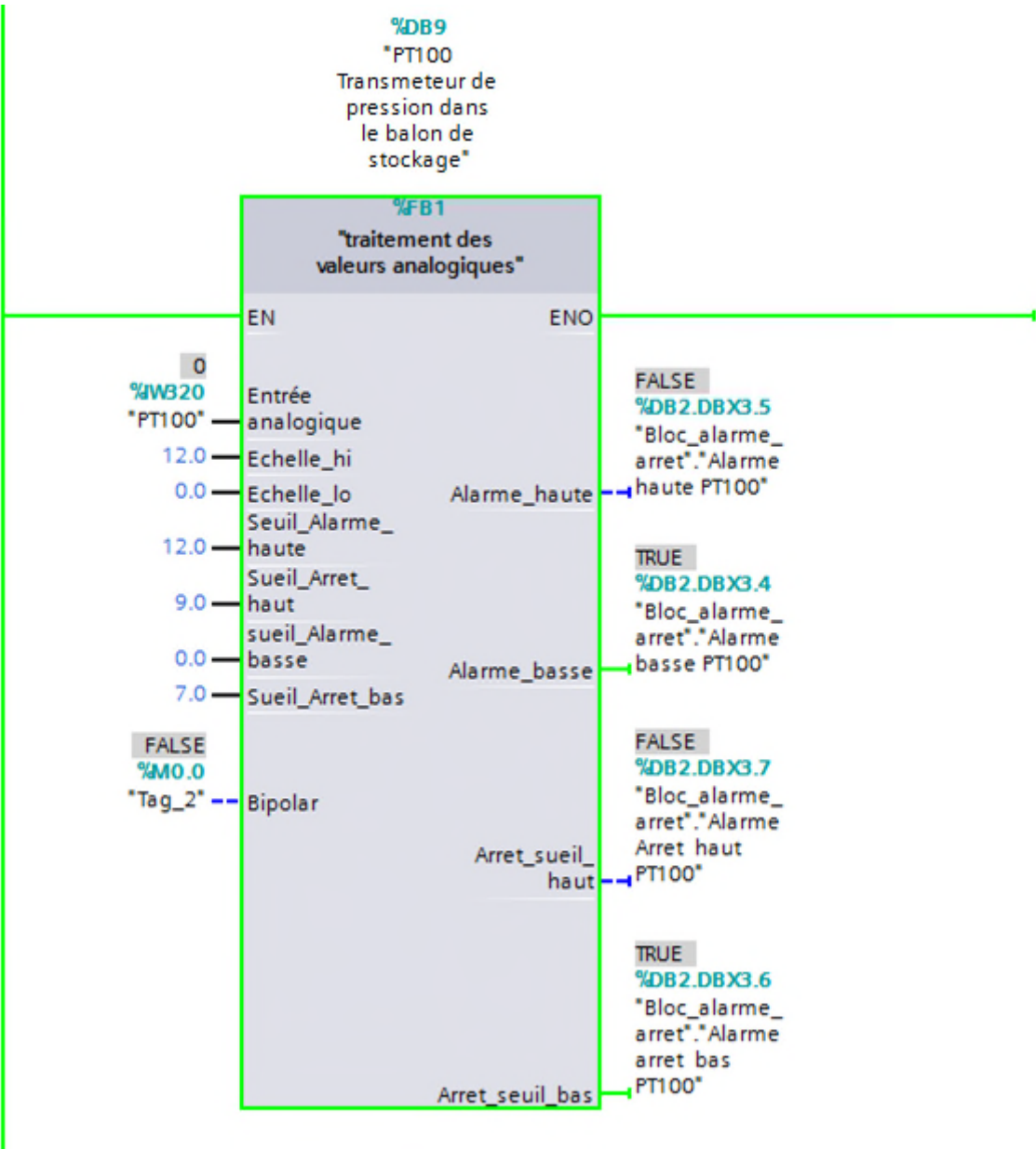
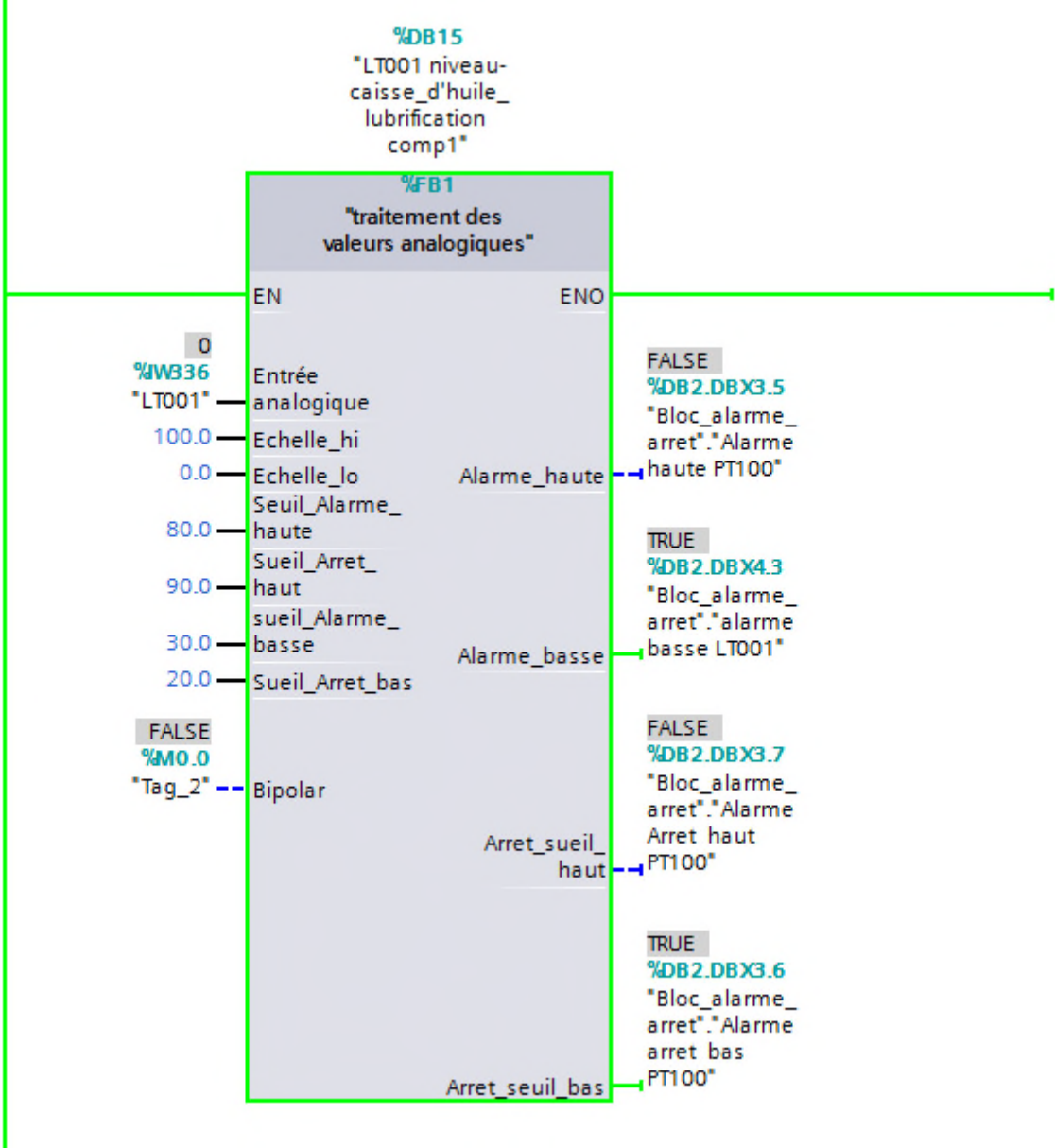


Figure A42 :appel du bloc de traitant de la pression dans le ballon de stockage

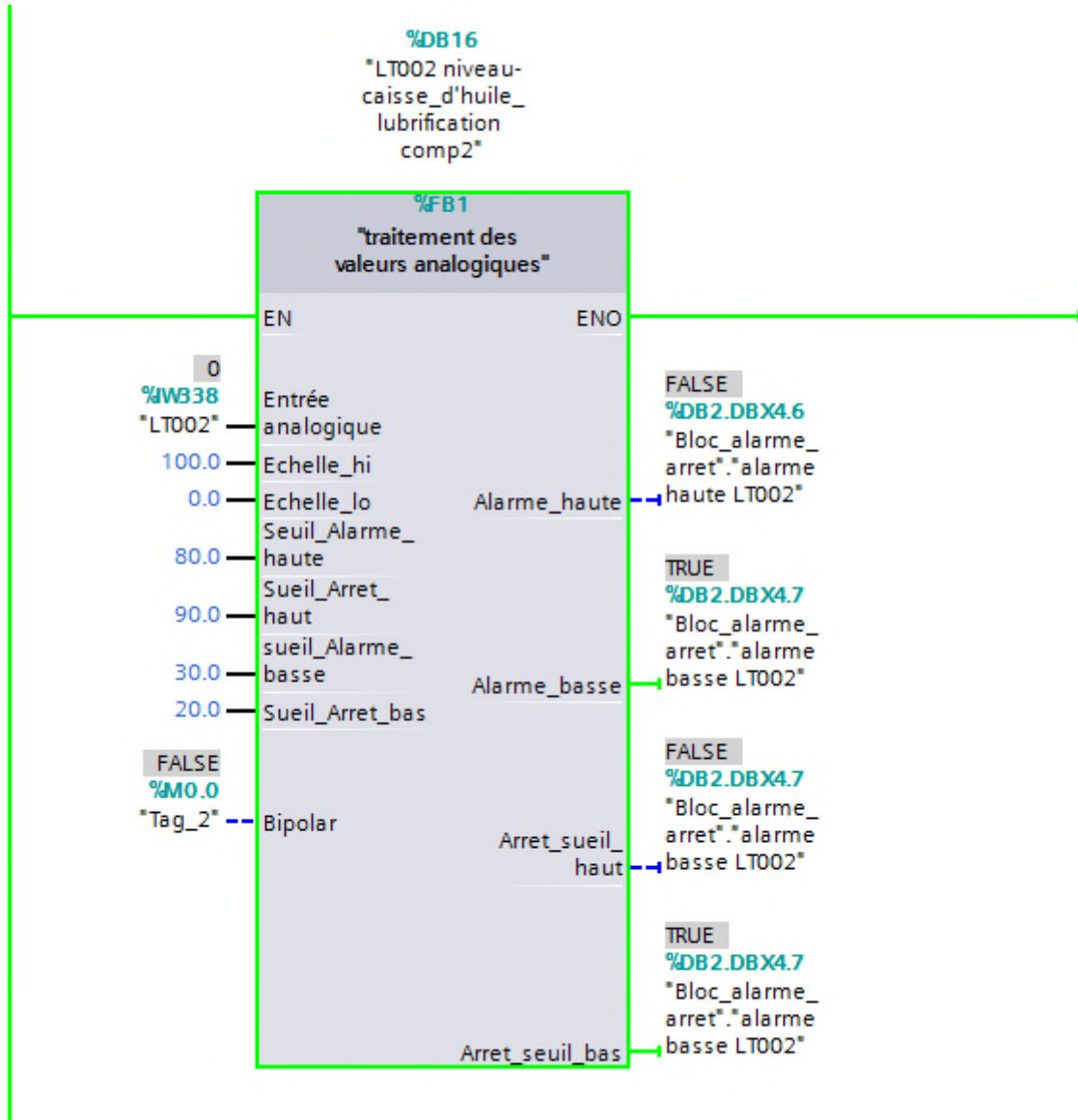


La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement du niveau d'huile dans le compresseur 1



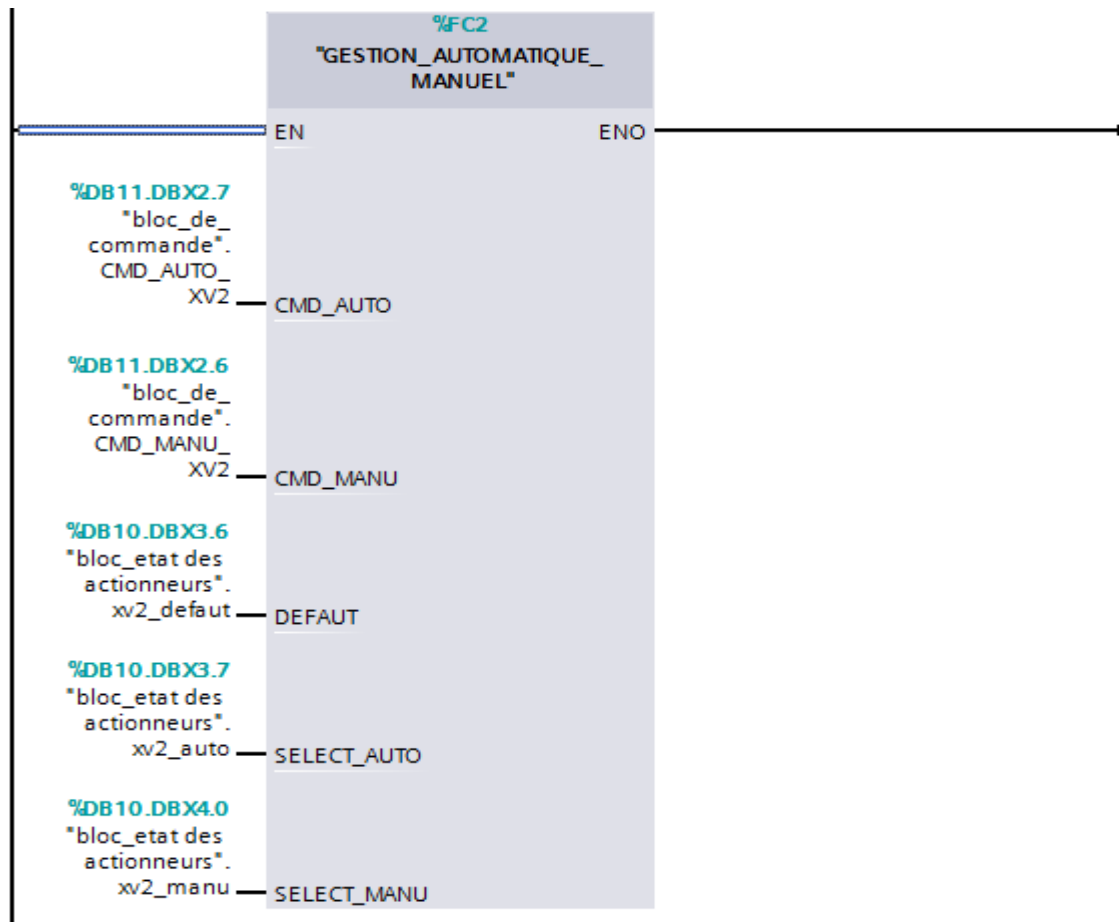
La figure A43 : appel du bloc de traitement du niveau d'huile dans le compresseur 1

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc de traitement du niveau d'huile dans le compresseur 2



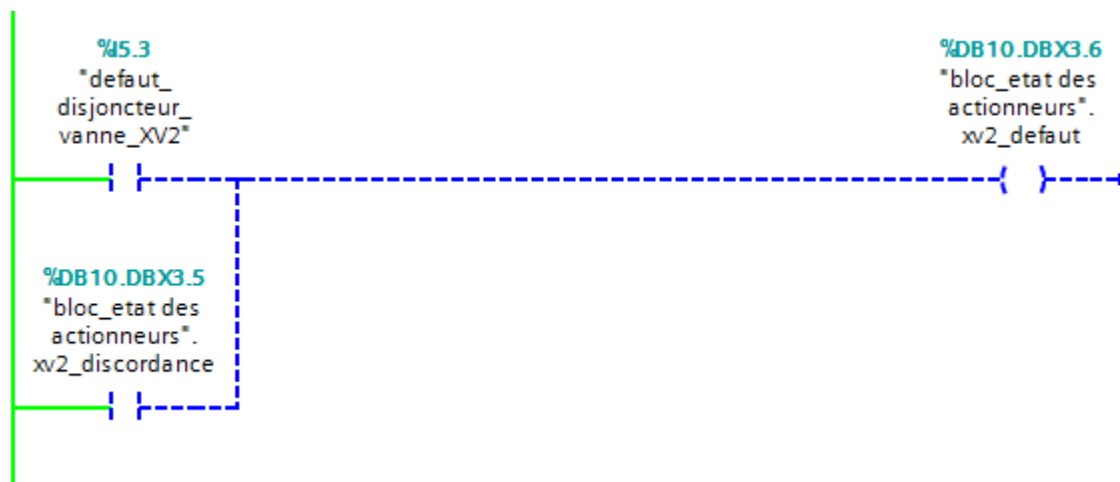
**Figure A44** appel du bloc de traitement du niveau d'huile dans le compresseur 2

Lafigure ci-dessous représente l'appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv2



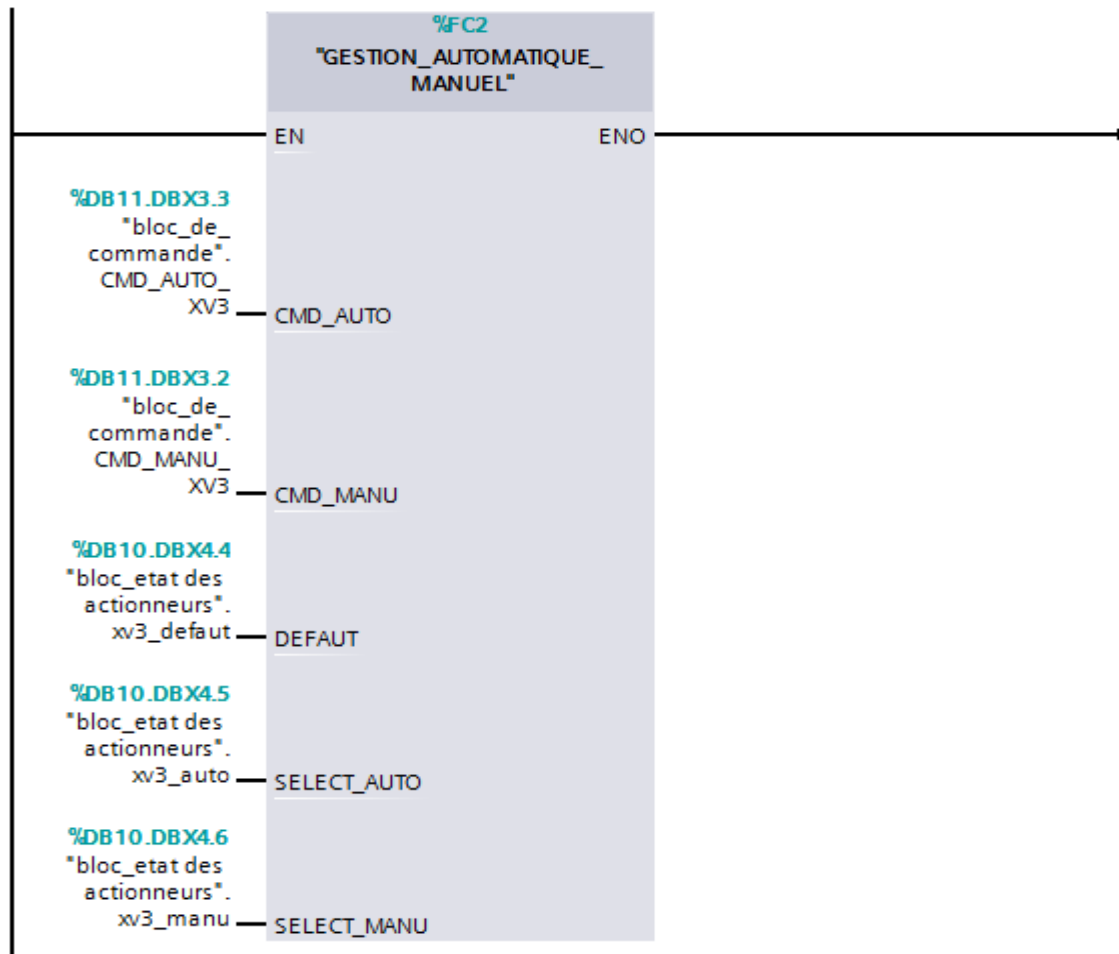
**Figure A45** : appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv2

Lafigure ci-dessous est une représentation de type contact du bloc de défaut vanne xv2



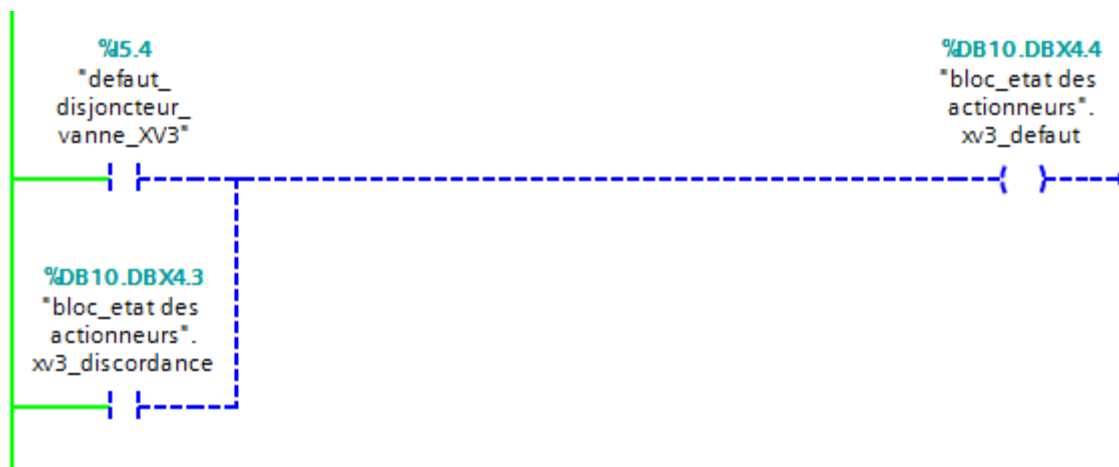
**Lafigure A46** : bloc de défaut vanne xv2

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv3



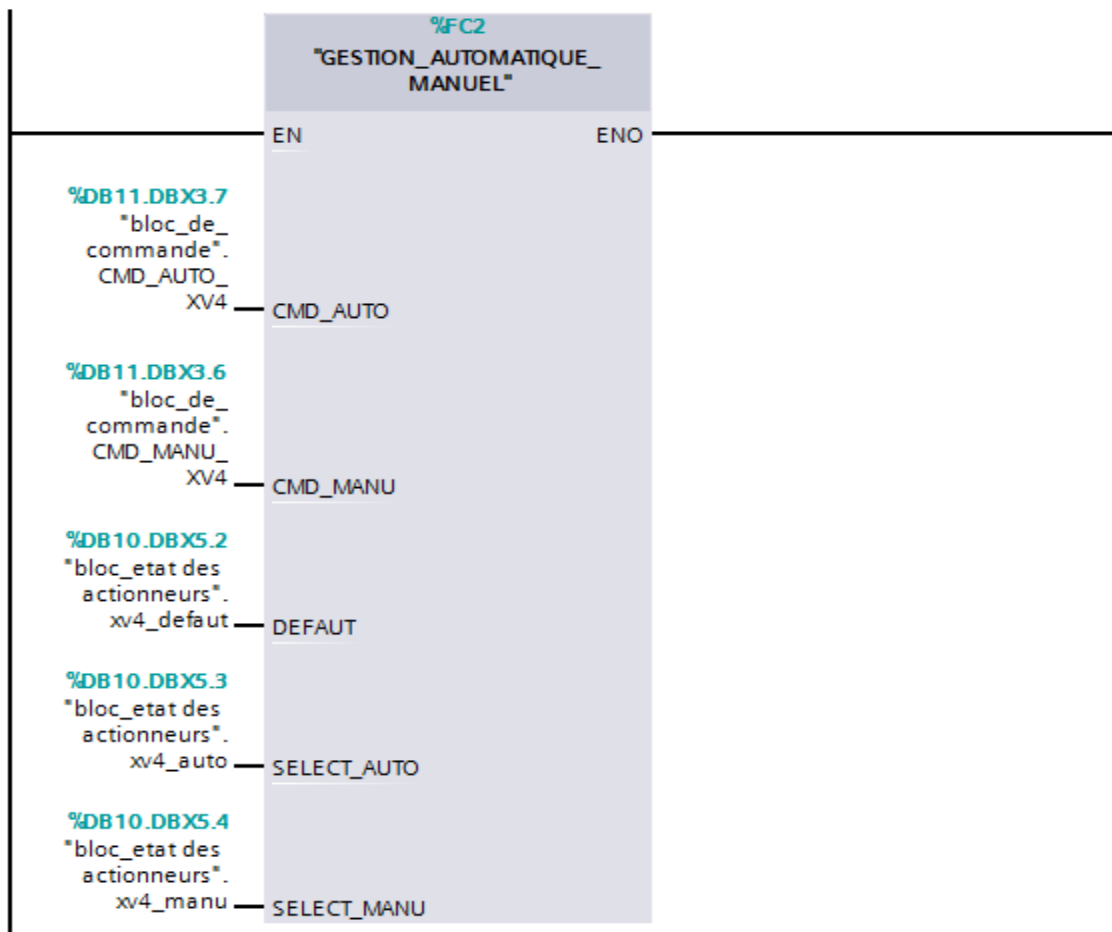
**Figure A47** : appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv3

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du bloc de défaut vanne xv3



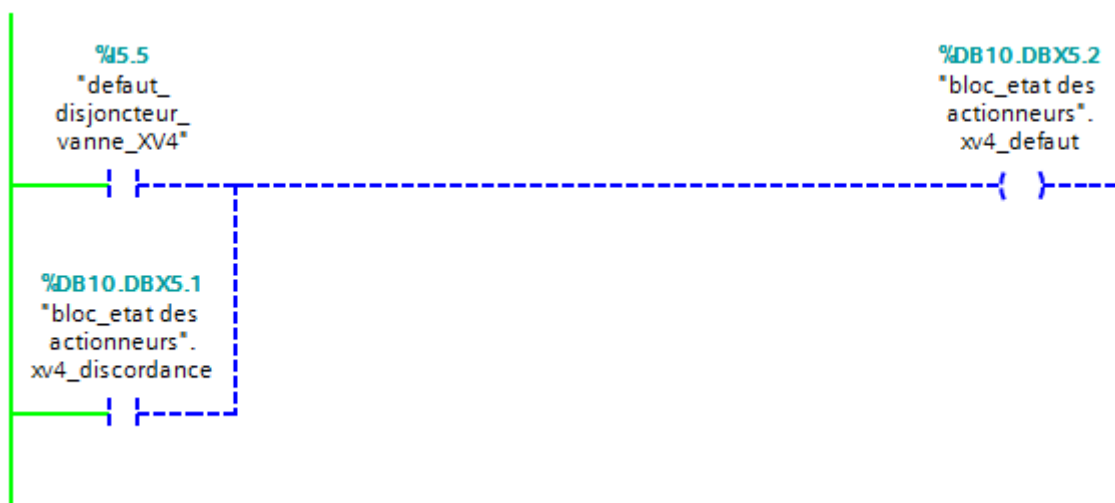
**La figure A48** : bloc de défaut vanne xv3

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv4



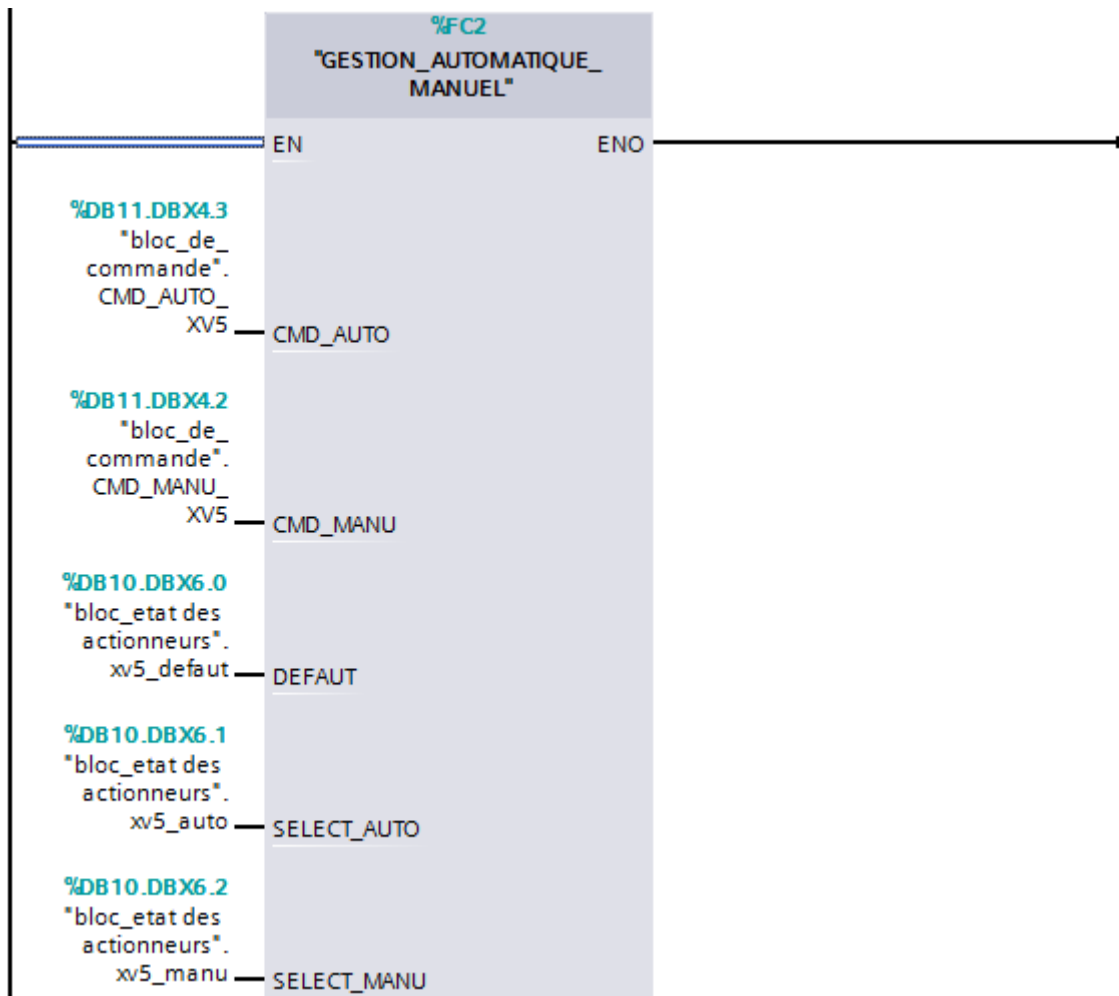
**Figure A49** : appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv4

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du bloc de défaut vanne xv4



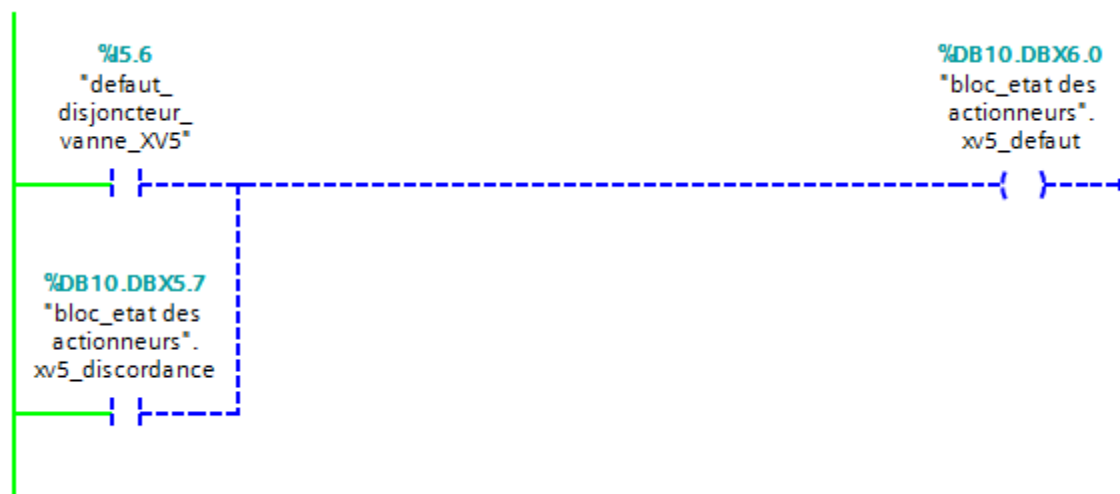
**La figure A50** : bloc de défaut vanne xv4

La figure ci-dessous représente l'appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv5



**Figure A51** : appel du bloc qui traite la gestion automatique manuelle de la vanne xv5

La figure ci-dessous est une représentation de type contact du bloc de défaut vanne xv5



**Lafigure A52** : bloc de défaut vanne xv5