

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Abderrahmane Mira

Faculté de Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Thème

**Automatisation et supervision à base de
Step7 et WINCC des compresseurs CompAir L37**

Préparé par :

- TETAH Iméne
- IAZZOUGUEN Sabrina

Dirigé par :

- M.YAHIAOUI Fateh
- M.KHERROUNI Abd-Elhakim

Examiné par :

- Mlle. MEZZAH Samia
- M. LEHOUCHE Houcine

Année universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

On tient à exprimer notre révérence et nos vifs remerciements à nos promoteurs

Mr YAHIAOUI.Fateh et Mr KHERROUNI.Abd-Elhakim, avec qui la concrétisation de ce projet n'a été que meilleur. Vous avez bien voulu nous confier ce travail riche d'intérêt et être notre guide à chaque étape de sa réalisation.

Nous profitons de cette occasion pour vous exprimer notre plus profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent notamment aux membres de jury

Melle MEZZAH.Samia et Mr LEHOUCHE.Houcine Pour l'intérêt particulier qu'ils ont manifesté pour notre travail et d'avoir accepté de l'évaluer.

Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité et enthousiasme de siéger parmi notre jury.

Enfin, nous tenons à remercier également tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la concrétisation de ce projet.

DÉDICACES

Nous dédions ce travail...

A nos très chères mères

Affables, honorables, aimables : vous représentez pour nous le symbole de la bonté

Par excellence, la source de tendresse, et l'exemple de dévouement.

Vous n'avez pas cessé de nous encourager et de prier pour nous.

Nous vous dédions ce travail en témoignage de notre profond amour, puisse

Le dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, langue vie

Et bonheur

A nos très chers pères

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect

Que nous avons toujours eu pour vous

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour nous éduquer et pour

Notre bien être

Ce travail est le fruit de sacrifices que vous avez consentis pour notre

Education et notre formation

A nos très chers sœurs et frères

En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que nous portons

Pour vous

Nous vous dédions ce travail avec tous nos vœux de bonheur, de santé

Et de réussite

A nos très chères ami(e)s

En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que

Nous avons passé ensemble, nous dédions ce travail et nous vous

Souhaitons une vie pleine de santé et de bonheur.

Remerciement	
Dédicace	
Table de matieres	
Nomenclature	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	1
Avant-propos : Présentation du complexe Cevital	
1. Introduction	2
2. Historique	2
3. Situation Géographique.....	2
4. Principales activités de CEVITAL	3
5. Missions et objectifs.....	3
6. Organisation de l’entreprise	4
CHAPITRE I : Description de la station d'air comprimé	
I.1 Introduction :.....	5
I.2 Notion sur l’air comprimé.....	5
I.2.1 Avantages et inconvénients d’air comprimé.....	6
I.2.2 Utilité d’air comprimé.....	6
I.2.3 Station d’air comprimé	6
I.2.4 Équipements de la station nécessaires au traitement de l’air comprimé.....	7
I.3 compresseurs d’air	7
I.3.1 Définition d’un compresseur.....	7
I.3.2 Classification des compresseurs	7
I.3.2.1 Compresseurs volumétriques	7
I.3.2.2 Compresseurs dynamiques.....	8
I.3.3 Compresseur rotatif d’air à vis.....	8
I.3.3.1 Compresseur rotatif à vis sans huile (sec).....	8
I.3.3.2 Compresseur rotatif à vis refroidies par injection d'huile (lubrifié).....	8
I.3.4 Fonctionnement de compresseur à vis	9
a) Séchage par réfrigération	10
b) Séchage par adsorption	10
I.3.5 Choix du compresseur.....	10

I.4 Compresseur à vis lubrifié série L 37	11
I.4.1 Description du compresseur choisi	11
I.4.2 Avantages de ce modèle de compresseur COMPAIR L37	11
I.5. Différents équipements associer au compresseur COMPAIR L37.....	12
I.5.1 Purgeur de condensats BEKOMAT	12
I.5.2 Réservoir (ballon de stockage).....	14
a. Fonction de stockage	14
b. Fonction refroidissement.....	14
I.5.3 Filtres	14
I.5.3.1 Une filtration en sortie de réservoir	14
I.5.3.2 Une filtration au poste utilisateur.....	14
I.5.4 Séparateur d'eau /huile:	14
I.5.5 Vannes.....	15
I.5.6 Sécheurs d'air.....	16
I.5.7 Contrôleur intelligent DELCOS 3100	16
I.6 Conclusion :	17
CHAPITRE II : Automatisation des compresseurs CompAir L37	
II.1 Introduction	19
II.2 Système automatisé :	19
II.2.1 Définition de la tâche d'automatisation.....	19
II.2.2 La structure d'un système d'automatisation.....	19
II.2.2.1 Partie opérative	19
II.2.2.2 Partie commande	20
II.2.2.3 Partie dialogue	20
II.3 Définition d'un API	20
II.4 Principes de base de la programmation	20
II.4.1 Systèmes d'exploitation et programme utilisateur	20
II.4.1.1 Système d'exploitation	20
II.4.1.2 Programme utilisateur.....	20
II.4.2 Programmation linéaire et structurée.....	20
II.4.2.1 Programmation linéaire	20
II.4.2.2 Programmation structurée.....	21
II.4.3 Présentation des types de blocs	22
II.4.3.1 Types de blocs	22

II.4.3.2 Blocs d'organisation (OB).....	23
II.4.3.3 Fonctions (FC).....	23
II.4.3.4 Blocs fonctionnels (FB).....	23
II.4.3.5 Blocs de données (DB).....	23
II.4.4 Langage de programmation :	24
II.4.4.1 Langage SFC (Séquentiel Fonction Chart), ou GRAFCET	25
II.4.4.2 Langage LD (Ladder Diagram)	25
II.4.4.3 Langage IL (instruction List).....	26
II.4.4.4 Langage FBD (Function Block Diagram)	26
II.4.4.5 Langage ST (Structured Text)	26
II.5 Grafcet des compresseurs	27
II.6 Cahier de charge	27
II.7 Présentation de l'automate S7-300	29
II.8 Définition du logiciel STEP7	29
II.9 Configuration et programmation de l'automate S7-300.....	30
II.9.1. Création du projet avec le logiciel STEP7.....	30
II.9.2. Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projets	30
II.9.3. Configuration matérielle.....	31
II.9.4. Création de la table mnémonique	32
II.9.5. Elaboration du programme utilisateur	34
a) Création d'un bloc d'organisation (OB1)	35
b) Fonction (FC) :.....	35
b.1) Programmation des fonctions :	36
II.10 Conclusion :	43
CHAPITRE III : Supervision et simulation sous l'environnement WinCC	
III.1 Introduction	45
III.2 Définition du logiciel WinCC	45
III.3 Supervision.....	45
III.4 Création des vues	45
III.5 Constitution d'une vue	45
a) Elaboration vue de l'accueil :.....	46
b) Elaboration de la vue de la centrale	47
III.6 Simulation sous Step7	47
III.6.1 Simulation du compresseur	48

III.6.2 Simulation du compresseur 2	56
III.7 Supervision sous WinCC	56
III.8 Conclusion.....	57
Conclusion générale	59
Références bibliographiques	
Résumé	

API : automates programmable industriel

WinCC : Windows control center

CPU : computer process unit

PS : module alimentation

DC : courant continu

TOR : toute ou rien

E : entrée

S : sortie

IM : module de coupleur

PC : Personally computer

OB : blocs d'organisation

FC : fonction

IHM : humain machine interface

SM : module de signaux

CONT : schéma à contact

LIST : liste d'instruction

LOG : logigramme

STEP7 : logiciel de programmation et de simulation

LED : diode électro luméniçante

Tableau I.1 : Tableau récapitulatif des caractéristiques du compresseur COMPAIR L37.	10
Tableau II.1 : Types de blocs disponibles	22
Tableau II.2 : Composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD.....	25
Tableau II.3 : Les entrée et les sorties de GRAFCET global	28

Figure 1.1 : Plan de masse du complexe CEVITAL.....	2
Figure 1.2 : Organigramme du complexe CEVITAL.....	4
Figure I.1 : Composants d'une unité de production d'air comprimé.....	7
Figure I.2 : Les différents types de compresseurs.....	8
Figure I.3 : Le Rotor du compresseur d'air à vis.....	9
Figure I.4 : Les différentes étapes de compression d'air [3].....	9
Figure I.5 : Purgeur BEKOMAT	12
Figure I.6 : Contrôleur intelligent (pupitre)	16
Figure II.1 : Structure d'un système automatisé	19
Figure II.2 : programme linéaire schématique	21
Figure II.3 : programme structuré schématique.....	22
Figure II.4 : Blocs de données globales dans le programme utilisateur	24
Figure II.5 : les différents langages de programmation	24
Figure II.6 : Exemple utilisant les fonctions logiques de base	25
Figure II.7 : GRAFCET des compresseurs 1 et 2	29
Figure II.8 : Fenêtre du nouveau projet	30
Figure II.9 : la configuration matérielle.....	31
Figure II.10 : la table des mnémoniques	33
Figure II.11 : Fenêtre des blocs.....	34
Figure II.12 : Fenêtre bloc d'organisation	35
Figure II.13 : Programmation du traitement de la valeur analogique de pression.....	36
Figure II.14 : Programmation du comparateur de pression basse du C1	37
Figure II.15 : Programmation du comparateur de pression haute du C1	37
Figure II.16 : Programmation du défaut matériel ou électrique du C1.....	38
Figure II.17 : Programmation du Démarrage ou Arrêt du C1.....	38
Figure II.18 : Programmation du comparateur de pression basse du C2	39
Figure II.19 : Programmation du compresseur de pression haute du C2.....	39
Figure II.20 : Programmation du défaut matériel ou électrique du C2.....	40
Figure II.21 : Programmation du Démarrage ou Arrêt du C2.....	40
Figure II.22 : Programmation de l'ouverture de la vanne.....	41
Figure II.23 : Programmation de la fermeture de la vanne	41
Figure III.1 : vue de l'accueil.....	46
Figure III.2 : vue de la centrale	47
Figure III.3 Simulateur S7-PLCSIM.....	48

Figure III.4 : Simulation du Traitement de la valeur analogique de pression C1.....	48
Figure III.5 : Simulation du comparateur de pression basse.....	49
Figure III.6 : Simulation du comparateur de pression haute	49
Figure III.7 : Simulation du défaut matériel du compresseur.....	50
Figure III.8 : Simulation du défaut électrique du compresseur	50
Figure III.9 : Simulation du démarrage du compresseur en mode Manu (bouton Marche)...	51
Figure III.10 : Simulation du démarrage du compresseur en mode Auto (pression basse)...	51
Figure III.11 : Simulation de l'arrêt du compresseur en mode Manu (bouton Arrêt).....	52
Figure III.12 : Simulation de l'arrêt du compresseur en mode Auto (pression haute).....	52
Figure III.13 : Simulation de l'arrêt du compresseur en cas de défaut.....	53
Figure III.14 : simulation d'arrêt d'urgence du compresseur.....	54
Figure III.15 : simulation d'arrêt du compresseur lors de la fermeture de la vanne.....	55
Figure III.16 : supervision de la centrale sous WINCC.....	56

Introduction générale

L'air comprimé est considéré comme la deuxième source d'énergie après l'électricité en industrie. Elle est indispensable au fonctionnement des équipements industriels. De nombreux progrès ont été réalisés dans la maîtrise de la technologie de processus de fabrication de l'air comprimé. La production de ce dernier nécessite l'installation d'une station qui se chargera de la compression de l'air prélevé de l'atmosphère, mais aussi de son stockage et de la maintenir disponible.

Au complexe CEVITAL et exactement dans l'unité d'énergie, on trouve une installation de production de l'air comprimé. Cette dernière n'est pas automatisée ni supervisée, par conséquent elle fonctionne en mode manuel. Ce fonctionnement génère des retards dans la production.

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.

Au sein de l'unité d'énergie à CEVITAL, nous allons réaliser une automatisation et une supervision aux fonctionnements externe des compresseurs de la station de compression d'air. Notre travail est le résultat d'une étude complète et minutieuse menée durant un stage pratique.

Un automate de **type S7-300** a été utilisé, cette automatisation a été réalisée grâce au logiciel "step7" de SIEMENS et la supervision grâce au logiciel « WNCC »

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

Le premier chapitre consistera à introduire les éléments de la centrale ainsi que des généralités sur l'air comprimé, les compresseurs et leur principe de fonctionnement.

Dans le deuxième chapitre nous allons donner des généralités sur les systèmes automatisés. En suite on passe à l'élaboration des programmes que nous allons implanter dans notre automate de type S7-300 grâce au logiciel de conception et d'automatisation step7.

Enfin dans le troisième chapitre on a fait la supervision et la simulation du programme

Avant-propos

1. Introduction :

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

2. Historique :

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

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

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

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

3. Situation Géographique :

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

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

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

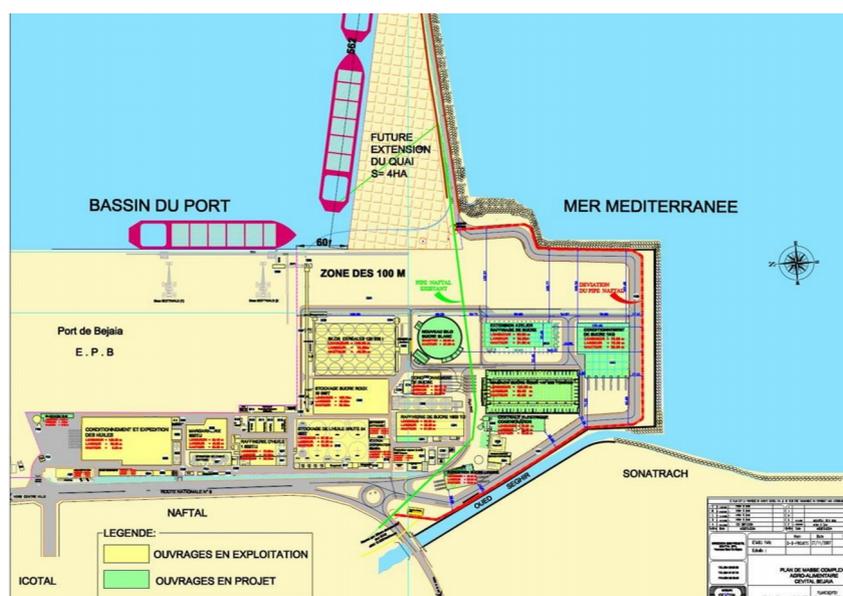


Figure 1.1 : Plan de masse du complexe CEVITAL.

4. Principales activités de CEVITAL :

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

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

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

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

5. Missions et objectifs :

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

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

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

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

6. Organisation de l'entreprise :

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

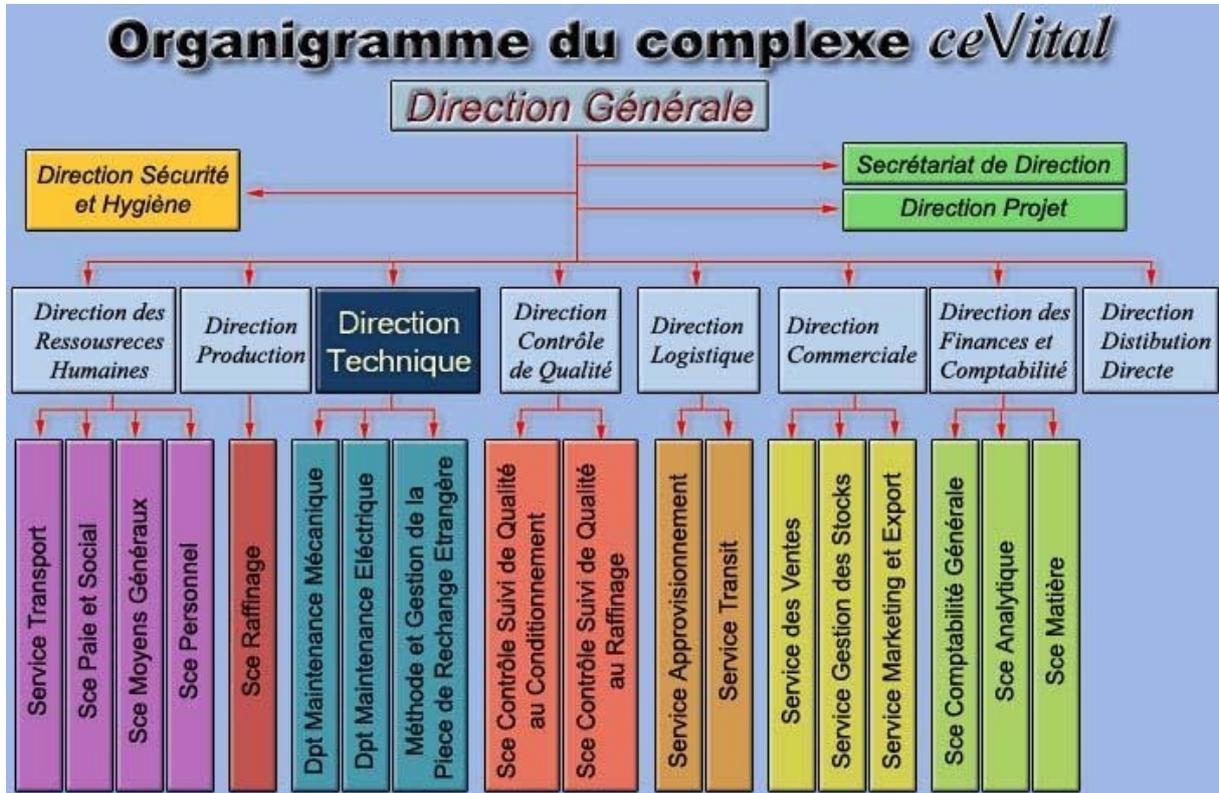


Figure 1.2 : Organigramme du complexe CEVITAL [1].

CHAPITRE I

Description de la station d'air comprimé

I.1 Introduction :

L'air comprimé est un composant indispensable pour le développement de l'industrie. Il s'agit d'un élément si essentiel pour la vie industrielle que beaucoup de processus ne pourraient pas fonctionner sans lui il se différencie des autres énergies car les utilisateurs produisent leur propre air comprimé ont ainsi le choix quant à la manière dont leur air est produit.

La production de l'air comprimé se fait à base des compresseurs qui ont comme fonction d'élever la pression du fluide (d'air) qui le traverse. Dans ce chapitre nous allons d'abord présenter les généralités sur l'air comprimé en suite nous allons passer à la présentation des compresseurs basant sur le compresseur à vis.

Le modèle de compresseur utilisé au niveau de l'unité d'énergie a été le compresseur CompAir L37.

Problématique :

Le mode de fonctionnement de cette centrale d'air comprimé est manuel, ce qui cause le déplacement de l'opérateur plusieurs fois par jours ainsi que des retards dans la production vu son éloignement de la tour de contrôle.

Pour résoudre cette problématique nous avons proposé un programme pour chaque élément de cette centrale ainsi qu'une supervision de toute la centrale avec une vue sur les alarmes et des arrêts d'urgence.

I.2 Notion sur l'air comprimé

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

L'air comprimé est propre, sûr, simple et efficace. Lorsque l'air est comprimé, il n'existe pas de risque d'échappement de gaz dangereux ou d'autres produits nocifs. C'est une source d'énergie qui n'est ni combustible, ni polluante [2].

I.2.1 Avantages et inconvénients d'air comprimé**Avantage**

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

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

Il est facile à transporter, à stocker, à contrôler et à réguler. Il se déplace à une grande vitesse.

Inconvénient

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

I.2.2 Utilité d'air comprimé

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

il est utilisé aussi dans d'autres domaines tels que : La dentisterie, l'armurerie, la motorisation, le secteur alimentaire et automobile ...etc

I.2.3 Station d'air comprimé

L'objectif de la station(figureI.1) est de créer de l'air comprimé à l'aide des composants suivants :

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

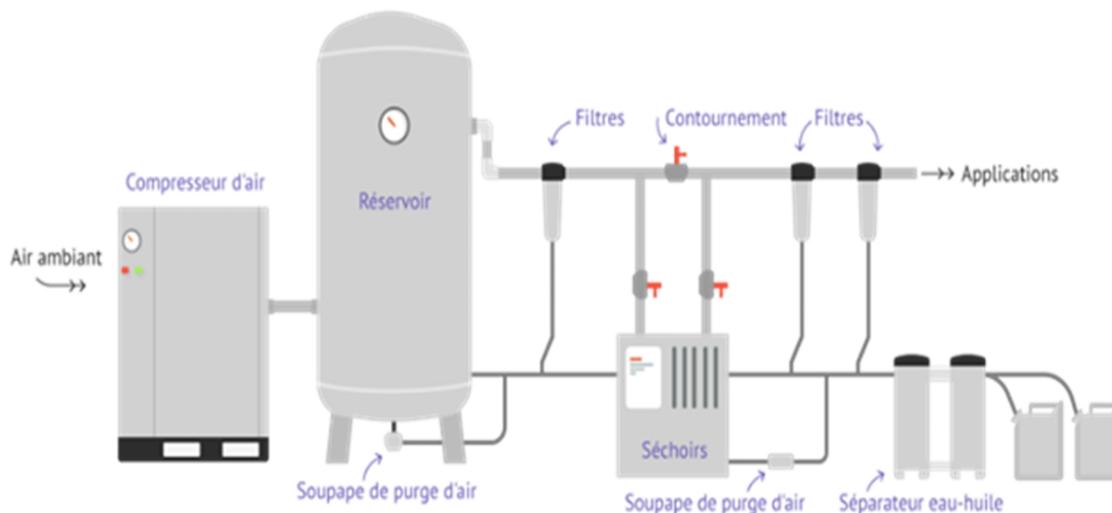


Figure I.1 : Composants d'une unité de production d'air comprimé.

I.2.4 Équipements de la station nécessaires au traitement de l'air comprimé

Le réservoir permet de :

- * D'obtenir momentanément une distribution d'air supérieure au débit délivré par le compresseur
- * Maintenir une pression quasi constante dans le circuit,
- * Refroidir l'air comprimé et de récupérer le condensat.

I.3 compresseurs d'air

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

I.3.1 Définition d'un compresseur

Un compresseur est un organe mécanique qui sert à augmenter la pression d'un fluide du coup son énergie.

I.3.2 Classification des compresseurs

Selon la façon de compression d'air on peut distinguer deux grandes familles de compresseurs comme la figure I.2 représente :

I.3.2.1 Compresseurs volumétriques (réduction de volume à l'aide d'un élément comprimant) :

Dans le type volumétrique, une quantité donnée d'air est aspirée dans une chambre de compression puis le volume que l'air occupe est diminué, ce qui entraîne une augmentation correspondante de sa pression avant qu'il soit refoulé. Compresseurs alternatifs (membrane et piston) et rotatifs (compresseurs à vis, à palettes, à Lobes etc.).

I.3.2.2 Compresseurs dynamiques (transformation de la vitesse de l'air en pression) :
Compresseurs centrifuges et compresseurs axiaux (multi étage et simple)

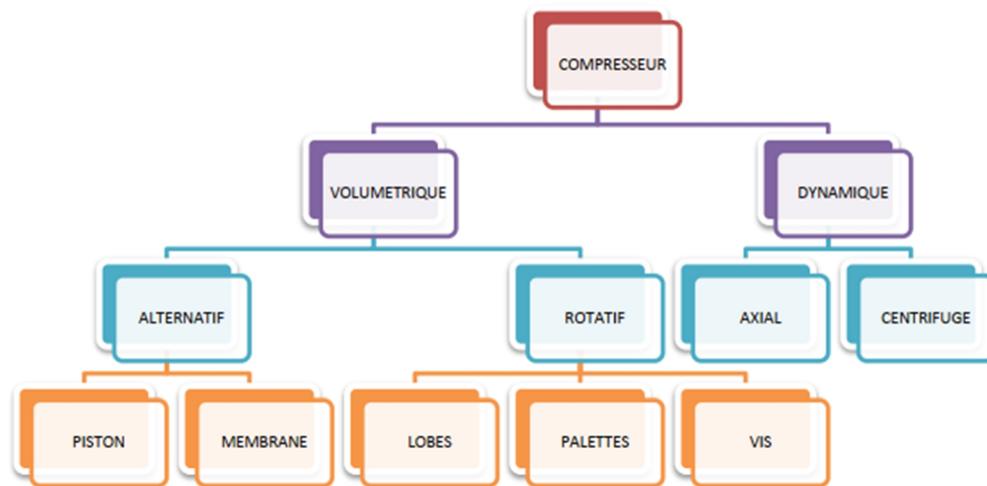


Figure I.2 : Les différents types de compresseurs.

I.3.3 Compresseur rotatif d'air à vis

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

I.3.3.1 Compresseur rotatif à vis sans huile (sec)

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

I.3.3.2 Compresseur rotatif à vis refroidies par injection d'huile (lubrifié)

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

l'intérieur du carter et il ne subsiste dans l'air comprimé que quelques parties par million (ppm) de lubrifiant.

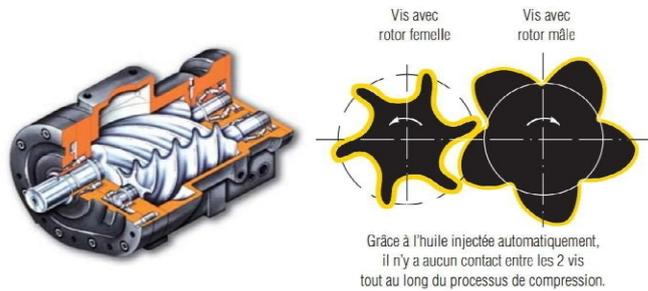


Figure I.3 : Rotor du compresseur d'air à vis.

I.3.4 Fonctionnement de compresseur à vis

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

Compression : La rotation progressive des deux vis verrouille l'orifice de prise d'air donc le volume des chambres se réduit ce qui donne l'augmentation de la pression, au même temps l'huile est injecté pour lubrifier les vis rétorques pour diminuer la température des vis à cause des frottements [3].

Extraction : La compression est terminée et on obtient un mélange air huile à température élevée [3].

Séparation : Le mélange air huile subi une séparation par gravité dans le séparateur puisque l'huile est plus lourde se dépose au fond puis passe vers le radiateur pour qu'il soit refroidie et filtré puis injecté à nouveau dans le bloc de la vis pour la lubrification (recyclage de l'huile), l'air humide aussi filtré passe vers le radiateur pour le refroidissement puis il subit une filtration [3].

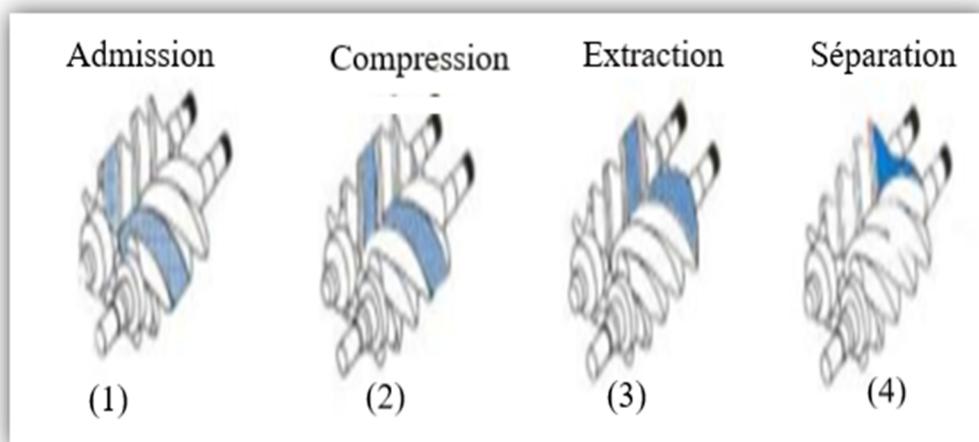


Figure I.4 : différentes étapes de compression d'air [3]

Sécheur :

Son rôle est de diminuer la teneur en vapeur d'eau contenue dans l'air comprimé. Cette vapeur d'eau, en se condensant, peut en effet avoir de graves conséquences sur le réseau et l'outillage. Deux méthodes principales : le séchage par absorption et le séchage par réfrigération

a) Séchage par réfrigération

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

b) Séchage par adsorption

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

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

Purges : évacuent les condensats (eau condensée mélangée avec de l'huile) générés par la production d'air comprimé.

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

I.3.5 Choix du compresseur

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

Débit d'air comprimé Nm ³ /min	Plage de variation de la pression bar	Puissance utile du moteur KW
32.76	5-13	37

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

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

- Le débit d'air comprimé en m³/s
- 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

I.4 Compresseur à vis lubrifié série L 37

Le compresseur de marque COMPAIR à vis lubrifiée DU modèle L 37. Le tableau I.1 suivant montre les différentes caractéristiques des deux compresseurs ci-dessus.

I.4.1 Description du compresseur choisi

Le compresseur L37 choisit est un compresseur à vis lubrifié de type L37 (constructeur COMPAIR). Les conditions, liées à des impératifs sévères en matière de qualité, permettent la fabrication de compresseur à vis d'une durée de vie élevée, de haute fiabilité et de fonctionnement économique. Il est bien entendu que les impératifs en matière de protection de l'environnement sont également respectés [4].

I.4.2 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 [5].

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 [6].

I.5. Différents équipements associer au compresseur COMPAIR L37

I.5.1 Purgeur de condensats BEKOMAT

Définition

Le Formation du condensat est inévitable. Celui-ci apparaît lors de la production d'air et se propage dans tout le réseau. Ce condensat peut être agressif, contenir des impuretés, des substances toxiques ou être huileux (cas des installations avec compresseurs lubrifiés). Il se forme lorsqu'il existe des différentielles de température, lors de zones climatiques différentes, selon l'altitude de l'emplacement, distance de la mer et selon le débit d'air comprimé. Le purgeur BEKOMAT est la solution aux dommages inutiles causés par ces paramètres. Le purgeur BEKOMAT fonctionne sur le principe d'une sonde capacitive. Grâce à sa fiabilité et avant tout à son fonctionnement sans pertes de charge et aussi sa faible consommation d'énergie, le purgeur BEKOMAT est devenu la référence industrielle pour de nombreux process industriels [7].

Avantages

- Insensible aux impuretés
- Report d'alarme
- Peu d'entretien
- Evite la formation d'émulsion
- Travaille en fonction du volume de condensat
- Evite les pertes de charge
- Gamme de Ø importants répondant à tous les applications et process.

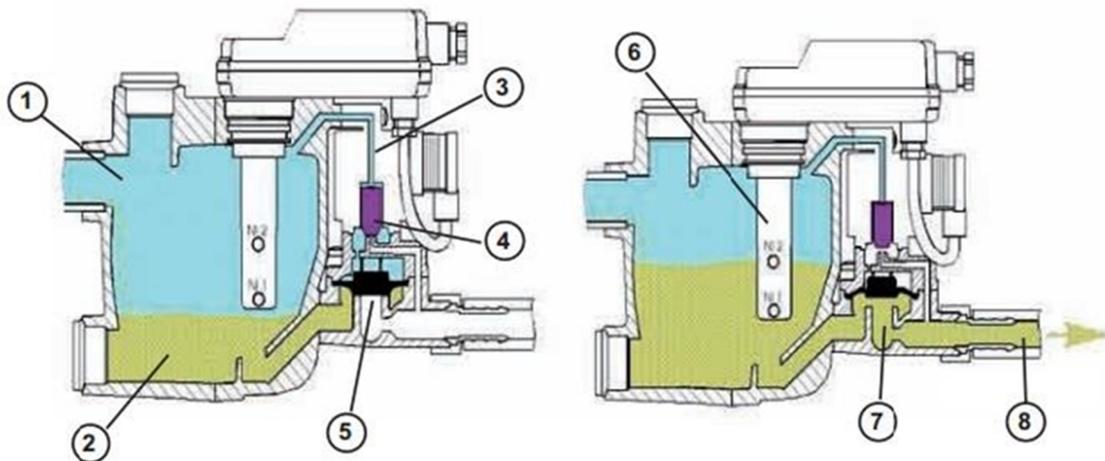


Figure I.5: Purgeur BEKOMAT

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

3) Fonctionnement

Etat vide

Le condensat collecté dans le réservoir (2) arrive goutte à goutte par l'orifice d'entrée (1). Le clapet à membrane (5) est alors fermé. La pression de part et d'autre du clapet est équilibré par l'intermédiaire de la conduite pilote (3) et de l'électrovanne (4). La surface de la membrane étant supérieure, la pression de fermeture de la membrane est plus élevée et le siège du clapet est fermé et étanche [7].

Etat rempli

Dès que le réservoir (2) est rempli de condensat et que le niveau supérieur de capteur capacitif (6) est atteint, celui-ci commande le fonctionnement de l'électrovanne et la zone située au-dessus de la membrane est mis à l'atmosphère. Le clapet se soulève de son siège (7), la pression régnant alors dans le corps du purgeur refoule le condensat dans l'orifice d'écoulement (8).

L'électronique de commande du purgeur BEKOMAT détermine à cet instant la vitesse d'écoulement jusqu'au point bas et calcule la durée d'ouverture exacte de la soupape. Celle-ci est fermée sans aucune fuite, avant que l'air comprimé ne puisse s'échapper. Si l'écoulement du condensat est perturbé (conduite bouchée, membrane défectueuse), le mode alarme est activé au bout de 60 secondes. La diode LED rouge clignote, un signal d'alarme est délivré par un contact sans potentiel, pour un éventuel système de surveillance. Dans cet état, l'électrovanne s'ouvre durant 7.5 secondes, ainsi un purgeur BEKOMAT qui s'est rempli pendant la période hors pression, sort automatiquement de l'état d'alarme dès que la pression de service revient [7].

I.5.2 Réservoir (ballon de stockage)

Dans le cycle du traitement de l'air comprimé, les réservoirs ont deux fonctions essentielles :

a. Fonction de stockage

Equilibrer les variations de consommation d'air comprimé, réduit selon son dimensionnement les cycles Marche/Arrêt du compresseur et éventuellement l'écart de pression de régulation (1 bar de plus augmente les coûts énergétiques de 6 à 10 %).

b. Fonction refroidissement

L'air comprimé se refroidit au contact des parois du réservoir. Ce phénomène participe au cycle d'épuration car une partie des condensats (40 à 60 %) précipite et s'accumule au fond du réservoir pour être ensuite évacuée par la purge.

I.5.3 Filtres

Les filtres sont utilisés à la fois avant et après la compression. En filtrant l'air entrant, les particules les plus grosses sont retenues, ce qui permet de protéger l'entrée du compresseur contre l'usure. Lors de la compression, l'air peut être contaminé avec l'huile (provenant des machines lubrifiées) retenue par les filtres. L'efficacité du filtre dépend du type de compresseur, de son ancienneté, de son modèle et de son état. Les filtres sont souvent montés avec d'autre.

Les filtre à fibre ne peuvent retenir que les gouttelettes d'huile alors que les filtres à charbon actif peuvent retenir la vapeur d'huile [8].

I.5.3.1 Une filtration en sortie de réservoir

Ces filtres coalescents de haute efficacité éliminent les particules solides et toute trace d'aérosol, ils sont nécessaires mais pas suffisants.

I.5.3.2 Une filtration au poste utilisateur

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 (Filtration, Régulation, Lubrification) qui adapte l'énergie pneumatique au système. Cette unité est constituée d'un Filtre, d'un Mano- Régulateur et d'un Lubrificateur [8].

I.5.4 Séparateur d'eau /huile:

Les séparateurs d'eau/huile : ont été conçus pour éliminer efficacement toute contamination liquide dans l'air comprimé. L'air contient toujours de la vapeur d'eau.

Lorsqu'il est comprimé, il s'échauffe, il se refroidit ensuite dans le réseau de distribution, ce qui entraîne la condensation sous forme de brouillard d'une partie de la vapeur d'eau. Cette eau se mélange à l'huile émise par le compresseur et aux poussières de rouille des tuyauteries du réseau. Pour les compresseurs lubrifiés, l'air produit est saturé de vapeurs d'huile et requiert un traitement énergétique pour éliminer ces vapeurs. Ce traitement se fait dans les séparateurs d'huile [9].

I.5.5 Vannes

Définition

Comme n'importe quel actionneur elle agit sur la grandeur réglée qui sera toujours pour une vanne de deux voies, la grandeur réglée sera une pression, un débit, un niveau, une température et un rapport de concentration.

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

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

Structure

Quelques soit le fabricant, le type de vanne ou sa génération, une vanne est toujours décomposable technologiquement en deux parties :

- La vanne (Corps de vanne, siège, clapet) .
- L'actionneur (Arcade, servomoteur).

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 anti cavitation
- Les dispositifs limitant le bruit
- Le niveau d'étanchéité souhaité entre siège et clapet
- Circulation du fluide en un seul sens ou deux sens
- La force ou le moment à développer pour mouvoir le clapet
- Le poids, l'encombrement
- Raccordement aux conduites

- La maintenance (facilité de montage/démontage)

I.5.6 Sécheurs d'air

Deux technologies différentes de sécheurs existent et offrent à l'utilisateur des performances complémentaires. Il s'agit des sécheurs par adsorption et des sécheurs par réfrigération.

Sécheurs par réfrigération

Le sécheur par réfrigération refroidit l'air comprimé. Lors de ce processus, la condensation d'eau est très importante et une grande quantité de cette eau peut être séparée.

L'air comprimé est ensuite chauffé pour que la condensation ne se forme pas à l'extérieur du système de conduites [9].

L'air comprimé est refroidi grâce à un système de refroidissement fermé dans lequel on utilise un agent refroidissant. Pour se faire, CompAir utilise de gaz écologique. En refroidissant l'air comprimé entrant avec l'air comprimé sortant dans l'échangeur thermique l'énergie du sécheur par réfrigération est réduite [9].

I.5.7 Contrôleur intelligent DELCOS 3100

Le système de contrôle DELCOS 3100 garantit un fonctionnement fiable et protège votre investissement en surveillant continuellement les paramètres opérationnels, avantage essentiel pour réduire vos frais de fonctionnement.

DELCOS 3100 permet également de programmer les entrées et sorties pour piloter un équipement additionnel, il offre en plus les fonctionnalités suivantes :

- Affichage de la pression de refoulement /pression réseau
- Affichage de la température de l'air /huile
- Nombre totale d'heures de marche et d'heures en charge
- Indicateur de maintenance échue
- Surveillance défauts
- Redémarrage automatique après coupure de courant-indicateur d'état



Figure I.6 : Contrôleur intelligent (pupitre)

I.6 Conclusion :

La description des éléments de la centrale nous a permis de bien comprendre les différentes étapes de production et de traitement de l'air comprimé ainsi que le rôle de chaque constituant dans le cycle de production, ce qui nous facilitera la tâche pour l'élaboration d'une analyse fonctionnelle complète du cycle de fonctionnement de la centrale.

CHAPITRE II

Automatisation des compresseurs

CompAir L37

II.1 Introduction

Après l'étude de nos compresseurs et des éléments de notre système nous allons dans ce chapitre présenter les systèmes automatisés en suite, on décrit les automates programmables industriels d'une manière générale et particulièrement l'automate S7-300 de SIEMENS. Après on termine par la présentation des programmes dédiés à chaque élément de cette centrale.

II.2 Système automatisé :

II.2.1 Définition de la tâche d'automatisation

L'automatisation est un dispositif qui remplace le fonctionnement manuel des machines ou des installations industrielles. Le rôle de l'opérateur dans une installation automatisée est de préciser les instructions et d'intervenir en cas de besoin.

II.2.2 La structure d'un système d'automatisation

Le système d'automatisation se compose toujours d'une partie commande et d'une partie opération. Afin de faire fonctionner le système, l'opérateur (la personne qui exploitera le système) donnera des instructions au contrôleur.

La figure ci-dessous (II.1) représente la structure d'un système automatisé.

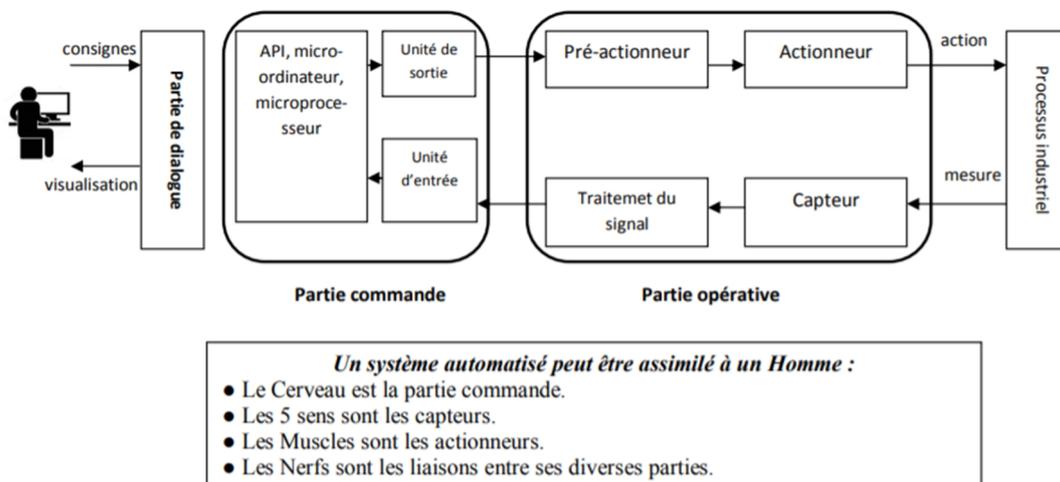


Figure II.1 : Structure d'un système automatisé

II.2.2.1 Partie opérative

C'est la partie visible du système, et elle contient les éléments du processus :

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

II.2.2.2 Partie commande

Cette branche de l'automatisme gère l'exécution ordonnée des tâches.

Elle reçoit des informations des capteurs de la composante opérationnelle et les renvoie à cette même composante sous forme de pré-actionneurs et d'actionneurs.

II.2.2.3 Partie dialogue

Elle est constituée de pupitres de commande et de signalisation, elle permet à l'opérateur de commander le système (marche/arrêt, arrêt d'urgence, arrêt automatique...).

II.3 Définition d'un API

L'automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique programmable adapté aux environnements industriels. Il exécute des fonctions d'automatisation pour s'assurer que les pré-actionneurs ou actionneurs sont contrôlés à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. Il exécute des fonctions d'automatisations de programme, telles que : Logique combinée, séquence, chronométrage, comptage, décomptage, etc.

II.4 Principes de base de la programmation**II.4.1 Systèmes d'exploitation et programme utilisateur****II.4.1.1 Système d'exploitation**

Chaque CPU contient un système d'exploitation qui organise toutes les fonctions et processus de la CPU n'étant pas liés à une tâche d'automatisation spécifique.

Le système d'exploitation est un composant de la CPU et est déjà installé dans la CPU à la livraison.

II.4.1.2 Programme utilisateur

Le programme utilisateur contient toutes les fonctions requises pour le traitement de tâches d'automatisation spécifiques.

II.4.2 Programmation linéaire et structurée**II.4.2.1 Programmation linéaire**

Vous pouvez résoudre de petites tâches d'automatisation en écrivant le programme utilisateur complet linéairement dans un OB cyclique. Cette démarche est recommandée uniquement pour des programmes simples.

La figure suivante représente un programme linéaire schématique. L'OB cyclique "Main1" contient le programme utilisateur complet.

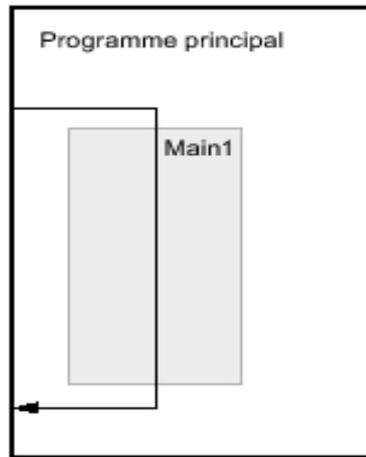


Figure II.2 : programme linéaire schématique

II.4.2.2 Programmation structurée

La réalisation et la maintenance de tâches d'automatisation complexes sont plus simples si ces tâches sont divisées en plusieurs tâches partielles plus petites qui correspondent aux fonctions technologiques du processus d'automatisation ou qui peuvent être utilisées plusieurs fois. Dans le programme utilisateur, ces tâches partielles sont représentées par des blocs. Chaque bloc constitue une section indépendante du programme utilisateur.

La structuration du programme offre les avantages suivants :

- La programmation de programmes volumineux est plus claire.
- Certaines parties du programme peuvent être normalisées et être utilisées plusieurs fois avec des paramètres changeants.
- L'organisation du programme est simplifiée.
- Il est plus facile de modifier le programme.
- Le test du programme est simplifié, car il peut s'effectuer section par section.
- La mise en service est simplifiée.

La figure suivante représente un programme structuré schématique. L'OB cyclique "Main1" appelle successivement des sous-programmes qui exécutent des tâches partielles définies.

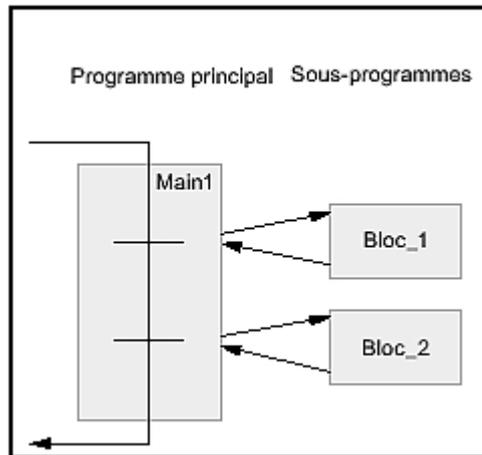


Figure II.3 : programme structuré schématique

II.4.3 Présentation des types de blocs

II.4.3.1 Types de blocs

Il existe différents types de blocs pour exécuter les tâches dans un système d'automatisation. Le tableau suivant présente les types de blocs disponibles :

Type de bloc	Descriptif technique
Blocs d'organisation (OB)	Les blocs d'organisation définissent la structure du programme utilisateur.
Fonctions (FC)	Les fonctions contiennent des routines pour les tâches cycliques. Elles n'ont pas de "mémoire".
Blocs fonctionnels (FB)	Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.
Blocs de données d'instance	Les blocs de données d'instance sont affectés au bloc fonctionnel lors de son appel et servent à sauvegarder les données du programme.
Blocs de données globaux	Les blocs de données globaux sont des zones servant à sauvegarder des données qui peuvent être utilisées par des blocs quelconques.

Tableau II.1 : Types de blocs disponibles

II.4.3.2 Blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et commandent par exemple les opérations suivantes :

- Comportement de démarrage du système d'automatisation
- Traitement cyclique du programme
- Traitement du programme déclenché par alarme
- Traitement des erreurs

II.4.3.3 Fonctions (FC)

Les fonctions (Conformément à la norme CEI 1131-3, une fonction (FC) est un bloc de code sans mémoire. Une fonction permet de transmettre des paramètres dans le programme utilisateur. Les fonctions sont donc particulièrement adaptées à la programmation de constructions complexes récurrentes, p. ex. les calculs.) (FC) sont des blocs de code sans mémoire. Elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc. C'est pourquoi des paramètres effectifs doivent être fournis à tous les paramètres formels lors de l'appel d'une fonction.

II.4.3.4 Blocs fonctionnels (FB)

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs. C'est pourquoi ils sont également appelés "Blocs avec mémoire".

Les blocs fonctionnels peuvent aussi travailler avec des variables temporaires. Cependant, les variables temporaires ne sont pas enregistrées dans la DB d'instance mais disponibles uniquement tout le temps d'un cycle.

II.4.3.5 Blocs de données (DB)

Un bloc de données sert à enregistrer des données utilisateur. Il existe deux types blocs de données :

1. Blocs de données globaux : Les blocs de données servent à mémoriser les données de programme. Les blocs de données contiennent donc des données variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur. Les blocs de données globaux enregistrent des données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs.

La taille maximale des blocs de données varie selon la CPU. Vous pouvez définir la structure des blocs de données globaux à votre gré.

1.1 Blocs de données globaux dans le programme utilisateur

Cette figure ci-dessous montre les données globales dans le programme utilisateur

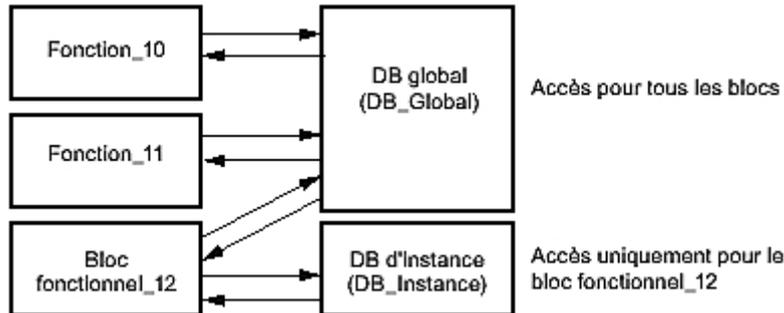


Figure II.4 : Blocs de données globales dans le programme utilisateur

2. Blocs de données d'instance

L'appel d'un bloc fonctionnel est une instance. Les données avec lesquelles opère l'instance sont mémorisées dans un bloc de données d'instance.

La taille maximale des blocs de données d'instance varie selon la CPU. Les variables déclarées dans le bloc fonctionnel déterminent la structure du bloc de données d'instance.

II.4.4 Langage de programmation :

Chaque automate possède son propre langage. Mais par contre, les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 1131-3. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont illustrés dans la figure ci-dessous :

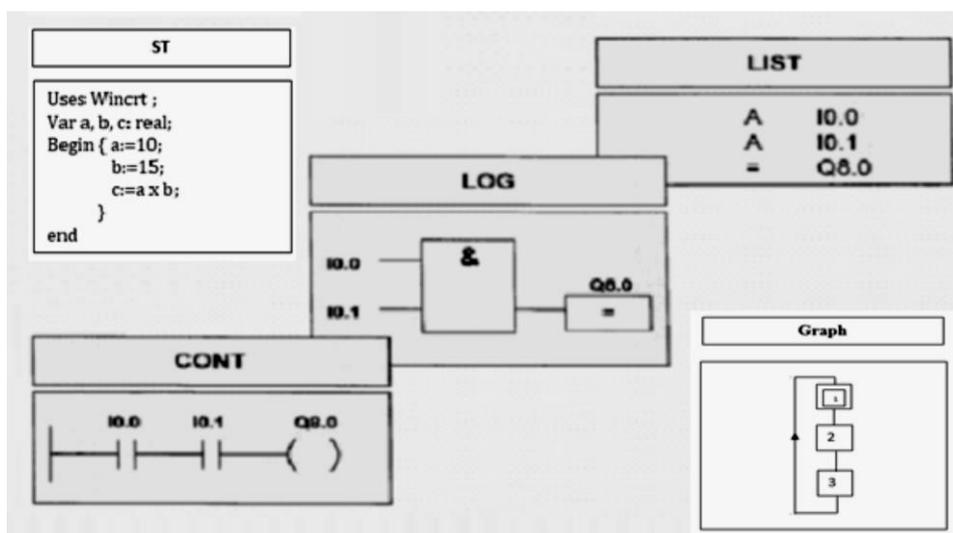


Figure II.5 : les différents langages de programmation

II.4.4.1 Langage SFC (Séquentiel Fonction Chart), ou GRAFCET

C'est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étapes (états stables), reliées entre elles par des liaisons orientées où se trouvent des conditions booléennes attachées à chaque transition. Les actions dans les étapes sont décrites avec les langages ST, IL, LD ou FBD.

Les principales règles graphiques sont :

- Un programme SFC doit contenir au moins une étape initiale.
- Une étape ne peut pas être suivie directement par une autre étape.
- Une transition ne peut pas être suivie d'une autre transition.[10]

II.4.4.2 Langage LD (Ladder Diagram)

C'est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts en entrées et des relais en sorties. Il permet la manipulation de données booléennes, à l'aide de symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentation. [11]

Le tableau (II.2) et la figure (II.6) représentent respectivement les composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD et un exemple utilisant les fonctions logiques de base

	Contact normalement ouvert		Contact normalement fermé
	Contact agissant sur front montant		Contact agissant sur front descendant
	Contact comparatif infériorité		Contact comparatif supériorité
	Contact inférieur ou égal		Contact supérieur ou égal
	Contact égalité		Contact différent de
	Ouverte (0 si inactive)		Fermée (1 si inactive)
	Enclenchement		Déclenchement

Tableau II.2: Composants graphiques élémentaires d'un diagramme LD.

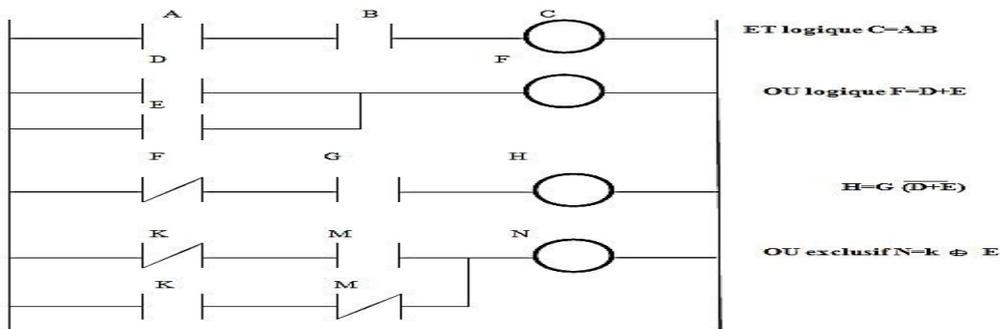


Figure II.6 : Exemple utilisant les fonctions logiques de base

II.4.4.3 Langage IL (instruction List)

C'est un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petite taille. Les instructions opèrent toujours sur un résultat courant (ou registre IL). L'opérateur indique le type d'opération à effectuer entre le résultat courant et l'opérande. Le résultat de l'opération est stocké à son tour dans le résultat courant. Un programme IL est une liste d'instructions qui doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes, séparés par des virgules (',').

- Contact normalement ouvert Contact normalement fermé
- Contact agissant sur front montant Contact agissant sur front descendant
- Contact comparatif infériorité Contact comparatif supériorité
- Contact inférieur ou égal Contact supérieur ou égal
- Contact égalité Contact différent d'Ouverte (0 si inactive) Fermée (1 si inactive)

Enclenchement Déclenchement

Une étiquette suivie de deux points peut précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier élément de la ligne. Des lignes vides peuvent être insérées entre des instructions. Un commentaire peut être posé sur une ligne sans instruction.

[12]

II.4.4.4 Langage FBD (Function Block Diagram)

Ce langage est principalement utilisé pour décrire des programmes complexes et est difficile à modéliser avec un langage graphique.

Il s'agit de la langue par défaut pour les opérations de programmation dans les étapes et les conditions liées à la conversion de langue SFC.

Le programme ST est une série d'instructions se terminant par un point-virgule Les noms utilisés dans le code source (identifiants de variables, constantes, mots-clés du langage...) sont séparés par des séparateurs passifs ou actifs ayant le rôle d'opérateur.

Vous pouvez insérer librement des commentaires dans la programmation.

II.4.4.5 Langage ST (Structured Text)

Un langage textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour décrire les procédures complexes, difficilement modélisables avec les langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transitions du langage SFC.

Un programme ST est une suite d'énoncés qui se termine par un point-virgule

Les noms utilisés dans le code source (identificateurs de variables, constantes, mots clés du langage...) sont délimités par des séparateurs passifs ou des séparateurs actifs, qui ont un rôle d'opérateur. Des commentaires peuvent être librement insérés dans la programmation.

II.5 Grafcet des compresseurs

Le GRAFCET représente l'évolution d'un cycle comprenant des étapes et des transitions. La représentation technologique donne une intermédiation, en tenant compte des choix technologiques relatif à la partie de commande de l'automatisme ainsi que le type et la désignation des appareillages. [13]

La conception de l'automatisme de commande passe par les étapes suivantes

- Elaboration de GRAFCET du système
- Après programmation l'API avec le langage LADDER

II.6 Cahier de charge

- Les conditions de démarrage des deux compresseurs sont l'absence de défaut et l'ouverture de la vanne principale (voir figures II.16 ; II.20 ; II.22).
- L'opérateur doit choisir le mode de fonctionnement (auto/manu) pour les deux compresseurs.
- Une fois le mode de fonctionnement est choisi, on a le compresseur C1 qui est considéré comme le compresseur principal et C2 compresseur de secours.

En mode auto les deux compresseurs fonctionnent selon la mesure de pression, comme suit :

- Si la pression < 7.2 bar le compresseur C1 est mis en marche jusqu'à atteindre la pression 7.8 comme la montre la figure (II.14) et C2 reste en stand-by, lorsque la pression < 7.0 cela veut dire que le C1 est en défaillance et C2 se met en marche jusqu'à ce que la pression atteint 7.8 aussi (voir la figure II.18).

En mode manuel

- Le compresseur 1 possède deux boutons ,1 pour la mise en marche du compresseur et l'autre pour sa mise en arrêt, pareille pour le deuxième compresseur (voir la figure III.2).

Le système s'arrête pour les cas suivants :

- Si le bouton d'urgence est actionné (cf, figure III.14),
- Présence du défaut (cf, figure III.13)
- si la vanne principale est fermée (figure III.15).

NB : Dans notre cas l'action du reset (arrêt) est priorisée par rapport à l'action du set (marche)

A partir du cahier de charge, on a élaboré un GRAFCET des différentes phases de cycle, les entrée et les sorties utiliser dans le GRAFCET et donné par le tableau suivant :

NOM	Entrée	Sortie	Signification
DCY	X		Début de cycle (conditions initiales)
AC1	X		Auto compresseur1
AC2	X		Auto compresseur2
PB	X		Pression basse
PH	X		Pression haute
DF1	X		Défaut compresseur1
DF2	X		Défaut compresseur2
MC1	X		Manuelle compresseur1
MC2	X		Manuelle compresseur2
BM1	X		Bouton marche compresseur1
BM2	X		Bouton marche compresseur2
BA1	X		Bouton arrêt compresseur1
BA2	X		Bouton arrêt compresseur2
C1		X	Compresseur1
C2		X	Compresseur2

Tableau II.3 : Les entrée et les sorties de GRAFCET global

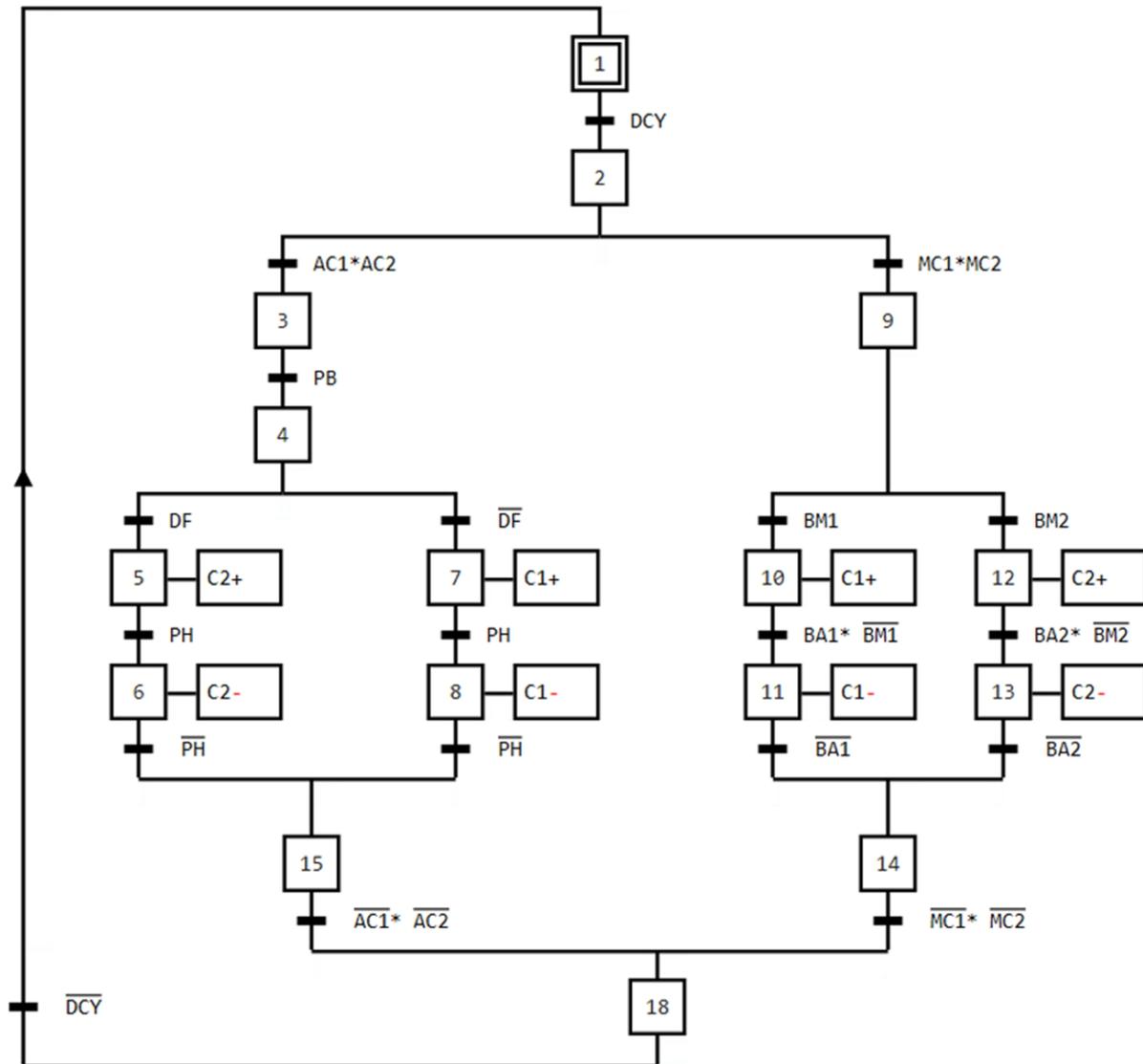


Figure II.7: GRAFCET des compresseurs 1et 2.

II.7 Présentation de l'automate S7-300

Step7 permet d'accéder à Siemens Automation. Il vous permet de programmer vous-même l'automatisation (en utilisant plusieurs langues). Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- La possibilité de fusionner de nouvelles tâches.
- Rapide et facile à utiliser.
- Excellentes performances apportées par de nombreuses fonctions intégrées

II.8 Définition du logiciel STEP7

Step7 est le progiciel d'ingénierie SIEMENS qui permet la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC.

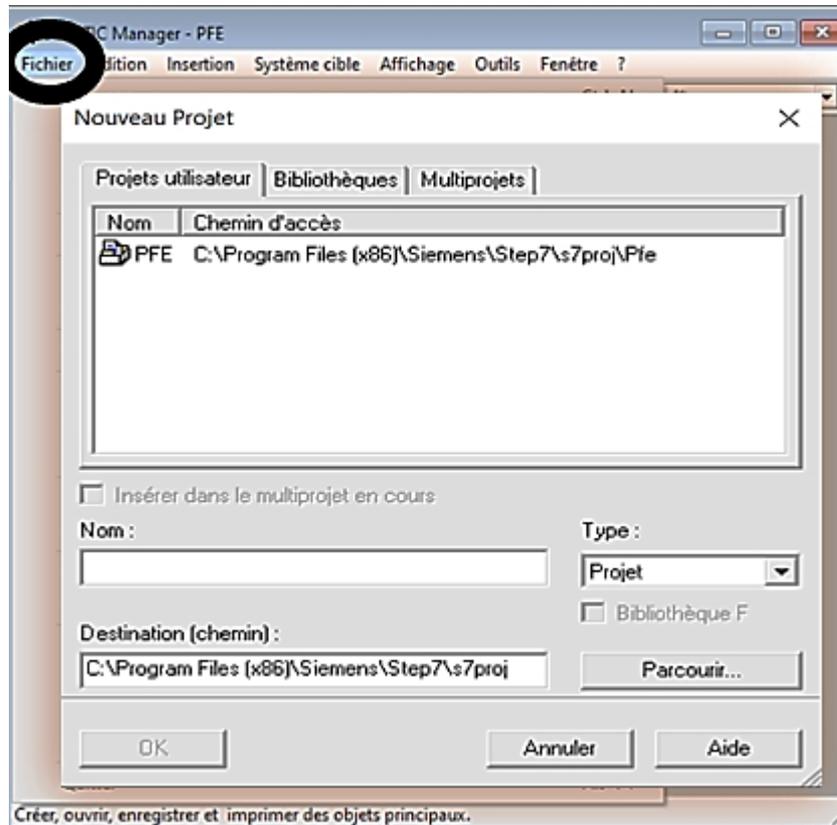


Figure II.8: Fenêtre du nouveau projet.

II.9 Configuration et programmation de l'automate S7-300

II.9.1. Création du projet avec le logiciel STEP7

Pour créer un projet, on dispose de deux méthodes avec assistant ou sans qu'on doit configurer nous-même qui est notre cas. Cette méthode nous permet de mieux gérer notre projet.

Cliquer sur *Fichier*>*Nouveau* (ou encore CTRL+N), on a la fenêtre « nouveau projet » qui s'ouvre, après avoir validé on insère une station SIMATIC qu'on doit configurer.

La figure ci-dessous (II.8) présente la fenêtre du nouveau projet.

II.9.2. Création d'un nouveau projet sans l'assistant de création de projets

Cette méthode est un peu plus compliquée, mais elle permet une meilleure gestion des projets.

En cliquant sur Fichier>Nouveau (ou CTRL+N) dans la fenêtre SIMATIC Manager, une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre. Il faut donc donner un nom au projet avant de le valider en cliquant sur OK.

La fenêtre du projet s'ouvre. Le projet est vide ; insérez une station SIMATIC en cliquant sur le projet avec le bouton droit de la souris et en sélectionnant Insérer un nouvel objet>SIMATIC 300.

La station SIMATIC n'est pas encore configurée ; elle doit passer à l'étape de configuration matérielle.

II.9.3. Configuration matérielle

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (alimentation, CPU, modules etc..), Comme le montre la figure ci-dessous (II.9).

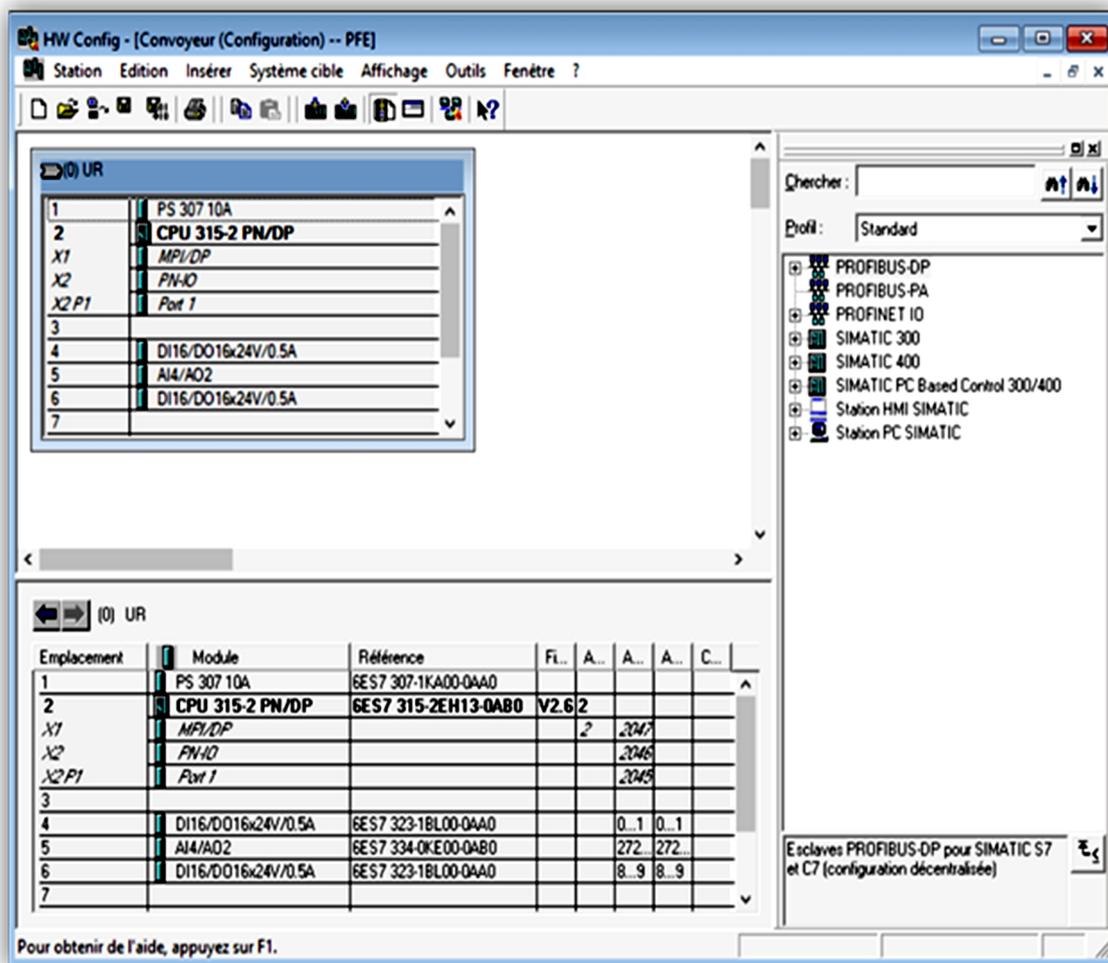


Figure II.9 : la configuration matérielle

Pour effectuer cette configuration, dans la bibliothèque de SIMATIC-300 on sélectionne les éléments suivants qui sont respectivement :

- Une RACK-300
- Une alimentation de modèle PS 307 10A
- Une CPU de modèle **CPU 315-2 PN/DP**
- Des modules d'entre sorties

A la fin de la configuration, il suffit de cliquer sur *Station>Enregistrer et compiler* pour valider les changements apportés au châssis. [14]

II.9.4. Création de la table mnémotique

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

Après avoir choisi la configuration matérielle nécessaire on revient sur notre espace de travail où on doit éditer les mnémotiques

Pour accéder à cette dernière, on clique sur le dossier *programme* dans la fenêtre du projet, puis sur l'icône mnémotiques, automatiquement une table vide est générée.

Après les avoir définis, il suffit d'enregistrer pour que les changements soient pris en compte dans le reste du projet.

La figure ci-dessous (II.10) représente la table des mnémotiques.

Editeur de mnémoniques - Programme S7(1) (Mnémoniques)

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

Tous les mnémoniques

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- PFE\Convoyeur\CPU 315-2 PN/DP

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		Arret C1	M 0.4	BOOL	Boutton Arret du compresseur 1
2		Arret C2	M 1.4	BOOL	Boutton Arret du compresseur 2
3		AUC1	M 0.6	BOOL	Arret d'urgence du compresseur 1
4		AUC2	M 1.6	BOOL	Arret d'urgence du compresseur 2
5		Auto C1	M 0.1	BOOL	Mode de fonctionnement auto du compresseur 1
6		Auto C2	M 1.1	BOOL	Mode de fonctionnement auto du compresseur 2
7		D/A du C1	A 0.2	BOOL	Démarrage ou Arret du compresseur 1
8		D/A du C2	A 1.2	BOOL	Démarrage ou Arret du compresseur 2
9		DC1	A 0.5	BOOL	Défaut du compresseur 1
10		DC2	A 9.0	BOOL	Défaut du compresseur 2
11		DEFAUT ELECTRIQUE	M 9.0	BOOL	
12		Défaut électrique	M 8.2	BOOL	
13		DEFAUT MATERIEL	M 9.1	BOOL	
14		Défaut matériel	M 8.0	BOOL	
15		FER	M 1.5	BOOL	fermer la vanne
16		Manu C1	M 0.2	BOOL	Mode de fonctionnement manu du compresseur 1
17		Manu C2	M 1.2	BOOL	Mode de fonctionnement manu du compresseur 2
18		Marche C1	M 0.3	BOOL	boutton Marche du compresseur 1
19		Marche C2	M 1.3	BOOL	boutton Marche du compresseur 2
20		Mesure de pression	MD 20	REAL	
21		OV	M 0.7	BOOL	ouvrir la vanne
22		PB du C1	A 0.0	BOOL	Pression basse du compresseur 1
23		PB du C2	A 1.0	BOOL	Pression basse du compresseur 2
24		PH du C1	A 0.1	BOOL	Pression haute du compresseur 1
25		PH du C2	A 1.1	BOOL	Pression haute du compresseur 2
26		Read Analog Value 4...	FC 105	FC 105	Read Analog Value 464-2
27		température	M 8.1	BOOL	
28		Vanne fermée	A 0.6	BOOL	
29		Vanne ouverte	A 0.4	BOOL	
30					

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1. NUM

Figure II.10: la table des mnémoniques.

II.7.5. Elaboration du programme utilisateur

Avant de commencer la programmation, on a opté pour le type structuré complexe qui consiste en la subdivision du programme en petites parties correspondant aux fonctions (FC) du processus d'automatisation pour une meilleure organisation et gestion de notre travail, comme le montre la figure ci-dessous représente la fenêtre des blocs.

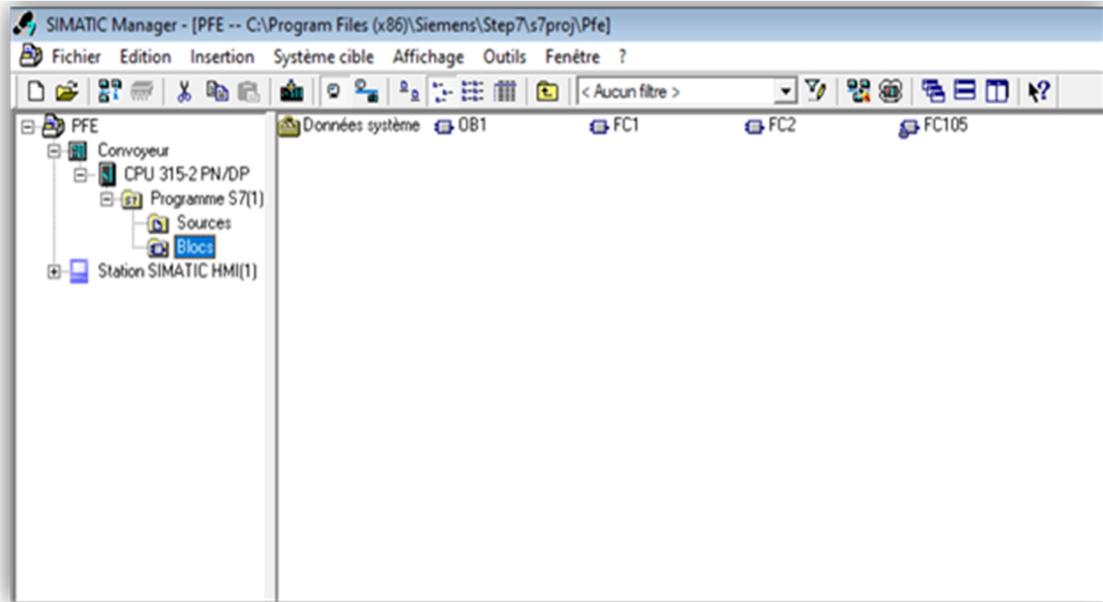


Figure II.11 : Fenêtre des blocs.

Ces blocs ont été utilisés dans la programmation de notre application.

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

Tout bloc doit être appelé avant de pouvoir être exécuté, on désigne par hiérarchie d'appel, l'ordre d'imbrication dans un bloc d'organisation. Ce dernier fait appel aux différentes fonctions utilisées dans notre projet, en utilisant l'instruction « CALL » dans gestion de programme.

La figure ci-dessous (II.12) représente la fenêtre du bloc d'organisation.

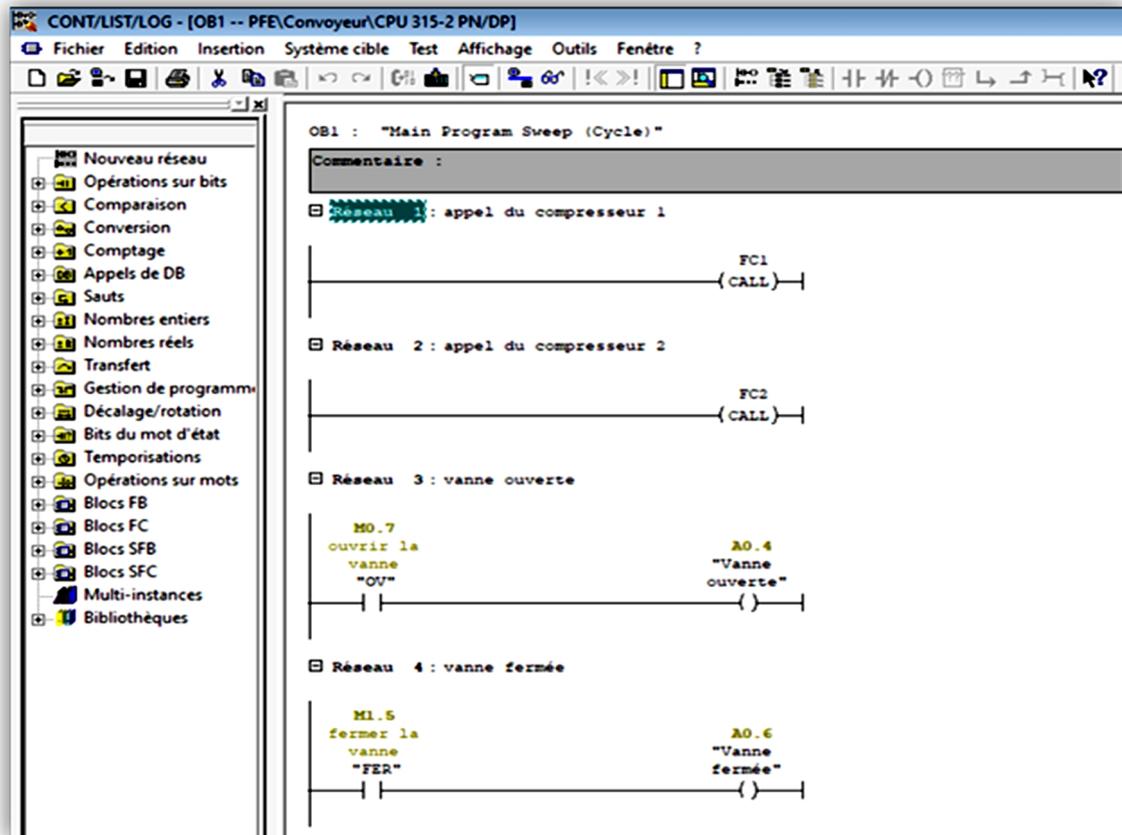


Figure II.12: Fenêtre bloc d'organisation.

b) Fonction (FC) :

Dans notre programme, nous avons deux fonctions : FC1 et FC2.

Pour créer une nouvelle fonction, nous allons suivre les étapes suivantes.

"Insertion" > "Bloc" > "Fonction".

Une fois les fonctions FC1 et FC2 créées, la programmation peut commencer.

b.1) Programmation des fonctions :

Nous avons choisi le langage de contact (CONT) pour la programmation des fonctions, et nous allons commencer par la fonction FC105.

FC105 :

Cette fonction est programmée pour le traitement de la valeur analogique de la pression de chaque compresseur.

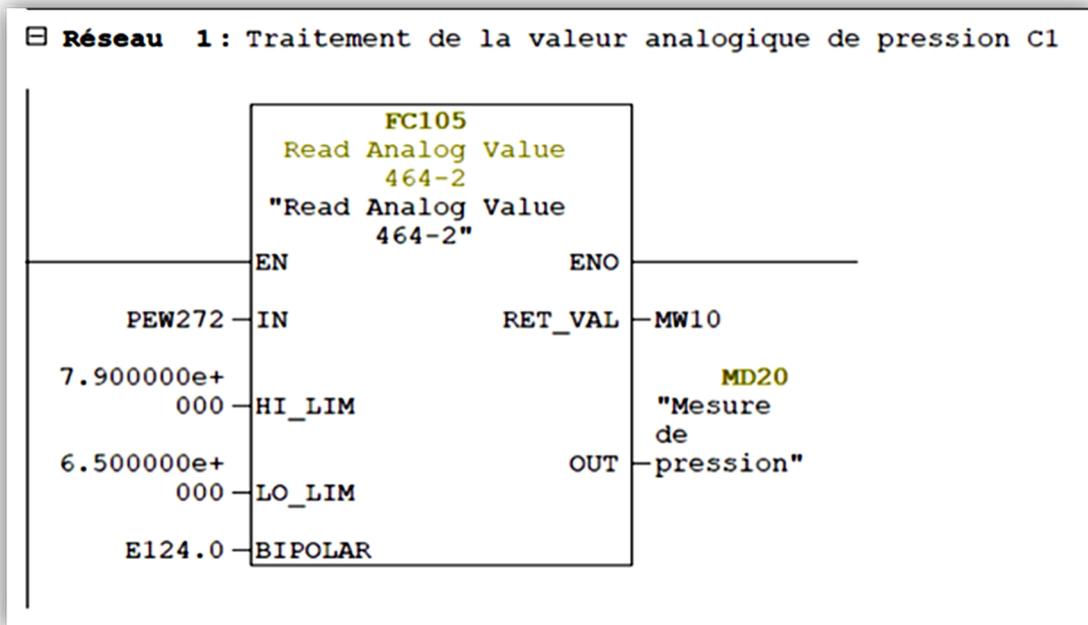


Figure II.13 : Programmation du traitement de la valeur analogique de pression.

FC1 et FC2 :

Les fonctions FC1 et FC2 sont programmées pour la commande du premier et du deuxième compresseur respectivement en comparant les valeurs analogiques de pression pour le démarrage et l'arrêt de chacun des compresseurs.

➤ **FC1 : commande du premier compresseur**

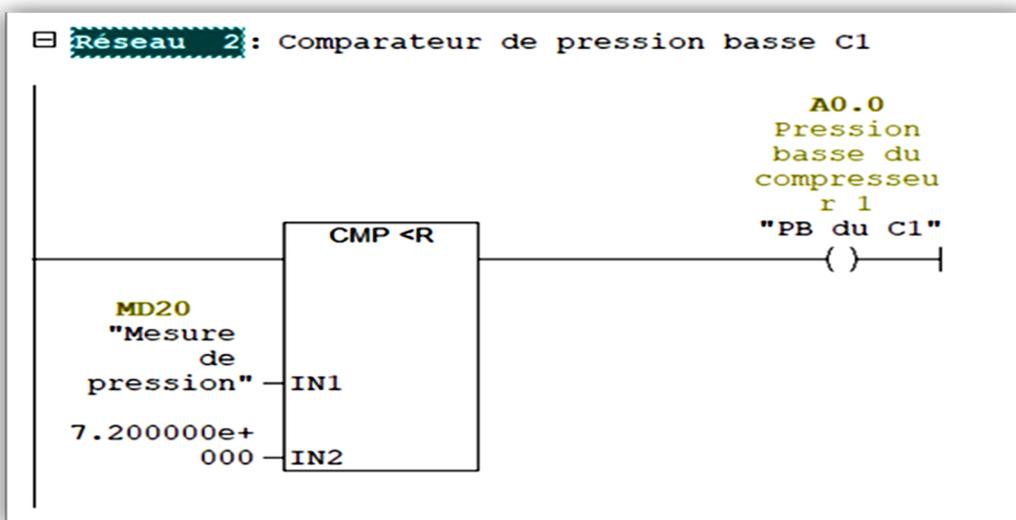


Figure II.14 : Programmation du comparateur de pression basse du C1

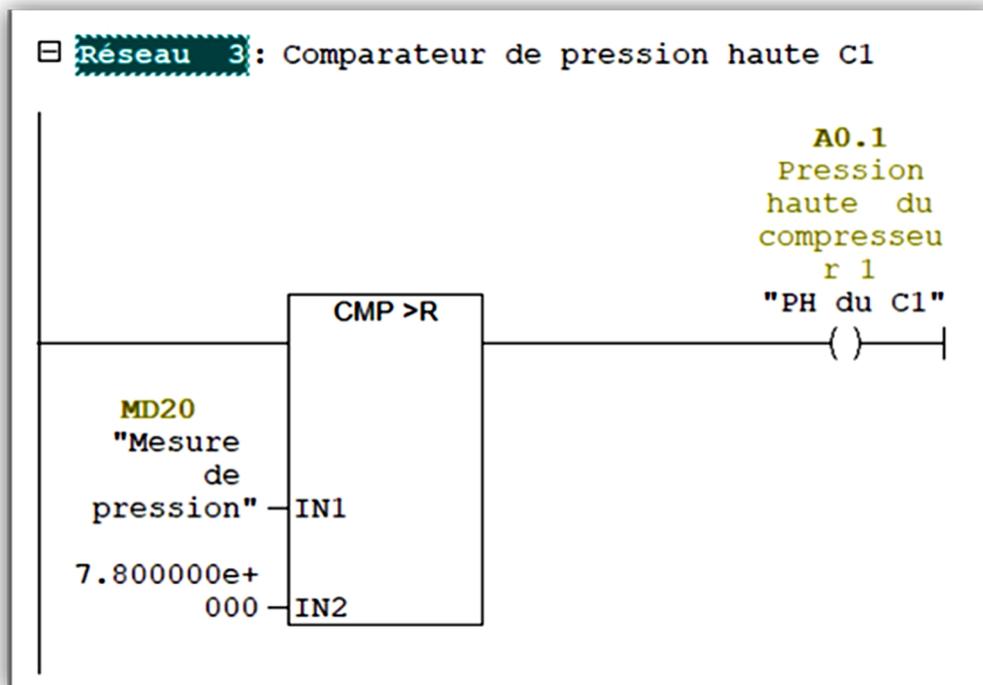


Figure II.15 : programmation du compresseur de pression haute du C1.

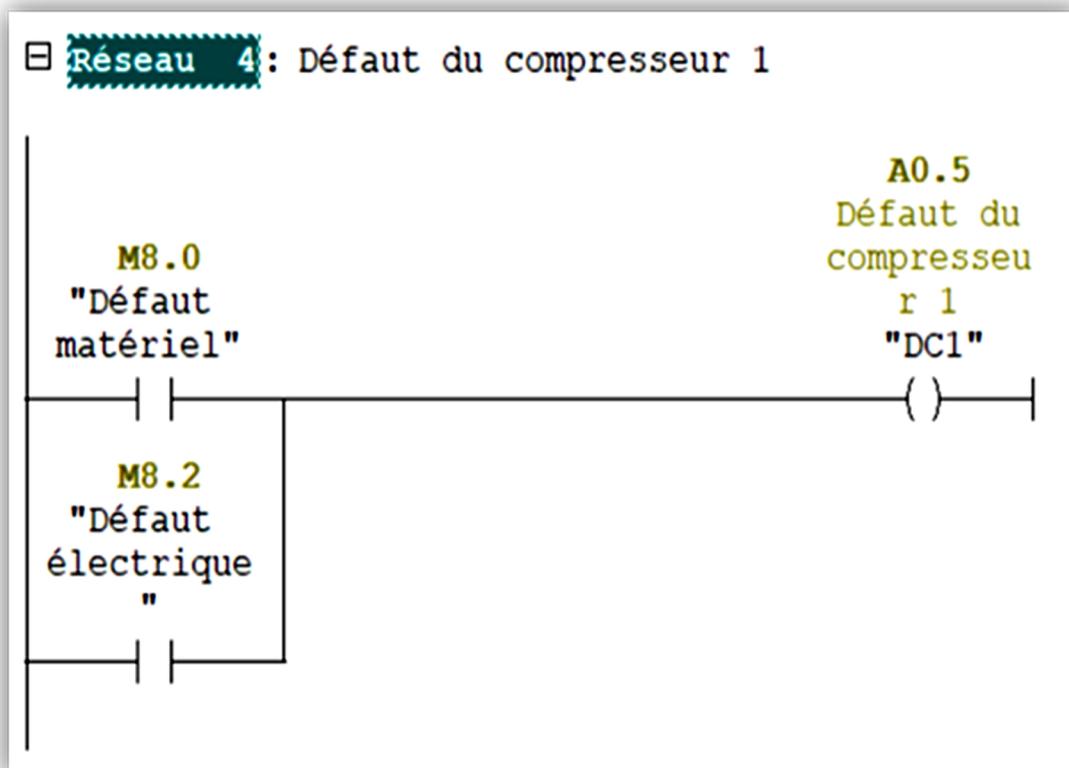


Figure II.16 : Programmation du défaut matériel ou électrique du C1.

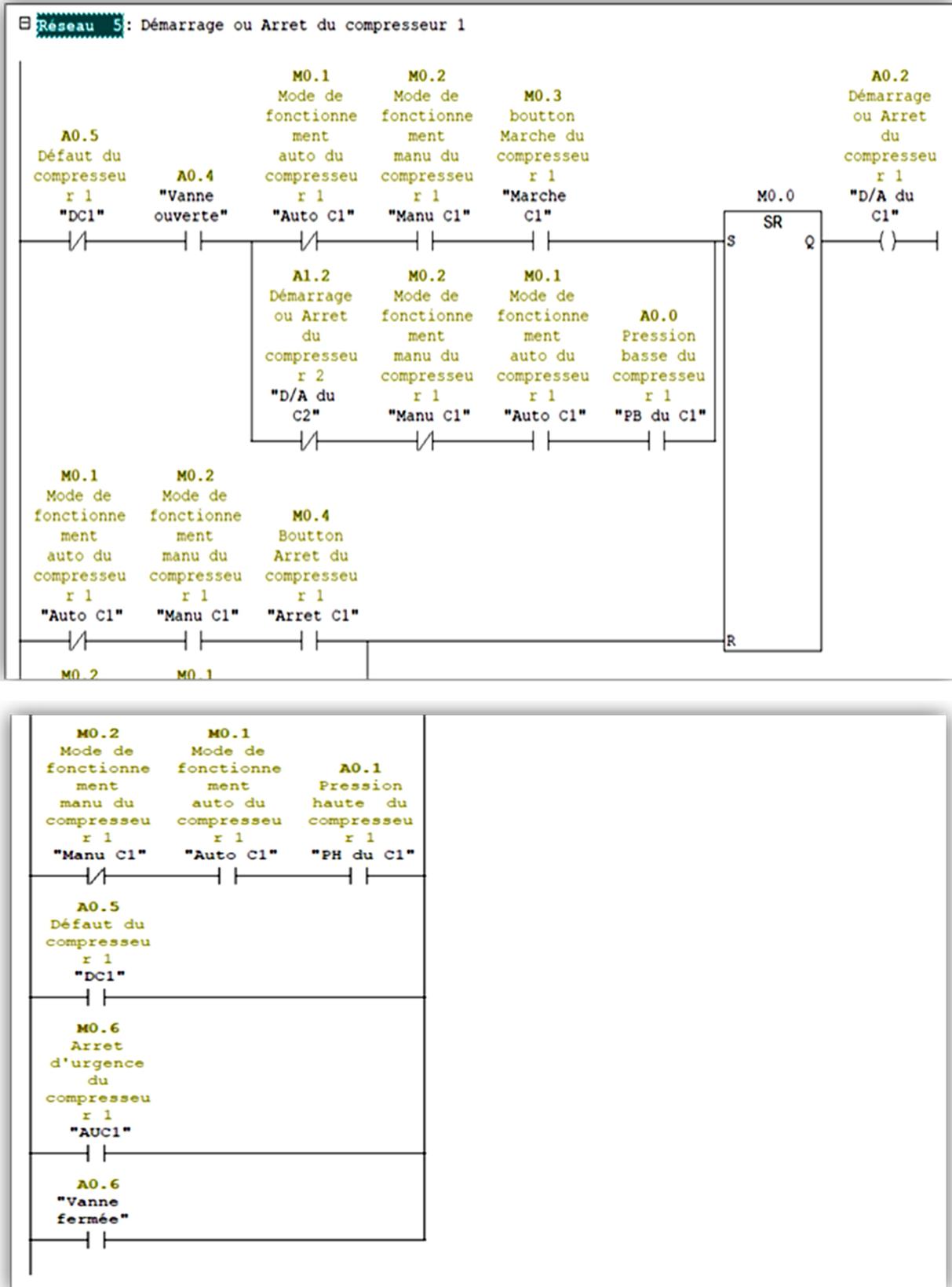


Figure II.17 : Programmation du Démarrage ou Arrêt du C1

➤ FC2 : Commande du deuxième compresseur

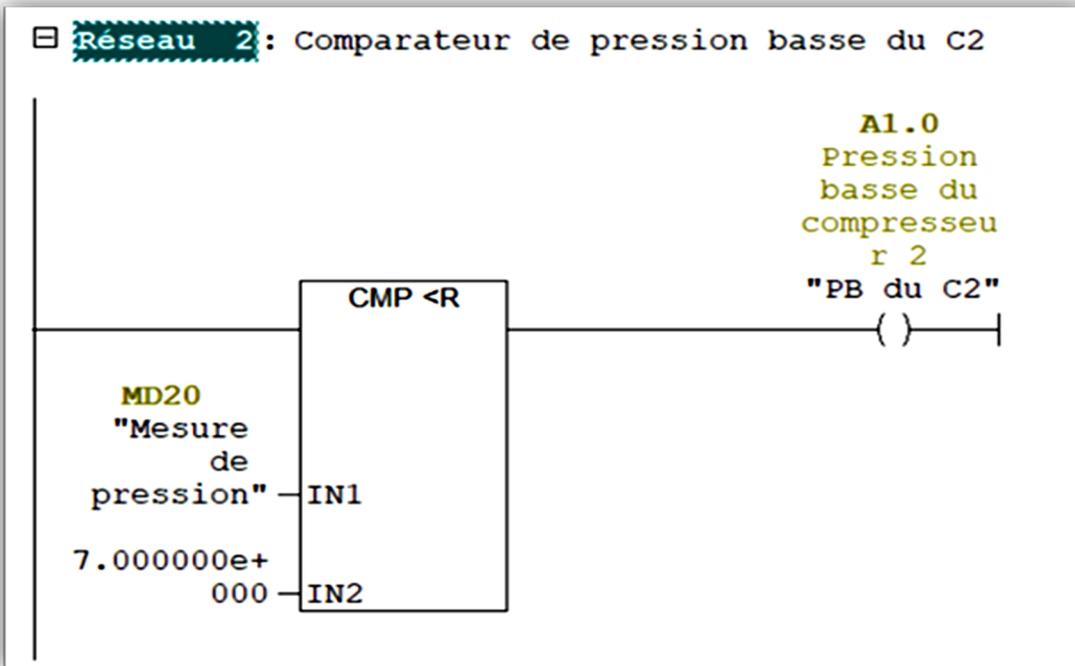


Figure II.18 : Programmation du comparateur de pression basse du C2

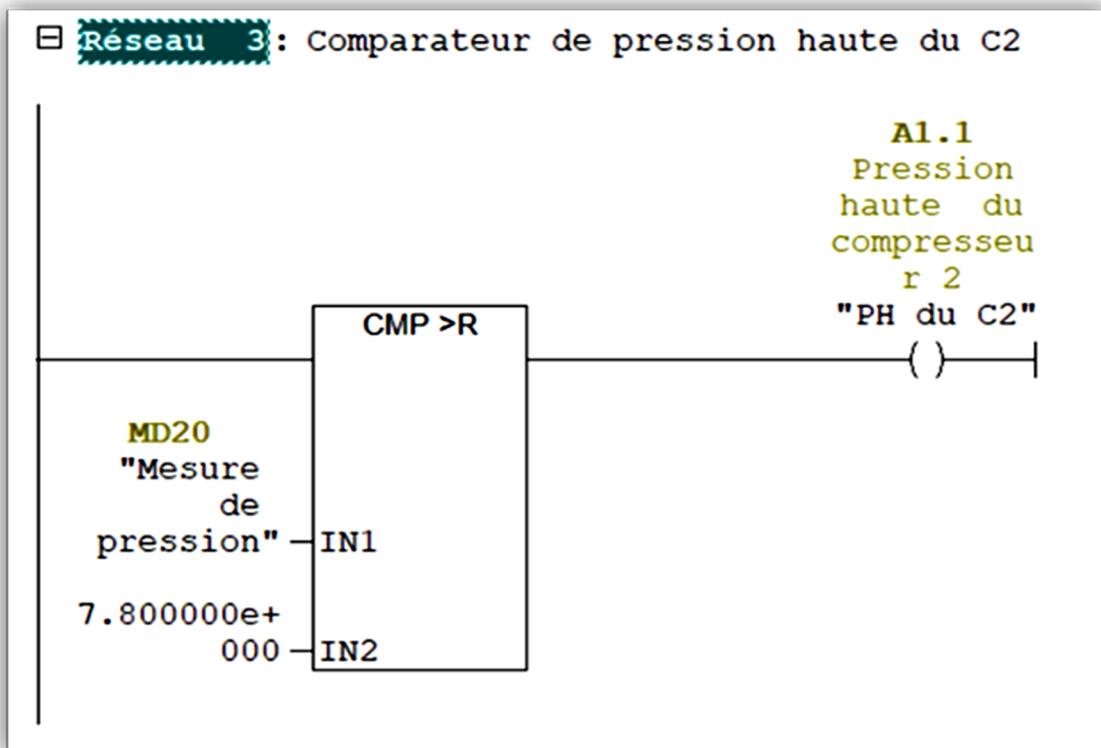


Figure II.19 : Programmation du compresseur de pression haute du C2.

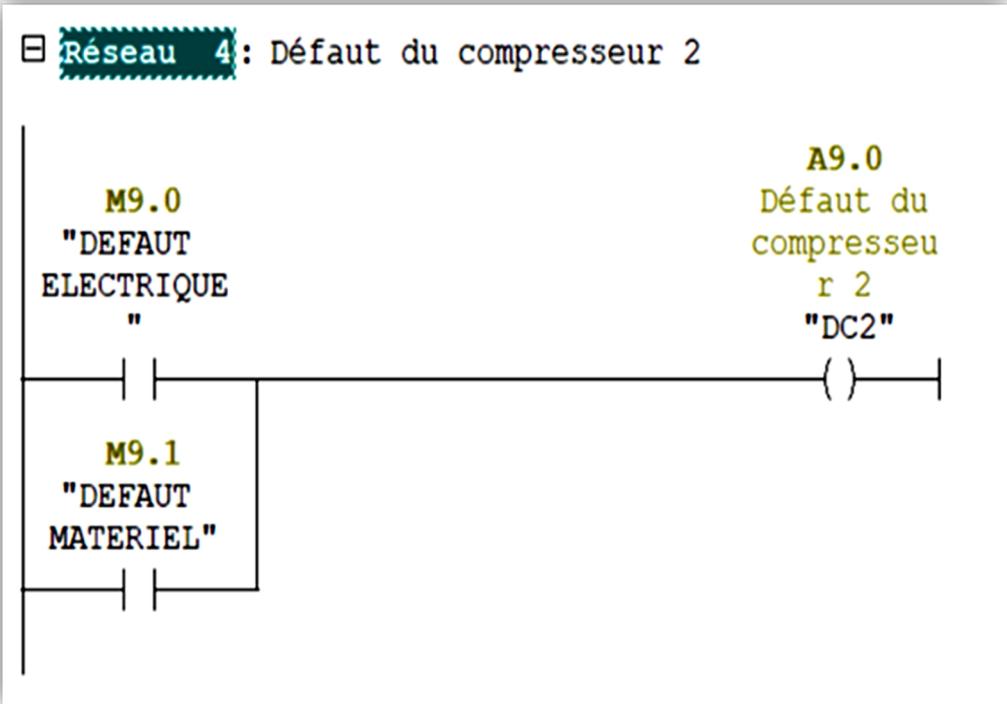


Figure II.20: Programmation du défaut matériel ou électrique du C2.

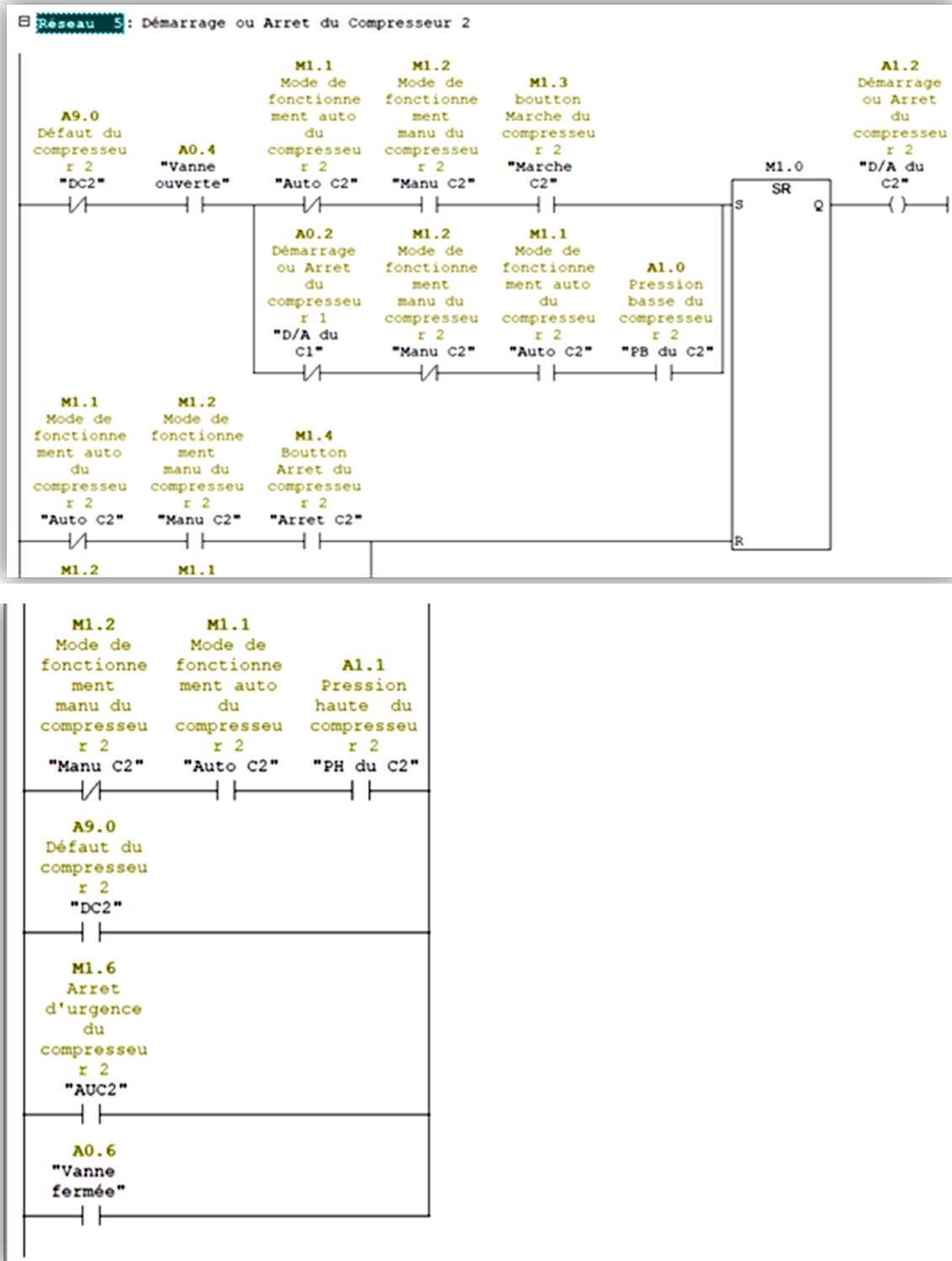


Figure II.21 : Programmation du Démarrage ou Arrêt du C2.

➤ Programmation des vannes :

Ouverture et Fermeture de la vanne :

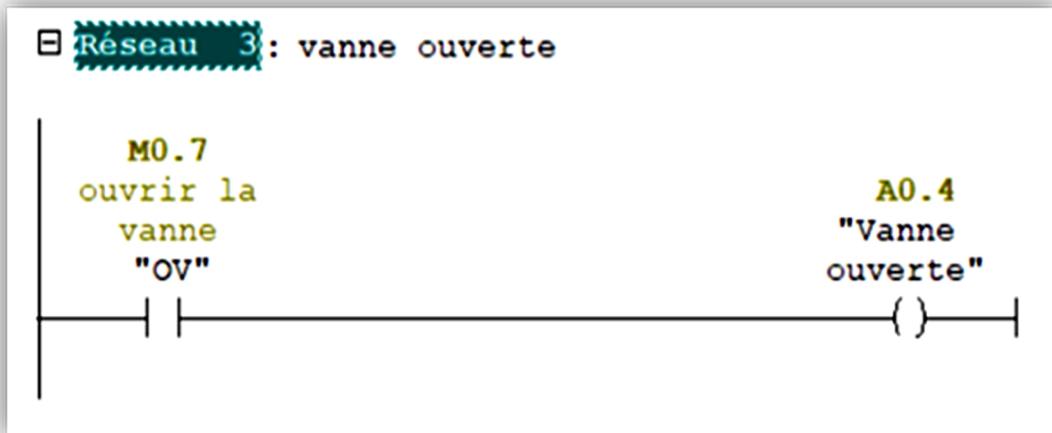


Figure II.22 : Programmation de l'ouverture de la vanne

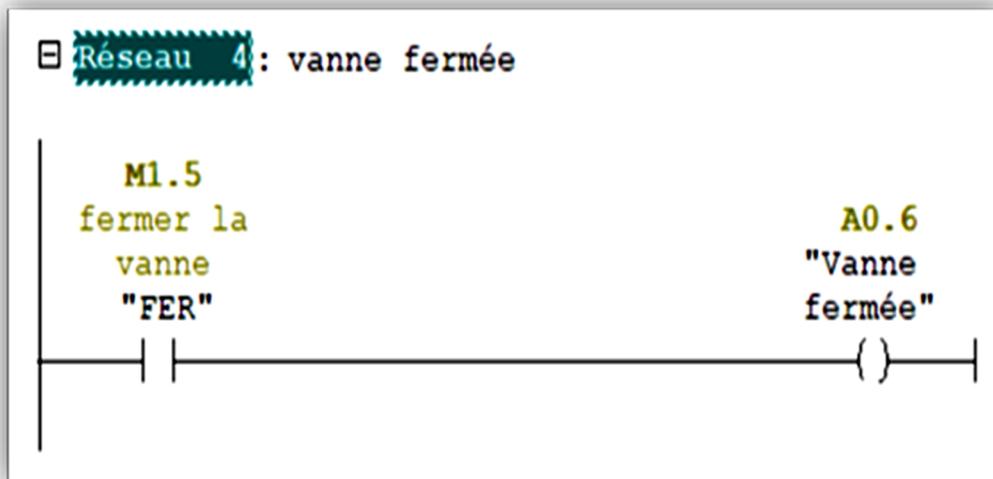


Figure II.23 : Programmation de la fermeture de la vanne

II.10 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné une description générale du système automatisé et de sa mise en œuvre, ainsi que la représentation des automates programmables industriels et leurs caractéristiques.

Puis après l'étude de notre système et ces différents composants ou on a élaboré les différentes étapes à suivre pour la réalisation de notre projet et on a expliqué les différents éléments de notre programme.

Après avoir fait l'automatisation on passe à la supervision de notre centrale c'est ce que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

Supervision et simulation sous l'environnement WinCC

III.1 Introduction :

Lorsque la complexité du processus augmente et que les machines et équipements doivent répondre à des normes d'exploitation plus élevées, les opérateurs ont besoin d'une transparence maximale. Cette transparence est obtenue à l'aide d'une interface homme-machine (IHM). Le système IHM constitue l'interface entre l'opérateur et l'installation.

III. 2 Définition du logiciel WinCC :

WinCC flexible constitue une interface homme /machine (IHM) dédié pour des applications à proximité de la machine. De par sa conception généraliste, WinCC flexible est un logiciel d'ingénierie pour tous les pupitres opérateur SIMATIC HMI, de plus petit micro panel jusqu'au multi panel ainsi que d'un logiciel de supervision runtime pour des solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows de version récentes. [15]

III.3 Supervision :

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

III.4 Création des 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 et dans quelle hiérarchie)
- Planifier la navigation entre les diverses vues
- Adapter le modèle.
- Créer les vues.

III.5 Constitution d'une vue :

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

- Éléments statiques, tels que le texte.
- Les éléments dynamiques varient d'un programme à l'autre.

Nous disposons des vues suivantes :

- Vue 1 : Vue de l'accueil.
- Vue 2 : Vue de la centrale.

a. Elaboration vue de l'accueil :

Le projet comporte une seule vue et pour faciliter la supervision on commence par concevoir une vue d'accueil qui donne l'accès à la vue de la centrale détaillée des autres éléments de l'installation.



Figure III.1 : vue de l'accueil

b. Elaboration de la vue de la centrale :

La figure (IV.2) représente l'état de la centrale. Elle permet de voir l'état des Compresseurs et les vannes.

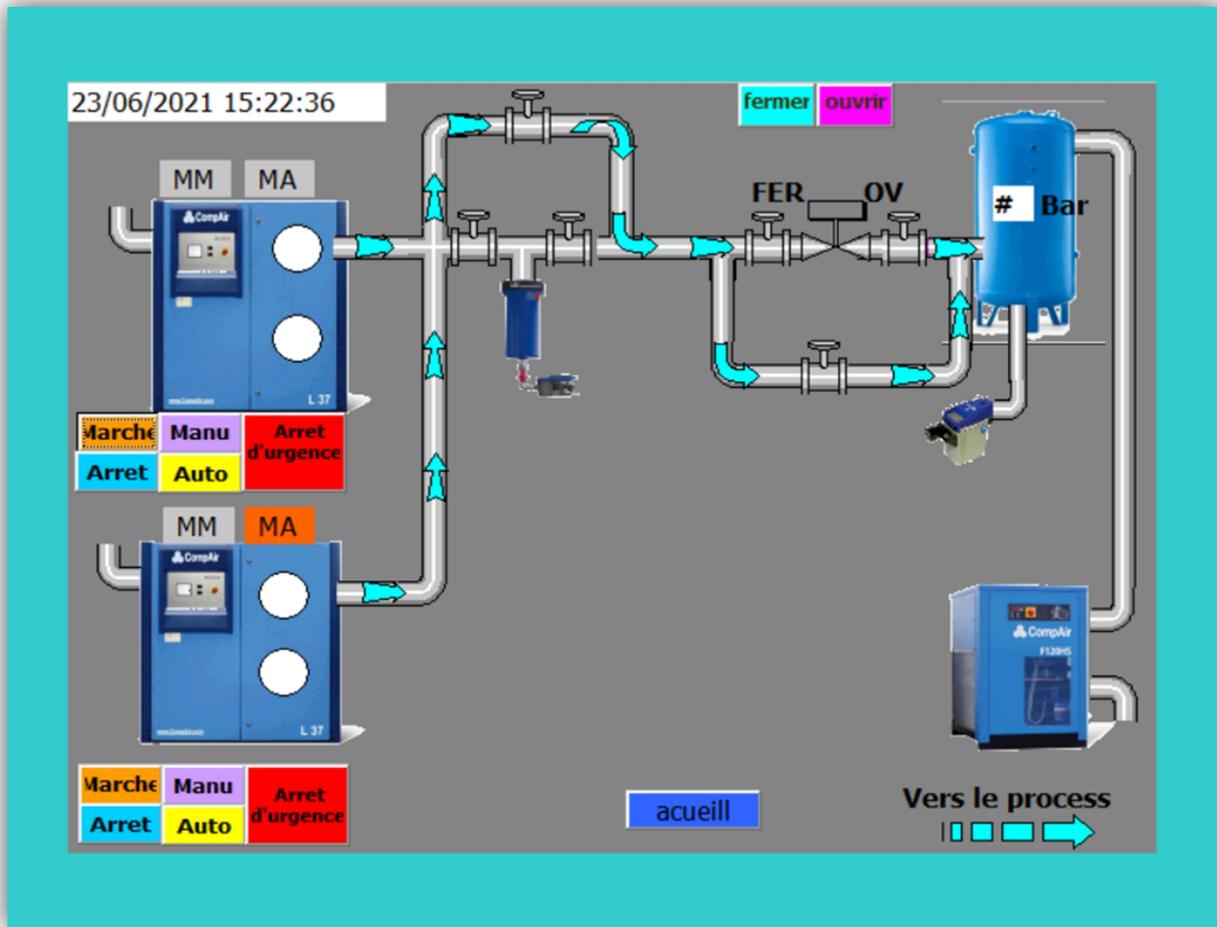


Figure III.2 : vue de la centrale

III.6 Simulation sous Step7 :

Pour faire la simulation sous step7 on a des étapes à suivre :

- Ouvrir le simulateur S7- PLCSIM en cliquant sur l'icône  qui a pour but d'activer ou désactiver la simulation.
- puis insérer les entrées, sorties, Mémontos.
- Charger le programme réalisé, dans la fenêtre des réseaux avec le bouton .
- Puis le charger dans SIMATIC MANAGER en cliquant sur le bouton .
- Ensuite faire la visualisation avec  puis simuler dans PLCSIM en cliquant sur RUN.

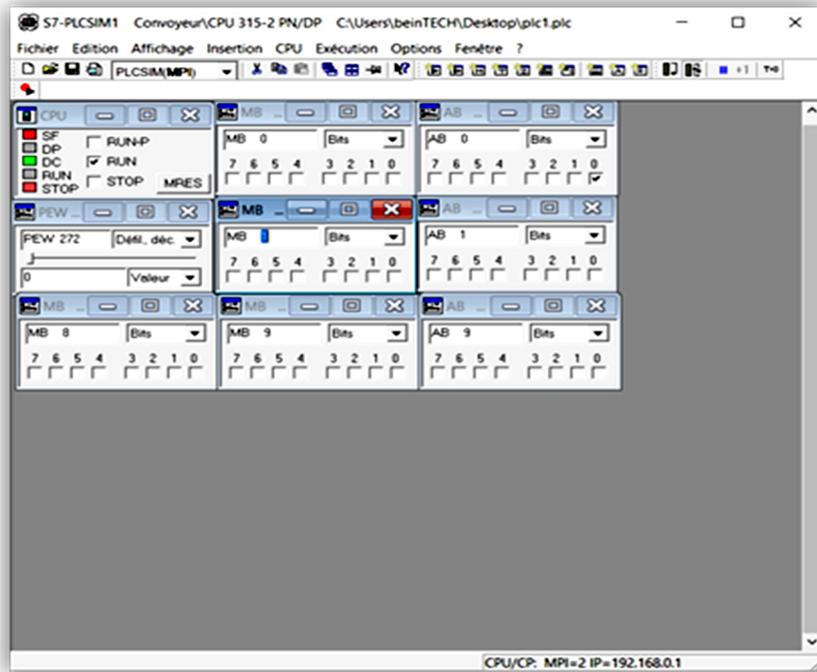


Figure III.3 Simulateur S7-PLCSIM

III.6.1 Simulation du compresseur 1 :

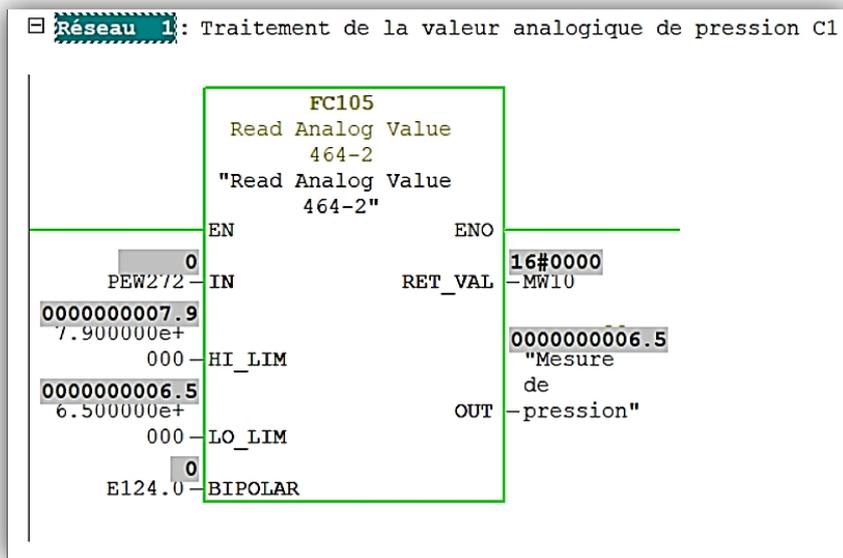


Figure III.4 : Simulation du Traitement de la valeur analogique de pression C1

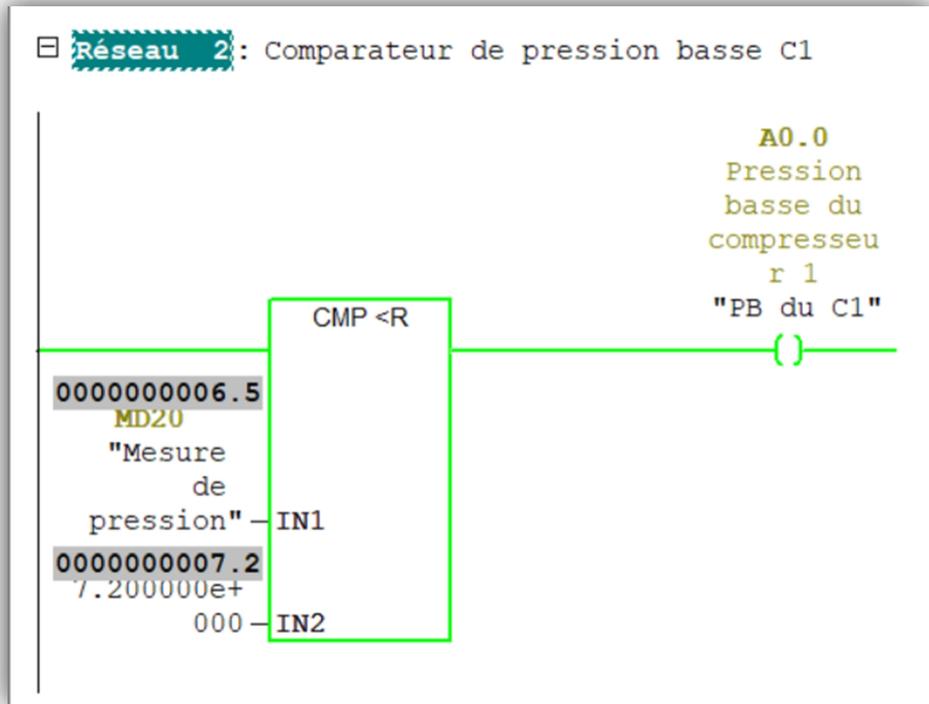


Figure III.5 : Simulation du comparateur de pression basse

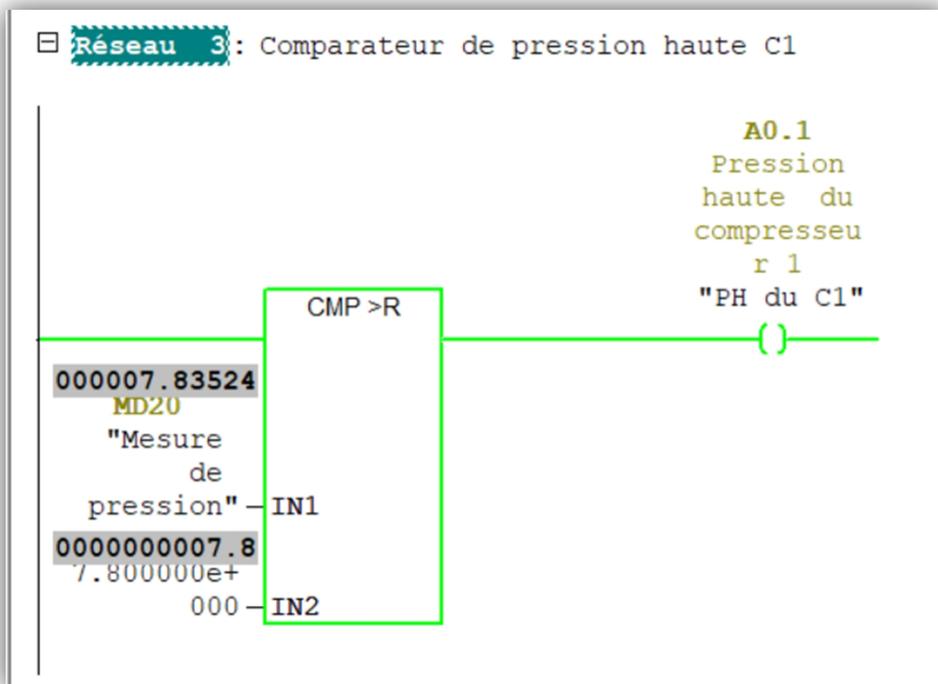


Figure III.6 : Simulation du comparateur de pression haute

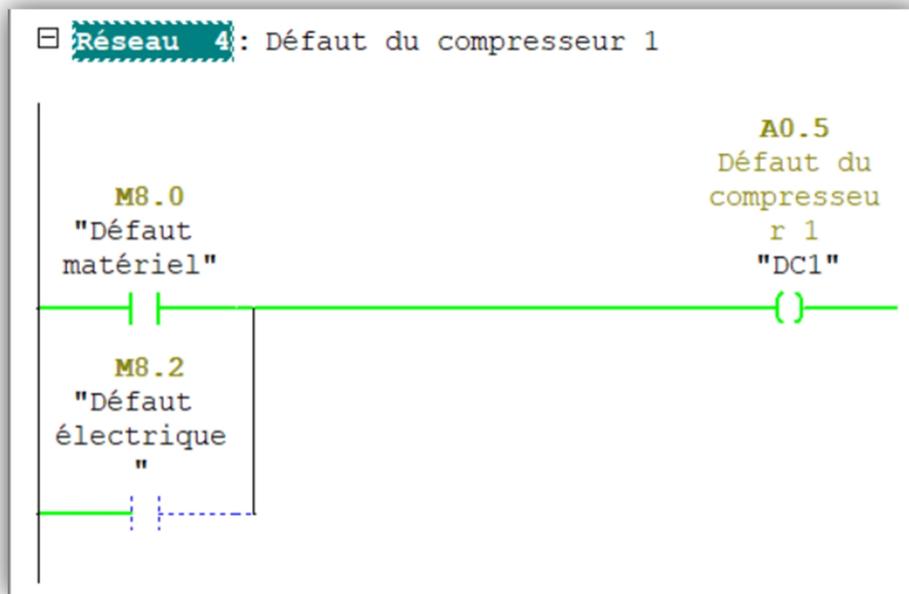


Figure III.7 : Simulation du défaut matériel du compresseur

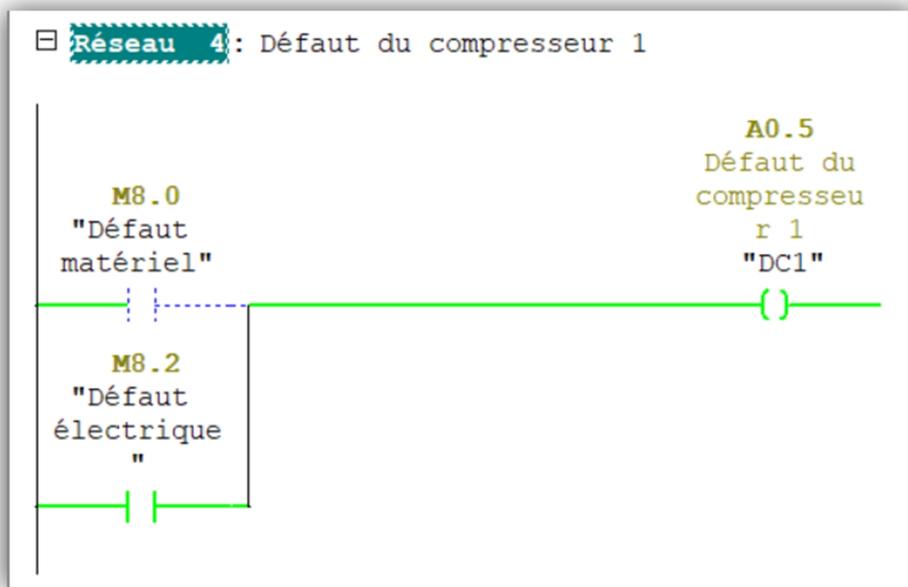


Figure III.8 : Simulation du défaut électrique du compresseur

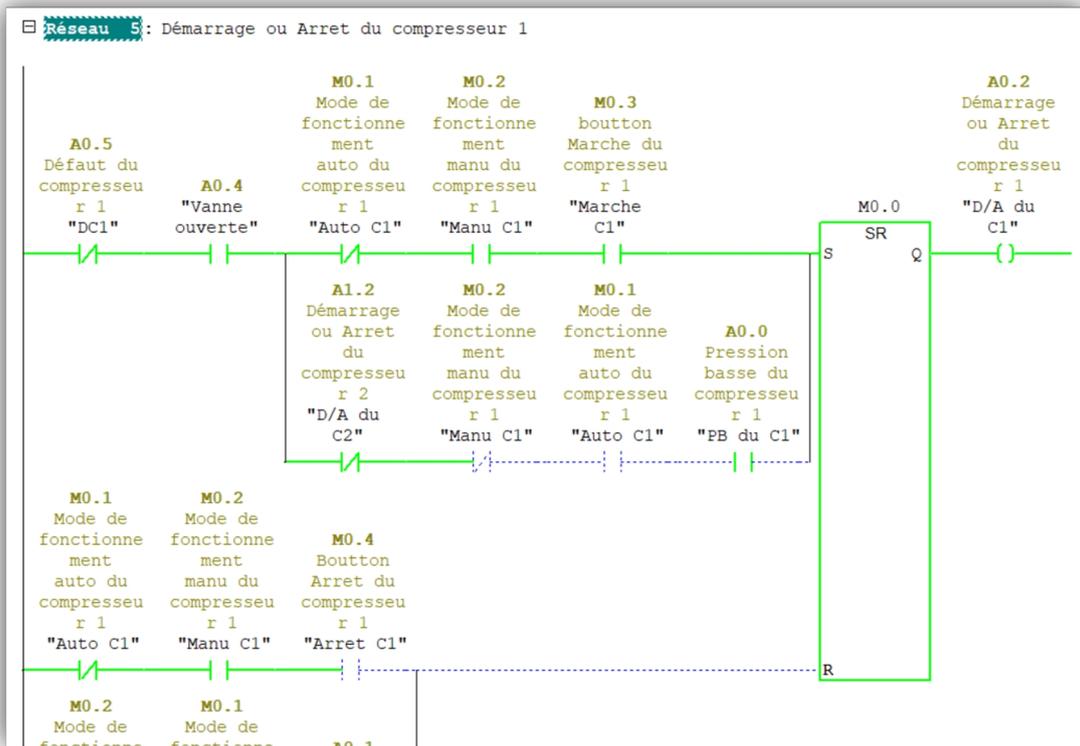


Figure III.9 : Simulation du démarrage du compresseur en mode Manu (bouton Marche)

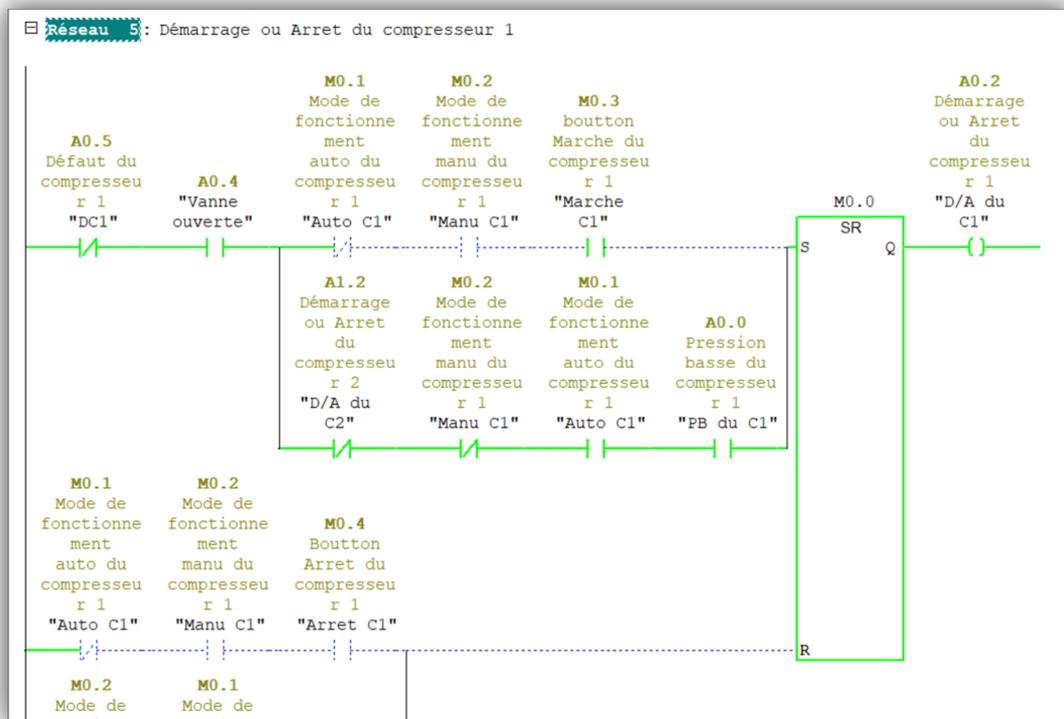


Figure III.10 : Simulation du démarrage du compresseur en mode Auto (pression basse)

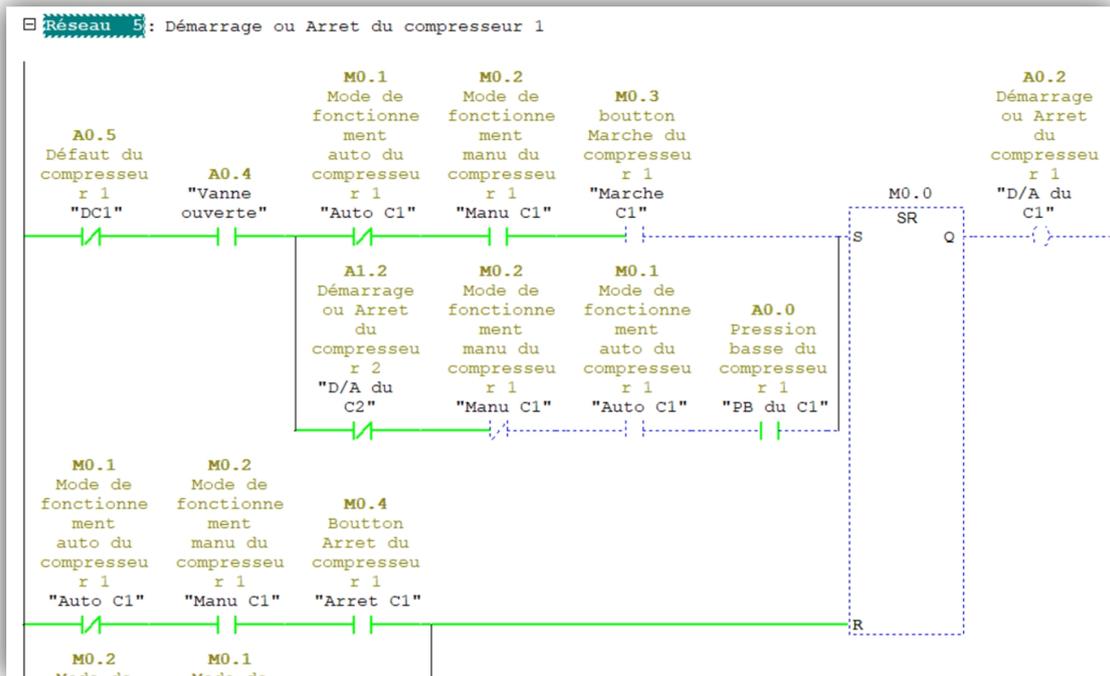


Figure III.11 : Simulation de l'arrêt du compresseur en mode Manu (bouton Arrêt)

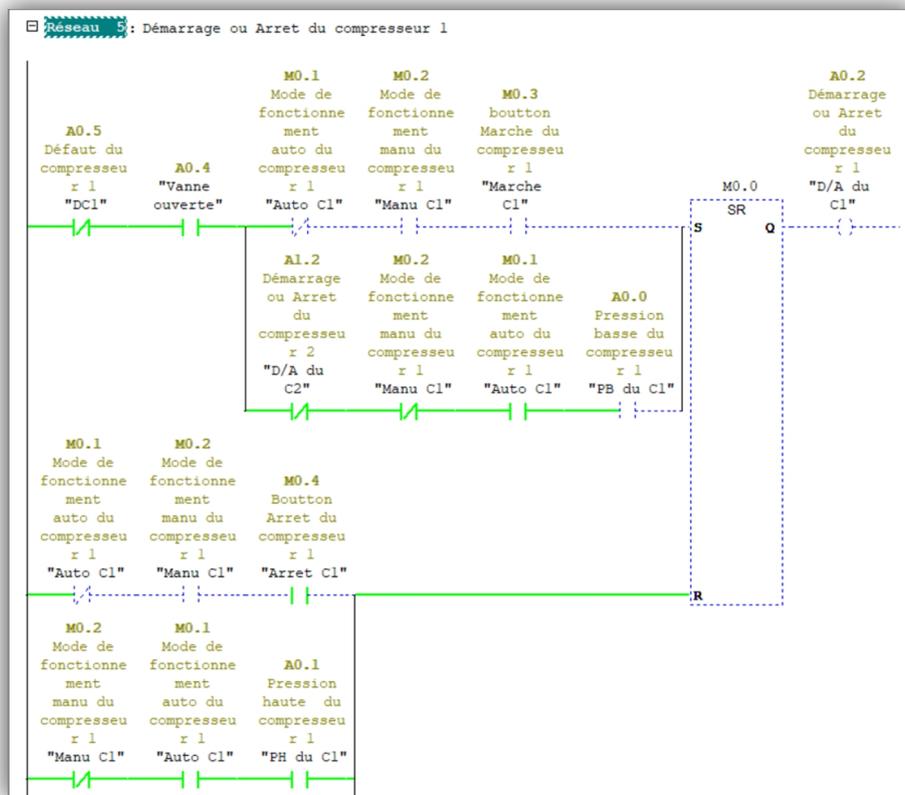


Figure III.12 : Simulation de l'arrêt du compresseur en mode Auto (pression haute)

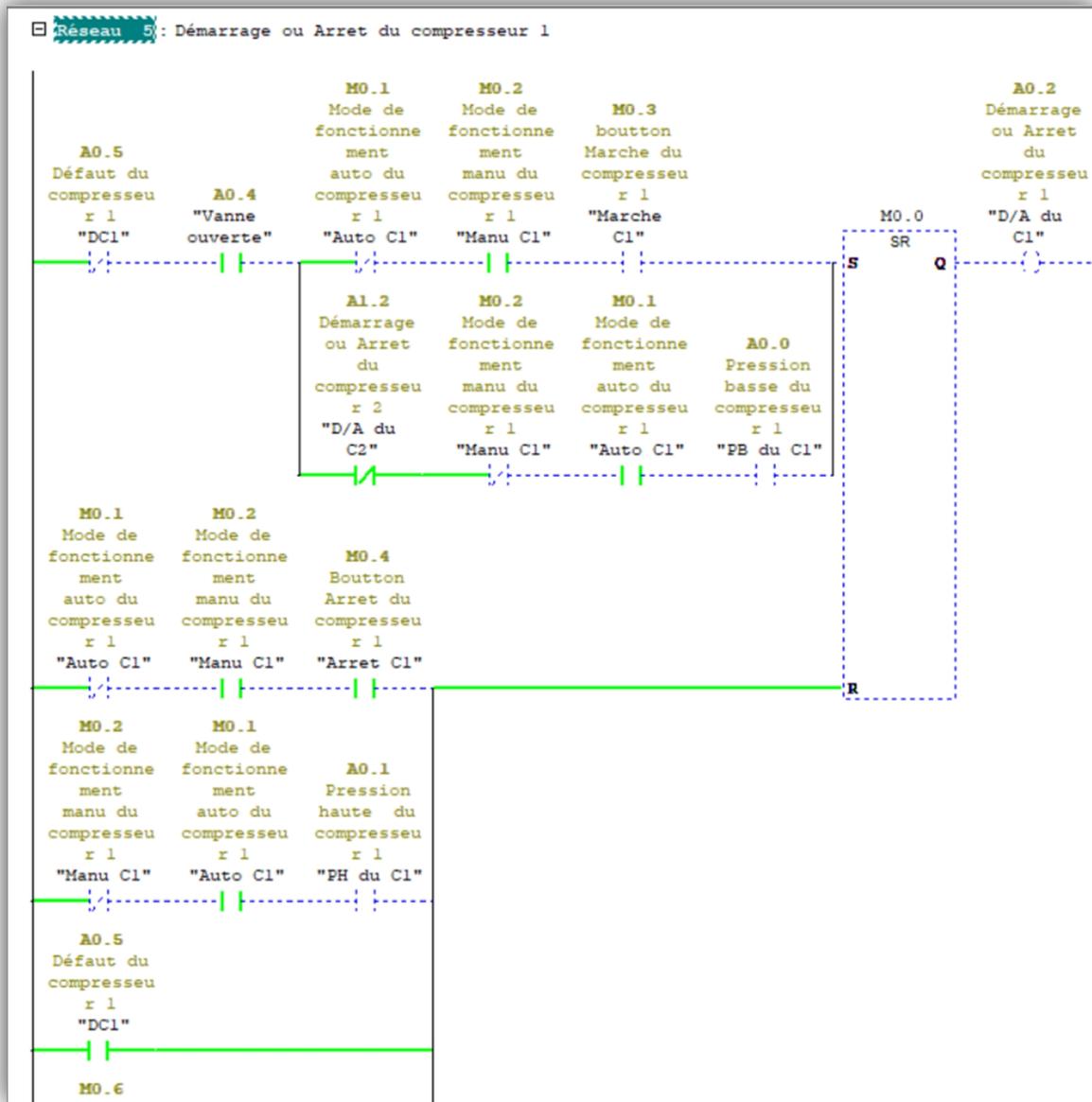


Figure III.13 : Simulation de l'arrêt du compresseur en cas de défaut

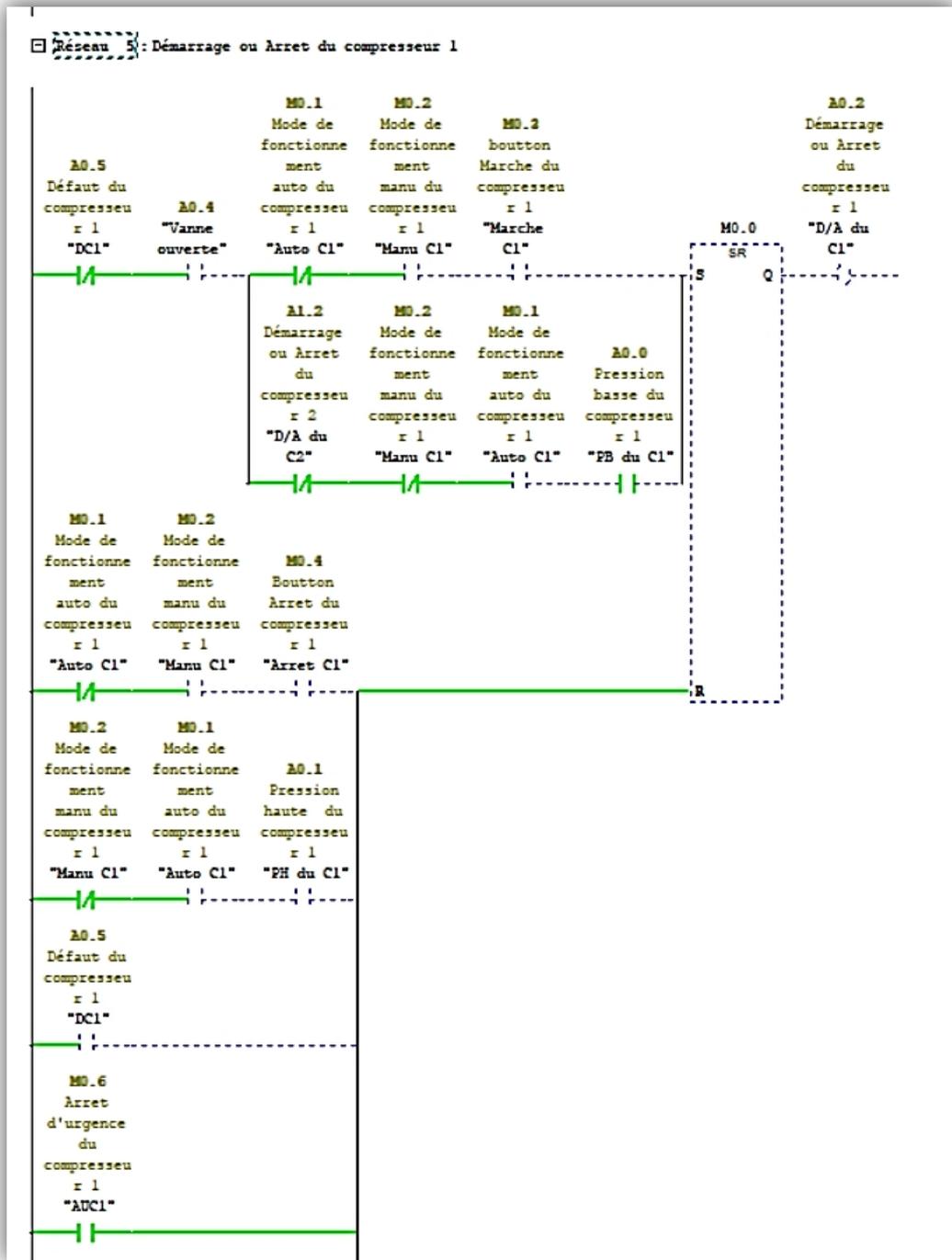


Figure III.14 : simulation d'arrêt d'urgence du compresseur

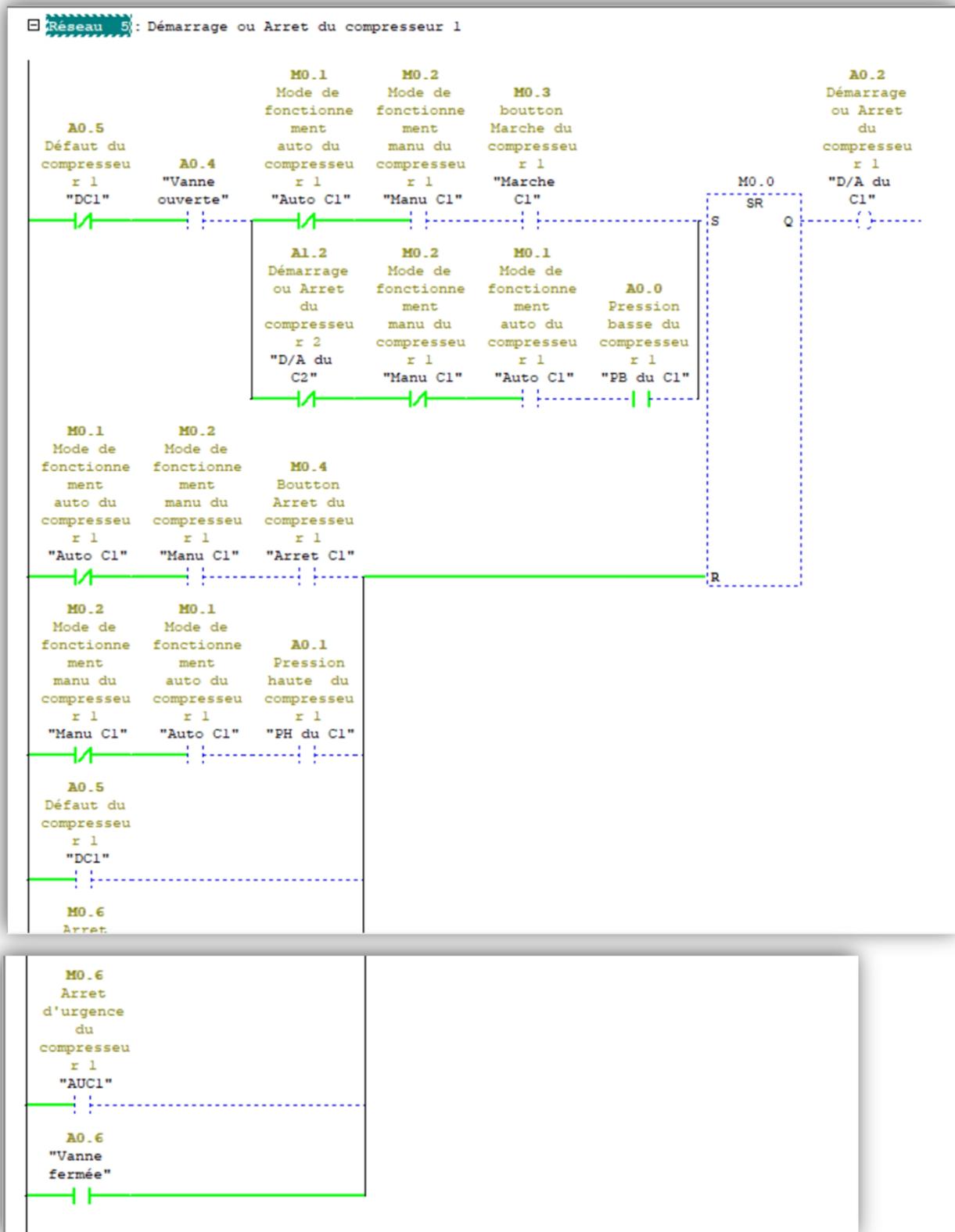


Figure III.15 : simulation d'arrêt du compresseur lors de la fermeture de la vanne

III.6.2 Simulation du compresseur 2 :

Ce compresseur se met en marche une fois que le premier compresseur est en disfonctionnement il prend le relai jusqu'à sa remise en marche.

Et pour le fonctionnement de ce dernier, On a appliqué les mêmes étapes de simulation du compresseur1.

III.7 Supervision sous WinCC :

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

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

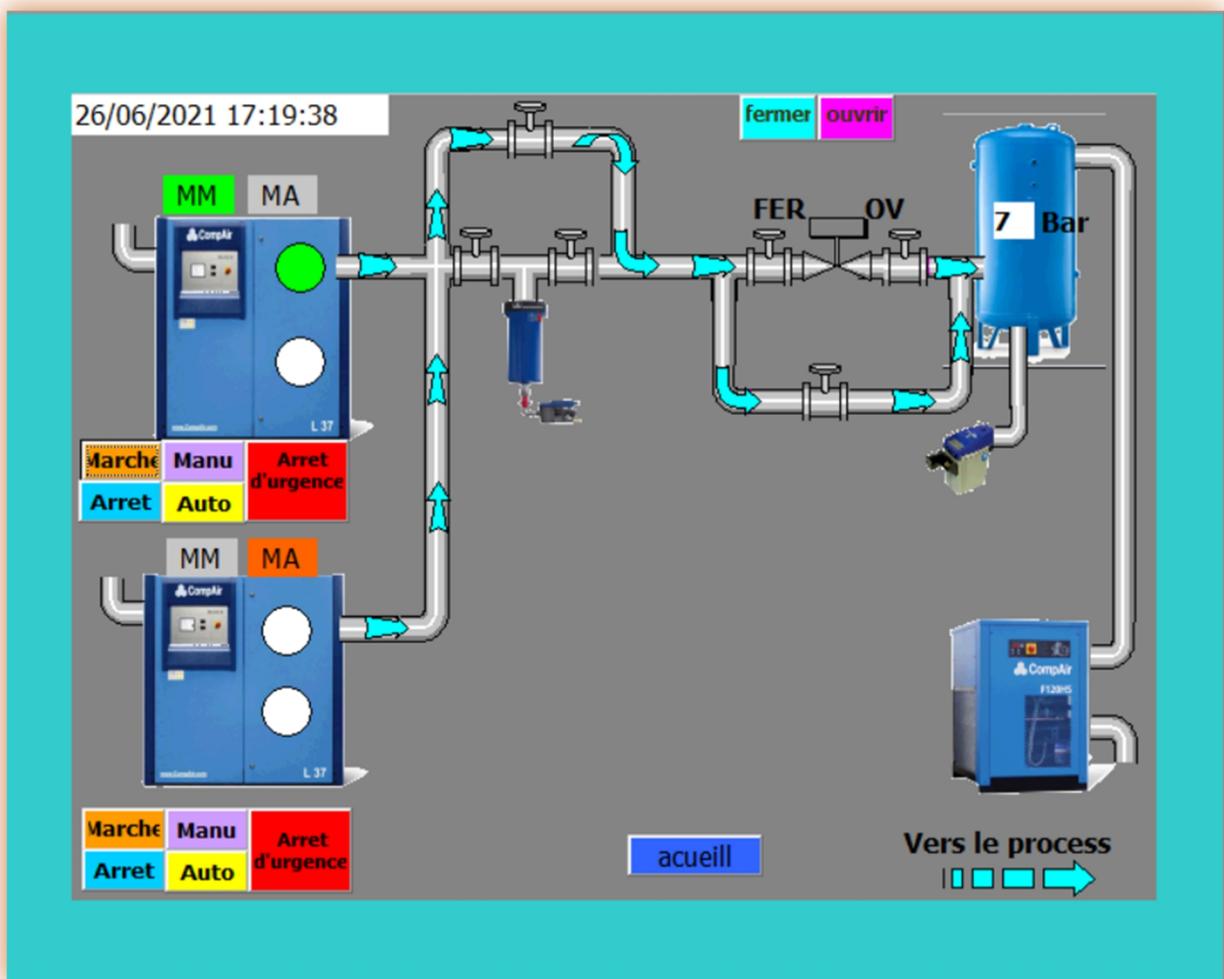


Figure III.16 : supervision de la centrale sous WINCC

III.8 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné une idée générale sur le logiciel WinCC et la supervision. Ainsi que la procédure à suivre pour la simulation du Programme sous STEP7 et nous avons élaboré sous Win CC flexible des vues qui nous permettent de suivre et de contrôler au mieux le fonctionnement de notre système.

Conclusion générale

Notre travail est porté sur l'automatisation et la supervision des compresseurs d'air à vise CompAir L37 utiliser au sein du complexe CEVITAL. Les tâches d'automatisation ont été exécutées par un automate programmable SIEMENS S7-300 sous l'environnement du logiciel Step7, et l'interface de la partie supervision a été faite avec le logiciel WinCC Flexible.

Ce travail nous a permis de faire une liaison entre nos connaissances théoriques et le savoir acquis en stage pratique, et aussi de compléter nos connaissances acquises avec la réalité du terrain dans laquelle nous sommes appelés à travailler.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, nous avons commencé par prendre connaissance de notre installation ainsi que l'identification des différents éléments intervenant dans le fonctionnement du système et la présentation du logiciel d'automatisation Step7 et de la supervision WinCC.

L'utilisation d'un automate programmable S7-300 de SIEMENS, nous permet d'optimiser le rendement de notre installation. Une fois le fonctionnement décrit nous avons élaboré des programmes qui sont la solution proposée pour l'automatisation du fonctionnement externe des deux compresseurs d'air comprimé. La programmation des tâches d'automatisation a été réalisée à l'aide de logiciel Step7. Ensuite, la réalisation d'une interface IHM nous a permet un meilleur contrôle du processus ainsi que le diagnostic d'éventuelles pannes. Pour cela, un programme de supervision a été réalisé en utilisant le logiciel WinCC Flexible.

Enfin nous espérons que ce travail sera une meilleure solution à la problématique posée et sera bénéfique aux promotions futures.

Références bibliographiques

- [1] : OUHENIA Sofiane, BENARAB Sofiane.2013/2014. ANALYSE DE LA PERFORMANCE DE LA MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE LA RAFFINERIE DE SUCRE 3000T CEVITAL-BEJAIA.UNIVERSITE A. MIRA BEJAIA
- [2]: Document COMPAIR. Constructeur de compresseurs à air.
- [3] : <http://www.comprimair.fr/telechargements/compresseurs-a-vis-boge.pdf>.
- [4] : Manuel d'utilisation compresseur d'air avis rotative L37 CompA.
- [5] :Document Compair. « Constructeur De Compresseurs Air Cevital ».
- [6] : Genie.Industriel.Iaa.Free.Fr, Machine Asynchrone, [2007-2009].
- [7] : Document des purgeur BEKOMAT <<www.deltap.fr>>.
- [8] : Document filtre brochure CompAir .
- [9] : Document sécheurs d'air par réfrigération F120HS CompAir.
- [10] : MELLALI Sofiane, YOUSFI Lounis. 2017 .Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres Niagara à CEVITAL. UNIVERSITE A. MIRA BEJAIA
- [11] : CHAKOUR Mohand, HAREB Ahmed. 2010.Etude du processus de l'injection plastique et optimisation électrique et automatique.Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
- [12] :https://www.academia.edu/40320275/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS
- [13] : BENMESSAOUD Smail, BENNAI Yougourt. 2017/2018. commende et contrôle des pompes alimentaires des chaudière d'un compteur horaire. UNIVERSITE A. MIRA BEJAIA
- [14] : M. BERTRAND. « Automates programmables industriels ». Techniques de l'ingénieur Vol. S 8 015.
- [15] : https://www.espacetechnologue.com/wp-content/uploads/2020/04/Support-de-formation_WCC-Flexible-Runtime.pdf

Résumé

Notre travail consiste à l'automatisation et la supervision de la centrale d'air comprimé au sein du complexe CEVITAL plus exactement dans l'unité d'énergie.

D'abord on a commencé par l'étude de notre centrale et ces différents éléments, puis nous avons donné un aperçu sur les systèmes automatisés ainsi que l'automate utilisé, ensuite on a passé à la création de nos programmes que nous allons implanter dans notre automate de type S7-300 grâce au logiciel de conception et d'automatisation STEP7.

Enfin, on a réalisé une IHM qui nous permis un meilleur suivi du processus et le diagnostic d'éventuelles pannes. Pour cela, une interface de supervision a été réalisée en utilisant le logiciel WinCC Flexible.

Abstract

Our work consists of the automation and supervision of the compressed air plant within the CEVITAL complex, more precisely in the energy unit.

First we started with the study of our plant and its different elements, then we gave an overview of the automated systems and the PLC used, then we moved on to the creation of our programs that we will implement in our PLC type S7-300 with the design and automation software STEP7.

Finally, we realized an HMI which allowed us a better follow-up of the process and the diagnosis of possible breakdowns. For that, an interface of supervision was realized by using the software WinCC Flexible.

ملخص

يتكون عملنا من التشغيل الآلي والإشراف على محطة الهواء المضغوط داخل مجمع سفيتال ، و بشكل أكثر دقة في وحدة الطاقة. بدأنا أولاً بدراسة مصنعنا وهذه العناصر المختلفة ، ثم قدمنا لمحة عامة عن الأنظمة الآلية بالإضافة إلى بيلسي المستخدمة ، ثم انتقلنا إلى إنشاء برامجنا التي سنقوم بتنفيذها في نوع س7-300 الخاص بنا بفضل برنامج التصميم والأتمتة ستيب7. أخيراً ، أنشأنا شماً الذي سمح لنا بمراقبة العملية بشكل أفضل وتشخيص أي أعطال. لهذا ، تم إنشاء واجهة إشراف باستخدام برنامج وينسيس فيليكسبيل.

