

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

UNIVERSITE ABDERREHMANE MIRA DE BEJAIA
FACULTE DE LA TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT ELECTROTECHNIQUE



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa



Projet de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master en électrotechnique
Option : Automatismes Industriels

Thème

**Automatisation et Supervision d'un Compresseur ATLAS COPCO
40 Bars**

Réalisé par :

Mr CHEHBI Md AMEZIANE

Mr DJABRI SABRI

Encadré par :

Mr YAHIAOUI BELKACEM

Mr TOUAHRI DJAMEL

Promotion 2019

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Aussi, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr Yahiaoui Belkacem pour ses conseils, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée.

Nous remercions Mr Touahri Djamel chef des automaticiens à IFRJ, pour son encadrement et sa confiance on nous.

Nos remerciements vont à tous les membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail et qui nous font le grand honneur en acceptant de juger ce travail, espérons qu'il soit digne de leurs intérêts.

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.

Dédicaces

A mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mon parcours d'étude.

A mon défunt père Md Saïd que j'aurais aimé qu'il soit parmi nous pour assistée a l'achèvement de nombreuses années d'études

À ma mère Halima qui ma soutenue durant toutes ces années

À mes sœurs Malika et Naïma

A mon frère Hamid et à toute sa famille

A mon ami du parcours Sabri avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.

Et mes copains Massi, Ouali, Taher et a tout(e)s mes ami(e)s.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

Meziane

Dédicaces

A mes très chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir tout au long de mon parcours d'étude.

A mon valeureux père Mohamed qui m'a soutenue durant mon parcours universitaire et qui n'a jamais cessé de m'encourager et me pousser pour avancer

À ma mère Hakima qui a été l'un des piliers de ma réussite

À ma sœur Rayane

A mon cher ami Koceila et toute sa magnifique famille

A mon ami du parcours md Ameziane avec lequel j'ai eu le plaisir de travailler et à toute sa famille.

Et mes copains Amine, Hocine, Ghani, Hind et à tout(e)s mes ami(e)s.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

Sabri

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction générale

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Les éléments d'un système automatisé

I.1. Introduction.....	2
I.2. Les instrumentations.....	2
I.2.1. Les capteurs.....	2
I.3. Types de capteurs analogiques.....	3
I.4. Appareillage.....	4
I.5. Elément de protection.....	4
I.5.1. Les fusibles.....	4
I.6. Elément pour fonction de coupure.....	4
I.6.1. Les sectionneurs.....	4
I.6.2. Les disjoncteurs.....	5
I.6.2.1. Les disjoncteurs thermiques.....	5
I.6.2.2. Les disjoncteurs magnétiques.....	6
I.6.2.3 Les Disjoncteurs magnétothermiques.....	6
I.7. Elément pour fonction de commande.....	7
I.7.1. Les contacteurs.....	7
I.8. variateurs de vitesse.....	7
I.8.1. Rôles des variateurs.....	8
I.9. Bouton poussoir et voyants.....	8
I.10. Moteurs électrique asynchrones.....	9
I.10.1. Principe de fonctionnement.....	11
I.11. Les systèmes automatisés.....	12
I.11.1. Structure d'un système automatisé.....	12
I.11.1.1. Partie commande.....	12
I.11.1.2. Partie opérative.....	12
I.11.1.3. Rôle des systèmes automatisé.....	13
I.12. Les Automates Programmable Industrielle (API).....	14

I.12.1. Définition	14
I.12.2. Présentation de l'automate	14
I.12.3. Principe de fonctionnement.....	16
I.12.4. Critères de choix de l'automate.....	17
I.13. Présentation des fonctions technologique.....	18
I.13.1. Vue d'ensemble SIMATIC S7-1214C.....	18
I.13.2. Caractéristiques de la CPU S7-1214C	29
I.14. Conclusion	22

Chapitre II : Description des éléments de la centrale de production d'air comprimée

II.1. Introduction	23
II.2. Généralités sur l'air comprimé	23
II.2.1. Notion de l'air comprimé.....	23
II.2.2. Avantages de l'air comprimé	23
II.2.3. Inconvénients de l'air comprimé.....	24
II.3. Les compresseurs	24
II.3.1. Généralités	24
II.3.2. Les types de compresseurs.....	25
II.3.3. Les compresseurs volumétrique alternatif à piston	26
II.3.4. Principe de fonctionnement du compresseur alternatif à piston	27
II.3.4.1. Description fonctionnelle	27
II.3.4.2. Cycle de compression	27
II.3.4.3. Les étage de compression	28
II.3.5. Caractéristiques du compresseur ATLAS COPCO CREPELLE.....	29
II.3.6. Les équipements du compresseur à piston.....	29
II.3.6.1. Le filtre d'aspiration	29
II.3.6.2. Les réfrigérants.....	30
II.3.6.3. Le réservoir haute pression	32
II.3.6.4. Le sécheur d'air	32
II.3.6.5. La tour de refroidissement	32
II.3.6.6. Séparateur de condensat.....	32

II.3.6.7. Les purgeurs	33
II.3.6.8. Les vanne	33
II.3.7. Autre équipement du compresseur	33
II.3.7.1. Les Moteurs.....	33
II.3.7.2. Le démarreur progressif.....	34
II.3.7.3. Les capteurs.....	34
II.3.7.4. Contrôleur de circulation d'eau	34
II.3.7.5. Les soupapes de sécurité	34
II.4. fonctionnement général de compresseur	35
II.5. Problématique	36
II.6. Solution	36
II.7. Conclusion.....	36
Chapitre III : Programmation du compresseur avec le TIA Portal V13	
III.1. Introduction	37
III.2. Description et prise en main du TIA Portal V13.....	37
III.2.1. Vue du portail et vue du projet	37
III.2.2. Création d'un Projet	40
III.2.3. Configuration matériel	40
III.2.4. Configuration et paramétrage du matériel.....	41
III.2.5. Adressage des E/S.....	42
III.2.6. Adressage des signaux d'entrée/sortie	43
III.2.7. Adresse Ethernet de la CPU	44
III.2.8. Compilation et chargement de la configuration matérielle	45
III.2.9. Simulateur S7-PLCSIM	47
III.2.10. Programmation de la PLC	49
III.3. Programmation de la centrale avec le TIA Portal V13.....	53
III.3.1. Analyse fonctionnelle.....	53
III.3.2. Condition d'arrêt et de défaut	54
III.3.3. Création du projet	54
III.3.4. Configuration matériel	55

III.3.5. Création du tableau et déclaration des variables de l'automate.....	57
III.3.6. Programme du PLC.....	58
III.3.7. Variables du S7-PLCSIM.....	63
III.4. Conclusion.....	64

Chapitre IV : Supervision et simulation

IV.1. Introduction	65
IV.2. Présentation et prise en main du Win CC V13 Basic	65
IV.2.1. Vue d'ensemble du Win CC V13	65
IV.2.2. Création d'une vue IHM	66
IV.2.3. Création d'une liaison directe avec la PLC	67
IV.2.4. Création de la table des variables	68
IV.2.5. Création de vue.....	69
IV.2.5.1. Planification d'une vue.....	69
IV.2.5.2. Constitution d'une vue	69
IV.2.6. Vue des alarmes.....	72
IV.3. Simulation du projet	74
IV.4. Conclusion	77

Conclusion générale

Conclusion générale	78
---------------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure I.1 : Capteur.....	2
Figure I.2 : Sectionneur.	5
Figure I.3 : Disjoncteur thermique.	6
Figure I.4: Disjoncteur magnétique.....	6
Figure I.5 : Disjoncteur magnétothermique.....	7
Figure I.6 : Contacteur.....	7
Figure I.7 : Boutons poussoirs.	9
Figure I.8 : Le stator.	10
Figure I.9 : Le rotor.	10
Figure I.10 : Règle de trois doigts.	11
Figure I.11 : Structure d'un système automatisé.....	13
Figure I.12 : Automate Programmable Industriel.	14
Figure I.13 : API Siemens.....	15
Figure I.14 : Structure interne d'un API.....	16
Figure I.15 : Etapes de fonctionnement des automates.	17
Figure I.16 : Automate Siemens S7-1200.....	18
Figure II.1 : Schéma résumant le principe de fonctionnement d'un compresseur.....	24
Figure II.2 : Les différents types de compresseur.....	25
Figure II.3 : Principe de fonctionnement d'un compresseur à piston.....	26
Figure II.4 : Premier temps cycle de compression.	27
Figure II.5 : Deuxième temps cycle de compression.	28
Figure II.6 : Exemple de filtre à venturi	30
Figure II.7 : Réfrigérant.....	31
Figure II.8 : Exemple de faisceau tubulaire	31
Figure II.9 : Séparateur de condensats.....	33
Figure III.1 : Vue du Portail.....	38
Figure III.2 : Vue du Projet.....	39
Figure III.3 : Création d'un projet.....	40
Figure III.4 : Configuration matérielle.	41

Figure III.5 : Configuration et paramétrage du matériel.....	42
Figure III.6 : Adressage des E/S.....	43
Figure III.7 : Adresse Ethernet de la CPU.	44
Figure III.8 : Compilation et chargement de la configuration matérielle.	45
Figure III.9 : Chargement de la configuration matérielle.	46
Figure III.10 : Chargement final de la configuration matérielle.	47
Figure III.11 : Interface de simulation PLCSIM.	48
Figure III.12 : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc.....	50
Figure III.13 : Mise en route du projet	55
Figure III.14 : Choix des appareils	55
Figure III.15 : Représentation de notre automate S7-1214C.	56
Figure III.16 : IHM KTP700.....	57
Figure III.17 : Connexion entre le PCL et IHM.....	57
Figure III.18 : Tableau des variables de l'automate.....	58
Figure III.19 : Réseaux des blocs OB.....	59
Figure III.20 : Schéma de contact de la purge des étages.....	59
Figure III.22 : Réseaux de nos blocs FC.....	60
Figure III.23 : Schéma contact des conditions initiales.....	60
Figure III.24 : Schéma contact des alarmes.	60
Figure III.25 : Plage des valeurs numérisée.....	61
Figure III.26 : Conversion de la valeur en entier en valeur réel.	62
Figure III.27 : Substruction et division des paramètres.....	62
Figure III.28 : Résultat final de la mise en échelle.....	63
Figure III.29 : Représentation des variables avec S7-PLCSIM.	63
Figure IV.1 : Vue global de Win CC V13.	66
Figure IV.2 : Choix de l'IHM KTP700 Basic PN.....	67
Figure IV.3 : Liaison entre la PLC et IHM.....	68
Figure IV.4 : Table des variables IHM.....	69
Figure IV.5 : Création d'une vue.	70
Figure IV.6 : Vues de notre Projet.	70

Figure IV.7 : Vue Principale de l'IHM.....	71
Figure IV.8 : Vue interne du compresseur.....	71
Figure IV.9 : Vue globale du compresseur.	72
Figure IV.10 : Liste des alarmes de l'IHM.	72
Figure IV.11 : Alarmes non acquittées.	73
Figure IV.12 : Compilation et chargement dans la CPU.....	74
Figure IV.13 : Aperçu du chargement.	75
Figure IV.14 : Démarrage de l'automate.	75
Figure IV.15 : Compilation et simulation de l'IHM.....	76
Figure IV.16 : Compilation et simulation réussite.	77

LISTE DES TABLEUAX

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Généralité sur la CPU S7-1214C.....	19
Tableau I.2 : Alimentation de la CPU S7-1214C.....	19
Tableau I.3 : Fonction de la CPU S7-1214C	20
Tableau I.4 : Communication de la CPU S7-1214C	20
Tableau I.5 : Les entrées de la CPU S7-1214C.....	21
Tableau I.6 : Les sorties de la CPU S7-1214C	21
Tableau II.1 : Quelques caractéristiques de compresseur Atlas Copco Crepelle.....	29
Tableau III.1 : Numéros d'OB pour différents événements déclencheurs	51

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

IHM: Interface Homme Machine.

TIA Portal: Totally Integrated Automation Portal.

PO: Partie Opérative.

PC: Partie Commande.

API: Automate Programmable Industriel.

RAM: Random Access Memory.

ROM: Read Only Memory.

PROM: Programmable Read Only Memory.

EEPROM: Electrically Erasable Read Only Memory.

PCMCIA: Personal Computer Memory Card International Association.

MPI: Multipoint Interface.

SAP: Système Automatisés de Production.

OS: Operating System.

MIE: Mémoire Image des Entrées.

PLC: Programmable Logic Controller.

Introduction Général

Introduction générale

La marque IFRI est parmi les leaders du marché Algérien en eau minéral, son secteur d'activité nécessite l'utilisation de l'air comprimé qui sert au fonctionnement de différentes machines, la production de cette énergie pneumatique est faite par un compresseur de 40 Bar qui est logé au sein de l'unité d'énergie.

Dans l'industrie, la productivité, la qualité, les meilleures conditions de travail et la sécurité sont maintenant gérés par des systèmes automatisés, ces derniers sont devenus indispensables aux files des années, ces dispositifs nous procurent rapidité et précision, car ces deux aspects sont devenus impossible à réaliser par l'être humain.

Notre travail est basé sur l'automatisation et la supervision d'un compresseur Atlas COPCO de 40 Bars qui se situe au sein de l'unité d'énergie d'IFRI. Ce projet est le résultat d'une étude complète et approfondie des éléments qui constitue le compresseur.

Le fonctionnement est géré par un ancien automate qu'est le Schneider TSX-37, sa mise à l'arrêt pendant deux ans à causer la perte de son programme, donc le but est de changer ce dernier par un autre automate plus récent le Siemens S7-1200 munie d'un IHM (Interface Homme Machine) KTP700, et la programmation se fera avec le logiciel TIA PORTAL V13 de la firme Siemens qui est parmi les plus récents.

La réalisation de ce mémoire se repartie en 04 chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux notions générales de l'air comprimé et à la présentation et description d'un compresseur à piston.
- Le deuxième chapitre est dédié à quelque notion sur des systèmes automatisée, à la présentation des automates Schneider TSX-37 et Siemens S7-1200 et aussi le IHM KTP700, ainsi la présentation du logiciel à utiliser le TIA PORTAL V13.
- Le troisième chapitre est consacré à la programmation du compresseur.
- Le quatrième et dernier chapitre sera dédié à la supervision et la simulation du système proposé.

Nous terminerons notre travail par une conclusion général.

*Chapitre I : Les
éléments d'un système
automatisé*

I.1. Introduction

Les systèmes automatisés sont devenus des outils très importants dans notre vie, on les trouve dans tous les domaines et beaucoup plus dans les industries, ils utilisent des technologies très avancées et très sophistiquées pour avoir une meilleure et grande rapidité de production.

Le système est dit automatisé s'il exécute le même cycle de travail pour lequel il a été programmé afin d'éviter les tâches qui sont dangereuses et pénibles pour les êtres humains.

L'objectif de ce chapitre est consacré à la description de quelques instruments de sécurité et de commande, des systèmes automatisés et de l'API précisément l'automate **Siemens S7-1214C**.

I.2. Les instrumentations

L'instrumentation occupe une place importante dans le secteur industriel, elle regroupe principalement tous les dispositifs de sécurité et de contrôle (soupapes, vannes, relais, disjoncteur...), qui permettent de surveiller et de mesurer les différents paramètres physiques (température, pression...).

I.2.1. Les capteurs

a. Définition

C'est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique en une grandeur normée telle qu'une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité ou la déviation d'une aiguille..., qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle, ils sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données (Figure I.1).

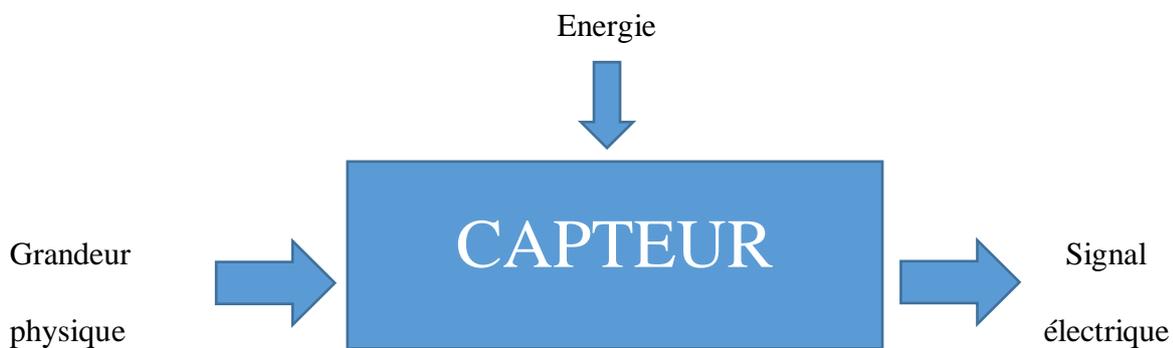


Figure I.1 : Capteur

b. Les caractéristiques des capteurs

- ✓ **Sensibilité** : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- ✓ **Précision** : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- ✓ **Rapidité** : Temps de réaction du capteur.
- ✓ **Etendu de mesure** : Valeur extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.
- ✓ **Linéarité** : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.
- ✓ **Résolution** : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.

c. Les types de capteur

Il existe trois types de capteurs :

➤ Les capteurs TOR (tout ou rien)

Le signal électrique en sortie de ce capteur est de type logique, ce signal acceptant 2 Niveaux : niveau logique 0 (NL0) ou niveau logique 1 (NL1).

➤ Les capteurs numériques

C'est un capteur électronique hautement sensible dont le but est de convertir une lumière électromagnétique en une image numérique.

➤ Les capteurs analogiques

Les capteurs analogiques servent à transformer une grandeur physique en un autre type de variation.

I.3. Types de capteurs analogiques**➤ Sonde de température**

Les sondes de température sont des capteurs servant à transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique, on compte deux grandes familles de sondes de température :

✚ les thermocouples

Un thermocouple est un dispositif constitué de deux fils métallique de nature différente reliée par des jonctions. Il permet la mesure de la température par application de l'effet Seebeck (Voir Annexe 1).

✚ Les sondes PT100

La sonde PT100 est constituée d'un filament de platine (pt), entourant une tige de verre ou non, dont la caractéristique est de changer de résistance selon la température. Leur

résistivité est de 100 ohms pour 0 °C, elle augmente au même temps que la température. Il en existe en de plusieurs tailles et formes selon l'utilisation.

➤ **Sonde de pression :**

Une sonde de pression est un système conçu pour convertir les variations de pression en variations de tension électrique, y on a plusieurs technologies peuvent être utilisées dans les capteurs de pression pour fournir des résultats précis (les capteurs de pression basée sur des jauges de contrainte, capteurs de pression capacitifs, capteurs de pression pièze-résistifs...)

I.4. Appareillage

L'ensemble des objets et des appareils techniques de petit volume comportant indistinctement des systèmes mécanique, électrique, électronique, magnétique, fluïdique, optiques et d'autres.

I.5. Élément de protection

I.5.1. Les fusibles

Il comporte un fil conducteur grâce à sa fusion.il interrompte le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil. Il existe plusieurs types de fusibles :

- **AM** : ce sont des cartouches à usage industriel, pour l'accompagnement moteur, commence à réagir à partir de $4 \cdot I_n$ (I_n est le courant prescrit sur le fusible), protège uniquement contre les courts- circuits. Il est souvent utilisé pour les moteurs, les transformateurs...
- **GG** : ce sont des fusibles à usage industriel protègent contre les faibles et les fortes surcharges et les courts circuits. Ils sont utilisé pour l'éclairage, les fours, la ligne d'alimentation...
- **GF** : ce sont des fusibles à usage domestique, ils assurent la protection contre les surcharges et les courts circuits.

I.6. Élément pour fonction de coupure

I.6.1. Les sectionneurs

Les sectionneurs est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation, tout en assurant physiquement une distance de sectionnement satisfaisante électriquement. L'objectif est d'assurer la sécurité des personnes

travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement pour pouvoir en utiliser les autres parties.

Le sectionneur, à la différence du disjoncteur ou de l'interrupteur, n'a pas de pouvoir de coupure, ni de fermeture. Il est impératif d'arrêter l'équipement aval pour éviter une ouverture en charge. Dans le cas contraire de graves brûlures pourraient être provoquées, liées à un arc électrique provoqué par l'ouverture (Figure I.2)

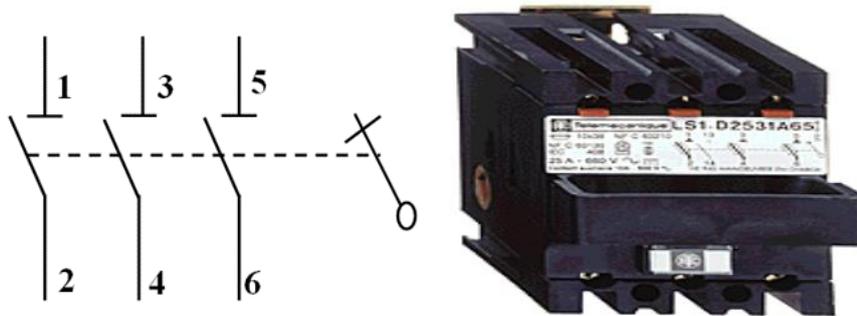


Figure I.2 : Sectionneur

I.6.2. Les disjoncteurs

Un disjoncteur, un appareil électromécanique de connexion qui permet de couper le courant d'un ou plusieurs circuits en cas de surintensité ou surcharge, a pour but de protéger :

- Les installations électriques, des courants d'intensités trop élevées susceptibles de les endommager.
- Les hommes, de l'électrocution.

Avec ce système, il n'y a pas de fusible à changer. Pour remettre l'installation sous tension, il suffit de remettre l'interrupteur en position " on ", bien entendu après avoir réglé l'incident à l'origine de la surcharge ou du courant de court-circuit.

Il existe plusieurs types de disjoncteur :

I.6.2.1. Les disjoncteurs thermiques

Une surcharge de courant traversant un bilame (chauffage direct) ou traversant des spires de fil chauffant indirectement un bilame, crée par effet Joule un échauffement et la déformation

du dit bilame. Ce bilame déclenche mécaniquement un contact, qui ouvrira le circuit électrique protégé (Voir Figure I.3).

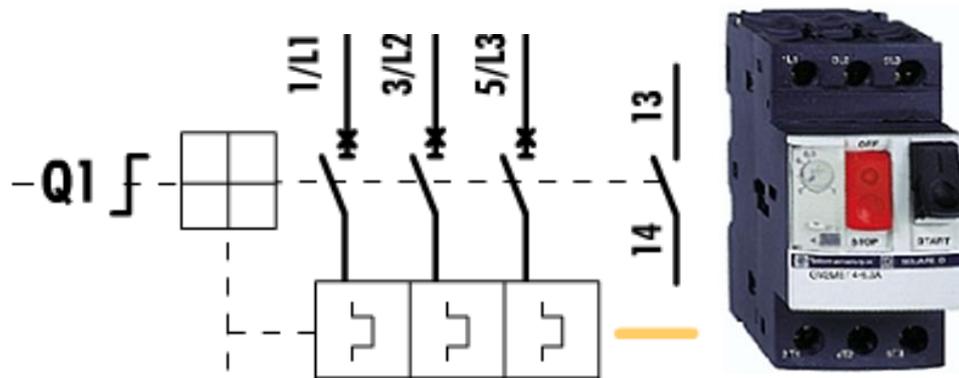


Figure I.3 : Disjoncteur thermique

I.6.2.2. Les disjoncteurs magnétiques

La forte variation d'intensité passée au travers des spires d'une bobine. Elle produit, selon les règles de l'électromagnétisme, une forte variation du champ magnétique. Le champ ainsi créé déclenche le déplacement d'un noyau de fer doux qui va mécaniquement ouvrir le circuit et ainsi protéger la source et une partie de l'installation électrique, notamment les conducteurs électriques entre la source et le court-circuit. La figure suivante montre le disjoncteur magnétique.

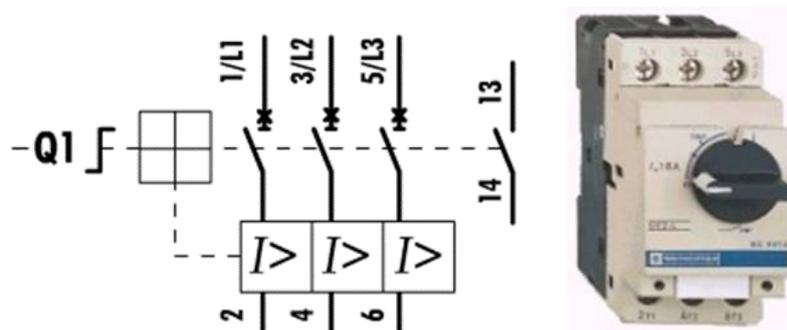


Figure I.4: Disjoncteur magnétique

I.6.2.3. Les Disjoncteurs magnétothermiques

Les disjoncteurs magnétothermiques assurent, en plus de la protection contre les courts-circuits, une protection contre les surcharges, à l'instar d'un relais thermique.

Ils remplacent, dans les circuits de départ moteur, l'association de fusibles de classe AM (accompagnement moteur) et d'un relais thermique.

Lors d'une coupure de circuit, après correction du défaut, le disjoncteur est réarmé manuellement et est prêt à fonctionner à nouveau (Voir la Figure I.5).



Figure I.5 : Disjoncteur Magnétothermique

I.7. Élément pour fonction de commande

I.7.1. Les contacteurs

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique ou pneumatique, il a la même fonction qu'un relais électromécanique, sauf que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important.

Comme le montre la figure suivante, les contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW) et en général des consommateurs de fortes puissances. Ils possèdent un pouvoir de coupure important.

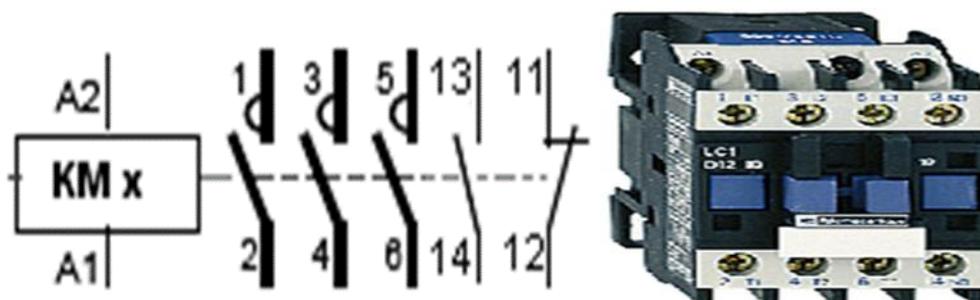


Figure I.6 : Contacteur

I.8. variateurs de vitesse

Le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation, et un variateur est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique en faisant varier la fréquence et la tension donc un variateur de vitesse est un variateur de fréquence, le variateur de vitesse devient l'un des composants

essentiels dans tous les systèmes d'automatisation modernes. Il sert à faire varier la vitesse des moteurs de manière continue.

La valeur de la vitesse peut être proportionnelle à un signal analogique fourni soit par un potentiomètre, soit par une source d'alimentation externe.

Des vitesses pré-sélectionnées peuvent être également exploitées. L'ensemble (variateur + moteur standard) remplace avantageusement un moteur bi-vitesse.

Le variateur de vitesse est composé essentiellement :

- ✚ D'un redresseur qui est connecté à une alimentation triphasée génère une tension continue à ondulation résiduelle, le redresseur peut être de type commandé ou pas.
- ✚ D'un circuit intermédiaire agissant principalement sur le « lissage » de la tension de sortie du redresseur.
- ✚ D'un onduleur qui engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variables [1].

I.8.1. Rôles des variateurs

- Réduction des courants de démarrage.
- Rampes d'accélération et décélération linéaires et en Seconde.
- Freinage par injection de courant continu rattrapage de vitesse à la volée.
- Stabilisation de tension.
- Compensation de glissement.
- Vitesses pré programmables.
- Temporisateur intégré.
- Récupération d'énergie régulation de vitesse.
- Limitation des usures mécanique.
- Souplesse de l'entraînement.
- Economie d'énergie.
- Deux sens de rotation.

I.9. Bouton poussoir et voyants

Comme le montre la figure suivante, un bouton poussoir est un interrupteur simple qui permet de contrôler les capacités d'une machine ou d'un objet, si l'interaction entre l'homme et la machine, souvent son équipe d'un mécanisme qui maintient la position enclenchée lorsqu'il est actionné par une pression courte, les boutons poussoirs sont à ressort de rappel, les boutons d'arrêt d'urgence est également nommé « bouton coup de poing » en raison de son

mode d'actionnement dans les cas d'urgence, qui doit pouvoir se faire rapidement et sans réfléchir.



Figure I.7 : Boutons poussoirs

I.10. Moteurs électrique asynchrones

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien, il est utilisés pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétique.

Le moteur asynchrone est constitué de deux parties : le stator et le rotor

➤ Le stator

Le stator d'un moteur triphasé (le plus courant en moyenne et grosse puissance), comme son nom l'indique, est la partie statique du moteur asynchrone (Voir Figure I.8). Il se compose principalement :

- ✚ de la carcasse.
- ✚ Des paliers.
- ✚ Des flasques de palier.
- ✚ Des ventilateurs refroidissant le moteur.
- ✚ Le capot protégeant le ventilateur.

L'intérieur de stator comprend essentiellement :

- ✚ un noyau en fer feuilleté de manière à canalisé le flux magnétique.
- ✚ Les enroulements (ou bobinage en cuivre) des trois phases logés dans les encoches du noyau.

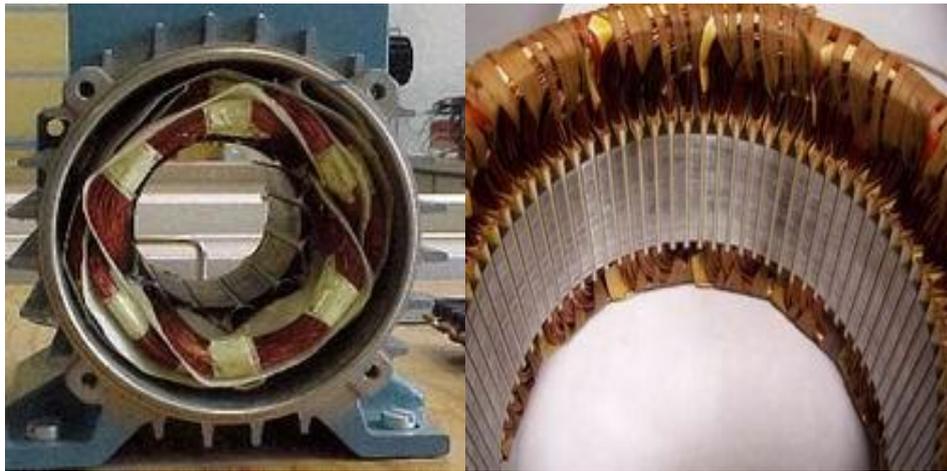


Figure I.8 : Le stator

➤ **Le rotor**

Le rotor est la partie mobile du moteur asynchrone. Couplé mécaniquement à un treuil d'ascenseur par exemple, il va créer un couple moteur capable de fournir un travail de montée et de descente de la cabine d'ascenseur. Comme le montre la figure suivante, il se compose essentiellement :

- ✚ d'un empilage de disques minces isolés entre eux et clavetés sur l'arbre du rotor afin de canaliser et de faciliter le passage du flux magnétique.
- ✚ D'une cage d'écureuil en aluminium coulé dans les barreaux sont de forme trapézoïdale pour les moteurs asynchrones standards et fermés latéralement par deux flasques conductrices.

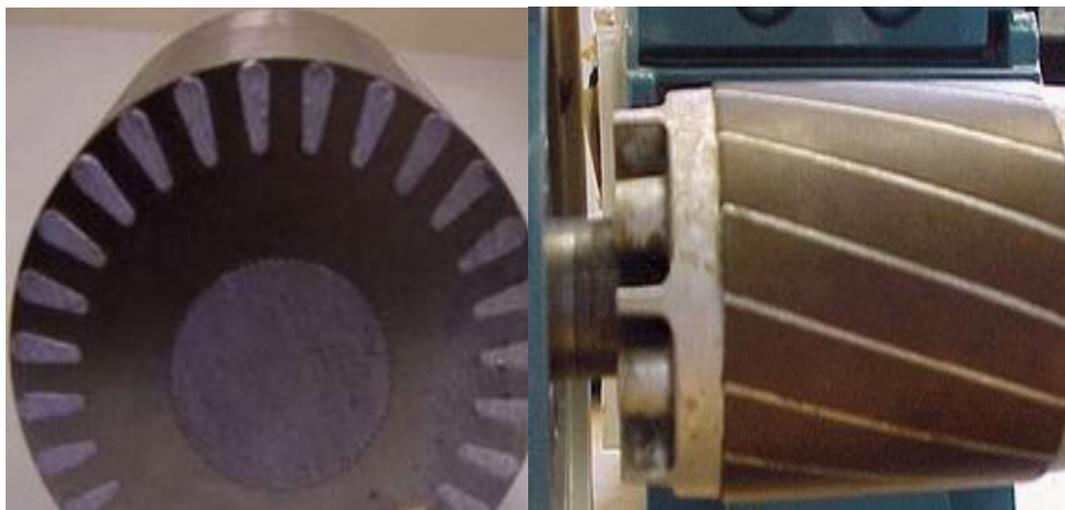


Figure I.9 : Le rotor

I.10.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose :

- D'une part sur la création d'un courant électrique induit dans un conducteur placé dans un champ magnétique tournant. Le conducteur en question est un des barreaux de la cage d'écureuil ci-dessous constituant le rotor du moteur. L'induction du courant ne peut se faire que si le conducteur est en court-circuit (c'est le cas puisque les deux bagues latérales relient les barreaux).
- D'autre part, sur la création d'une force motrice sur le conducteur considéré (parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique tournant ou variable) dont le sens est donné par la règle des trois doigts de la main droite (Voir la Figure I.10).

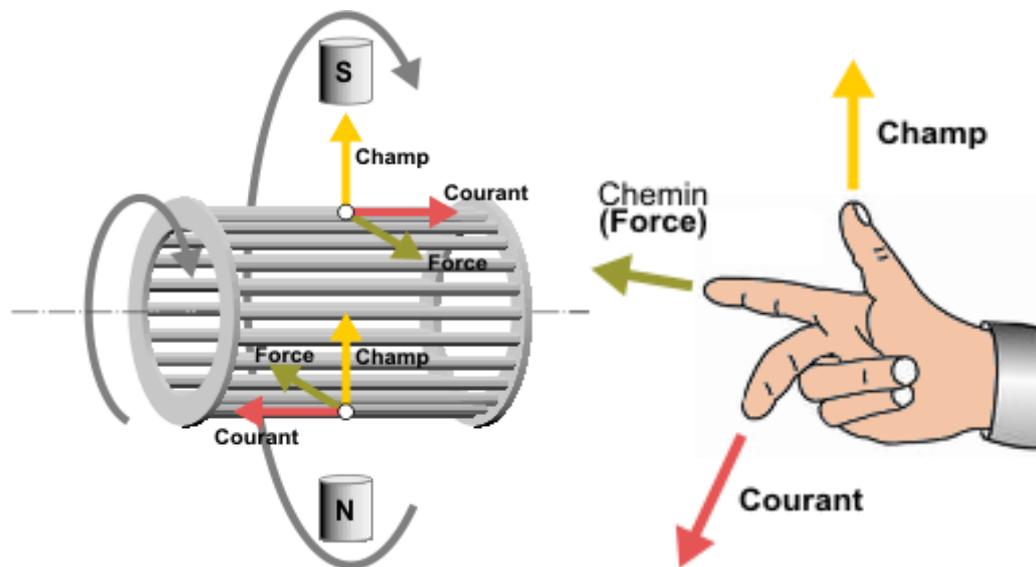


Figure I.10 : Règle de trois doigts

Comme montré sur le schéma ci-dessus, le champ tournant, à instant donné est orienté vers le haut. En considérant deux conducteurs diamétralement opposés, on constate que les courants induits dans ces deux conducteurs sont en sens inverse et associés au champ magnétique, créent des forces motrices en sens inverse. Le rotor étant libre de tourner sur l'axe X-Y, les deux forces s'associent pour imprimer aux deux conducteurs un couple permettant la rotation de la cage d'écureuil.

Pour entretenir la rotation du moteur il est nécessaire de faire varier soit le courant dans les conducteurs de la cage, soit le champ magnétique. Dans un moteur asynchrone c'est le champ magnétique qui varie sous forme de champ tournant créé dans le stator.

Au démarrage le champ tournant balaye les conducteurs de son flux à la vitesse angulaire de synchronisme. Le rotor mis en rotation tend à rattraper le champ tournant. Pour qu'il y ait

un couple entretenu au niveau des conducteurs, la variation de flux doit être présente en permanence, ce qui signifie que si les conducteurs tournent à la vitesse de synchronisme comme le champ tournant, la variation de flux sur les conducteurs devient nulle et le couple moteur disparaît.

Un rotor de moteur asynchrone ne tourne donc jamais à la vitesse de synchronisme (50 Hz). Pour un moteur à une paire de pôles (à 50 Hz, la vitesse de rotation du champ tournant est de 3000 Tr/min) la vitesse de rotations du rotor peut être 2950 Tr/min.

I.11. Les systèmes automatisés

Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail après avoir reçu les consignes d'un opérateur, et se compose de deux structures :

- Partie Commande.
- Partie Opérative.
- Partie de contrôle et supervision.

I.11.1. Structure d'un système automatisé

Elle se compose de deux parties comme le montre la figure I.11.

I.11.1.1. Partie commande

La partie commande est le cerveau du système automatisé, il doit gérer le fonctionnement de tous le système, cette partie est chargée de donner des ordres à la partie opérative et de recevoir des consigne de la PO en fonction de ses entrée (consigne de l'opérateur et le compte rendu des capteurs), et aussi il fait le traitement des informations par des équations logiques, des programmes...

I.11.1.2. Partie opérative

C'est la partie qui agit sur la matière d'œuvre selon les ordres donnée à partir de la partie commande, et à son tour elle renvoie les informations recueillis à la PC, sa fonction principale est d'apporter une valeur ajouter à la matière d'œuvre, elle regroupe :

- **Les Effecteurs** : ce sont des dispositifs qui agissent directement sur la matière d'œuvre afin de donner une valeur ajouter, on distingue (lame, tête de soudure...), ils sont commandés par des actionneurs.
- **Les actionneurs** : est un objet qui transforme l'énergie qui lui est fournis afin de les adapter au besoin de la partie opérative, cette énergie est consommée par les effecteurs (vérin, moteur, résistance de chauffage, vanne...).

- **Les pré-actionneurs** : c'est les éléments qui fournissent l'énergie aux actionneurs, elle peut être soit pneumatique, hydraulique ou électrique, la puissance est selon les consigne de la PC.
- **Les capteurs** : c'est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observé en une grandeur utilisable (tension électrique, intensité). Ils sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de donnés, leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.

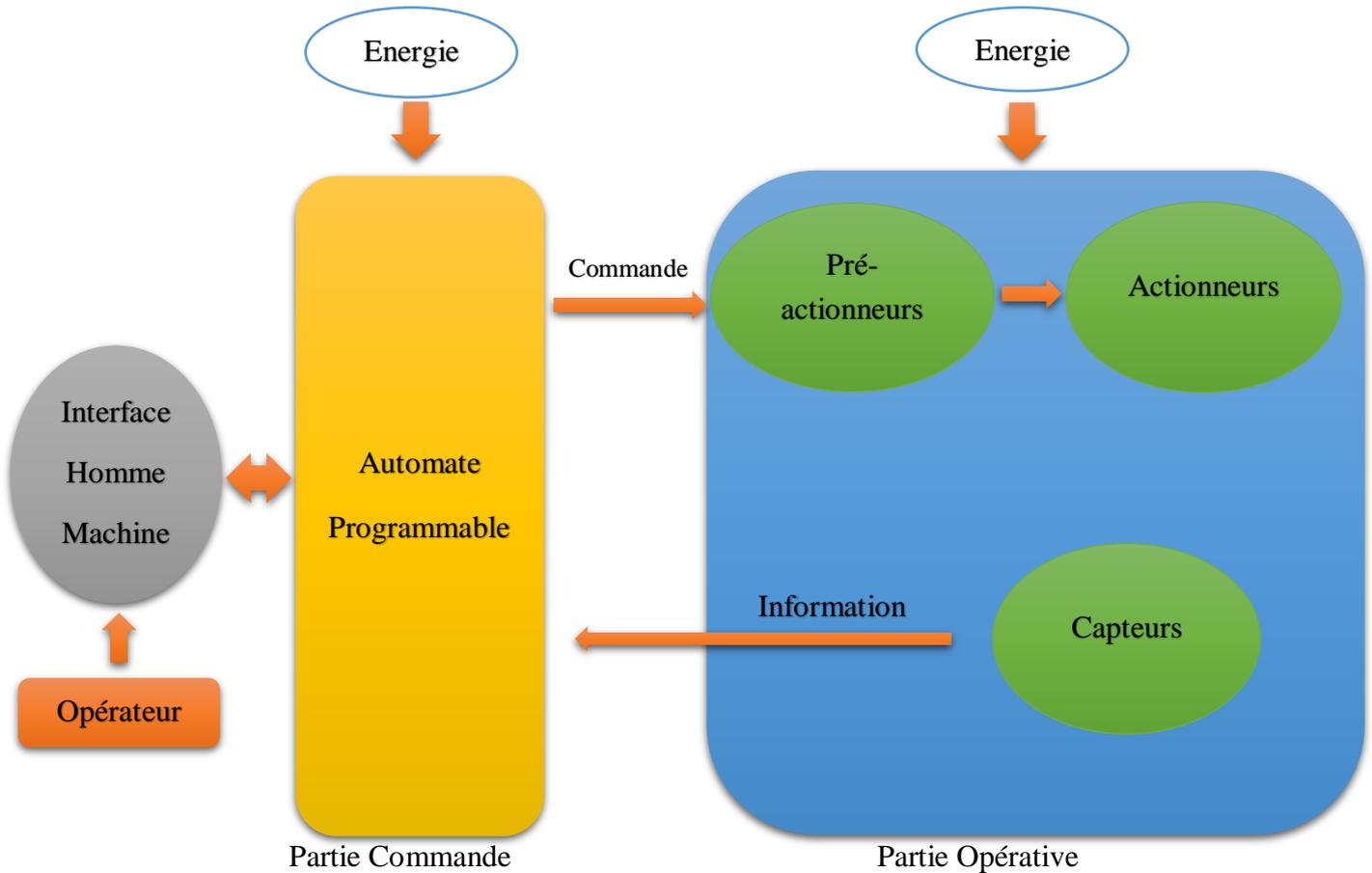


Figure I.11 : Structure d'un système automatisé

I.11.1.3. Rôle des systèmes automatisé

- Produire de grande quantité.
- Augmenter rapidité de la production.
- Améliorer la qualité de production.
- Améliorer les conditions de travail et éviter les tâches pénibles.

I.12. Les Automates Programmable Industrielle (API)

I.12.1. Définition :

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus (voir Figure II.2). Il est conçu pour être exploité par des ingénieurs, dont les connaissances en informatique et langages de programmation peuvent être limitées. La création et la modification des programmes de l'API ne sont pas réservées aux seuls informaticiens. Les concepteurs de l'API l'ont préprogrammé pour que la saisie du programme de commande puisse se faire à l'aide d'un langage simple et intuitif [2].

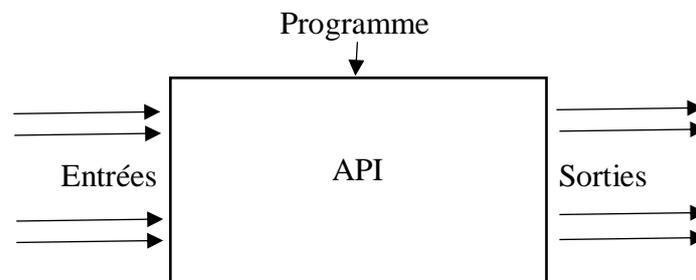


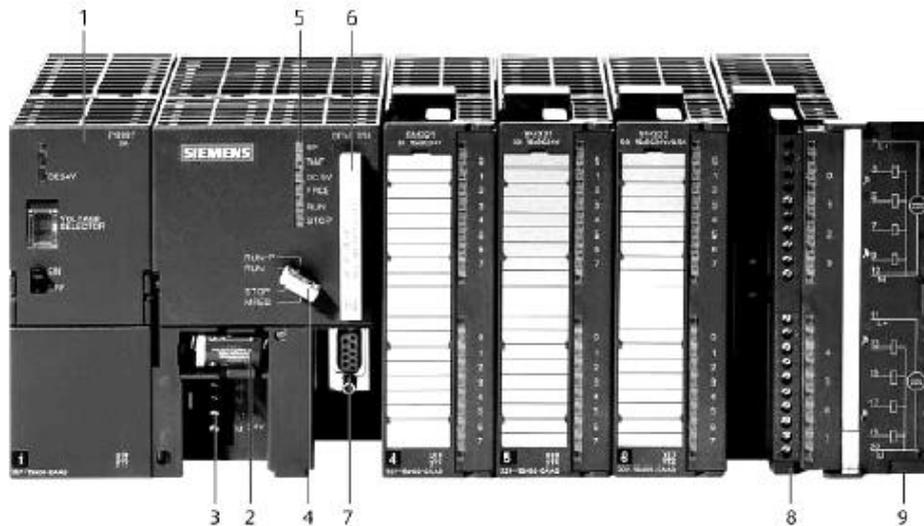
Figure I.12 : Automate Programmable Industriel [2]

I.12.2. Présentation de l'automate

a. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **De type compact :** on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des microautomates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.
- **De type modulaire :** le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires [3].



- | | |
|---|--------------------------------|
| 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. | |

Figure I.13 : API Siemens [3]

b. Structure interne

- **Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- **Le bus interne** : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- **Mémoires** : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par une pile ou une batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.
- **Interfaces d'entrées / sorties**
 1. **Interface d'entrée** : elle permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).

2. **Interface de sortie** : elle permet de commander les divers préactionneurs et éléments de signalisation du S. A.P. tout en assurant l'isolement électrique [3].

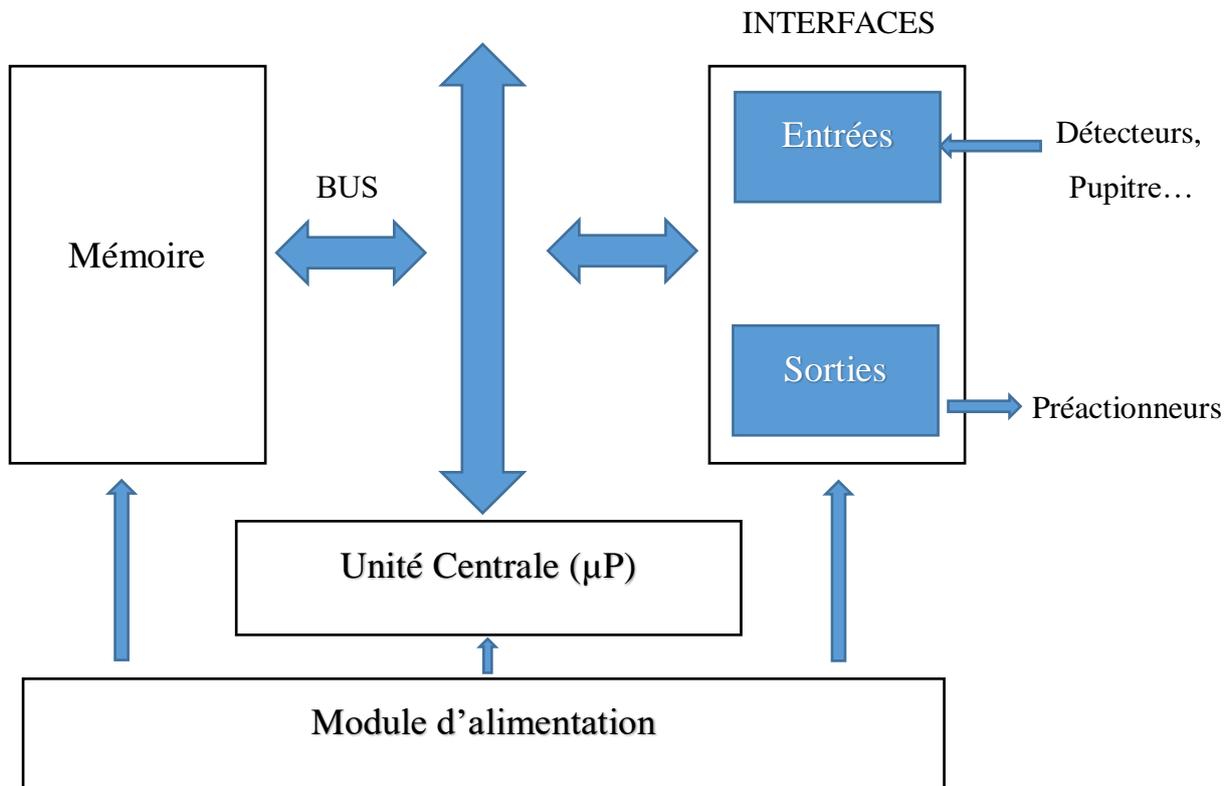


Figure I.14 : Structure interne d'un API [3]

I.12.3. Principe de fonctionnement

L'automate programmable reçoit des données par ses entrées, celle-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu étant délivré par ses sorties. Ce cycle de traitement est toujours le même, quel que soit le programme, néanmoins le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme et la puissance de l'automate.

C'est l'unité centrale qui gère l'automate programmable : elle reçoit, mémorise et traite les données entrantes et détermine l'état des données sortantes en fonction du programme établi (Voir Figure I.15).

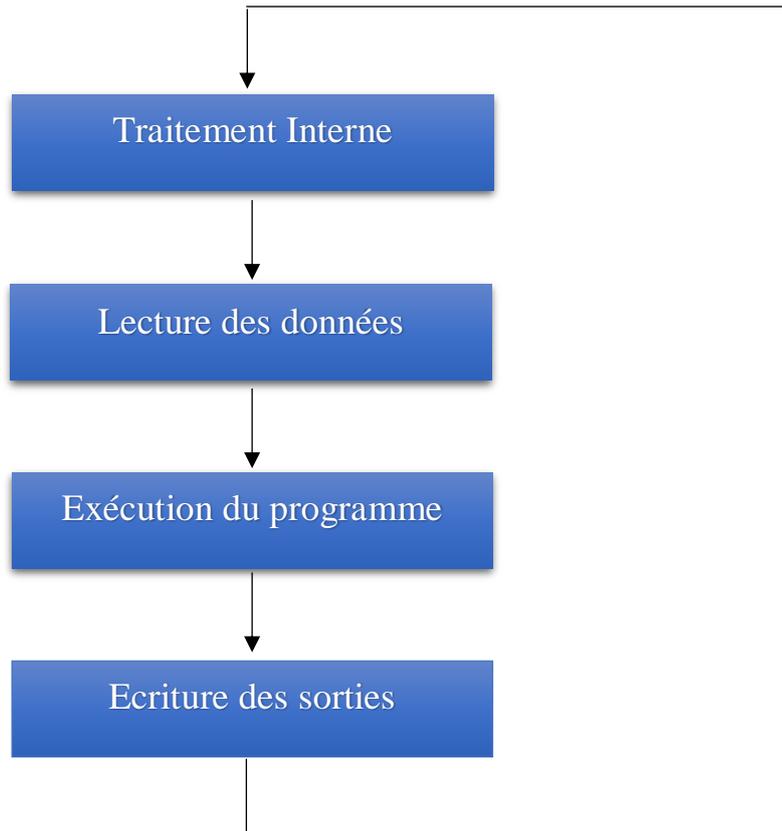


Figure I.15 : Etapes de fonctionnement des automates

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

I.12.4. Critères de choix de l'automate

Les critères sont multiples, est les plus important parmi eux sont :

- La capacité et la rapidité du processeur.
- Le nombre d'entrée/sortie.
- La nature ou type des signaux (analogique, numérique...).
- La fiabilité et sa résistance à l'environnement ou il est exposé.

I.13. Présentation des fonctions technologique

I.13.1. Vue d'ensemble SIMATIC S7-1214C

Le contrôleur S7-1200 offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre aux besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un port PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que nous avons chargé notre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans notre application. La CPU surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique de notre programme utilisateur qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes, des instructions de commande de mouvement, ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.

La CPU fournit un port PROFINET permettant de communiquer par le biais d'un réseau PROFINET. Des modules supplémentaires sont disponibles pour communiquer via les réseaux PROFIBUS, GPRS, RS485, RS232, RS422, IEC, DNP3 et WDC (Wideband Data Communication) [2].

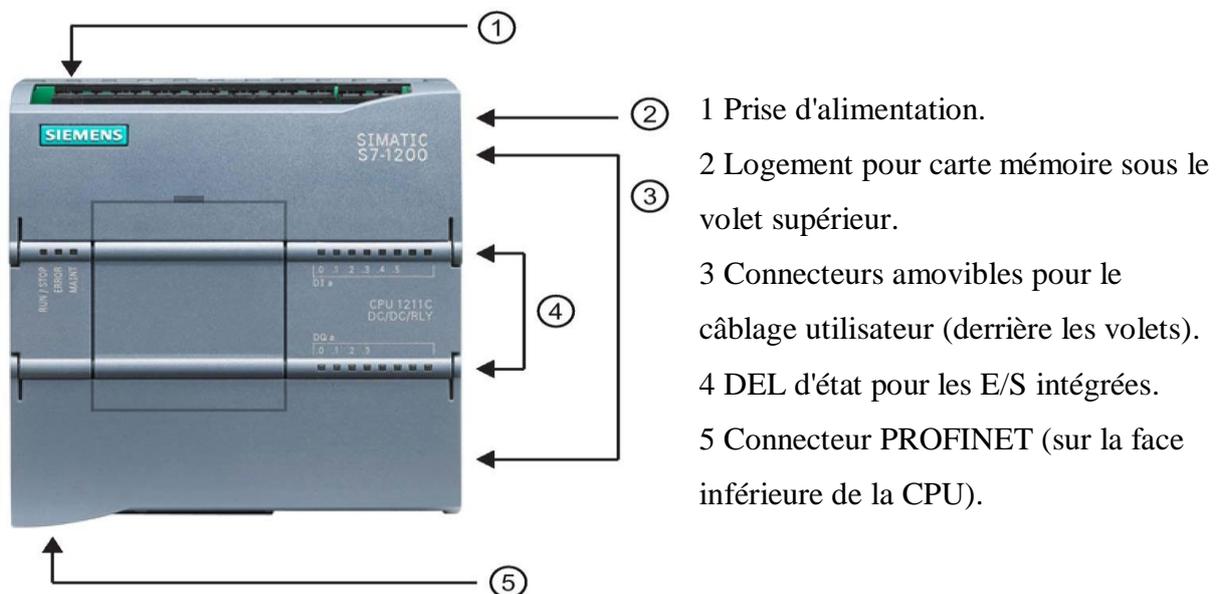


Figure I.16 : Automate Siemens S7-1200 [4]

I.13.2. Caractéristiques de la CPU S7-1214C

a. Généralité sur la CPU

Tableau I.1 : Généralité sur la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques	CPU 1214C AC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/DC
Références	6ES7214-1BG40-0XB0	6ES7214-1HG40-0XB0	6ES7214-1AG40-0XB0
Dimensions L × H × P (mm)	110 × 100 × 75		
Dissipation de courant (W)	14	12	
Courant disponible	1600 mA max		
Courant disponible (24V CC)	400 mA max (alimentation de capteur)		
Consommation de courant entrées TOR (24V CC)	4 mA / entrée utilisée		

b. Alimentation de la CPU

Tableau I.2 : Alimentation de la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques	CPU 1214C AC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/DC
Plage de tension	85 à 264 V CA	20,4 V CC à 28,8 V CC	
Fréquence de linge	47 à 63 Hz	--	
Courant d'entrée (charge max)	CPU uniquement	100 mA à 120 V CA 50 mA à 240 V CA	500 mA à 24 V CC
	CPU avec tous les accessoires d'extension	300 mA à 120 V CA 150 mA à 240 V CA	1500 mA à 24 V CC
Appel de courant (max)	20 A à 264 V CA	12 A à 28,8 V CA	
Temps de retard (perte d'alimentation)	20 ms à 120 V CA 80 ms à 240 V CA	10 ms à 24 V CC	

c. Fonctions de la CPU

Tableau I.3 : Fonction de la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques		Description
Mémoire utilisateur	De travail	100 Ko
	De chargement	4 Mo interne, extensible jusqu'à la taille de la carte SD
	Rémanence	10 Ko
E/S TOR intégrée		14 entrées/10 sorties
E/S Analogique intégrée		2 entrées
Taille de la mémoire image		1024 octets d'entrées (I) / 1024 octets de sorties (Q)
Mémentos (M)		8192 octets
Mémoire temporaire (locale)		16 Ko pour le démarrage et le cycle du programme (FB et FC associés inclus) 6 Ko pour chacun des autres niveaux de priorité d'alarme (FB et FC inclus)

d. Communication

Tableau I.4 : Communication de la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques	Description
Nombre de ports	1
Type	Ethernet
Appareil IHM	4
Liaisons	<ul style="list-style-type: none"> • 8 pour la communication ouverte (Open User Communication) active ou passive : TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEND et TRCV • 3 pour la communication S7 (CPU à CPU) GET/PUT serveur • 8 pour la communication S7 (CPU à CPU) GET/PUT client
Débits	10/100 Mb/s
Nombre d'interfaces PROFINET	1
Nombre d'interfaces PROFIBUS	0
RJ-45 (Ethernet)	Oui

e. Les entrées TOR et Analogiques

Tableau I.5 : Les entrées de la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques		CPU 1214C AC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/DC
TOR	Nombre d'entrées	14		
	Type	P/N (CEI type 1 en mode P)		
	Tension Assignée	24 V CC à 4 mA, nominal		
	Tension continue admise	30 V CC max.		
	Tension de choc	35 V CC pour 0,5 s		
	Signal 1 logique (min.)	15 V CC à 2,5 mA		
	Signal 0 logique (max.)	5 V CC à 1 mA		
ANALO- GIQUE	Nombre d'entrées	02		
	Type	Tension (mode simple)		
	Plage pleine échelle	0 à 10 V		
	Plage pleine échelle (mot de données)	0 à 27648		
	Plage de dépassement haut	10,001 à 11,759 V		
	Plage de dépassement (mot de données)	27649 à 32511		
	Plage de débordement haut	11,760 à 11,852 V		
	Plage de débordement haut (mot de données)	32512 à 32767		

f. Les sorties TOR

Tableau I.6 : Les sorties de la CPU S7-1214C [4]

Caractéristiques techniques		CPU 1214C AC/DC/Relais CPU 1214C DC/DC/Relais	CPU 1214C DC/DC/DC
TOR	Nombre de sorties	10	
	Type	Relai, mécanique	Transistor à effet de champ MOS
	Plage de tension	5 à 30 V CC ou 5 à 250 V CA	20,4 à 28,8 V CC
	Signal 1 logique à courant max	--	20 V CC min.
	Signal 0 logique avec charge 10 kΩ	--	0,1 V CC max.
	Courant (max)	02 A	0.5 A
	Courant de fuite par sortie	--	10 μA
	Courant de choc	7 A avec contacts fermés	8 A pour 100 ms max.

I.14. Conclusion

L'utilisation des systèmes automatisés sont devenu indispensable dans les secteurs industriels, pour la réalisation de différentes tâches qui peuvent être répétitives et pénibles pour l'être humain. Donc, pour automatisé un processus, une meilleure connaissance des organes qui composent ces systèmes ainsi que la succession des différentes taches est très importantes, afin aussi d'avoir une meilleur et grande rapidité de production.

Dans ce chapitre nous avons donné une idée globale sur les systèmes automatisées et les composants qui les constituent coté PO et coté PC, une présentation de l'automate S7-1214C et quelques caractéristiques concernant cette automate.

Chapitre II :
Description des
éléments de la centrale
de production d'air
comprimée

II.1. Introduction

L'air comprimé est parmi les formes d'énergie les plus utilisées dans les industries et dans différents domaines, car il permet la réalisation rapide des tâches complexes, en toute sécurité et d'autres actions pénibles pour les êtres humains.

Pour la production de cette énergie l'utilisation des compresseurs à haute pressions est nécessaire dans l'industrie afin de faire fonctionner et commander différentes machines.

Les différents types de compresseurs force à faire un choix qui réponde aux besoins des processus, ce choix est fait selon différents et multiples critères comme : le volume, le débit, la pression....etc.

II.2. Généralités sur l'air comprimé

L'air comprimé est une source d'énergie essentielle pour plus de 70% des industries qui l'utilisent dans certains aspects de leurs activités. L'utilisation de l'air comprimé dans le cadre de leurs processus de fabrication ne peut négliger la pureté de l'air, car son utilisation à des conséquences directes sur la longévité des matériels et machines utilisées.

II.2.1. Notion de l'air comprimé

L'air comprimé est un flux d'air concentré à haute pression et à haute vitesse, elle est une source d'énergie fiable, sûre et abondante.

II.2.2. Avantages de l'air comprimé

- Disponibilité : l'air est partout présent en quantité illimitées ;
- Transport : l'air comprimé peut être facilement transporté à l'aide de canalisations ;
- Stockage : l'air peut être emmagasiné dans des cuves et prélevé à la demande ;
- Antidéflagrant et ininflammable : aucun risque d'explosion ;
- Propreté : aucun risque de pollution, inutile de prévoir des canalisations de retour ;
- Vitesse : l'air comprimé s'écoule très rapidement (vitesse habituelle des vérins : 2 m/s) ;
- Tolérance à la surcharge : en cas de surcharge, les équipements pneumatiques fonctionnent jusqu'à l'arrêt sans risque de rupture ou détérioration.

II.2.3. Inconvénients de l'air comprimé

- Traitement : obtenu à partir de l'air ambiant, l'air comprimé doit être purifié et séché pour éviter l'usure des équipements ;
- Compressibilité : l'air étant, par nature, compressible, on ne peut obtenir des vitesses de piston régulières ;
- Pression limitée : de 6 à 8 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 coup assez élevé.

II.3. Les compresseurs

II.3.1. Généralités

a. Définition

Les compresseurs sont des machines qui aspirent l'air ambiant à basse pression afin de réduire le volume et d'augmenter la pression à un haut niveau à l'aide de moyens mécaniques avec une puissance nominale qui peut être très importante.

Le choix du compresseur nécessite des critères bien précis tels que : le taux de pression, le débit, le volume et la vitesse avec laquelle il s'écoule selon les besoins des processus afin d'avoir une efficacité optimale et de diminuer les risques d'endommager les éléments du processus.

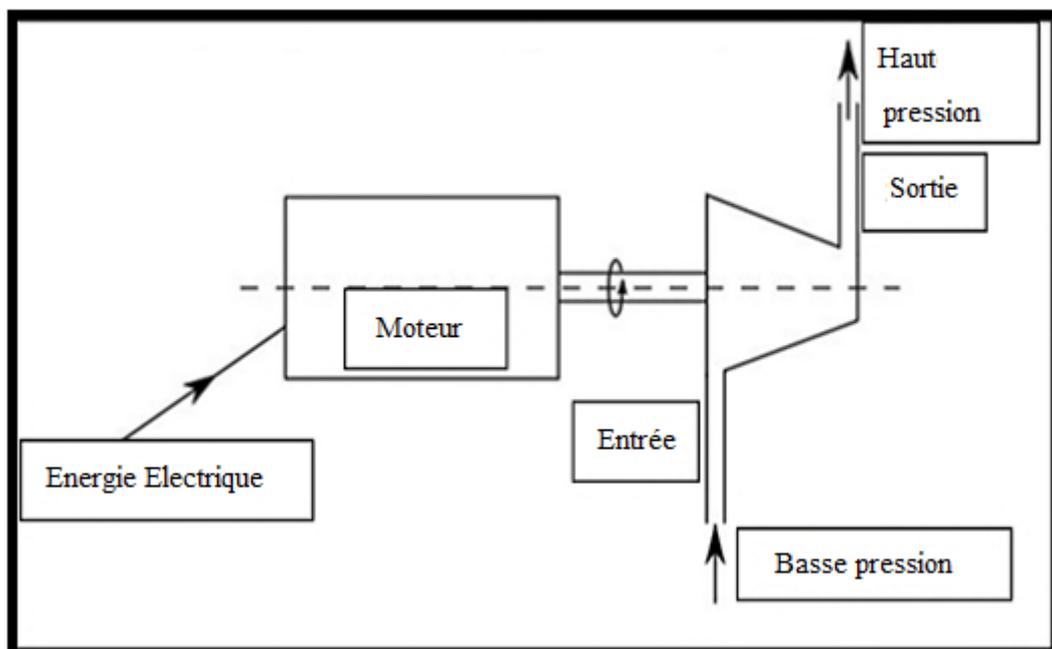


Figure II.1 : Schéma résumant le principe de fonctionnement d'un compresseur

b. L'utilité des compresseurs

Ils sont généralement utilisés dans la production de l'air comprimé, cet air sert à alimenter les différents pré-actionneurs tels que les distributeurs ou les actionneurs comme les vérins, les capteurs de fuites, ou encore les composants de dépression tel que les ventouses.

II.3.2. Les types de compresseurs

Le marché le plus important pour les compresseurs, dont la puissance est comprise entre 10 et 300 kW, est largement dominé par les compresseurs à vis lubrifiées (75 % des ventes) à cause de leur robustesse, de leur simplicité et de leur coût d'investissement raisonnable. Il existe cependant, un nombre important d'autres technologies : pistons, membranes, palettes, spirales, centrifuge qui occupent des niches plus spécifiques du marché. Le choix entre les technologies avec injection ou lubrifier à l'huile, aussi bien entre les mono-étagés ou les poly-étagés, constituent autant d'autres paramètres de choix. Dans chaque famille de compresseurs, il existe donc de multiples variantes. Le diagramme suivant illustre les grandes familles de compresseurs:

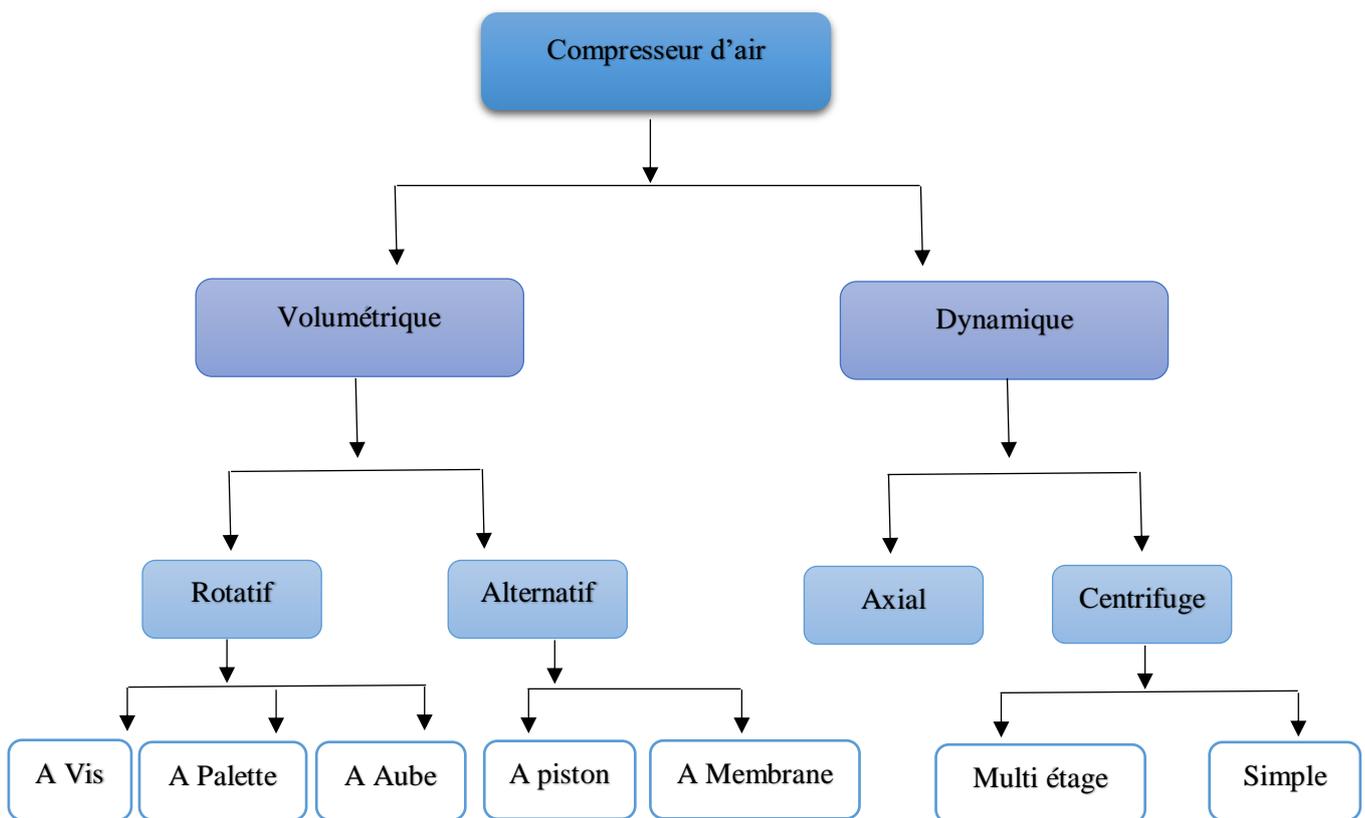


Figure II.2 : Les différents types de compresseur

II.3.3. Les compresseurs volumétrique alternatif à piston

Ce sont des compresseurs mécanique qui produisent l'air comprimé à haute pression, grâce à l'aide de pistons qui sont animé par un vilebrequin, le vilebrequin lui-même est tourner par un moteur électrique.

Les gros compresseurs à piston sont les plus efficaces énergétiquement, et ont un taux de compression très élevée qui peut atteindre une valeur supérieur à 14 bars facilement, avec cette pression élevée, elle engendre de forts températures, pour cela le refroidissement par eau est la plus efficace énergétiquement que le refroidissement par air.

Dans tous les compresseurs de ce type ont peut trouver des clapets anti-retour (soupapes), l'un pour l'aspiration et l'autre pour le refoulement comme le montre la figure suivante.

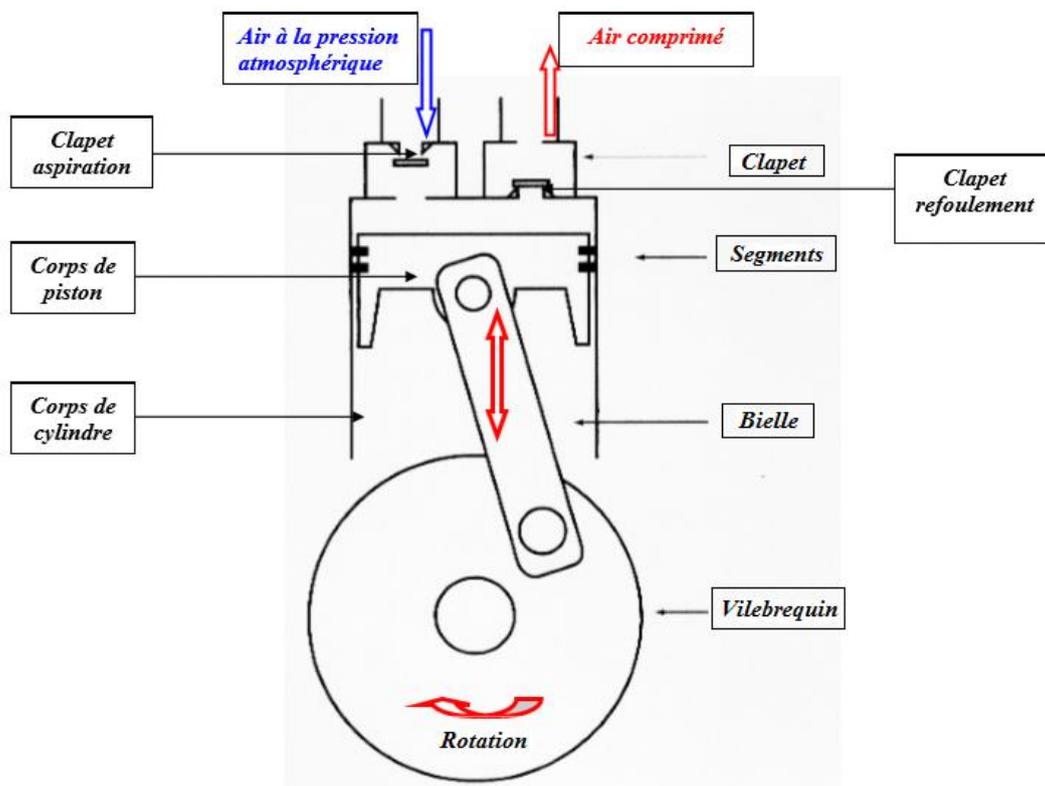


Figure II.3 : Principe de fonctionnement d'un compresseur à piston

II.3.4. Principe de fonctionnement du compresseur alternatif à piston

II.3.4.1. Description fonctionnelle

Ce compresseur est de type horizontal alternatif avec crosses et cylindres à double ou simple effet. La ligne d'arbre comprend 4 manetons décalés deux à deux de 180°, et les pistons sont en opposition et leur déplacement est inversé. Cette disposition améliore sensiblement l'équilibrage du compresseur et supprime le pilonnage des fondations.

II.3.4.2. Cycle de compression

Il s'effectue par effet en deux temps :

- Premier temps : aspiration
- Deuxième temps : refoulement

1. Premier temps

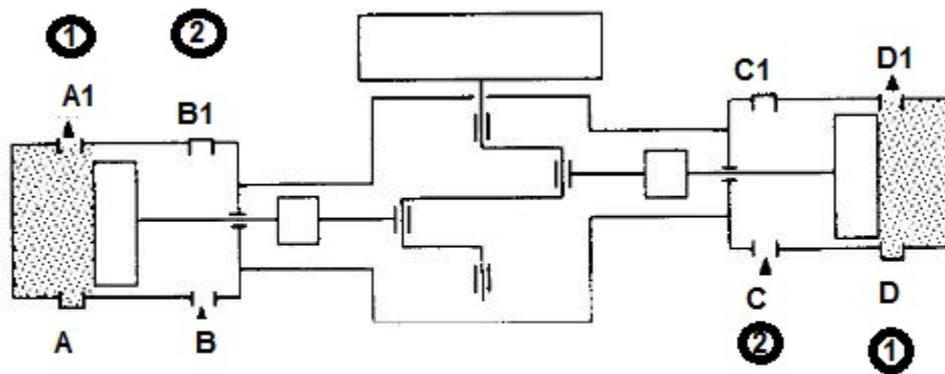


Figure II.4 : Premier temps cycle de compression [5]

1 Effet avant	A1 Refoulement	B Aspiration
2 Effet arrière	D1 Refoulement	C Aspiration

L'effet avant aspire le gaz par les clapets d'aspiration B et C les clapets de refoulement B1 et C1 restant fermés.

Il y a compression dans l'effet arrière et évacuation du gaz par les clapets de refoulement A1 et D1, les clapets d'aspiration A et D restant fermés [5].

2. Deuxième temps

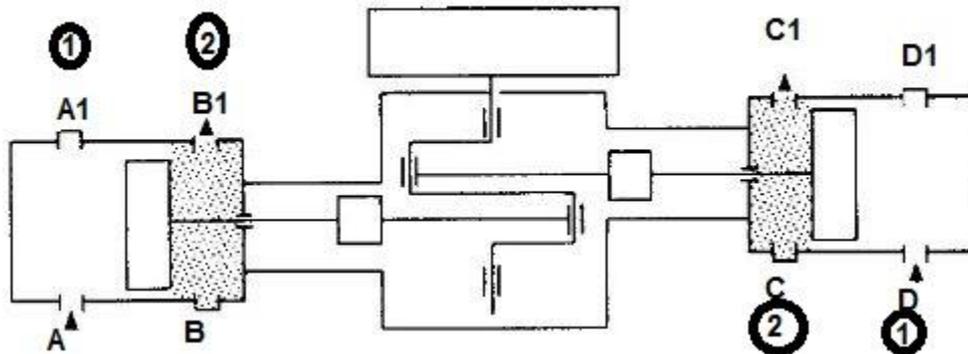


Figure II.5 : Deuxième temps cycle de compression [5]

- | | | |
|-----------------|----------------|--------------|
| 1 Effet avant | B1 Refoulement | A Aspiration |
| 2 Effet arrière | C1 Refoulement | D Aspiration |

L'effet arrière aspire le gaz par les clapets d'aspiration A et D, les clapets de refoulement A1 et D1 restant fermés.

Il y a compression dans l'effet arrière et évacuation du gaz par les clapets de refoulement B1 et C1, les clapets d'aspiration B et C restant fermés [5].

II.3.4.3. Les étage de compression

En tout, notre compresseur est un circuit ouvert, il possède 04 étages de compression afin d'atteindre les 40 Bars qu'il peut produire, la raison de ce nombres d'étages est simple, avec la haute pression produite ont atteint rapidement de très haute températures qui peut avoisiner les 200 C°. Pour refroidir le gaz (Air comprimé), il doit passer par un refroidisseur qui se situe entre chaque étage afin d'obtenir la température désirer et pour poursuivre le cycle de compression.

L'air ambiant est aspiré par le compresseur pour passer au premier étage afin d'être compresser dans le premier cylindre du compresseur, mais avant cela il faut que l'air aspirer doit être filtré par un filtre d'aspiration qui enlevé tout la poussière que peut transporter l'air, le taux de compression atteint enivrent 1.6 bars à la sortie, le gaz chaud est rapidement refroidie et stocker dans un réservoir pour ensuite à son tour il sera aspirer vers le deuxième étage.

Au deuxième étage l'air aspirer du réservoir ou se trouve les 1.6 bars, âpre compression à la sortie ont atteint 7.4 Bars.

Au troisième étage les 7.4 bars sont à leur tour aspirer, à la sortie on aura une pression de 16 bars.

Au quatrième et dernier étage les 16 bars sont aspirer dans le cylindre, à la sortie elle peut arriver à 40 bars ou un peu plus selon la pression désirer, et l'air est stocker dans un réservoir de haut pression, le maximum est de 41 à 43 bars, dans notre cas la pression désirer est régler entre (max : 35 bars et min : 32 bars) et la température est réduite à environ 40 C°.

Pour chaque étage, l'air qui sort d'un cylindre est directement refroidie et stocker dans un réservoir afin qu'il soit aspirer par l'étage suivant, les cycles de compression sont tous les même pour tous les étages, seul la capacité du réservoir de stockage diffère.

Durant tout le long de la compression des condensats s'accumulent, à chaque fois il faut l'extraire et cela se fait grâce à des séparateurs de condensats qui sont situé au niveau des refroidisseur et monter en aval, et il ne faut pas les confondre aux séparateurs d'huile qu'ont utilisent pour la lubrification des compresseurs rotatif.

II.3.5. Caractéristiques du compresseur ATLAS COPCO CREPELLE

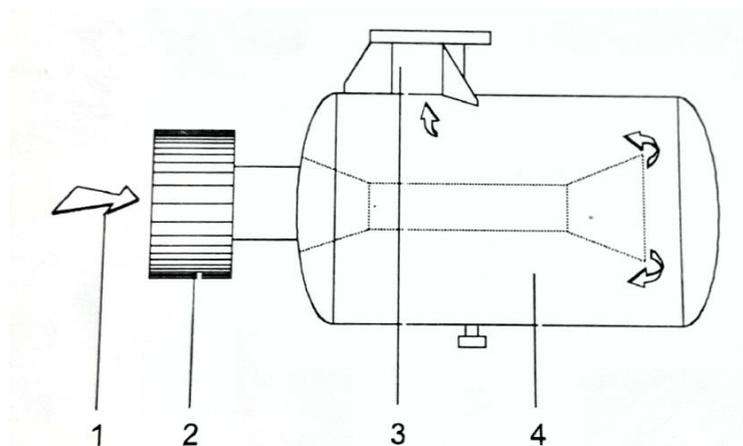
Tableau II.1 : Quelque caractéristique de compresseur Atlas Copco Crepelle [5]

Type de compresseur	40P46				
Type de gaz	Air				
Nombre d'étages	4				
Nombre de cylindres	4				
Pression maximal	40				Bar
Puissance nominal	400				KW
Vitesse de rotation	750				Tr/min
Tension (Triphasée)	400				V
Fréquence	50				Hz
Type de démarrage	Progressif (variateur de fréquence)				
Type d'automate	TSX 37/22				
Numéro d'étages	1	2	3	4	
Diamètre alésage cylindre	470	320	185	130	Mm

II.3.6. Les équipements du compresseur à piston

II.3.6.1. Le filtre d'aspiration

Lorsque le compresseur aspire le gaz d'une ambiance normale, l'entrée d'aspiration est protégée contre les poussières par un filtre monté directement sur le cylindre. Les pulsations acoustiques sont atténuées par un silencieux à venturi (Voir la Figure II.6).



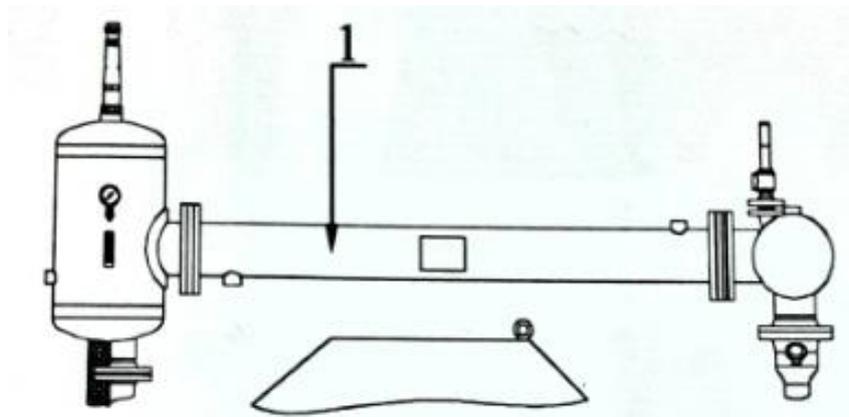
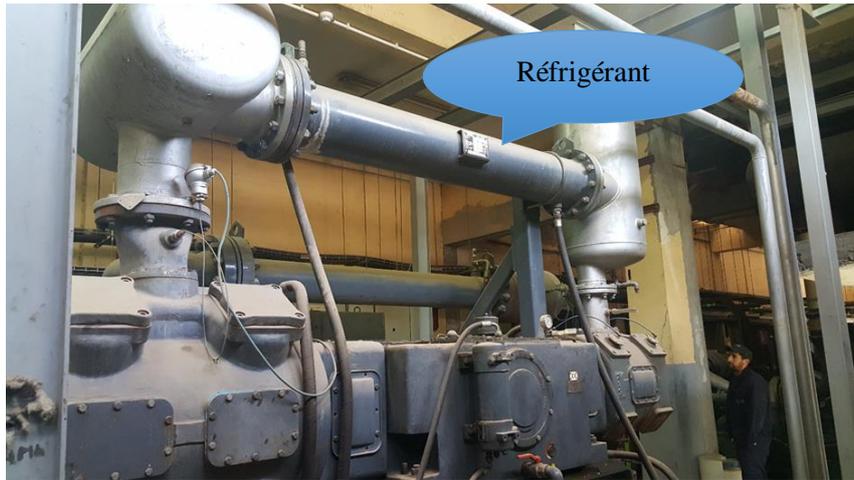
- | | | | |
|---|--------------|---|----------------------|
| 1 | Entrée d'air | 3 | Sortie air filtré |
| 2 | Filtre | 4 | Silencieux à venturi |

Figure II.6 : Exemple de filtre à venturi [5]

II.3.6.2. Les réfrigérants

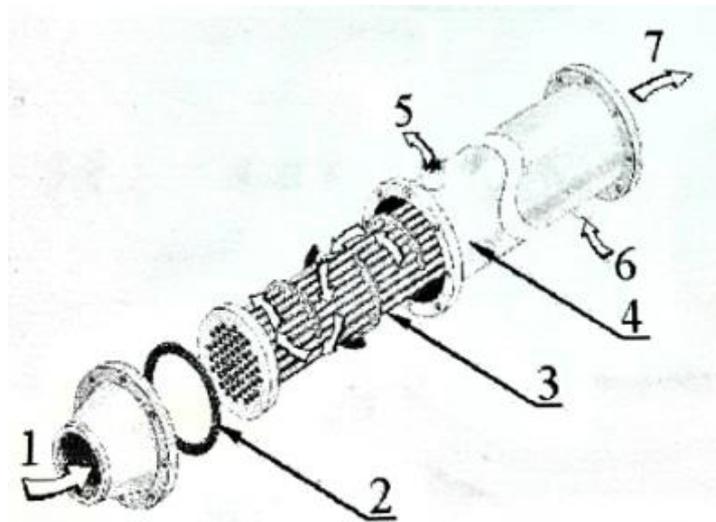
Ils sont de type à faisceau tubulaire. L'air circule généralement dans les tubes et l'eau dans la calandre à contre-courant.

Ce type de réfrigérant peut comprendre un anti-pulsatoire à l'entrée, et un séparateur de condensats à la sortie, équipé d'un système de purge comme le montre la figure suivante.



1 Réfrigérant

Figure II.7 : Réfrigérant [5]



1 Pot entrée

2 Joint

3 Faisceau tubulaire

4 Calandre

5 Entrée d'eau

6 Sortie d'eau

7 Pot de sortie

Figure II.8 : Exemple de faisceau tubulaire [5]

II.3.6.3. Le réservoir haute pression

Il permet le stockage du gaz comprimé en vue de son utilisation. La capacité de ce réservoir est déterminée de manière à disposer d'un volume tampon de gaz comprimé suffisant pour éviter un fonctionnement trop saccadé du compresseur [5].

II.3.6.4. Le sécheur d'air

Le Sécheur est généralement installé directement à la sortie du compresseur et a comme fonction d'extraire l'humidité contenue dans l'air comprimé car celle-ci peut nuire au fonctionnement des composants pneumatiques. Ces appareils fonctionnent par action chimique ou par réfrigération. Dans les deux cas, l'humidité se transforme en condensation et est extraite par un filtre séparateur.

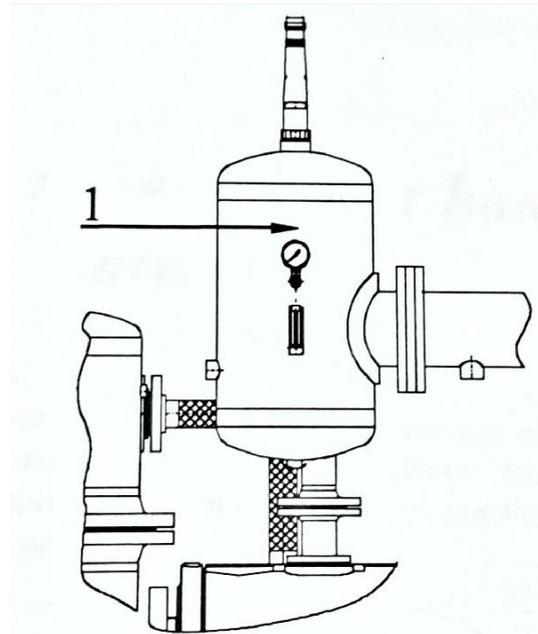
II.3.6.5. La tour de refroidissement

Il permet de refroidir l'eau chaude qui circule dans les réfrigérants du compresseur lors de la sortie de l'air comprimé des cylindres de chaque étage.

II.3.6.6. Séparateur de condensat

Le refroidissement de l'air après compression entraîne une condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Ces condensats sont recueillis dans les réfrigérants et dans les réservoirs d'air comprimé, ils sont évacués par des systèmes de purge automatique avec vannes manuelle de vérification de bon fonctionnement.





1 Pot séparateur de condensat

Figure II.9 : Séparateur de condensats [5]

II.3.6.7. Les purgeurs

Ce sont des appareils de robinetterie autonome qui évacue les condensations qui se forme au moment du cycle de réfrigération des gaz comprimé, la purge peut se faire soit manuellement ou automatiquement.

II.3.6.8. Les vanne

Ce sont des actionneurs qui agissent sur une grandeur, son rôle est d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide).

II.3.7. Autre équipement du compresseur

II.3.7.1. Les Moteurs

Dans notre cas, le système possède deux moteurs et chacun deux possèdent un rôle bien précis :

a. Moteur de compresseur

Il entraine le vilebrequin de compresseur, sont alimentation est à travers un dispositif de démarrage progressif avec ses protections.

b. Moteur de la pompe à eau

Ce moteur entraine la pompe à eau de réfrigération de groupe de refroidissement, sont alimentation est effectué à travers un disjoncteur magnétothermique [5].

II.3.7.2. Le démarreur progressif

Les Démarreurs Progressifs sont des démarreurs statiques qui permettent d'accélérer et de ralentir des moteurs asynchrones triphasés tout en les protégeant. Le contrôle de la tension appliquée au moteur est réalisé et variant l'angle d'amorçage de thyristors, ce qui permet au démarreur progressif de faire démarrer et d'arrêter un moteur électrique en douceur. Un réglage judicieux des paramètres permet d'adapter le couple moteur aux besoins de la charge, de façon à ce que le courant nécessaire soit le plus faible possible au démarrage.

II.3.7.3. Les capteurs

a. Sonde de température d'air

Il permet de faire le contrôle et la mesure de la température de l'air qui sort de l'étage lors du refoulement, en cas de température élevée (entre 170 à 180°C), il provoque le déclenchement d'une alarme.

b. Sonde de température d'eau

Mesure la température de l'eau, si la température est trop chaude supérieur à 40 °C, le groupe de refroidissement se met en marche, ou c'est l'arrêt total du compresseur.

c. Sonde de pression d'air

Permet de faire la mesure de la pression d'air dans le réservoir de stockage, en cas de déstabilisation de pression le compresseur se met en marche ou s'arrête complètement.

d. Sonde de pression d'huile

Elle mesure la pression d'huile en bout d'arbre du circuit de graissage de la partie mécanique. Il provoque l'arrêt du compresseur en cas de pression basse anormale [5].

II.3.7.4. Contrôleur de circulation d'eau

Il détecte la circulation d'eau à la sortie du circuit du compresseur, au démarrage de la pompe, si l'eau ne s'écoule pas au bout de 25 secondes, le compresseur s'arrête pour éviter les surchauffes.

II.3.7.5. Les soupapes de sécurité

Les soupapes de sécurité s'ouvrent et laisse échapper l'air vers l'atmosphère lorsque la pression dans le système augmente au-dessus d'une certaine valeur. Ce composant n'agit qu'en cas d'urgence pour ramener la pression à la valeur de réglage. Certains modèles sont réglables alors que d'autres sont scellés afin que le personnel non autorisé ne puisse pas en modifier le réglage. On retrouve les soupapes de sûreté scellées sur les réservoirs sous pression.

II.4. fonctionnement général de compresseur

La mise en marche du compresseur s'effectue par une action sur la touche « I » ou par la commande à distance. L'automate vérifie qu'il n'y a pas de défaut présent tel que :

- Défaut thermique du moteur principal ;
- Défaut température de refoulement de chaque étage ;
- Défaut température d'eau ;
- Défaut électrique (disjoncteur, arrêt d'urgence et interrupteur fusible) ;
- Défaut spécifique à l'utilisateur joker 1 et/ou 2 (option).

Si il n'y a pas de défaut alors le compresseur démarre et l'automate procède aux vérifications des informations suivantes :

- De la pression d'huile pendant 20 seconde (réglable sur site entre 15 et 23 seconde), afin de laisser la pression d'huile s'établir ;
- De la circulation d'eau pendant 25 secondes afin de laisser la circulation d'eau s'établir ;
- De la mise en charge pendant 30 secondes ;

Si l'ensemble des contrôles pendant la mise en route a été effectuée avec succès, il y a un fonctionnement normal du compresseur.

A ce niveau, trois causes d'arrêt sont alors possibles :

-  Demande d'arrêt par l'utilisateur par action sur la touche « O » du pupitre opérateur :

L'automate procède à une mise à l'arrêt normal du compresseur. La remise en route ultérieure s'effectuera par action sur la touche « I » du pupitre opérateur.

-  Présence d'un défaut (température air, thermique ou information complémentaire) :

L'automate procède à l'arrêt du compresseur sur défaut. Un message de défaut apparaît en clignotant sur l'afficheur du terminal de communication et l'avertisseur sonore se met à fonctionner. Il passe en fixe après appuie sur la touche « ENTER ». L'opérateur doit alors vérifier la cause du défaut et éventuellement remettre en état la sécurité défectueuse.

La remise en route s'effectuera après effacement du défaut (action sur la touche « ARRET KLAXON » et de réarmement « R ») par action sur la touche « I ».

-  Arrêt automatique du compresseur :

Après avoir atteint le seuil haut de régulation, le compresseur fonctionne à vide pendant 10 minutes (temporisation réglable entre 10 et 60 minutes). Si le seuil bas de pression n'est pas

atteint pendant cette durée alors le compresseur s'arrête automatiquement. Il est en " stand-by " et attend l'information de seuil bas de régulation pour redémarrer [5].

II.5. Problématique

Le compresseur ATLAS COPCO à piston fonctionnait sous le contrôle d'un ancien automate qu'est le Schneider **TSX MICRO 37/22**, ce dernier a connu la perte de son programme, et cela est causé par la mort de la pile de l'automate, car le système est mis en hors tension pendant presque deux ans.

L'entreprise IFRI a contacté la maison-mère Schneider et leur a demandé de leur fournir le programme, par malchance ils n'ont plus ce dernier à la place ils ont proposé un autre automate avec le programme associé mais avec un coût très élevé.

II.6. Solution

Pour remédier à ce problème, l'entreprise IFRI a opté pour le changement de l'ancien automate par le SIEMENS S7-1214C munie d'un IHM le KTP700 qui est plus sophistiqué et plus récent et moins cher que le Schneider.

II.7. Conclusion

La production de l'air comprimé est indispensable pour le bon fonctionnement d'un certain nombre d'éléments pneumatiques qui peuvent constituer une chaîne de production. Dans ce chapitre nous avons donné une idée globale sur les variétés de compresseurs existants et les différents éléments qui composent le compresseur alternatif à piston ainsi le rôle de chacun d'entre eux dans la production de l'air comprimé. Afin de bien saisir son mode de fonctionnement.

Chapitre III :
Programmation du
compresseur avec le
TIA Portal V13

III.1. Introduction

La plateforme Totally Automation Portal V13 (TIA V13) est un nouveau logiciel de travail créé par Siemens, il permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC Win CC V13.

STEP 7 (TIA Portal) est le logiciel d'ingénierie pour la configuration des familles d'automates SIMATIC S7-1200, S7-1500, S7-300/400 et Win AC. STEP 7 (TIA-Portal) est disponible en deux éditions, selon les familles d'automates à configurer :

- STEP 7 Basic pour la configuration des S7-1200 ;
- STEP 7 Professional pour la configuration des S7-1200, S7-1500, S7-300/400 et Win AC.

Pour ce chapitre nous allons expliquer le fonctionnement du logiciel coté programmation (STEP7), et l'explication du déroulement des différentes étapes à suivre pour le bon fonctionnement de la centrale de production de l'air comprimée selon l'analyse fonctionnelle élaborer pendant la durée du stage au sein de l'entreprise IFRI.

III.2. Description et prise en main du TIA Portal V13

III.2.1. Vue du portail et vue du projet

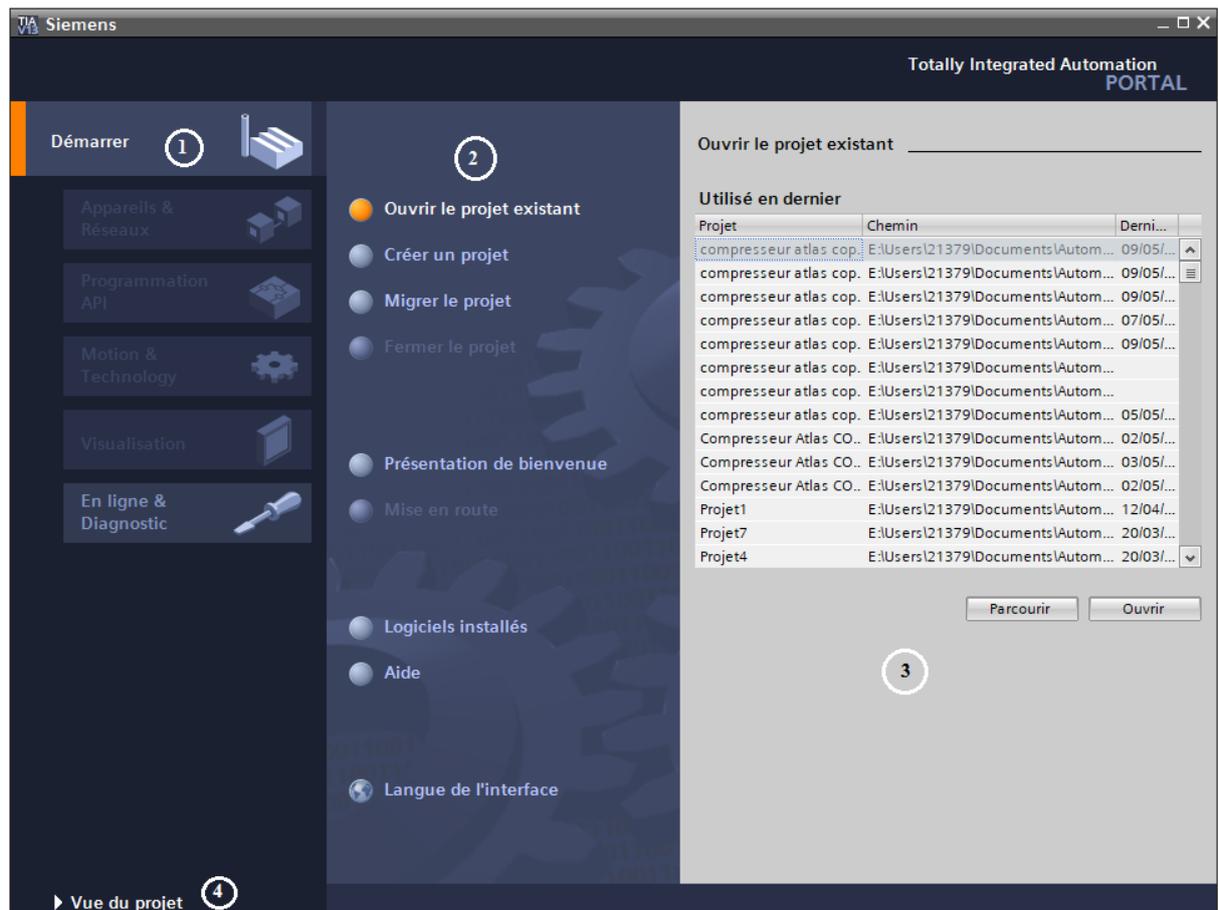
Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

- **La vue du portail** : est une vue orientée sur les tâches du projet ;
- **La vue du projet** : est une vue des composants du projet et des zones de travail et éditeurs correspondants [6].

a. Vue du portail

La vue du portail offre une vue orientée sur les tâches des outils. On peut y décider rapidement ce que vous souhaitez faire et appeler l'outil requis pour la tâche correspondante. Si nécessaire, un basculement automatique dans la vue du projet a lieu pour la tâche sélectionnée.

Les portails mettent à disposition les fonctions élémentaires requises par chaque type de tâche. Les portails proposés dans la vue du portail dépendent des produits installés [6].

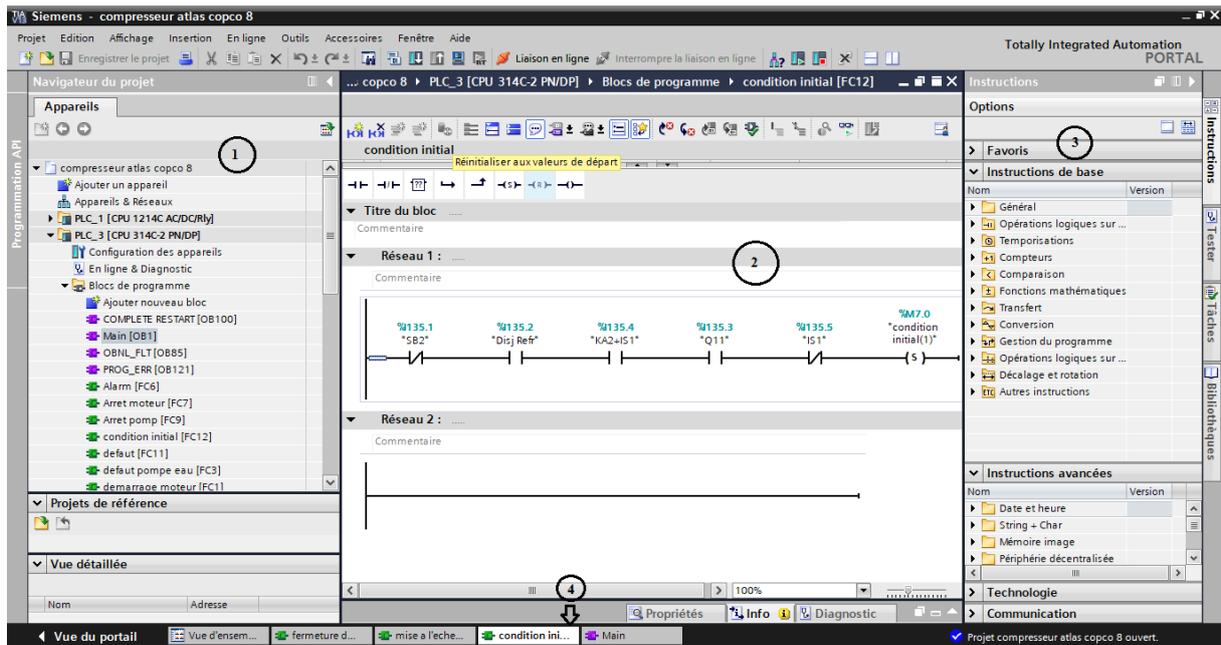


1. Portails pour les différentes tâches.
2. Actions correspondant au portail sélectionné.
3. Fenêtre de sélection correspondant à l'action sélectionnée.
4. Basculer dans la vue du projet.

Figure III.1 : Vue du Portail

b. Vue du Projet

La vue du projet correspond à une vue structurée de l'ensemble des composants du projet.



1. Navigateur du projet.
2. Zone de travail.
3. Vue des bibliothèques.
4. Barre des éditeurs.

Figure III.2 : Vue du Projet

➤ **Navigateur de projet**

Le navigateur du projet nous permet d'accéder à tous les composants et données du projet.

On peut par ex. réaliser les actions suivantes dans le navigateur du projet :

- ✓ Ajouter de nouveaux composants ;
- ✓ Editer des composants existants ;
- ✓ Interroger et modifier les propriétés de composants existants [6].

➤ **Zone de travail**

La zone de travail affiche les objets que vous ouvrez afin de les éditer. Il s'agit p. ex. des :

- ✓ Editeurs et vues ;
- ✓ Tables [6].

➤ **Vue des bibliothèques**

La vue des bibliothèques affiche une vue d'ensemble des éléments de la bibliothèque de projet et des bibliothèques globales ouvertes [6].

➤ Barre des Editeurs

La barre des éditeurs affiche les éditeurs ouverts. Si vous avez ouvert de nombreux éditeurs, ils sont représentés de manière groupée. La barre des éditeurs vous permet de basculer rapidement d'un élément ouvert à un autre [6].

III.2.2. Création d'un Projet

La création d'un projet est très simple à réaliser, dans la vue du portail on doit cliquer sur l'action « Créer un projet », après on donne un nom au projet et choisir l'emplacement où on veut l'enregistrer, on peut aussi donner un nom d'auteur et ajouter un commentaire, une fois que les informations sont saisies on peut cliquer sur le bouton « Créer » et on aura la création de notre nouveau projet.

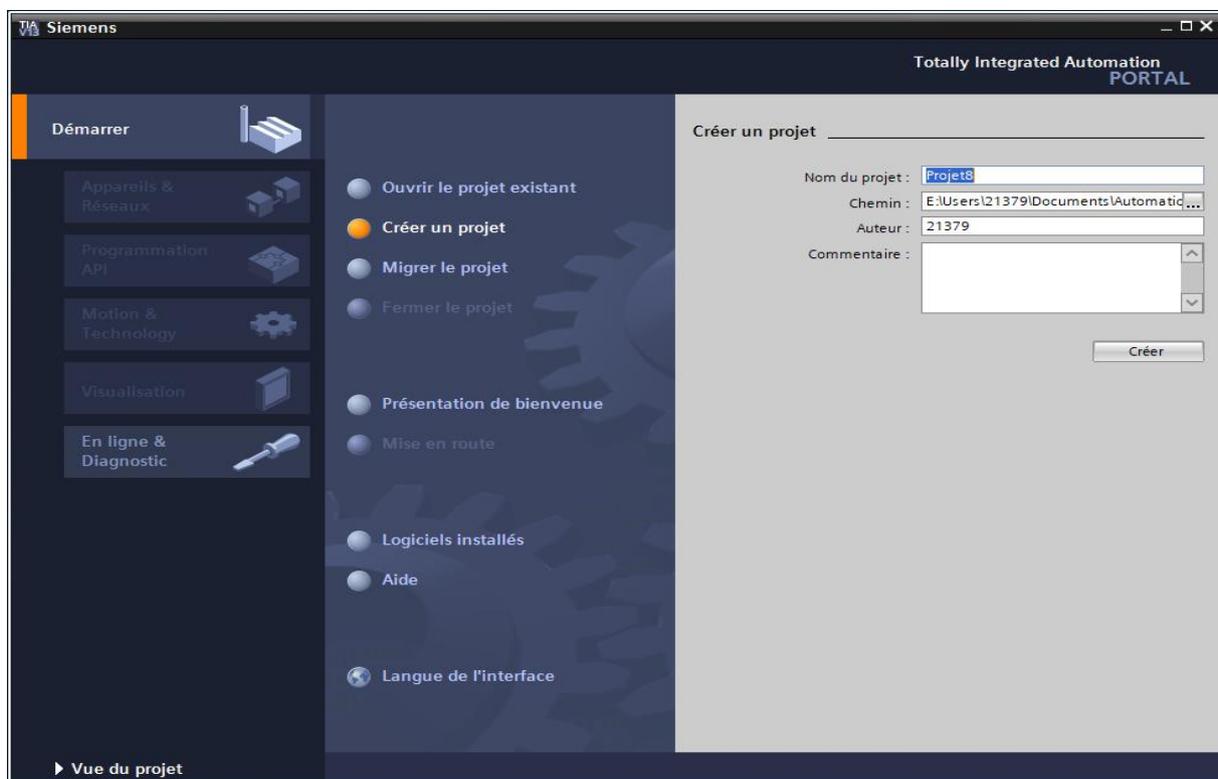


Figure III.3 : Création d'un projet

III.2.3. Configuration matériel

Après avoir créé un nouveau projet, l'étape suivante consiste à la configuration matériel, pour cela on doit aller vers la vue du projet, puis vers le navigateur du projet, là on clique sur « Ajouter un appareil », une fenêtre s'affiche et on aura la liste de tous les matériels tel que les différents automates ainsi que leurs CPU avec toutes les caractéristiques et informations

nécessaire, on aura aussi les IHM et systèmes PC disponibles comme le montre la figure ci-dessous.

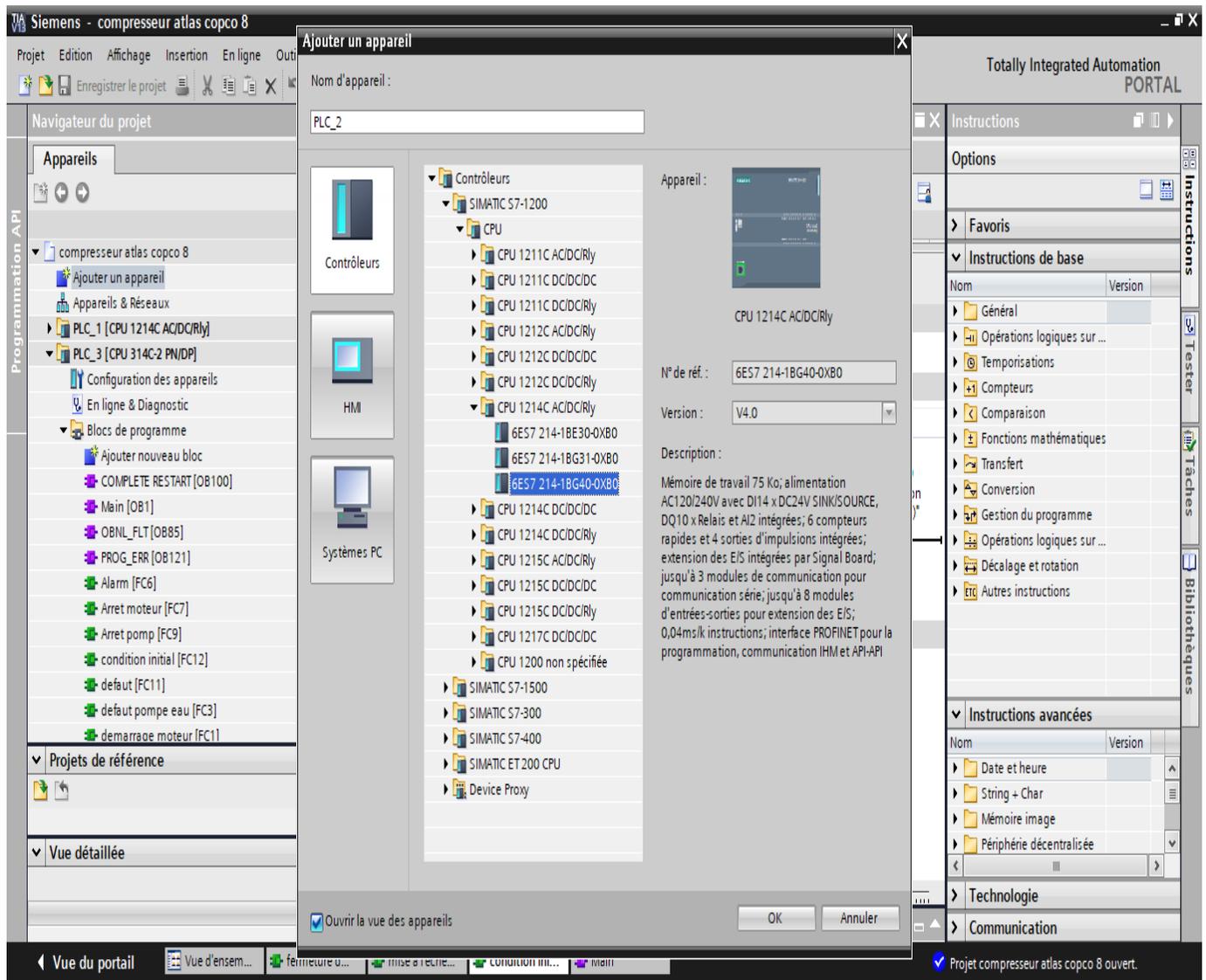
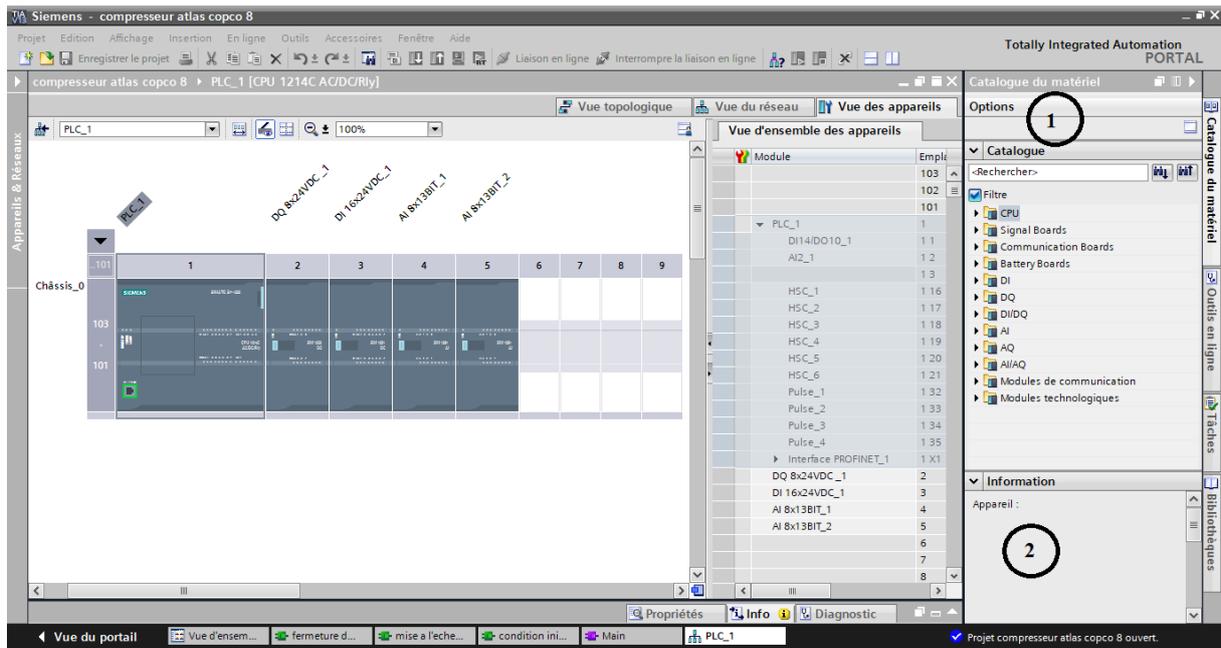


Figure III.4 : Configuration matérielle

III.2.4. Configuration et paramétrage du matériel

Tout d'abord on commence par le choix de la CPU à utiliser dans le projet, ensuite on détermine les modules complémentaires (L'alimentation, les modules d'E/S TOR ou analogiques, le module de communication...etc.), pour cela on doit passer vers le « catalogue du matériel », et on choisit le matériel dont on a besoin munie de toute les informations les concernant.

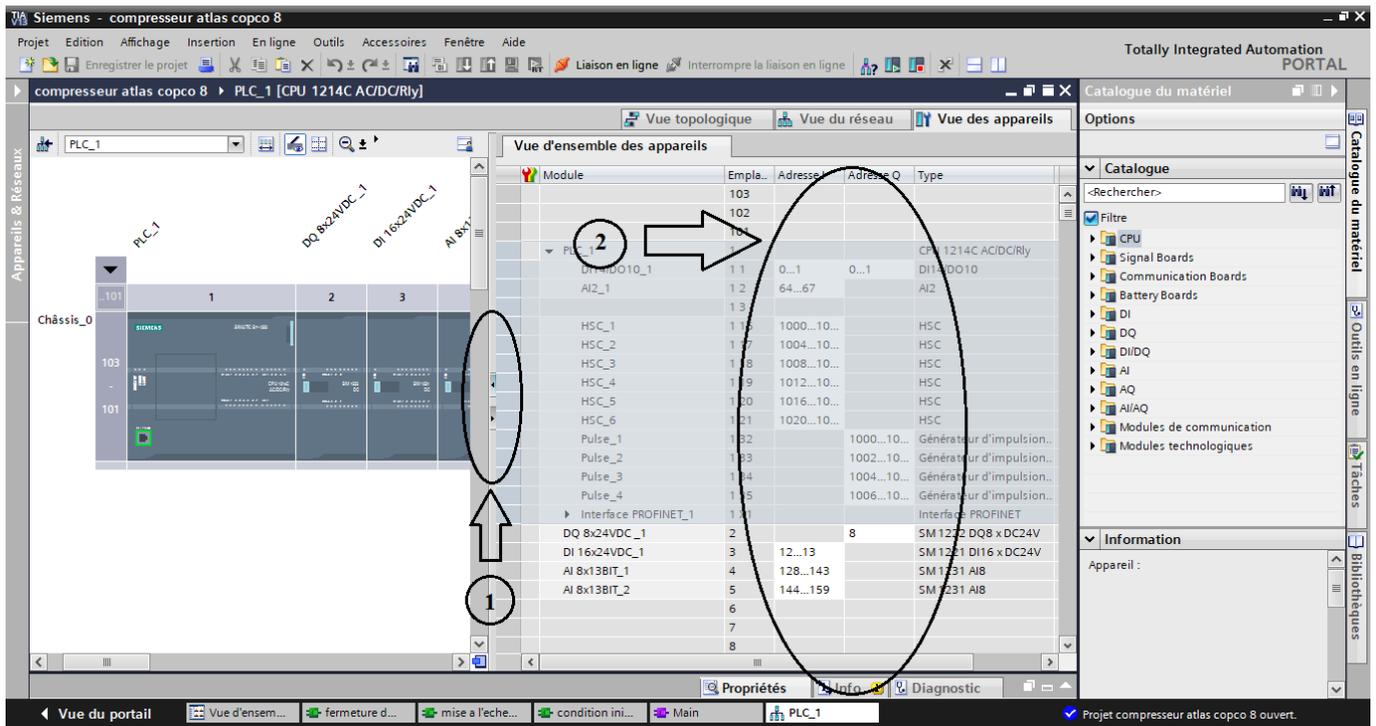


1. Catalogue du matériel.
2. Information sur le matériel sélectionnée.

Figure III.5 : Configuration et paramétrage du matériel

III.2.5. Adressage des E/S

Afin de connaître et régler les adresses des entrées et sorties présentes dans l'automate, on doit aller vers « Vue du projet », ensuite vers « vue des appareils », et on clique sur un appareil, on trouve deux petites flèches (Voir la figure III.6), on fait défiler l'onglet et on aura la « Vue d'ensemble des appareils », on trouve tous les adresses des modules d'Entrées/Sorties que les appareils disposent, on peut modifier les adresses selon notre guise tout en respectant les cases mémoires disponibles.



1. Les deux flèches.

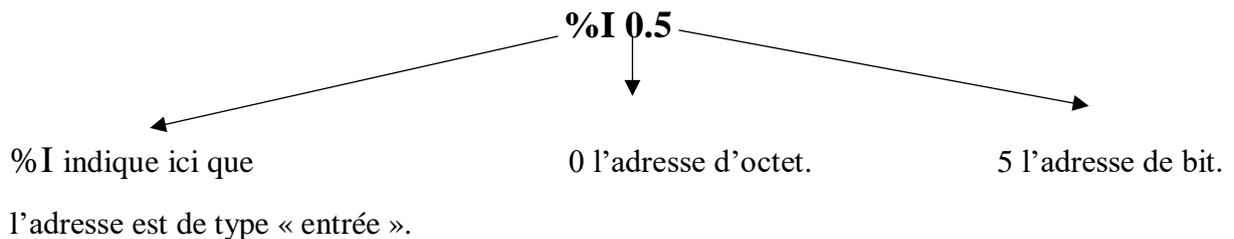
2. Adresses des modules.

Figure III.6 : Adressage des E/S

III.2.6. Adressage des signaux d'entrée/sortie

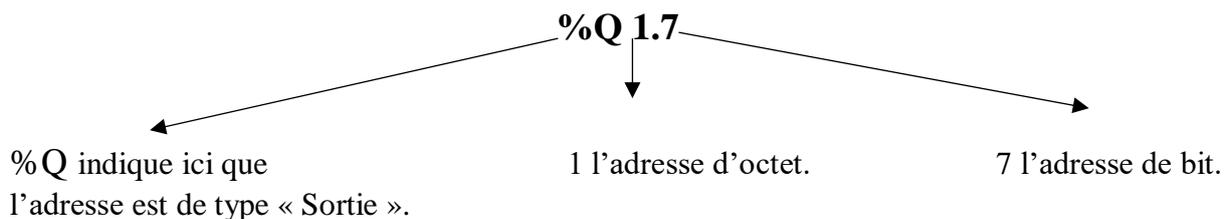
Les entrées et sorties TOR de l'API sont regroupées par octets. Chaque entrée ou sortie TOR sera donc adressée par un numéro d'octet et un numéro de bit à l'intérieur de celui-ci.

a. Les E/S TOR



Les adresses d'octet et de bit sont toujours séparées par un point.

Pour adresser la dernière sortie, par exemple, on définit l'adresse suivante :



b. Les E/S Analogique

Les valeurs analogiques sont stockées dans des mots. La configuration utilisée permet d'accéder à :

- Entrées analogiques +/-10 V intégrées à la CPU ;
- Sorties analogique configurable en +10V/-10V ou 0/20mA ou 4/20mA.

L'adresse de la première entrée analogique serait dans ce cas %IW64, celle de la seconde entrée analogique est %IW66, et celle de la sortie analogique %QW80.

III.2.7. Adresse Ethernet de la CPU

Pour toute les CPU, il est possible de définir une adresse Ethernet, pour cela on double clic sur le connecteur de la CPU, une fenêtre apparait, ce qui permet de définir toute les propriétés de l'adressage Ethernet (Voir la Figure III.7).

Pour mettre en liaison la console de programmation et la CPU, on doit leur affecter des adresses qui appartiennent au même réseau, on utilisera comme adresse à l'automate l'adresse suivante 192.168.0.1.

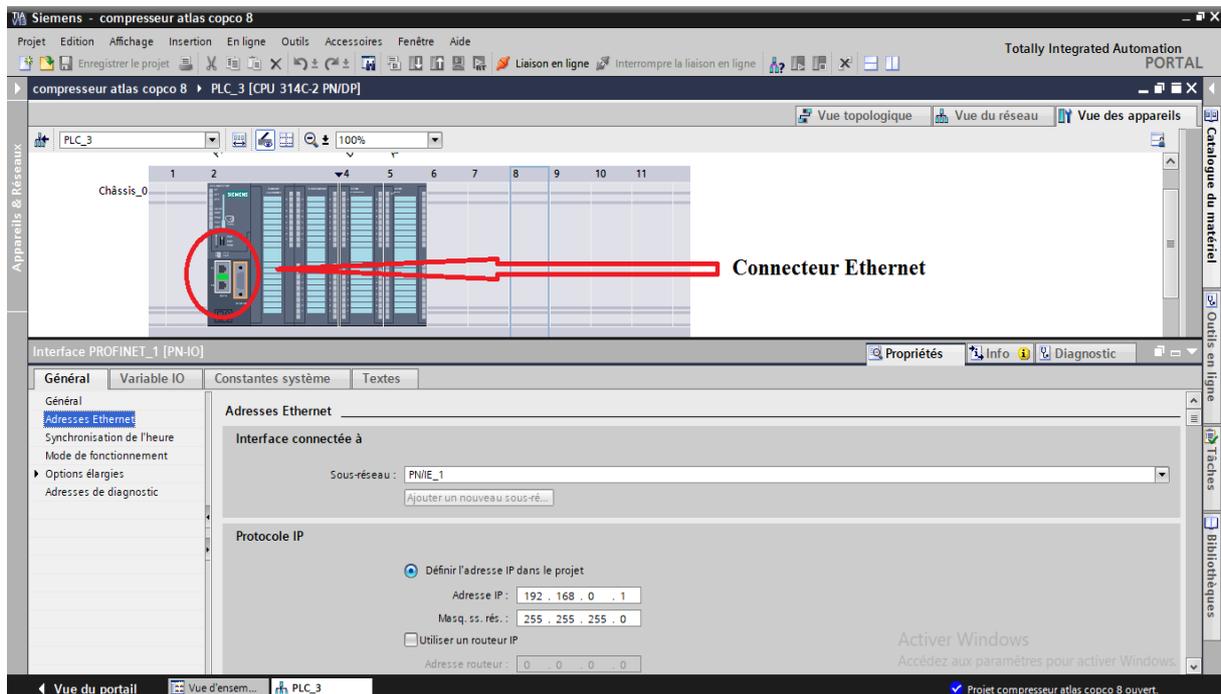
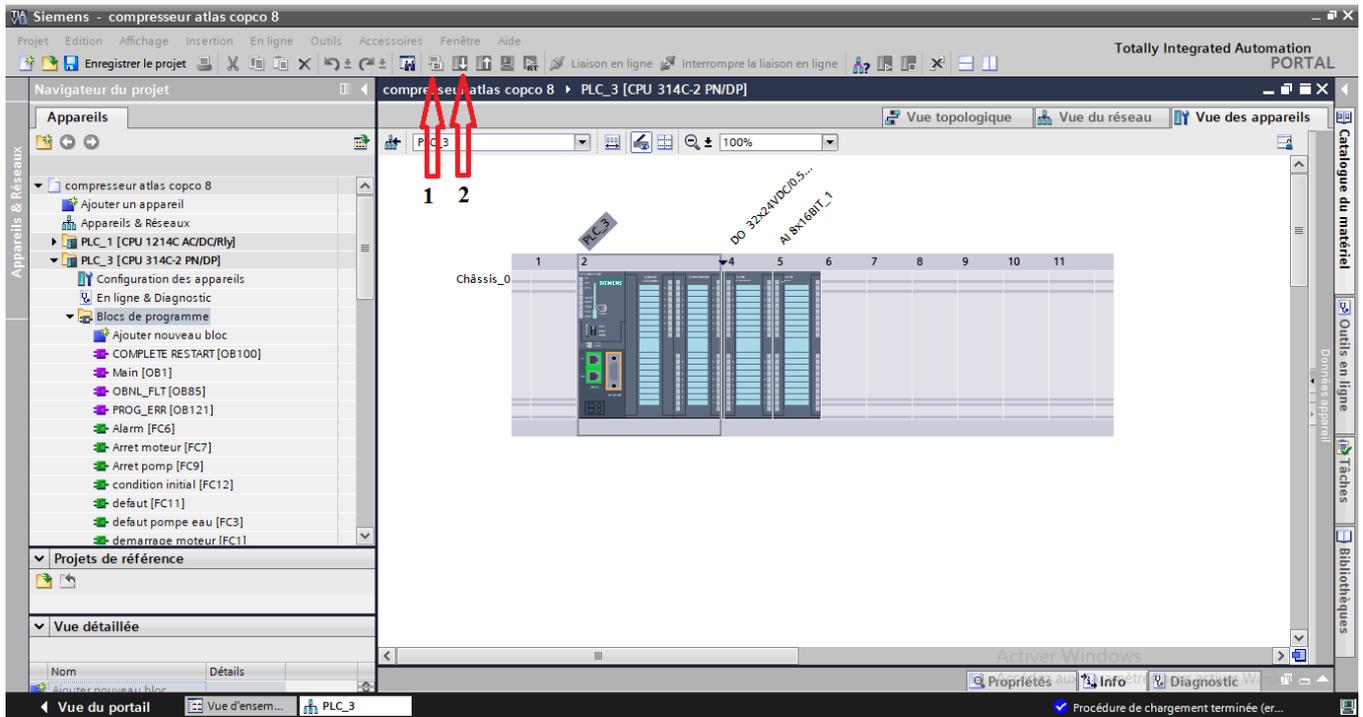


Figure III.7 : Adresse Ethernet de la CPU

III.2.8. Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois que la configuration matérielle et les adressages sont établis, l'étape suivante est la compilation et le chargement dans l'automate.

Pour la compilation on clique sur l'icône « compiler » qui se trouve dans la barre des tâches (Voir la Figure III.8) après avoir sélectionner l'API dans la zone de travail.



1. Icône Compiler.

2. Icône Charger dans l'appareil.

Figure III.8 : Compilation et chargement de la configuration matérielle

Après que la compilation est effectuée avec succès, on procède à l'étape suivante qui est le chargement de la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « Charger dans la CPU » (Voir la Figure III.8), une fenêtre s'affiche, ici on doit faire le choix du mode de connexion (PN/IE « Profinet », Profibus...etc.), on choisit le mode PN/IE, et on choisit aussi l'interface PG/PC qui est propre à la console de programmation (Ordinateur). Dans notre cas on choisit « PLCSIM », ensuite on choisit la liaison avec interface/sous-réseau, on fait le choix de « Directement à l'emplacement '2X2' » et on lance la recherche.

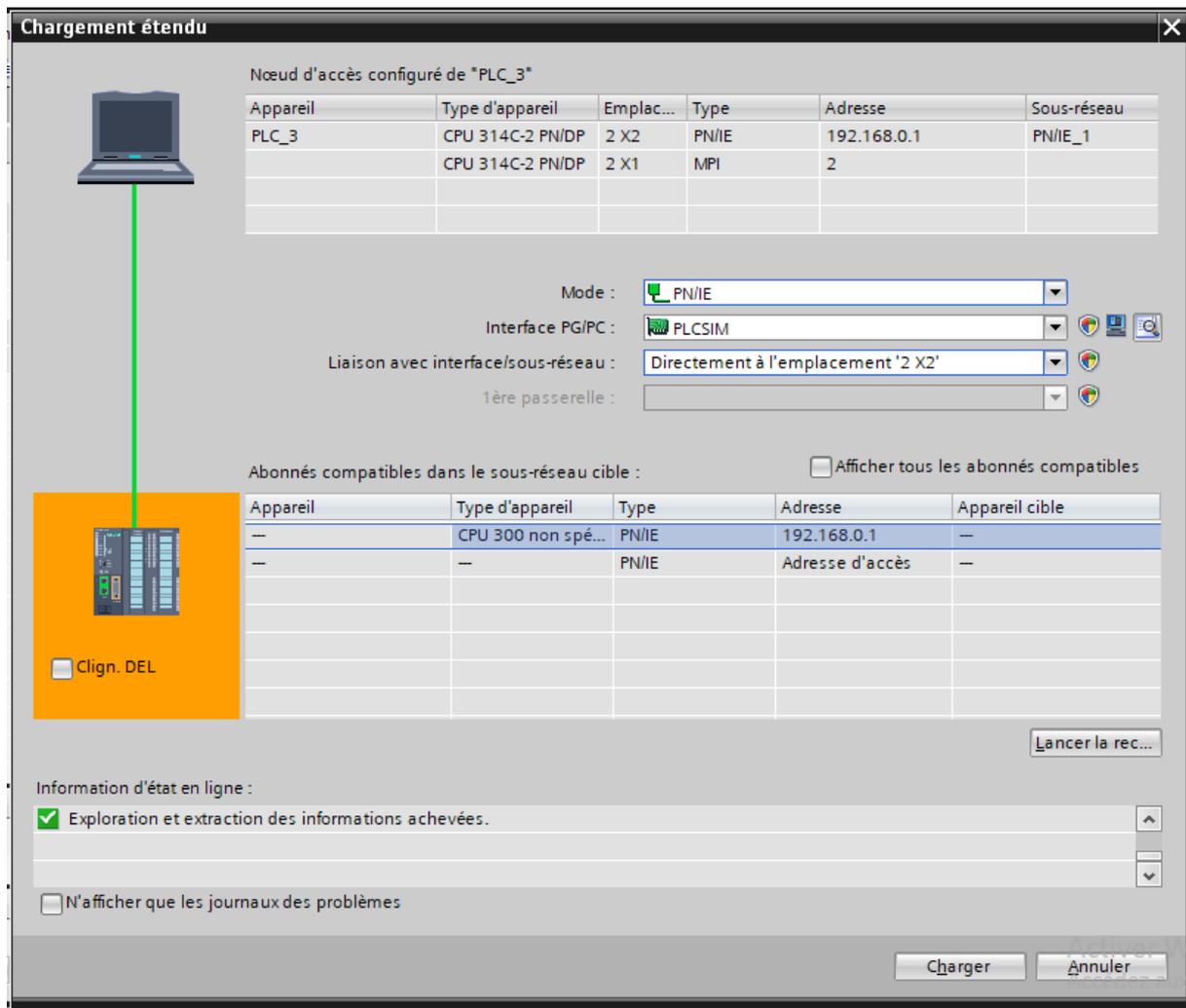


Figure III.9 : Chargement de la configuration matérielle

Une fois la connexion est établie on charge dans la CPU, une fenêtre s'affiche pour avoir un aperçu du chargement, puis on clique sur « Charger » pour le chargement final.

Si c'est une modification que l'automaticien à effecteur, un signalement en jaune est afficher, là on doit cocher toute les cases pour écraser le programme précédent, si c'est en rouge donc il y a un problème dans le programme.

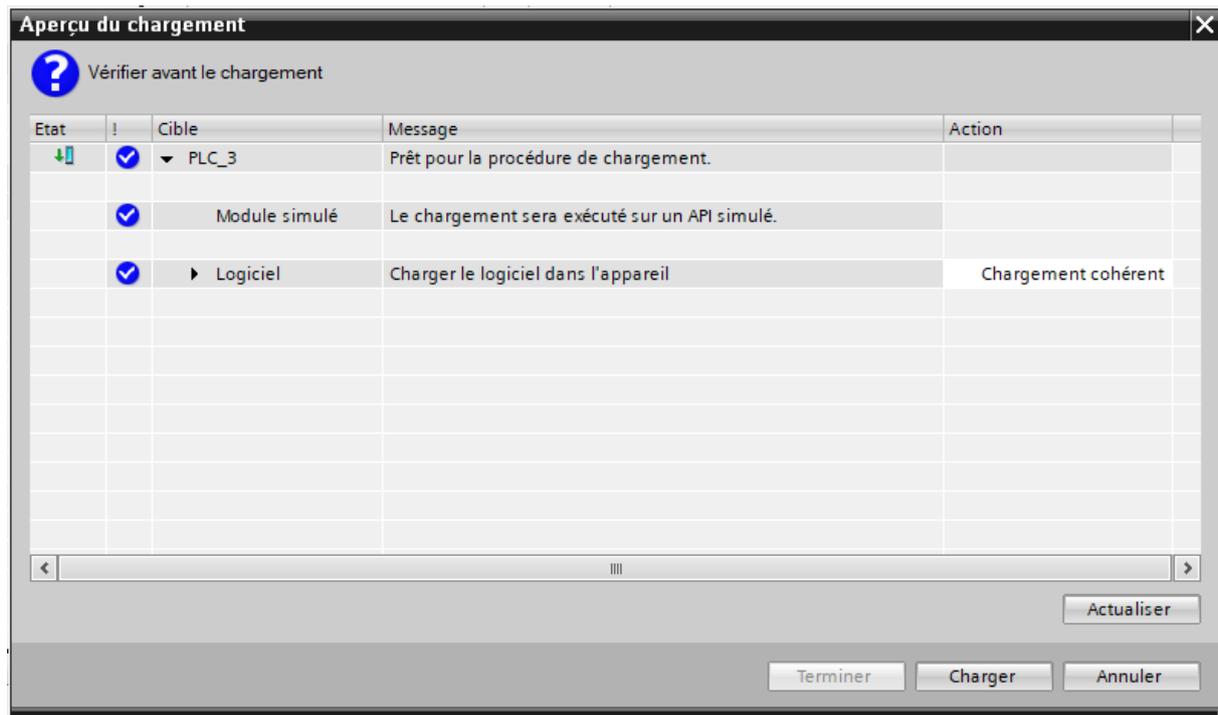


Figure III.10 : Chargement final de la configuration matérielle

III.2.9. Simulateur S7-PLCSIM

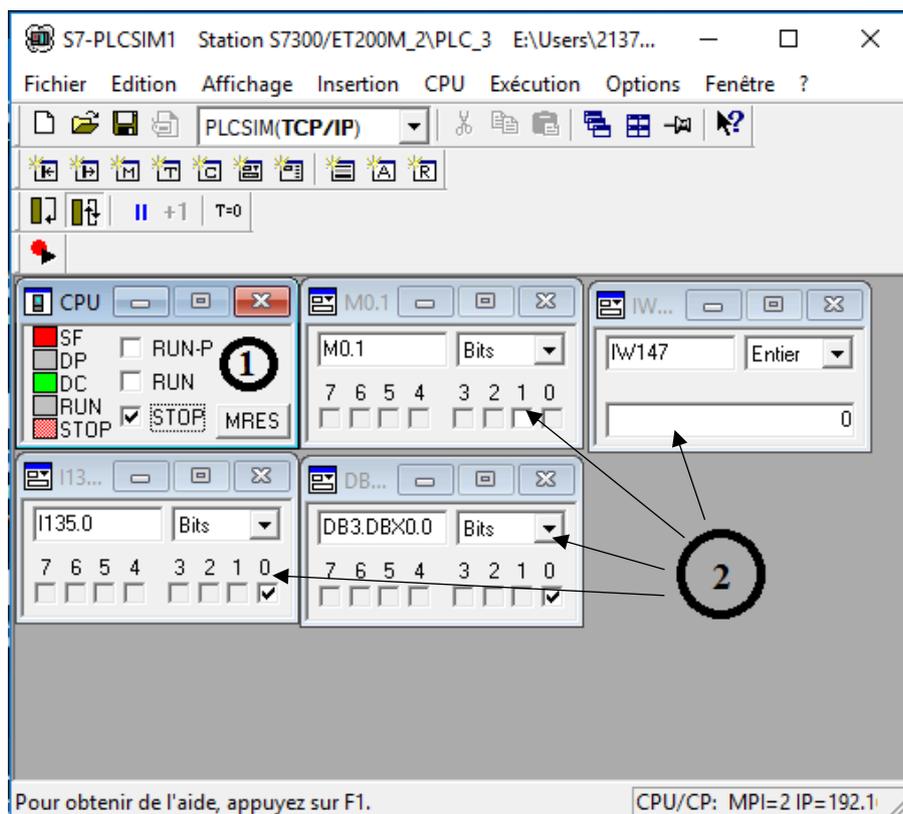
Dans S7-PLCSIM, on peut exécuter le programme utilisateur STEP 7 et l'essayer dans un automate programmable simulé. Cette simulation s'exécute sur un PC ou console de programmation, une Field PG par exemple. La simulation étant réalisée entièrement dans le logiciel STEP 7, nous n'avons pas besoin de matériel S7 (CPU ou modules de signaux). Avec S7-PLCSIM, on peut simuler des programmes utilisateur STEP 7 qui ont été développés pour les automates S7-300, S7-400 et Win AC.

S7-PLCSIM offre une interface simple au programme utilisateur STEP 7 servant à visualiser et à modifier différents objets tels que les variables d'entrée et de sortie. Pendant que notre programme est traité par la CPU simulée, on peut recourir au logiciel STEP 7. Par exemple, on peut visualiser et forcer des variables avec la table des variables (VAT). S7-PLCSIM offre une interface utilisateur graphique permettant de visualiser et de modifier les variables des programmes d'automatisation, d'exécuter en mode cyclique ou automatique le programme du système cible simulé ou de modifier l'état de fonctionnement de l'automate simulé [7].

S7-PLCSIM vous propose les fonctions suivantes :

- Ouvrir une simulation existante au démarrage ;

- Exécuter sur un système cible simulé des programmes pour S7-300, S7-400, et pour les systèmes d'automatisation Win AC ;
- Créer des fenêtres secondaires permettant d'accéder à des zones de mémoire des entrées et sorties, accumulateurs et registres du système d'automatisation simulé ;
- Accéder à la mémoire par adressage symbolique ;
- Exécuter les temporisations automatiquement ;
- Régler les temporisations manuellement et réinitialiser une temporisation particulière ou toutes les temporisations ;
- Modifier l'état de fonctionnement de la CPU (STOP, RUN et RUN-P) ;
- Interrompre la simulation avec la commande Pause sans répercussion sur l'état du programme ;
- Tester le comportement du programme à l'aide d'OB d'alarme et d'erreur ;
- Enregistrer une suite d'événements (modifications des entrées et sorties, mémentos, temporisations et compteurs) ;
- Reproduire le programme enregistré afin d'automatiser les tests [7].



1. Etat de la CPU.

2. Forçage des variables d'E/S.

Figure III.11 : Interface de simulation PLCSIM

III.2.10. Programmation de la PLC

Chaque automate (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. Font partie des tâches du système d'exploitation :

- Déroulement du démarrage (à chaud) ;
- Actualisation de la mémoire image des entrées et de la mémoire image des sorties ;
- Appel cyclique du programme utilisateur ;
- Acquisition des alarmes et appels des OB d'alarme ;
- Détection et traitement des erreurs ;
- Gestion des zones de mémoire.

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

Le programme utilisateur contient toutes les fonctions requises pour le traitement de tâches d'automatisation spécifiques. Font partie des fonctions du programme utilisateur :

- Vérification des conditions préalables au démarrage (à chaud) à l'aide d'OB de démarrage ;
- Traitement des données du processus, c'est-à-dire commande des signaux de sortie en fonction des états des signaux d'entrée ;
- Réaction aux alarmes et entrées d'alarmes ;
- Traitement des perturbations dans l'exécution normale du programme [8].

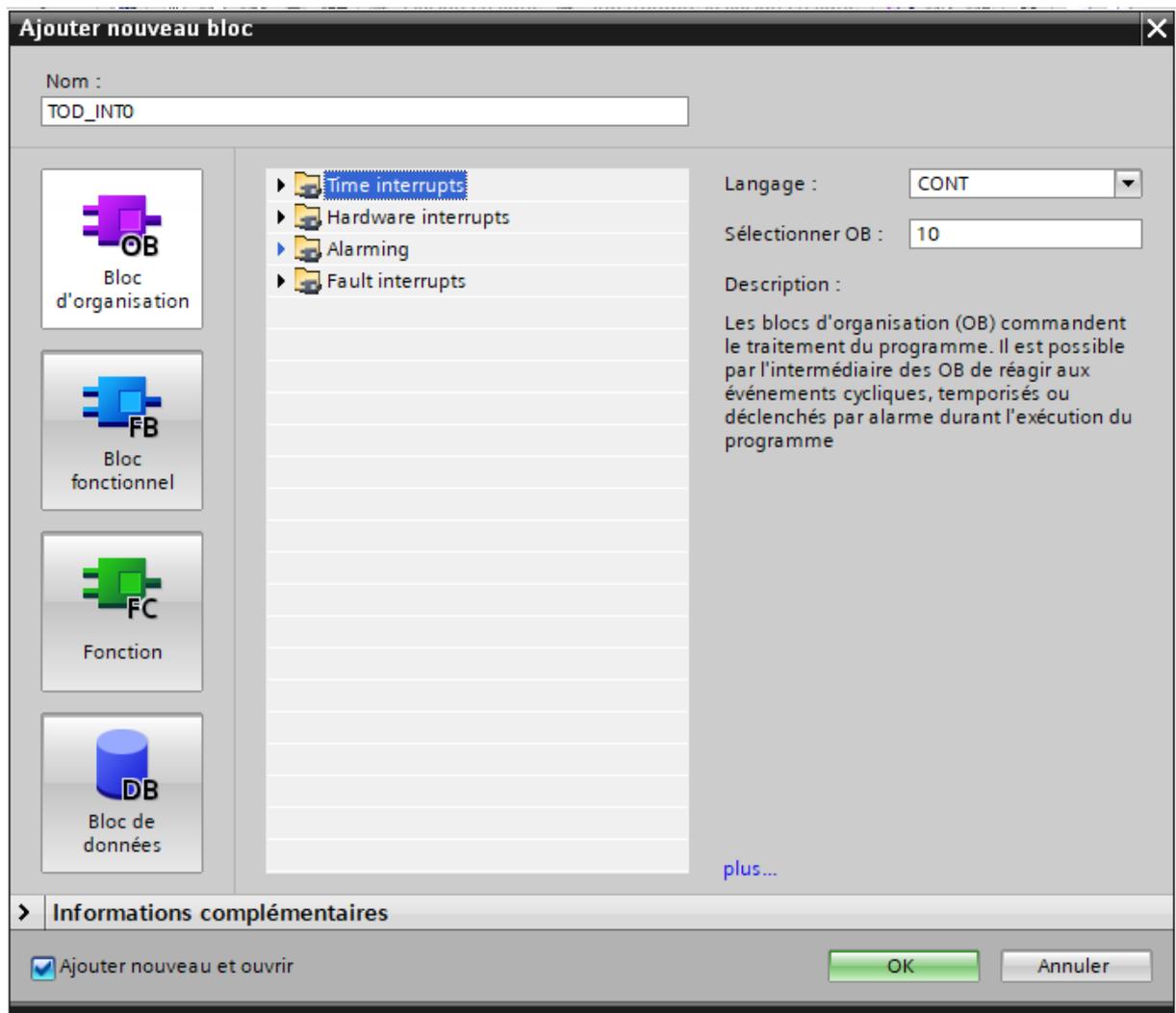


Figure III.12 : Fenêtre d'ajout de nouveau bloc

a. Blocs d'organisation (OB)

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

- ✓ Traitement cyclique du programme (par ex. OB1) ;
- ✓ Comportement au démarrage de l'automate ;
- ✓ Traitement du programme déclenché par alarme ;
- ✓ Traitement des erreurs [8].

Les réactions suivantes sont possibles après qu'un évènement déclencheur s'est produit :

- ✓ Si vous avez affecté un OB à l'évènement, il déclenchera l'exécution de l'OB affecté. Si la priorité de l'OB affecté est plus élevée que celle de l'OB en cours d'exécution, celui-ci est immédiatement exécuté (interruption). Si ce n'est pas le cas, le système attend d'abord jusqu'à ce que l'exécution de l'OB avec la priorité plus élevée soit terminée ;
- ✓ Si l'évènement n'est affecté à aucun OB, la réaction système par défaut est exécutée.

Le tableau III.1 ci-dessous montre différents exemples d'évènements déclencheurs pour un SIMATIC S7-1200. Il contient aussi des numéros d'OB possibles et les réactions système prédéfinies qui sont exécutées lorsque le bloc d'organisation (OB) correspondant n'est pas présent dans l'automate [8].

Tableau III.1 : Numéros d'OB pour différents évènements déclencheurs [8]

Évènement déclencheur	Numéros d'OB possibles	Réaction système prédéfinie
Mise en route	100, ≥ 123	Ignorer
Programme cyclique	1, ≥ 123	Ignorer
Alarme horaire	10 à 11	-
Alarme de mise à jour	56	Ignorer
Temps de cycle imparti dépassé une fois	80	Ignorer
Temps de cycle imparti dépassé deux fois	80	STOP
Alarme de diagnostic	82	Ignorer

b. Fonction (FC)

Les fonctions (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 tous les paramètres d'interface doivent être interconnectés lors de l'appel d'une fonction. Des blocs de données globaux doivent être créés pour stocker durablement les données.

Une fonction contient un programme qui est toujours exécuté quand un autre bloc de code appelle cette fonction.

Les fonctions peuvent par exemple servir dans les cas suivants :

- ✓ Retourner un résultat dépendant des valeurs d'entrée pour les fonctions mathématiques ;
- ✓ Exécuter des fonctions technologiques comme des commandes uniques avec combinaisons binaires.

Une fonction peut également être appelée plusieurs fois à divers endroits du programme [8].

c. Blocs fonctionnels (FB) et blocs de données (DB)

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs variables d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie ainsi que leurs variables statiques dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs. Pour cette raison, ils sont aussi appelés blocs avec mémoire.

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

Les FB sont utilisés pour des tâches qui ne peuvent être mises en œuvre avec des fonctions :

- ✓ Toujours quand les temporisations et les compteurs sont nécessaires dans un bloc ou ;
- ✓ toujours quand une information doit être enregistrée dans le programme. Par ex. un indicatif de mode de fonctionnement avec un bouton.

Les FB sont toujours exécutés quand un bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. Un FB peut aussi être appelé plusieurs fois à divers endroits du programme. Ceci facilite la programmation de fonctions complexes et répétitives.

Un appel d'un bloc fonctionnel est désigné par le terme "instance". Pour chaque instance d'un FB, une zone mémoire lui est affectée, contenant les données utiles au traitement du bloc. Cette mémoire est fournie par des blocs de données que le logiciel génère automatiquement.

Il est également possible de fournir de la mémoire pour plusieurs instances dans un bloc de données sous forme de multi-instance. La taille maximale des DB d'instance varie selon la CPU. Les variables déclarées [8].

III.3. Programmation de la centrale avec le TIA Portal V13

III.3.1. Analyse fonctionnelle

La centrale de production possède différentes parties tel que le compresseur, le sécheur, les filtres, un réservoir de stockage et des séparateurs d'huile et de condensats. Dans notre travail nous nous baserons seulement sur le démarrage et l'arrêt du compresseur et les différents problèmes qui peuvent causer l'arrêt total du système.

Le compresseur possède quatre étages de compression, chacun deux possède une sonde de température, un indicateur de pression et de des électrovannes.

Les conditions de démarrage du compresseur sont :

- ✓ Que le compresseur ne soit en défaut ;
- ✓ Que les étages de compression sont à la bonne température et à la bonne pression;
- ✓ La circulation d'eau dans le circuit.

Le démarrage du compresseur s'effectue après la vérification des conditions initiales, le choix du mode de démarrage (Auto ou Manuel) et enfin on appuie sur le bouton March, une fois que les conditions sont respectées la pompe à eau démarre, un contrôleur de circulation d'eau vérifie que l'eau circule dans le circuit, puis la purge des étages et effectuer, puis à son tour le moteur principal de compresseur démarre. Quand la pression max est atteint, avec le mode Auto le moteur du compresseur tourne à vide puis et s'arrête après 10 min, il redémarre quand la pression diminue, avec le mode Manuel le moteur tourne toujours à vide sans s'arrêter.

Ensuite on entame la purge des étages et avec l'ouverture des vannes TOR respectivement (EV4, EV5, EV6, EV3/EV8) qui sont commandé électriquement, une fois que les purges sont terminées les vannes se ferment après une certaine période (réellement elle est de quelque secondes), après la production de l'air comprimée commence.

Pour l'arrêt du système, on appuie sur le bouton Arrêt, le moteur s'arrête en premier puis toute les électrovannes se ferment (EV1 et EV2), ensuite on procède à la purges des étages et à la fin on arrête la pompe à eau.

- KA1: Moteur asynchrone entraînant le vilebrequin du compresseur ;
- M2: Moteur asynchrone de la pompe à eau ;
- TT01A: Sonde de température de l'étage 1 ;
- TT02: Sonde de température de l'étage 2 ;
- TT03: Sonde de température de l'étage 3 ;
- TT01B: Sonde de température de l'étage 4 ;
- TT05: Sonde de température d'eau ;

- PT01: Sonde de pression d'huile ;
- PT02: Sonde de pression de refoulement ;
- PT03: Sonde de pression de l'étage 1 ;
- PT04: Sonde de pression de l'étage 2 ;
- PT05: Sonde de pression de l'étage 3 ;
- PT06: Sonde de pression de l'étage 4 ;
- CCE: Contrôleur de circulation d'eau.

III.3.2. Condition d'arrêt et de défaut

Pour que le système s'arrête en cas de problèmes il faut :

- ✓ Avoir un défaut d'alimentation ;
- ✓ Avoir un défaut d'arrêt d'urgence ;
- ✓ Avoir une température élevée ;
- ✓ Avoir une pression élevée ;
- ✓ Défaut au niveau des purgeurs ou des vannes ;
- ✓ Défaut au niveau des soupapes ;
- ✓ Avoir une mauvaise ou absence totale de la circulation d'eau...etc.

III.3.3. Création du projet

Pour la création d'un nouveau projet, nous devons cliquer sur « Créer un projet » qui se trouve dans la vue du portail, ensuite on remplit les cases vides des informations nécessaires pour la création du projet, puis on appuis sur le bouton « Créer », là on aura notre nouveau projet et on obtiendra la fenêtre suivante qui représente la mise en route de notre projet.

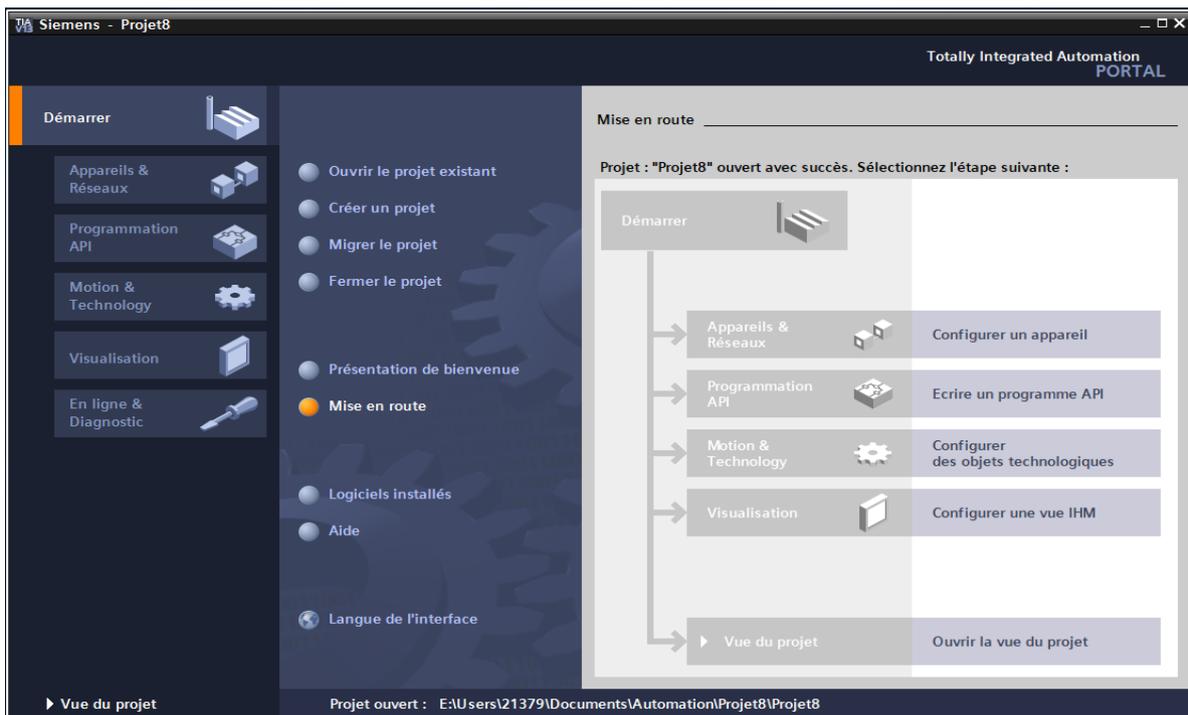


Figure III.13 : Mise en route du projet

III.3.4. Configuration matériel

Après la création du projet, l'étape suivante est la configuration matériel, pour cela on doit cliquer sur le bouton « Configurer un appareil » qui se trouve sur la fenêtre de mise en route (Voir la Figure III.13), ensuite on clique sur « Ajouter un appareil » on aura la fenêtre suivante qui représente le choix des appareils disponibles.

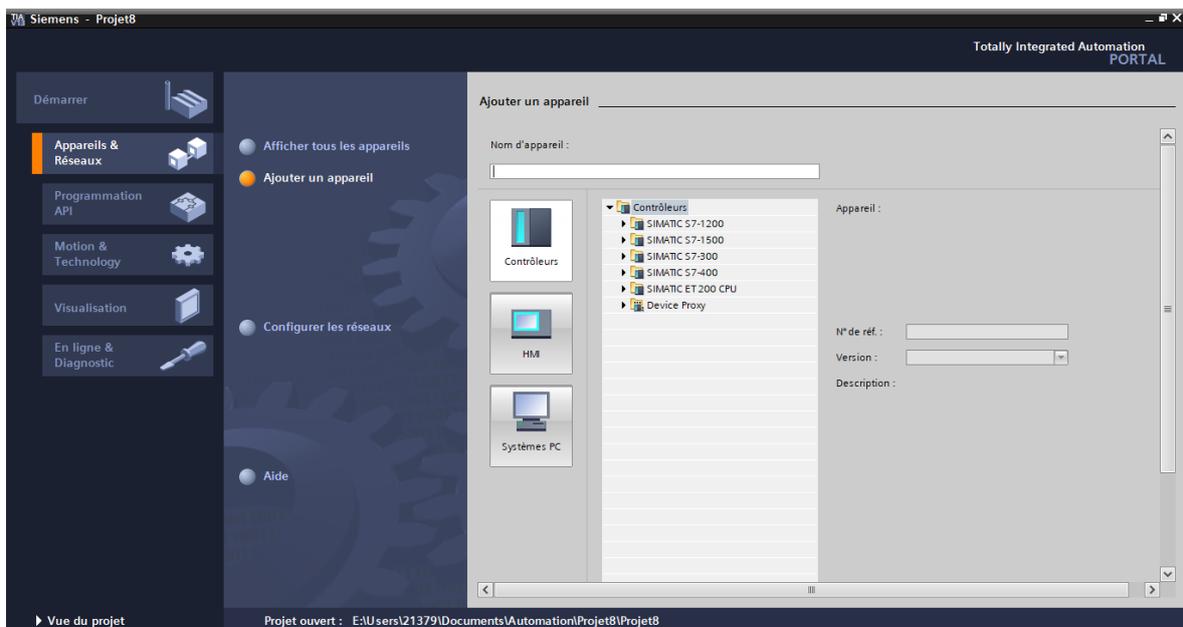


Figure III.14 : Choix des appareils

Ici nous devons faire le choix du type d'automate (PLC) et de l'interface homme machine (IHM) nécessaire pour la réalisation du projet.

a. Choix de l'automate

Pour notre travail nous avons fait le choix de l'automate S7-1214C de SIEMENS qui est munie des modules complémentaire suivants :

- CPU 1214C AC/DC/Rly (PLC_3) représente notre CPU;
- DQ 8x24VDC_1 représente notre module de sortie TOR ;
- DI 16x24VDC_1 représente notre module d'entrée TOR ;
- AI 8x13BIT_1 représente notre module d'entrée analogique ;
- AI 8x13BIT_2 représente notre module d'entrée analogique.

D'après l'identification des Entrées/sorties il y a :

- ✓ 16 entrées TOR (DI) ;
- ✓ 12 entrées Analogiques (AI) ;
- ✓ 12 sorties TOR.



Figure III.15 : Représentation de notre automate S7-1214C

b. Choix de l'interface homme machine (IHM)

Comme outil qui lie l'opérateur à l'automate, on a choisie l'IHM de type KTP700 Basic PN, et il est doté :

- Un écran tactile de 7" TFT ;
- Couleurs 64K;
- Une résolution de 800x480 pixels ;
- Commande par touches et tactile ;

- 08 touches de fonction ;
- De Connecteurs Profinet et USB.

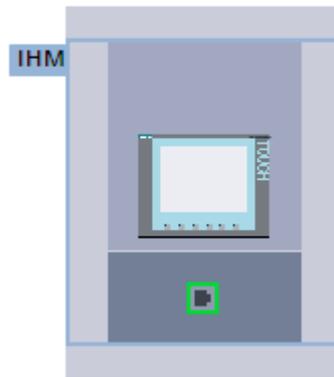


Figure III.16 : IHM KTP700

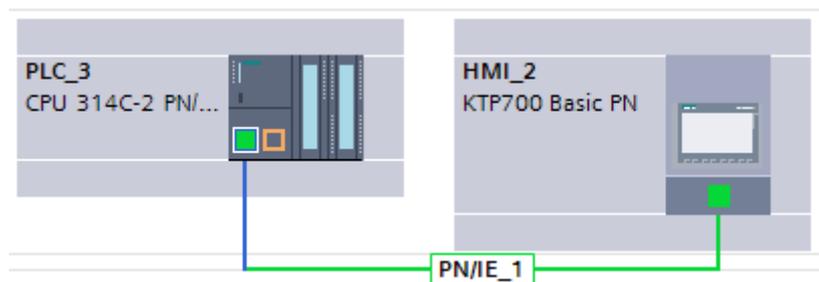


Figure III.17 : Connexion entre le PCL et IHM

III.3.5. Création du tableau et déclaration des variables de l'automate

Il nous permet de déclarer l'ensemble des variables à utiliser dans notre programme, tel que les entrées (TOR, analogiques), les sorties, les temporisateur, les compteurs...etc. (Voir Annexe 4)

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	← Sonde température 1A	Int	%IW137		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde température 1er étage
2	← TT01A	Real	%MD30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperature 1er étage
3	← Sonde température 1B	Int	%IW139		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde température 4ème étage
4	← TT01B	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperature 4ème étage
5	← Sonde température 2	Int	%IW141		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde température 2ème étage
6	← TT02	Real	%MD34		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperature 2ème étage
7	← Sonde température 3	Int	%IW143		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde température 3ème étage
8	← TT03	Real	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperature 3ème étage
9	← Sonde température d'eau	Int	%IW145		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde température d'eau
10	← TT05	Real	%MD38		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	température d'eau
11	← Sonde pression de renfoulement	Int	%IW149		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde pression de renfoulement
12	← PT02	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pression de renfoulement
13	← Sonde pression d'huile	Int	%IW147		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sonde pression d'huile
14	← PT01 pression d'huile	Real	%MD42		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pression d'huile
15	← Rés	Int	%IW135		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Résistance
16	← Pres App	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	← Thermostat huile	Int	%IW151		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Thermostat d'huile
18	← TSH1 thermostat huile	Real	%MD48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	← SB2	Bool	%I135.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bouton d'arrêt d'urgence
20	← DEM1	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Thermique compresseur
21	← Disj Refr	Bool	%I135.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disj refroidissement d'eau
22	← Q11	Bool	%I135.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disj pompe eau
23	← Disj Sech	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Disj sécheur
24	← KA2-IS1	Bool	%I135.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sous tension et fusion fusible
25	← IS1	Bool	%I135.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Interrupteur ouvert

Figure III.18 : Tableau des variables de l'automate

III.3.6. Programme du PLC

En fonction de l'analyse fonctionnelle proposée au sien de l'entreprise et selon la vue globale de notre analyse, nous devons respecter les enchainements suivants :

a. Création des blocs d'organisation (OB)

Ce sont ces blocs qui font le traitement du programme en faisons appelle a d'autre blocs, ils peuvent aussi réagir aux évènements cycliques ou au déclanchement des alarmes durant l'exécution du programme, la figure suivante représente tous les réseaux de nos blocs OB. (Voir la figure suivante)

Réseau 1 :	marche pomp eau
Réseau 2 :	defaut pompe eau
Réseau 3 :	purge des etages
Réseau 4 :	production d'air comprimée
Réseau 5 :	arret moteur compresseur
Réseau 6 :	fermeture des vannes (EV 50% et EV 100%)
Réseau 7 :	arret pompe eau
Réseau 8 :	alarm
Réseau 9 :	mise a l'echelle
Réseau 10 :	defauts
Réseau 11 :	grafcet generale
Réseau 12 :	demmarage moteur
Réseau 13 :	condition initial
Réseau 14 :	mode de marche
Réseau 15 :	mise a l'echelle pression des etages

Figure III.19 : Réseaux des blocs OB

La figure ci-dessous représente le schéma contact de la purge des étages.

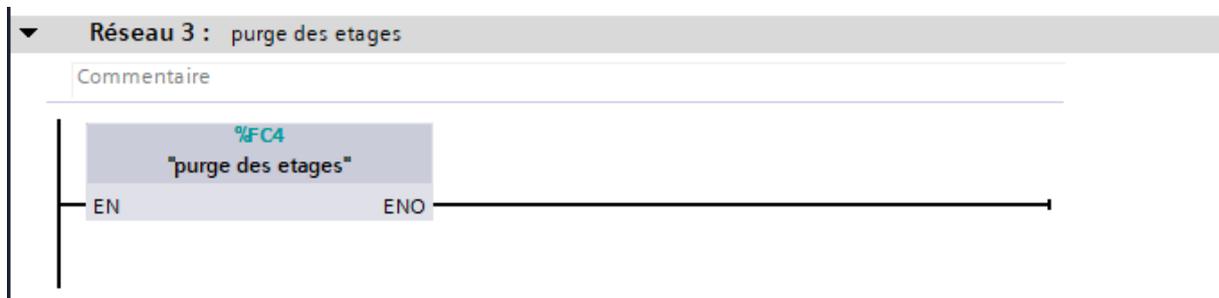


Figure III.20 : Schéma de contact de la purge des étages

La figure ci-dessous représente le schéma contact de la fermeture des vannes (EV50% et EV100%).

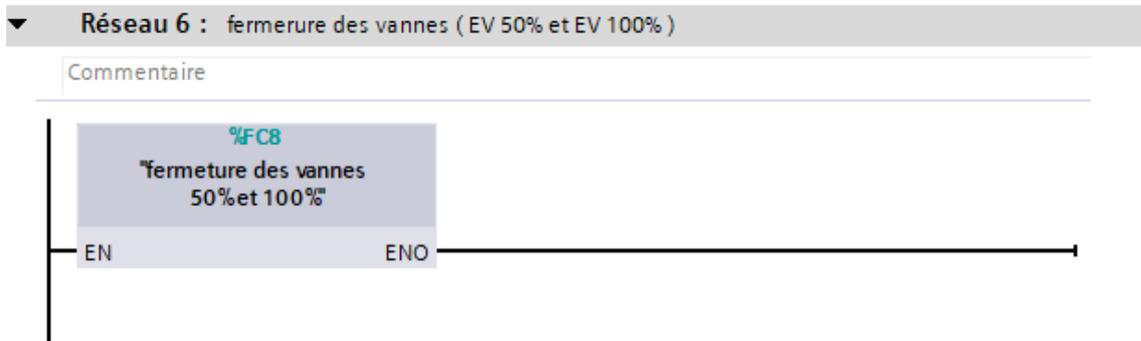


Figure III.21 : Schéma contact de la fermeture des vannes (EV50% et EV100%)

b. Création des blocs de fonctions (FC)

Comme les variables du PLC sont déjà déclarer dans le tableau des variables, on peut directement crée et faire appel aux blocs FC, car ils sont utilisés plusieurs fois dans le programme, la figure suivante représente tous les réseaux de nos blocs FC. (Voir Annexe 2)

- Alarm [FC6]
- Arret moteur [FC7]
- Arret pomp [FC9]
- condition initial [FC12]
- defaut [FC11]
- defaut pompe eau [FC3]
- demarrage moteur [FC1]
- fermeture des vannes 50% et 100% [FC8]
- G7 GLE [FC14]
- mise a l'echelle (temperature et pression) [FC10]
- mise a l'echelle pression des etages [FC15]
- mode de marche [FC13]
- pompe eau [FC2]
- production d'air comprimée [FC5]
- purge des etages [FC4]

Figure III.22 : Réseaux de nos blocs FC

La figure ci-dessous représente le schéma contact des conditions initiales.

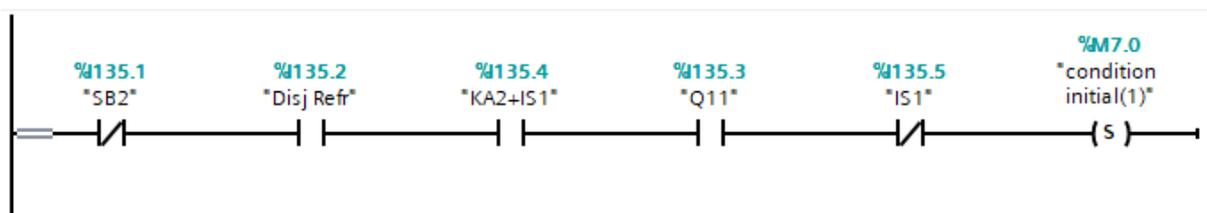


Figure III.23 : Schéma contact des conditions initiales

La figure ci-dessous représente le schéma contact des alarmes.

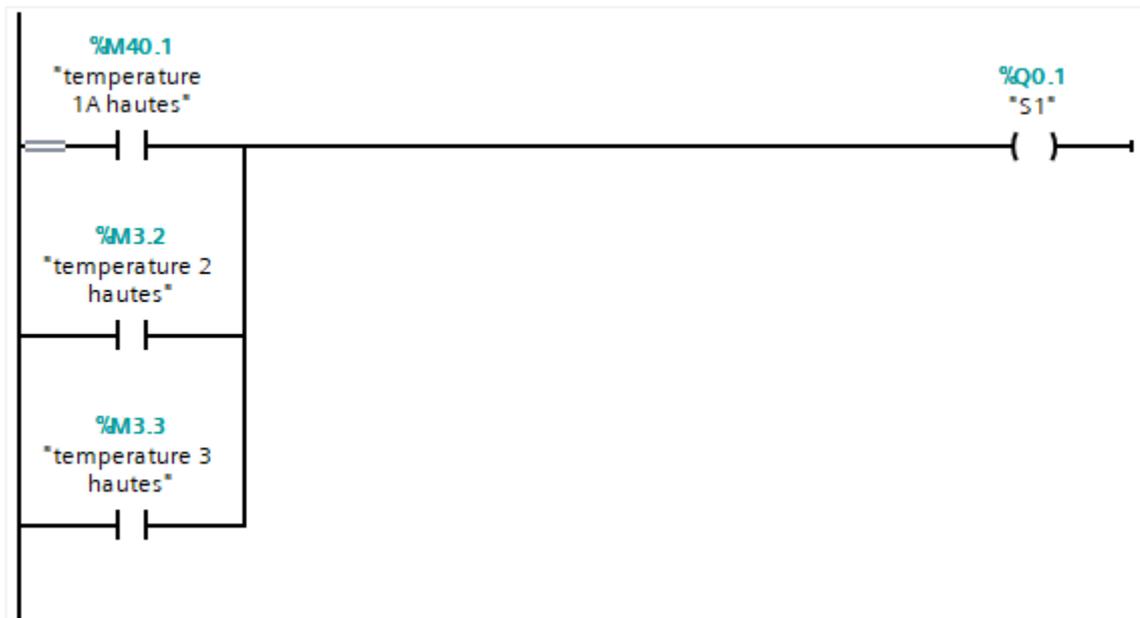


Figure III.24 : Schéma contact des alarmes

c. Mise à l'échelle des variables analogiques

Les signaux binaires ne peuvent prendre que deux états logiques : l'état logique 1 (tension présente) et l'état logique 0 (aucune tension présente). Dans la technique d'automatisation, des signaux non seulement binaires mais aussi analogiques doivent souvent être lus, traités et transmis. Contrairement aux signaux binaires, les signaux analogiques peuvent prendre toutes les valeurs contenues dans une plage définie. Les grandeurs analogiques possibles sont par ex :

- ✓ Température ;
- ✓ Pression ;
- ✓ Vitesse ;
- ✓ Niveau ;
- ✓ PH. [9]

Les automates ne peuvent traiter des valeurs analogiques que sous forme de configurations binaires, des capteurs de mesure raccordables au module analogique acquièrent des grandeurs physiques, tel que les pressions ou les températures, cette valeur analogique est mesurée sous forme de courant, tension ou résistance par le module d'entrées analogiques. Afin que la CPU puisse traiter la valeur de courant ou de tension acquise, un convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré au module d'entrées analogiques la convertit en un nombre entier de 16 bits [9].

Pour cela une mise à l'échelle est nécessaire, donc aura la relation suivant :

$$Valeur\ final = Valeur\ réel \times \left(\frac{Vmax - Vmin}{Résolution} \right) + Décalage$$

- ✓ Résolution = 27648.
- ✓ Valeur réel : valeur réel après conversion selon la mesure.
- ✓ Vmax : valeur maximale.
- ✓ Vmin : valeur minimal.

Pour le traitement ultérieur des valeurs analogiques numérisées, il est souvent nécessaire de calculer la grandeur de processus réelle au lieu des incréments (par ex. 20 mA = 27648 incréments). On appelle "normalisation" ou encore "mise à l'échelle" la conversion d'une plage de valeurs (de -27648 à +27648 incréments) en grandeur physique initiale (par ex -180 à 180C°) [9].

Les plages de valeurs numérisées sont les suivantes :

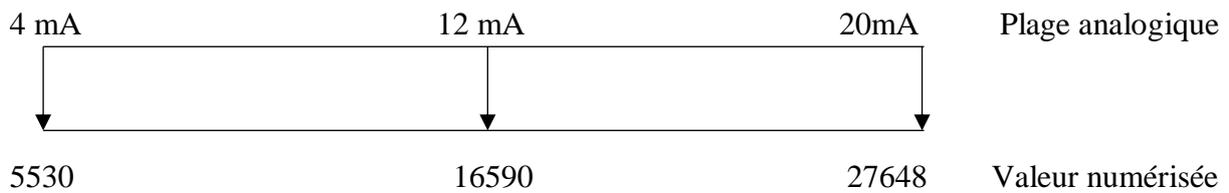


Figure III.25 : Plage des valeurs numérisée

La représentation de la mise en échelle avec le TIA Portal V13 est montrée sur les figures suivantes.

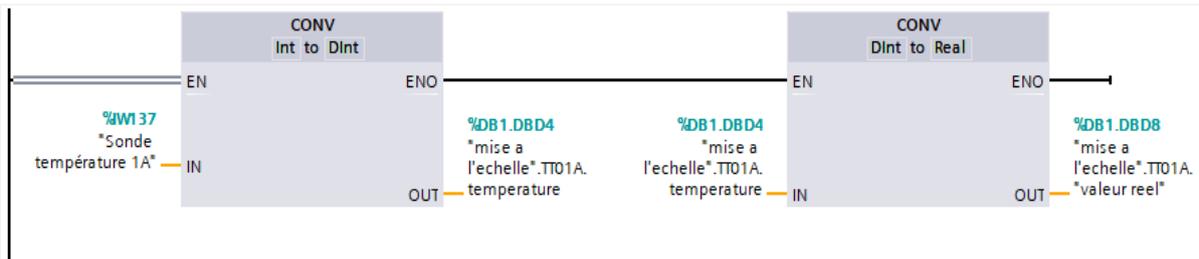


Figure III.26 : Conversion de la valeur en entier en valeur réel

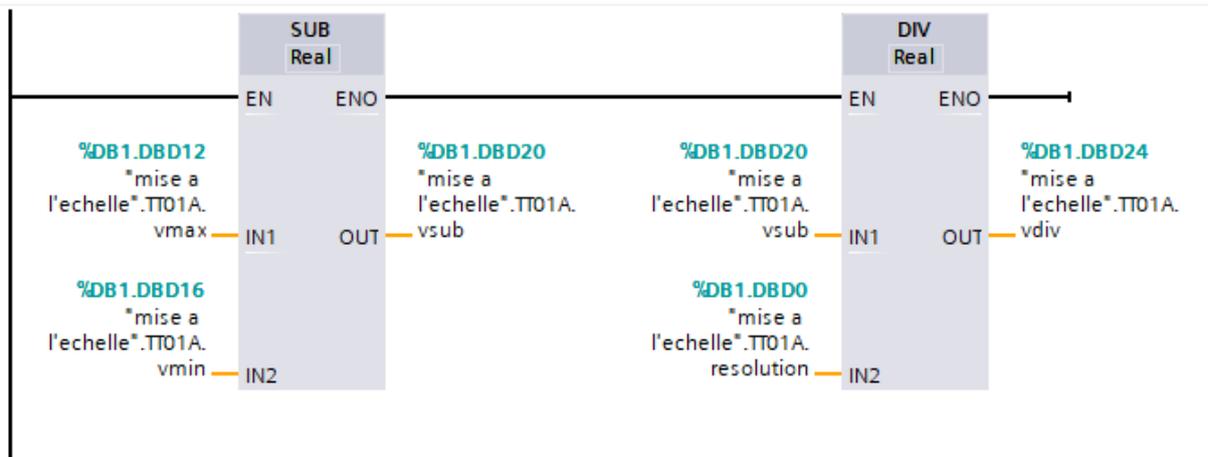


Figure III.27 : Substruction et division des paramètres

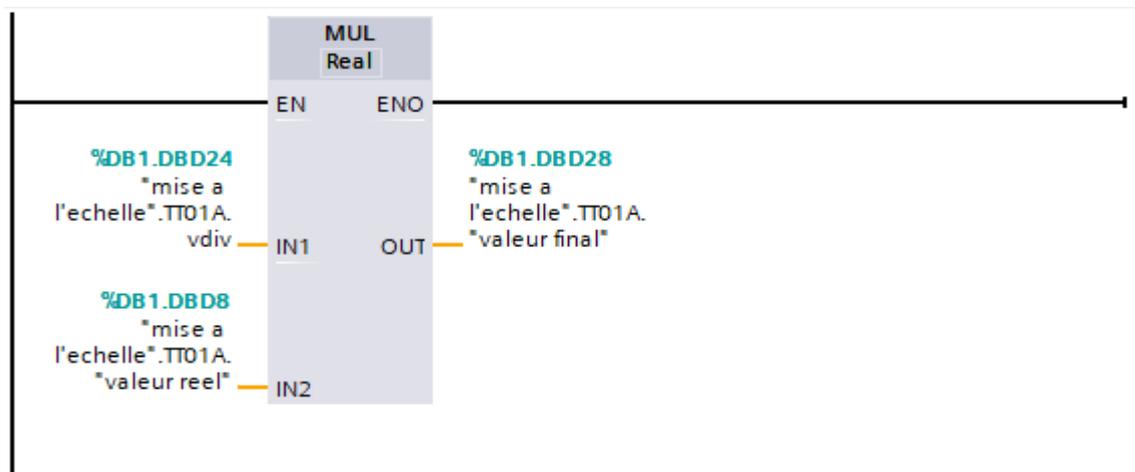


Figure III.28 : Résultat final de la mise en échelle

III.3.7. Variables du S7-PLCSIM

Les variables utilisées avec le S7-PLCSIM lors de la simulation sont comme suite:

- Les entrées analogiques « de IW137 à IW159 »;
- Le bouton de la mise en marche de notre système « M0.1 »;
- Le bouton de la mise en arrêt de notre système « M6.3 »;
- L'état de l'étape initial « DB3.DBX0.0 » ;
- L'état du contrôleur de circulation d'eau « I135.0 »;
- Les conditions initiales « IB135 » ;
- Les deux modes de marche, « M7.6 » pour le mode Auto et « M7.7 » pour le mode Manuel.

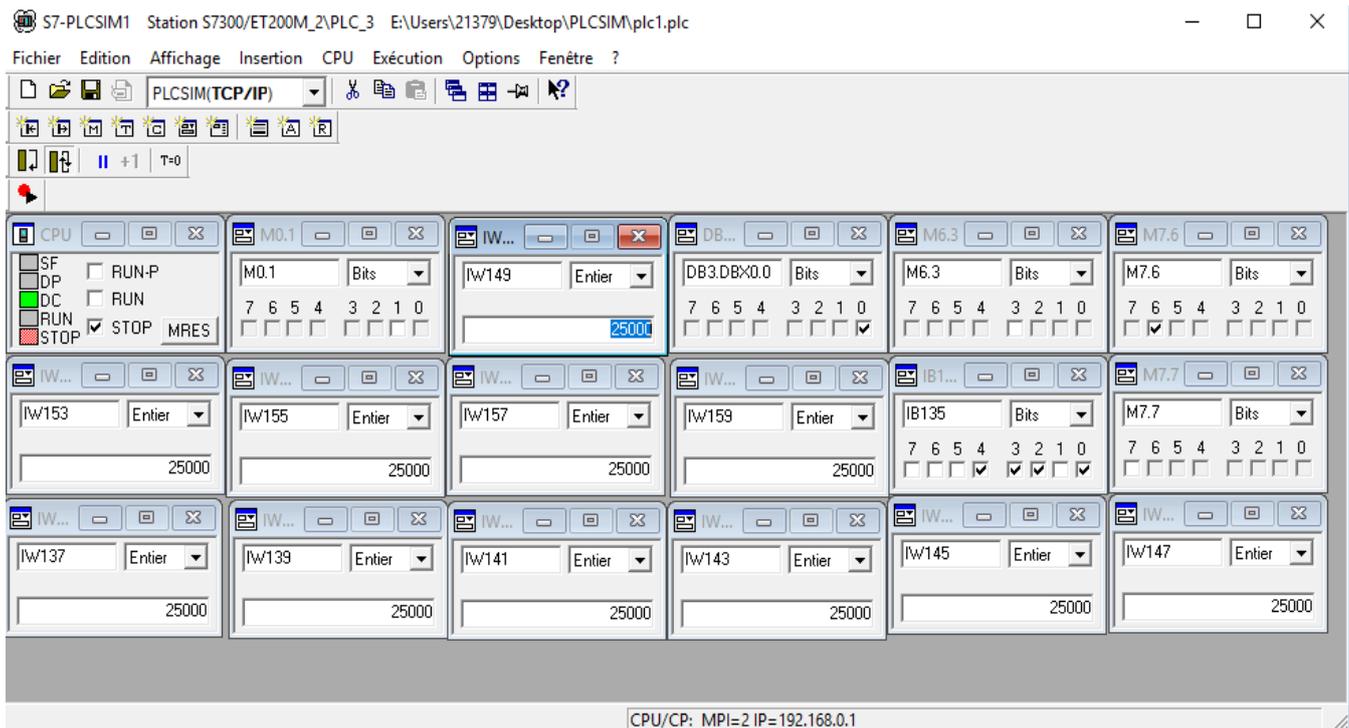


Figure III.29 : Représentation des variables avec S7-PLCSIM

III.4. Conclusion

La maîtrise d'un logiciel est très important pour la réalisation de programmes pour des systèmes qui deviennent très complexe, donc une maitrise du TIA Portal est nécessaire, dans ce chapitre, nous avons expliqué les procédures à suivre pour la création de notre programme sous TIA PORTAL V13, la configuration matériel et les adressages des variables, un aperçu des blocs OB et FC à contact utilisé, ainsi que la mise à l'échelle des valeurs analogiques utilisés lors de la programmation.

Chapitre IV :
Supervision et
simulation

IV.1. Introduction

La supervision est un élément indispensable pour l'opérateur, car les systèmes sont de plus en plus complexe et sophistiqués, donc une transparence totale est nécessaire dans ce genre de situation. Cette dernière est obtenue grâce à l'aide des interfaces homme machine (IHM), car ils permettent :

- De visualiser l'état du système et des installations ;
- D'avoir des informations bien précises (température, pression...etc.) ;
- D'afficher et être avertie en cas de défauts et d'alarmes ;
- D'agir directement sur le système.

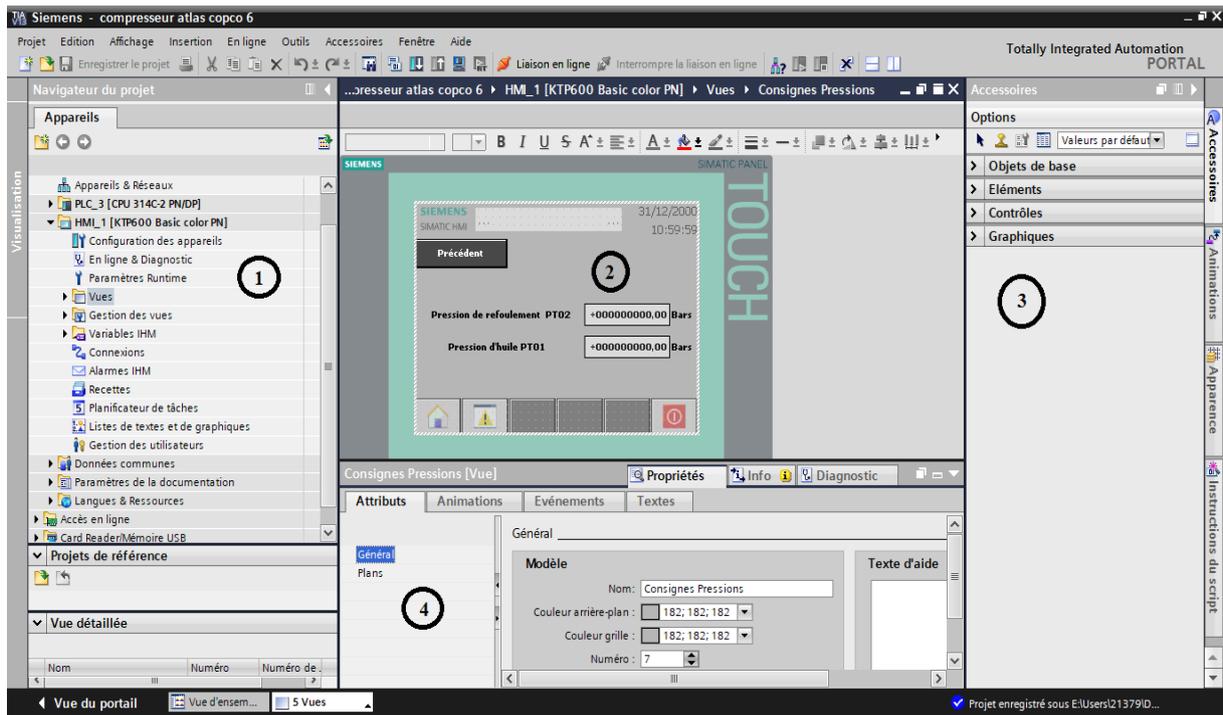
Dans ce dernier chapitre, nous allons donner une vue d'ensemble sur le Win CC V13 Basic, pour rendre la prise en main de logiciel facile, ainsi que nous allons présenter et simuler le travail fait dans ce projet.

IV.2. Présentation et prise en main du Win CC V13 Basic

IV.2.1. Vue d'ensemble du Win CC V13

Win CC (TIA portail) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration des pupitres SIMATIC, il se compose de plusieurs éléments qui sont très utiles lors de la création de notre IHM, tel que :

- ✓ **Les accessoires** : on trouve tous les éléments de base, de contrôle, et tous les éléments graphiques qui peuvent servir à la création d'une vue.
- ✓ **Zone de travail** : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.
- ✓ **Fenêtre des propriétés** : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.
- ✓ **Navigateur du projet** : on peut accéder à toute les vue, les composants, données et les alarmes du projet.



1. Navigateur du projet.
2. Zone de travail.
3. Accessoires.
4. Fenêtre des propriétés.

Figure IV.1 : Vue globale de Win CC V13

IV.2.2. Création d'une vue IHM

Pour la création d'une vue IHM, nous devons commencer par la vue du projet, puis on cherche sur le navigateur du projet « ajouter un appareil », on clique sur le bouton « IHM », et on choisit « SIMATIC Basic panel », une liste de tous les IHM disponibles sera afficher, pour notre IHM nous avons choisi le KTP700 Basic PN, et on confirme le choix en appuyant sur le bouton « OK », ainsi nous aurons créé le IHM sur lequel on va travailler (Voie la Figure IV.2).

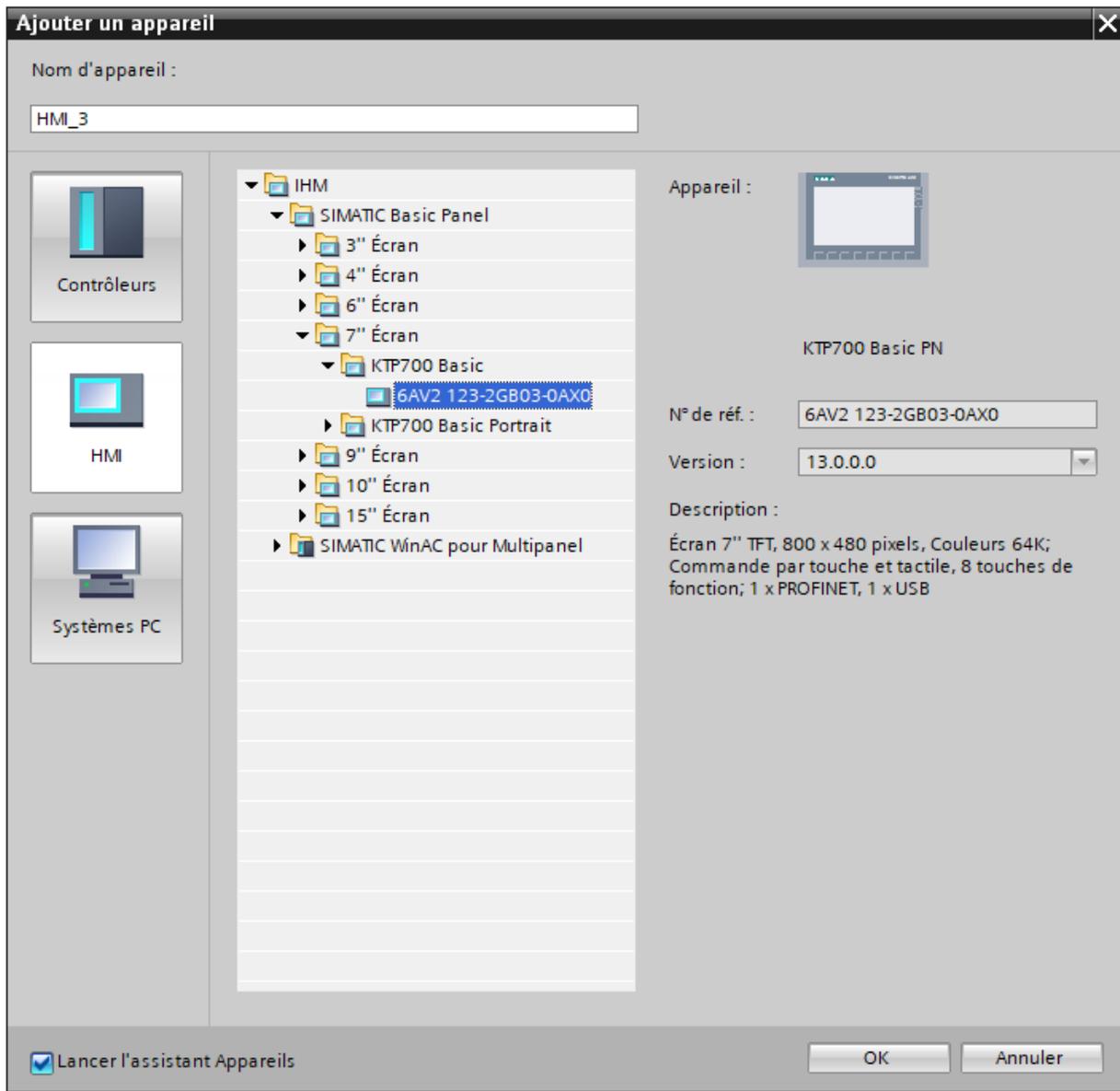


Figure IV.2 : Choix de l'IHM KTP700 Basic PN

IV.2.3. Création d'une liaison directe avec la PLC

Une fois que l'interface homme machine (IHM) est créé, une fenêtre sera afficher pour établir une liaison directe avec la PLC, pour cela on clique sur « Parcourir » et on aura toute la liste des automates qui sont disponibles dans notre projet, on a qu'à sélectionné l'automate sur lequel on veut travailler, directement on aura la liaison établis entre l'IHM et la PLC comme le montre la figure suivante en vert comme le montre la figure suivante.

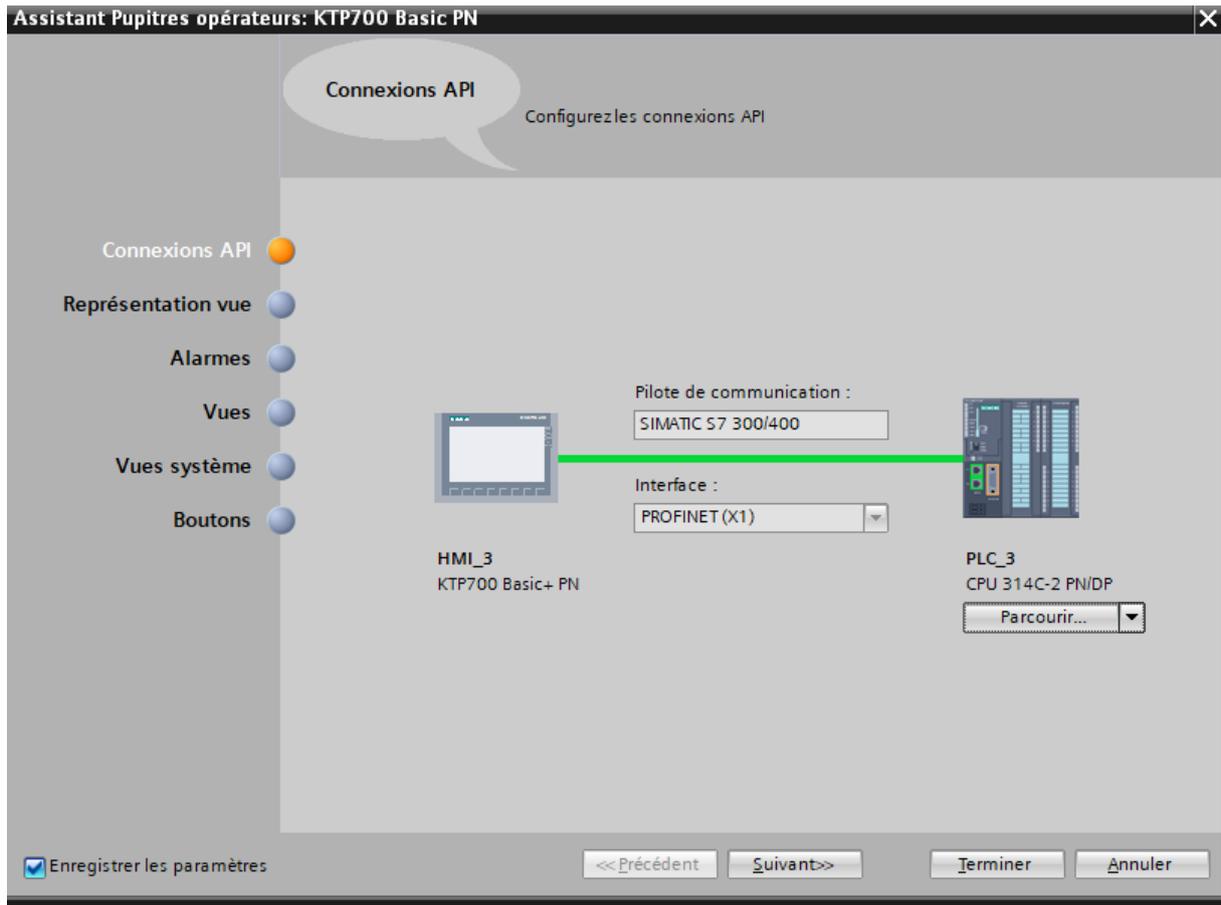


Figure IV.3 : Liaison entre la PLC et IHM

IV 2.4. Création de la table des variables

Après que la liaison est établie entre l'IHM et la PLC, l'étape suivante est la création des variables de l'IHM, car ils permettent de communiquer et d'échanger des données entre l'IHM et le système, la table de correspondance des variables est créé à travers l'onglet « Variable IHM », chaque ligne correspond à une variable de l'IHM, elle est spécifiée par : nom, type de table de variable, type de connexion, non de l'api, adresse, la figure ci-dessous est une représentation de la table de variable IHM.

Table de variables standard						
Nom ▲	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	
CCE	Bool	HMI_Liaison...	PLC_3	CCE	%I135.0	
defauts_groupe_1	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_1	%DB2.DBW0	
defauts_groupe_2	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_2	%DB2.DBW2	
defauts_groupe_3	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_3	%DB2.DBW4	
defauts_groupe_4	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_4	%DB2.DBW6	
defauts_groupe_5	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_5	%DB2.DBW8	
defauts_groupe_6	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_6	%DB2.DBW10	
defauts_groupe_7	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_7	%DB2.DBW12	
defauts_groupe_8	Word	HMI_Liaison_1	PLC_3	defauts.groupe_8	%DB2.DBW14	
G7_ETAPE_0	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_0	%DB3.DBX0.0	
G7_ETAPE_1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_1	%DB3.DBX0.1	
G7_ETAPE_2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_2	%DB3.DBX0.2	
G7_ETAPE_3	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_3	%DB3.DBX0.3	
G7_ETAPE_4	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_4	%DB3.DBX0.4	
G7_ETAPE_5	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_5	%DB3.DBX0.5	
G7_ETAPE_6	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_6	%DB3.DBX0.6	
G7_ETAPE_7	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_7	%DB3.DBX0.7	
G7_ETAPE_8	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_8	%DB3.DBX1.0	
G7_ETAPE_9	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	G7.ETAPE_9	%DB3.DBX1.1	
M1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_3	M1	%M8.2	
mise a l'echelle_PT01.valeur final	Real	HMI_Liaison_1	PLC_3	"mise a l'echelle".PT01."v..	%DB1.DBD188	
mise a l'echelle_PT02.valeur final	Real	HMI_Liaison_1	PLC_3	"mise a l'echelle".PT02."v..	%DB1.DBD220	
mise a l'echelle_PT02.valeur reel	Real	HMI_Liaison_1	PLC_3	"mise a l'echelle".PT02."v..	%DB1.DBD200	

Figure IV.4 : Table des variables IHM

IV.2.5. Création de vue

La création d'une vue est simple, dans le navigateur du projet, on cherche « Vues », et on clique sur « Ajouter une vue », ici on aura le nombre de vues qu'on souhaite, la « figure IV.6 » montre les vues créées pour notre projet.

IV.2.5.1. Planification d'une vue

La création des vues ont pour but de visionner, contrôler et commander notre système, mais une planification de ces vues est primordiale, pour cela :

- ✓ Créé des vues ;
- ✓ Planifier et structurer soit en nombres ou en représentation ;
- ✓ Planifier la navigation entre 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 du système actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre.

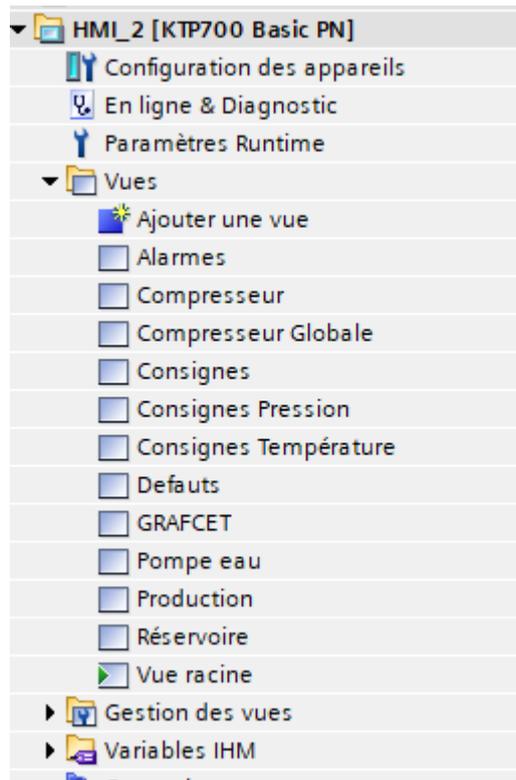


Figure IV.5 : Création d'une vue

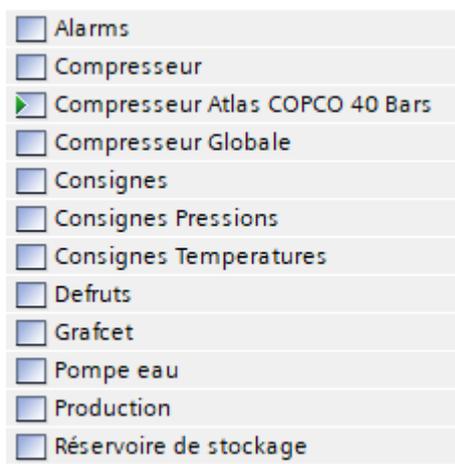


Figure IV.6 : Vues de notre Projet

Les figures suivantes montrent quelques figures utilisées pour notre projet :

La figure suivante représente la vue principale de l'IHM :

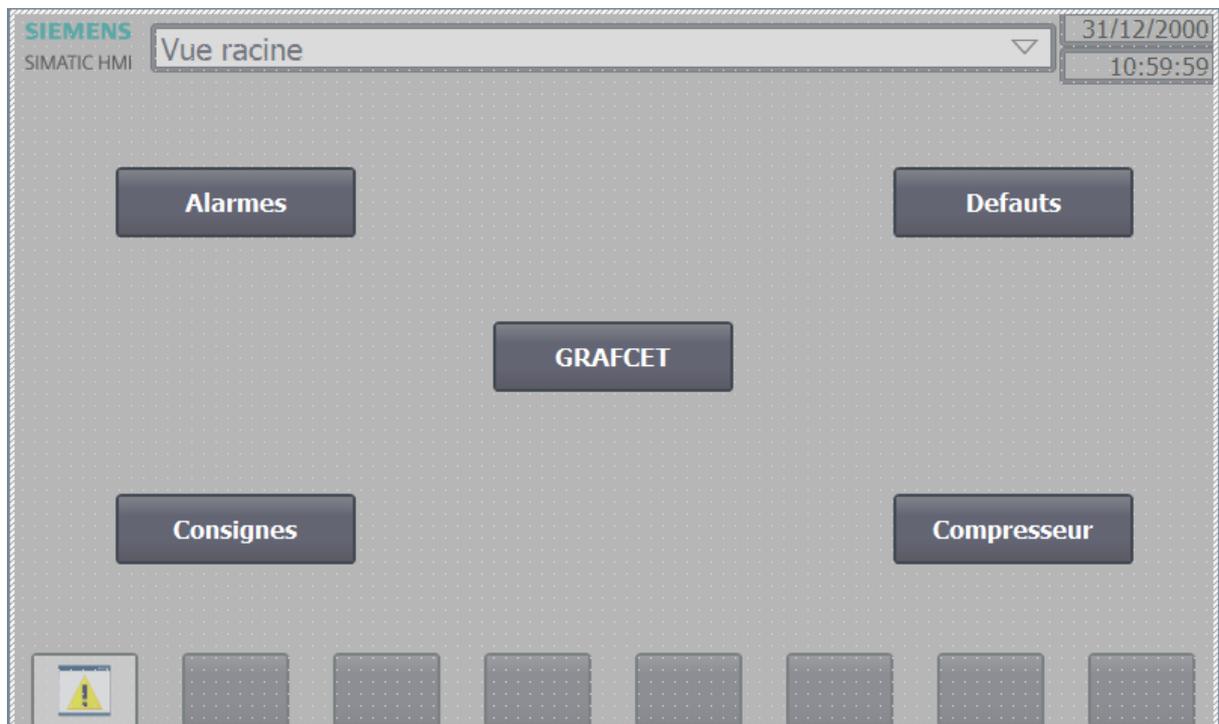


Figure IV.7 : Vue Principale de l'IHM

La figure suivante représente la Vue interne du compresseur:

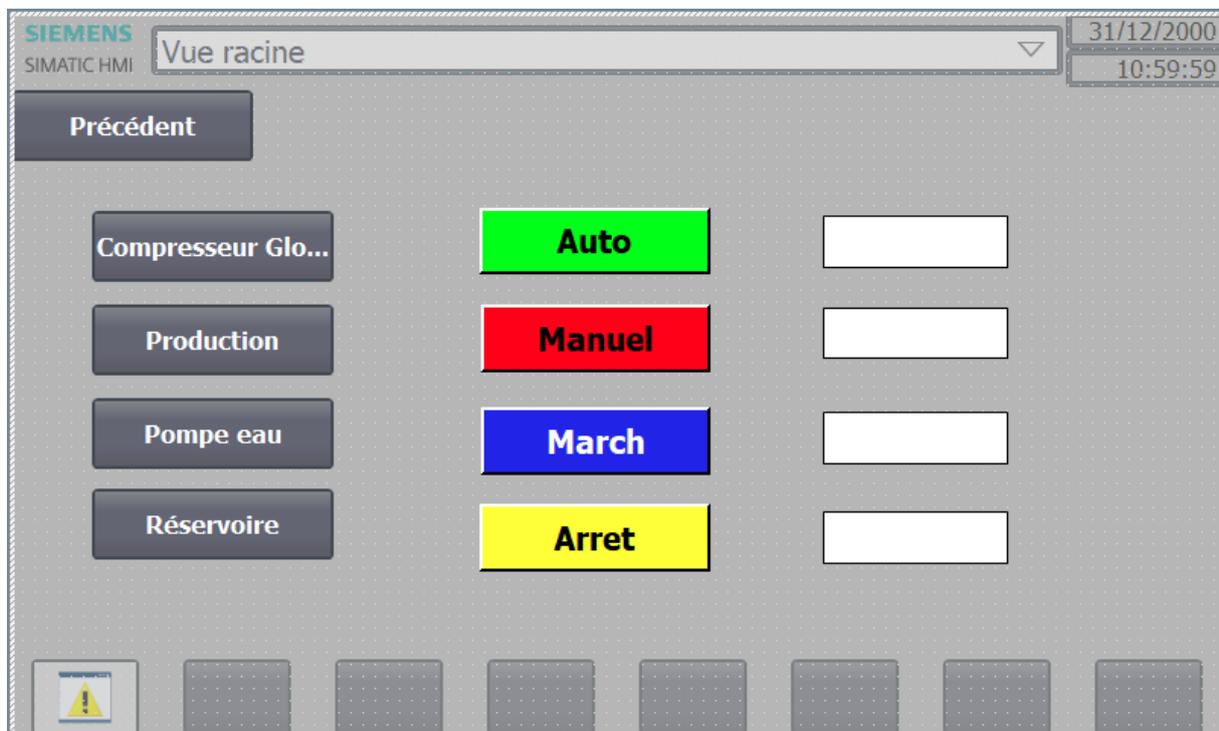


Figure IV.8 : Vue interne du compresseur

La figure suivante représente la Vue du globale du compresseur:

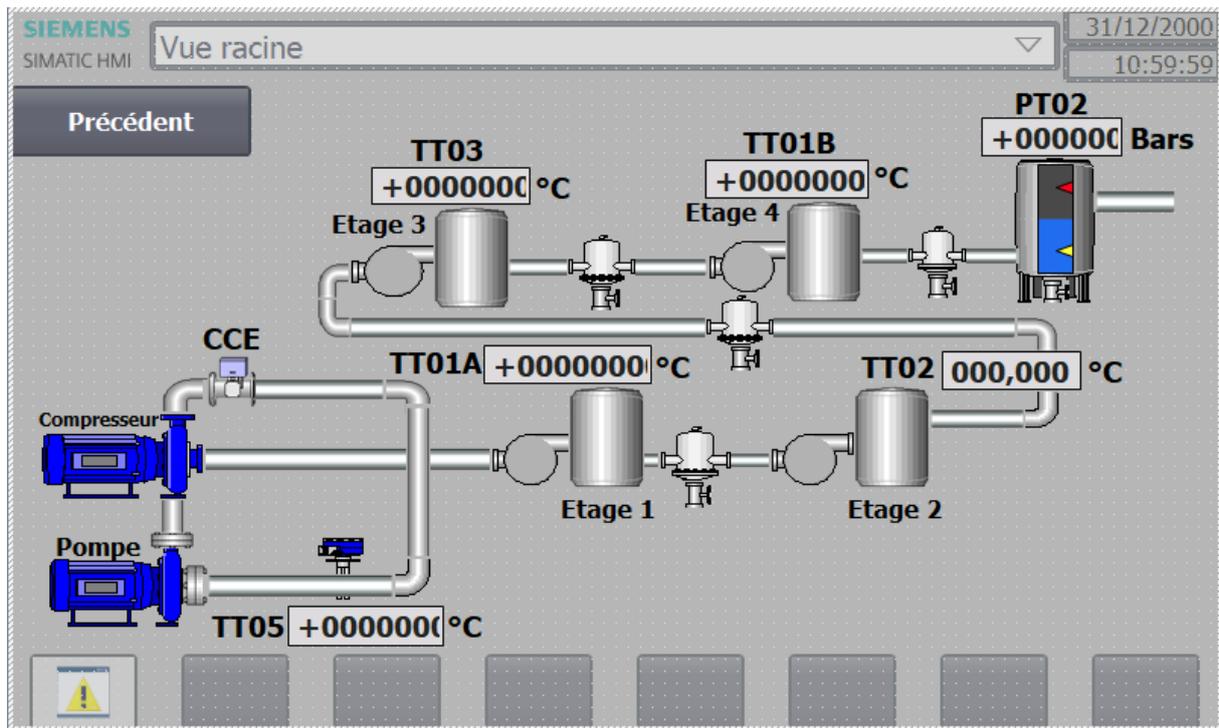


Figure IV.9 : Vue globale du compresseur

IV.2.6. Vue des alarmes

Les alarmes sont des éléments très important dans la surveillance d'un système, signaler et afficher les alarmes est obligatoire pour préserver le bon fonctionnement du système, c'est pour cela que nous avons configuré des alarmes TOR dans notre travail, la figure suivante montre les alarmes utiliser.

ID	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé..	Variable d'acq..	Bit d'a..
1	temperature etage 1	Warnings	defauts_gr...	0	%DB2.DBX1.0	<aucune vari...	0
2	temperature etage 2	Warnings	defauts_grou...	1	%DB2.DBX1.1	<aucune vari...	0
3	temperature etage 3	Warnings	defauts_grou...	2	%DB2.DBX1.2	<aucune vari...	0
9	defaut temperature etage 1	Errors	defauts_grou...	8	%DB2.DBX0.0	<aucune vari...	0
10	defaut temperature etage 2	Errors	defauts_grou...	9	%DB2.DBX0.1	<aucune vari...	0
11	defaut temperature etage 3	Errors	defauts_grou...	10	%DB2.DBX0.2	<aucune vari...	0
12	defaut temperature etage 4	Errors	defauts_grou...	11	%DB2.DBX0.3	<aucune vari...	0
13	defaut temperature d'eau	Errors	defauts_grou...	12	%DB2.DBX0.4	<aucune vari...	0
14	defaut pression d'huile	Errors	defauts_grou...	13	%DB2.DBX0.5	<aucune vari...	0
15	defaut pression de refoulement	Errors	defauts_grou...	14	%DB2.DBX0.6	<aucune vari...	0
16	defaut disjoncteur refroidisseur	Errors	defauts_grou...	15	%DB2.DBX0.7	<aucune vari...	0
17	defaut interrupteur fusibles	Errors	defauts_grou...	0	%DB2.DBX3.0	<aucune vari...	0
18	defaut de mise sous tension	Errors	defauts_grou...	1	%DB2.DBX3.1	<aucune vari...	0
21	defaut de circulation d'eau	Errors	defauts_grou...	4	%DB2.DBX3.4	<aucune vari...	0
19	arret d'urgence	Errors	defauts_grou...	2	%DB2.DBX3.2	<aucune vari...	0
20	defaut disjoncteur pompe eau	Errors	defauts_grou...	3	%DB2.DBX3.3	<aucune vari...	0
4	defaut pression 1er etage	Errors	defauts grou...	5	%DB2.DBX3.5	<aucune vari...	0

Figure IV.10 : Liste des alarmes de l'IHM

On a la possibilité de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux, afin de garantir que l'opérateur qui commande machine en a bien pris connaissance du problème.

On 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 les classes suivantes « Warnings » et « Errors », les alarmes de ces classes 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.

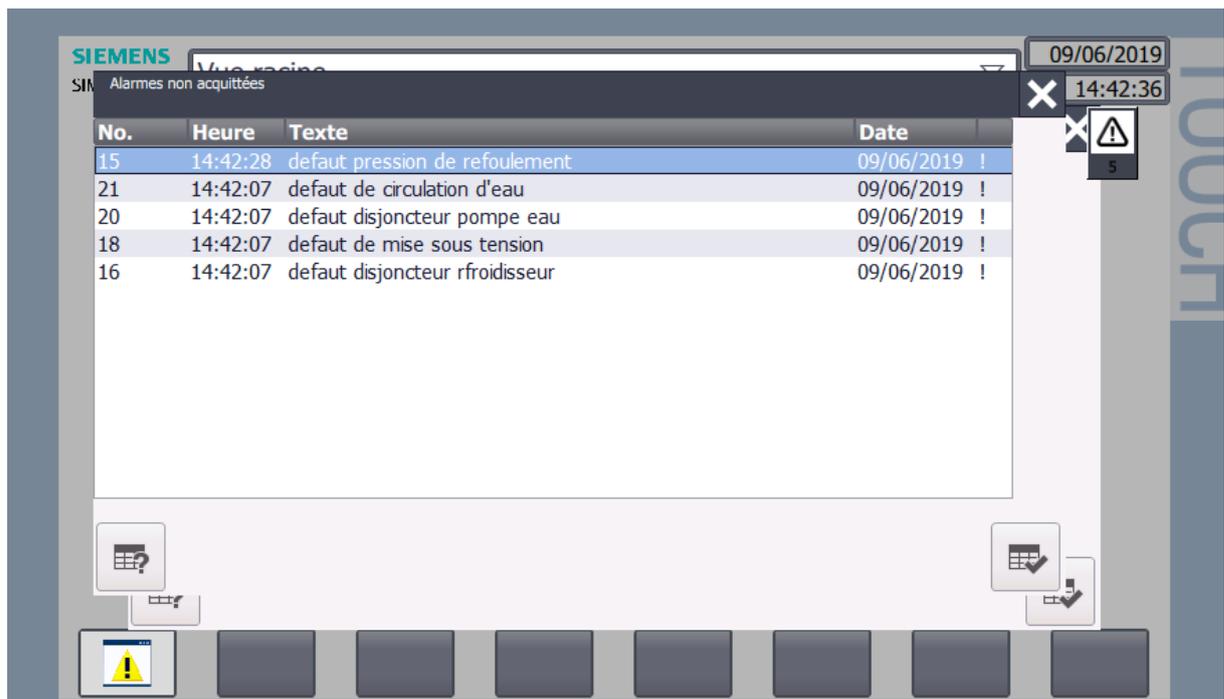
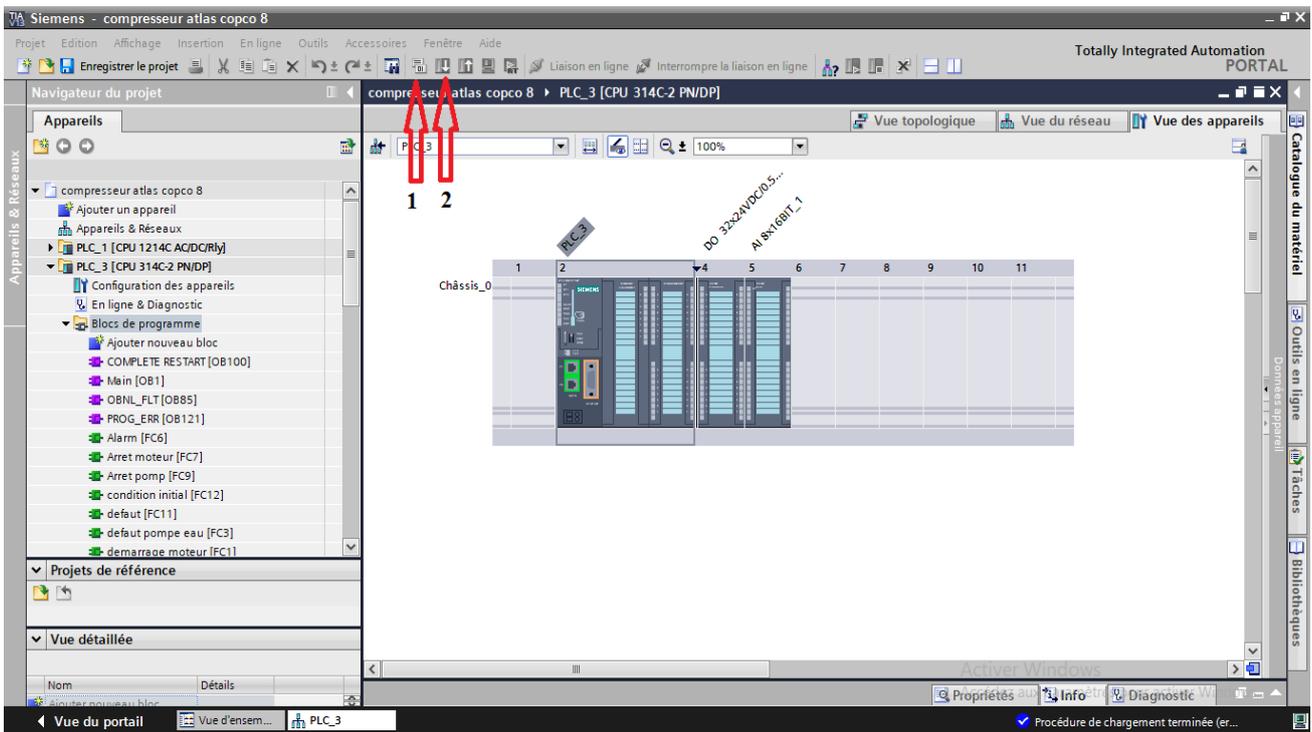


Figure IV.11 : Alarmes non acquiescées

IV.3. Simulation du projet

La simulation peut commencer lorsque que le programme et la création de l’IHM sont réalisés avec toute les configurations nécessaires, dans ce cas il va falloir la compilation de la PLC et l’IHM pour vérifier la cohérence du projet, et de s’assurer qu’il n’y’a pas erreurs.

Pour la première étape on doit effectuer la compilation de la PLC, on sélectionne la fenêtre des « Vue des appareils », puis on clique sur l’automate, ensuite on clique sur « Compiler » qui se trouve sur la barre d’outil, une fois que la compilation est réussie sans erreurs, on passe l’étape suivante qu’est le chargement du programme dans la PLC.



1. Icône Compiler.
2. Icône Charger dans l’appareil.

Figure IV.12 : Compilation et chargement dans la CPU

Pour le chargement on clique sur « Charger dans l’appareil », une liaison entre l’ordinateur et l’automate doit être établie, puis on charge, un onglet apparaît pour nous montrer un aperçu du chargement et on charge une dernière fois, comme le montre la figure suivante.

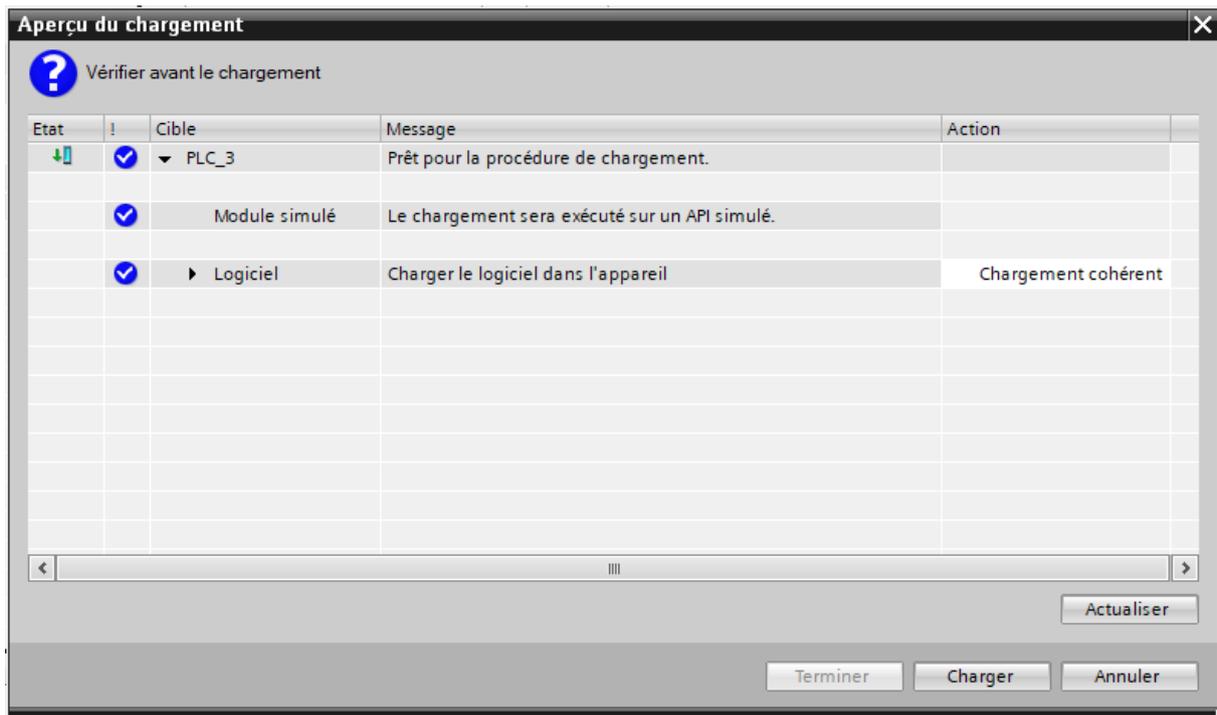


Figure IV.13 : Aperçu du chargement

L'étape suivante est le lancement de la simulation, on clique sur le bouton «démarrer la simulation», la fenêtre du PLCSIM s'affiche directement, ensuite on clique sur le bouton RUN-P pour démarrer la PLC, la figure ci-dessous représente le démarrage de la PLC en cochant RUN-P.

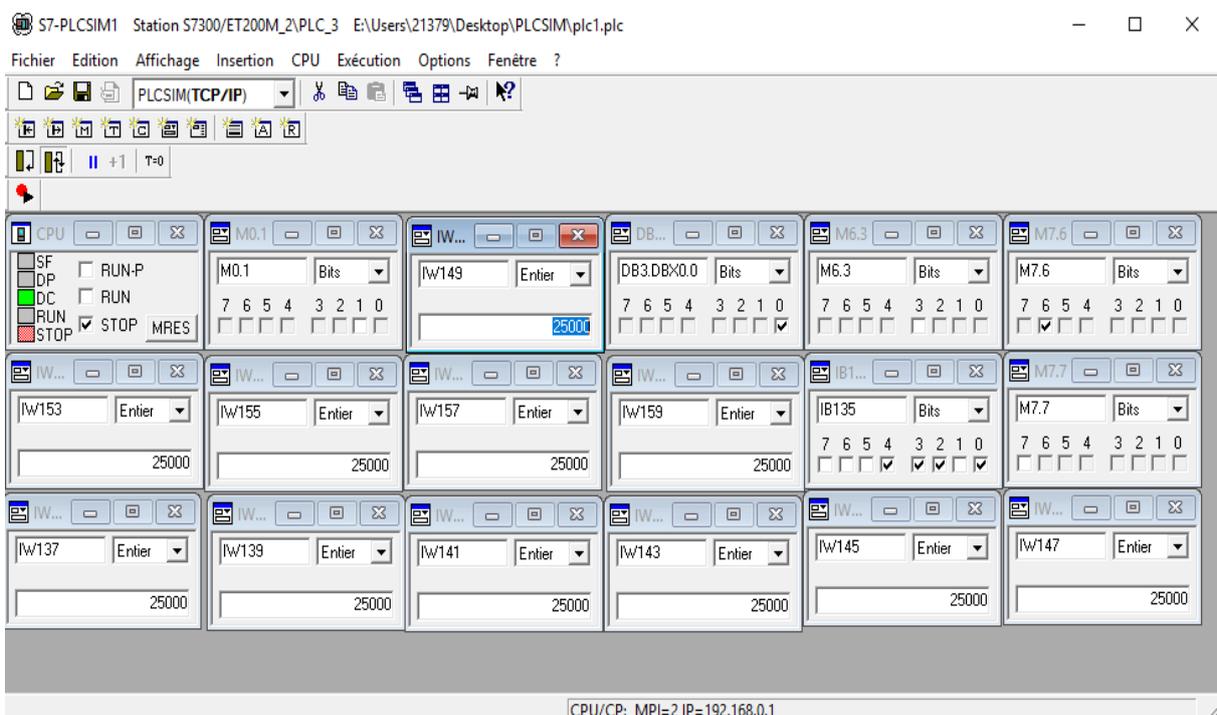


Figure IV.14 : Démarrage de l'automate

Cette dernière étape consiste à compiler l'IHM, seulement en cliquant sur « Compiler », on aura une compilation, ensuite on démarre la simulation, enfin une fenêtre sera afficher pour réaliser la simulation du projet comme le montre la figure ci-dessous.

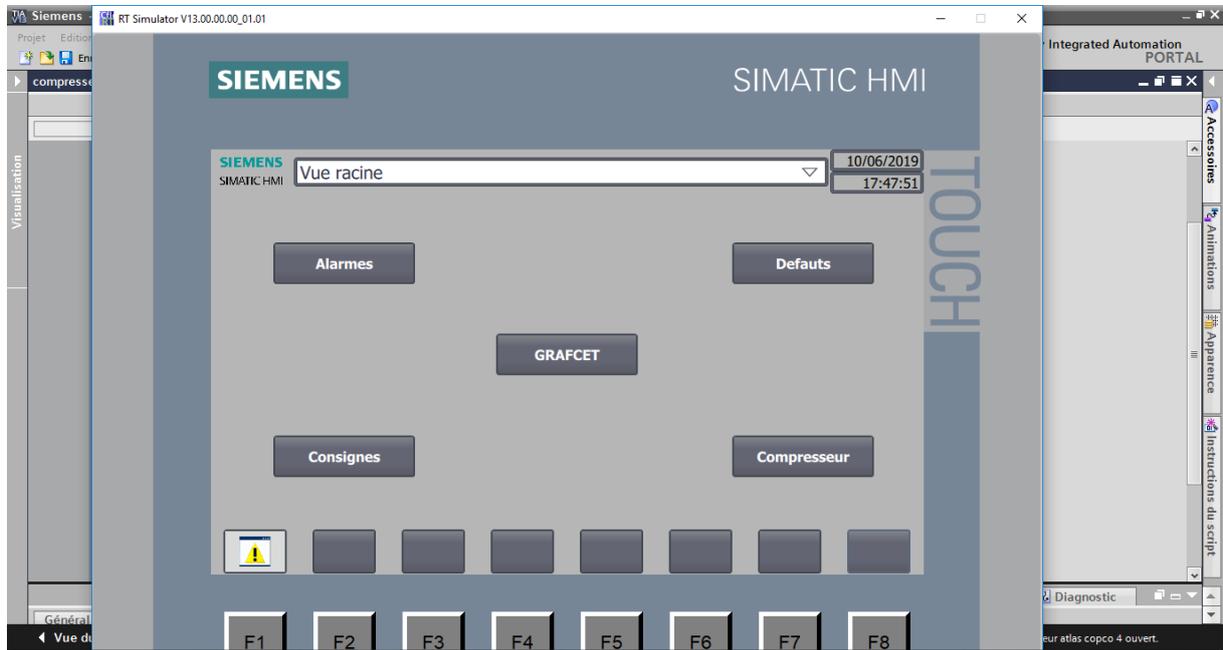


Figure IV.15 : Compilation et simulation de l'IHM

Une fois que le programme et l'IHM sont compilés sans erreur, tous les blocs qui sont utilisés, à leur droite on voit des points verts apparaitre, ce qui signifie le bon déroulement de la compilation et de la simulation comme le montre la figure IV.16.

Ajouter nouveau bloc	
COMPLETE RESTART [OB100]	●
Main [OB1]	●
OBNL_FLT [OB85]	●
PROG_ERR [OB121]	●
Alarm [FC6]	●
Arret moteur [FC7]	●
Arret pomp [FC9]	●
condition initial [FC12]	●
defaut [FC11]	●
defaut pompe eau [FC3]	●
demarrage moteur [FC1]	●
fermeture des vannes 50% et 100% [FC8]	●
G7 GLE [FC14]	●
mise a l'echelle (temperature et pression) [FC10]	●
mise a l'echelle pression des etages [FC15]	●
mode de marche [FC13]	●
pompe eau [FC2]	●
production d'air comprimée [FC5]	●
purge des etages [FC4]	●
Bloc de données_1 [DB7]	●
defauts [DB2]	●
G7 [DB3]	●
mise a l'echelle [DB1]	●
Blocs système	●

Figure IV.16 : Compilation et simulation réussies

IV.4. Conclusion

La partie IHM nous permettra de contrôler et de commander notre système à distance et ce grâce à une connexion PN/IE (PROFINET). La création de notre IHM exige une bonne connaissance du fonctionnement de notre système et du langage avec lequel est programmé l'automate.

Dans ce Dernier chapitre, nous avons donné une vue globale sur les étapes à suivre pour la création de notre IHM sous TIA PORTAL V13, la configuration matériel et les adressages des variables, un aperçu des alarmes a utilisé, ainsi que la prise de conscience sur l'utilité et l'importance d'être informer de tous les risques possibles afin d'agir sur le système directement.

Conclusion
Générale

Conclusion générale

Notre travail est portée sur l'automatisation et la supervision d'un compresseur ATLAS COPCO de 40 Bars au sein du groupe « IFRI », pour cela on a eu recouré à l'utilisation de l'automate programmable S7-1214C et du logiciel TIA PORTAL V13 qui est parmi les dernières versions de logiciels d'ingénierie de SIEMENS.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, nous avons commencé par faire une description des éléments et de prendre connaissance de l'installation puis identifier les éléments la constituant.

Afin d'automatiser le compresseur, l'étude et l'élaboration de son analyse fonctionnelle ainsi que sa modélisation par un GRAFCET, nous a permis d'avoir une idée globale sur plusieurs disciplines mécanique, pneumatique, et le domaine de l'automatisation.

La programmation de l'automate programmable S7-1214C permettra l'optimisation du rendement de l'installation et de minimiser les pannes qui peuvent survenir. La prise en main du TIA protal V13 nous a permis de programmer le fonctionnement du compresseur et de récupérer les états des variables.

La réalisation d'un interface homme machine (IHM) avec le KTP700, nous permettras la supervision du compresseur, et aussi avoir un meilleur suivi du processus et de nous alerter sur différents défauts qui peuvent provoquées d'éventuelles pannes.

La période passée au sein de l'unité de production d'énergie du groupe « IFRI » nous a permis de nous forger et d'assembler théorie et pratique, ainsi compléter nos connaissances acquises avec la réalité du monde industrielle dans lequel nous sommes appelés à travailler.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1]. Dan Foss A/S, Drive and Control, « L'essentiel sur les variateurs de vitesse », Janvier 1991.
- [2]. William Bolton, Dund, feuillage « Automate programmable industriel », 2^{ème} édition, 2015.
- [3]. Alain Gonzaga, « Les automates programmables industriel pour geea », 2012.
- [4]. Document technique SIEMENS, « automate programmable S7-1200 », Version 4.2, Septembre 2016, réf : A5E02 486682-AK.
- [5]. Document technique, Atlas COPCO Crepelle, cde N° : 2714-Sidel-IFRI-Algérie-40P46-10616.
- [6]. Manuel Système, « STEP7 Basic V13 SP1 », Document technique SIEMENS, Décembre 2014.
- [7]. Manuel d'utilisation, « Outil d'ingénierie S7-PLCSIM », Document technique SIEMENS, Version 5.4, Juillet 2011.
- [8]. Support d'apprentissage/de formation Module 031-200 TIA Portal, « Principes de base de la programmation de FB avec SIMATIC S7-1200 », Document technique SIEMENS, édition 2018 | Digital Factory, DF FA.
- [9]. Description fonctionnelle, « Traitement de valeurs analogiques », Document technique SIEMENS, Juin 2014.

Annexes

ANNEXE 1

Effet Seebeck :

En 1821 Seebeck observe que l'aiguille d'une boussole placée au centre d'un circuit constitué de deux métaux distincts est déviée lorsque l'une des deux jonctions entre les deux matériaux est chauffée. Il en conclut qu'il s'agit d'un effet thermomagnétique mais en réalité le champ magnétique est créé par un courant provoqué par l'apparition d'une force électromotrice dans le circuit. Pour une différence de température $\Delta(T)$ faible, cette force électromotrice est proportionnelle à $\Delta(T)$. Le coefficient de proportionnalité entre ces deux grandeurs est appelé coefficient Seebeck, et vaut :

$$\alpha(AB) = \alpha(B) - \alpha(A) = \frac{(V2 - V1)}{(T2 - T1)}$$

ANNEXE 2

La figure suivant représente la Fonction (FC1) de la mise en marche du moteur de compresseur:

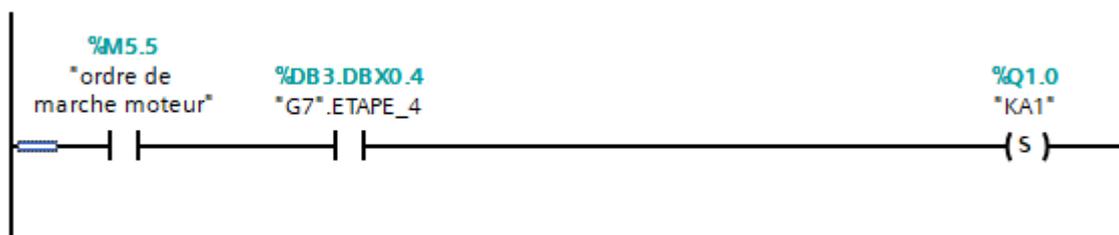


Figure 1 : Mise en marche du moteur

La figure suivant représente la Fonction (FC2) de la mise en marche de la pompe à eau :



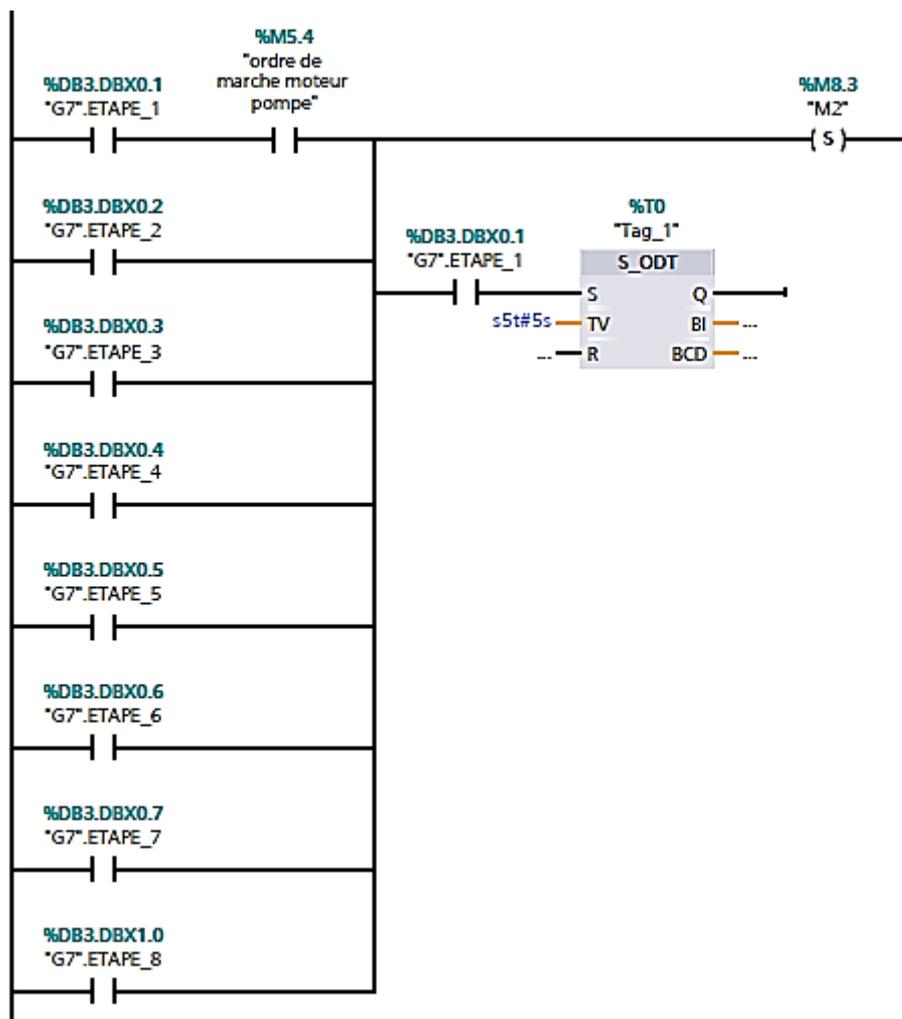


Figure 2 : Mise en marche de la pompe à eau

La figure suivant représente la Fonction (FC3) du défaut de la pompe à eau :

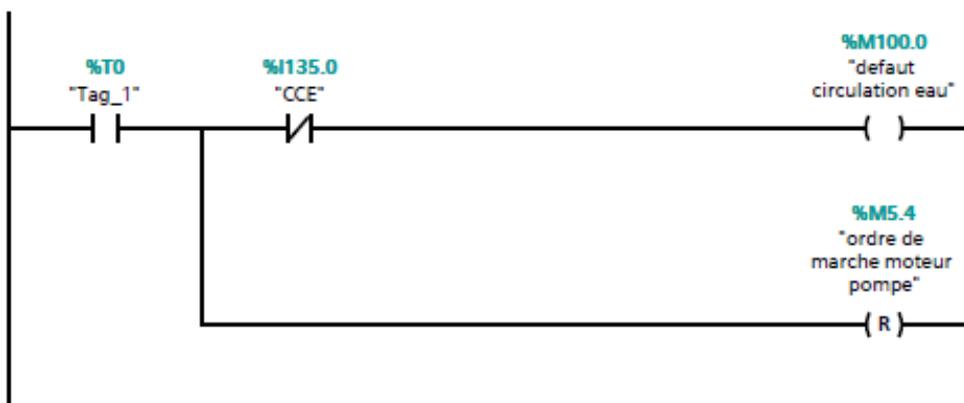


Figure 3 : Défaut de la pompe à eau

Les figures suivantes représentent la Fonction (FC4) des purges des étages :

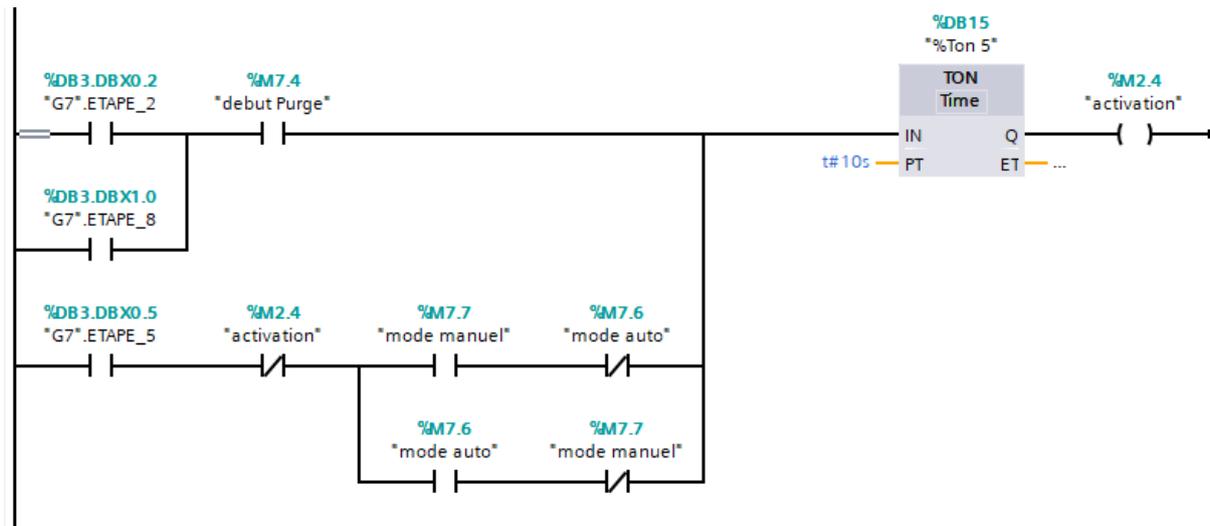


Figure 4 : Activation des purges

La figure suivante représente l'ouverture des électrovannes pour le début des purges :

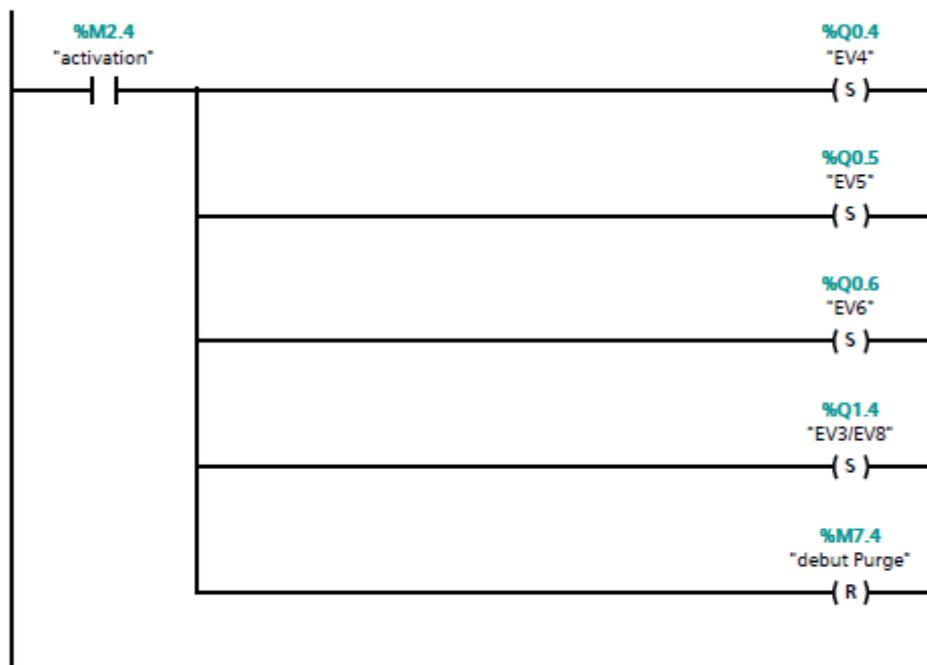


Figure 5 : Ouverture des électrovannes pour le début des purges

La figure suivante représente les fermetures des électrovannes pour la fin des purges :

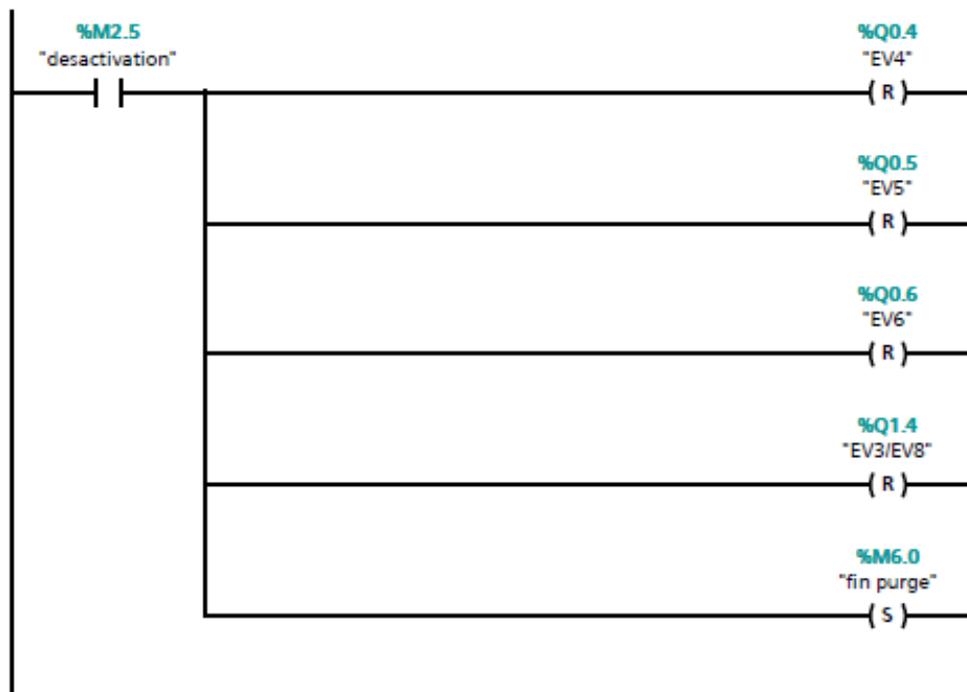


Figure 6 : Fermetures des électrovannes pour la fin des purges

Les figures suivantes représentent la Fonction (FC5) les étapes de production de l'air comprimée:

La figure suivante représente la capacité de compression maximale

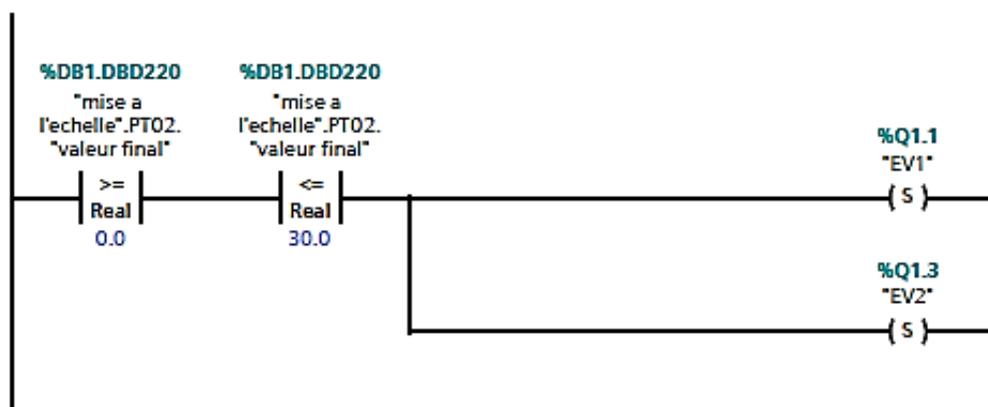


Figure 7 : Ouverture de toute les EV1 et EV2

La figure suivante la fermeture d'EV2 après avoir dépassé les 30 Bars

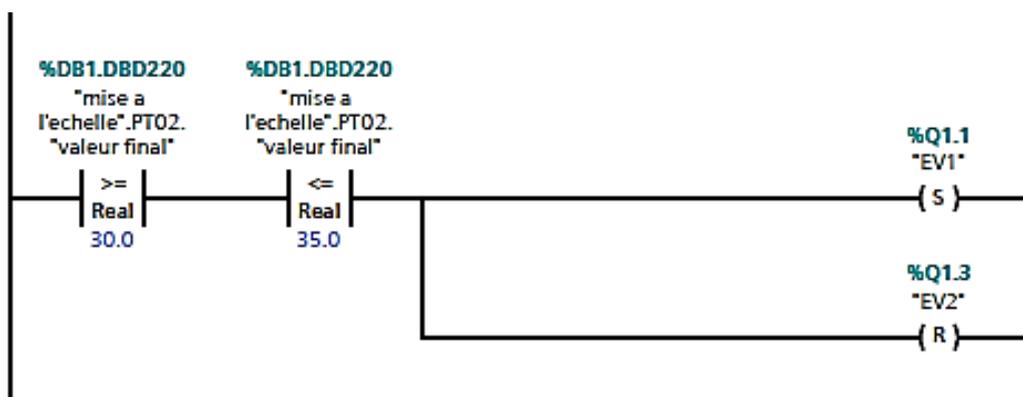


Figure 8 : Fermeture d'EV2 après avoir dépassé les 30 Bars

La figure suivante la fermeture des électrovannes après avoir dépassé les 35 Bars.

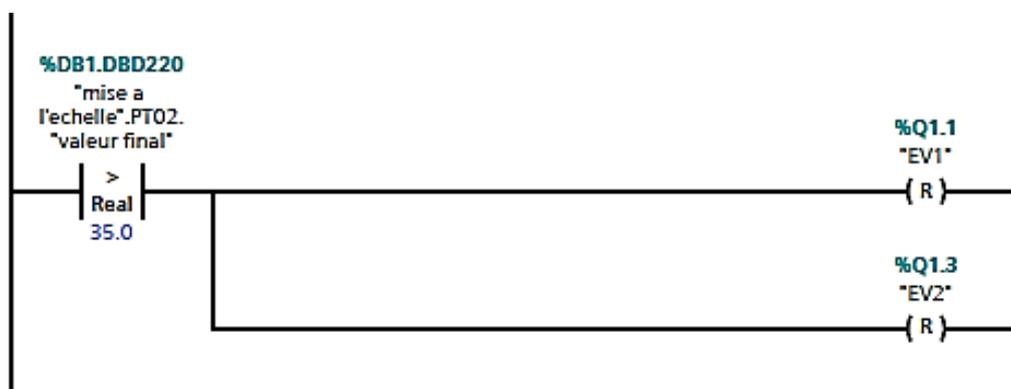


Figure 9 : Fermeture des électrovannes après avoir dépassé les 35 Bars

La figure suivante représente le niveau de pression qui est OK.

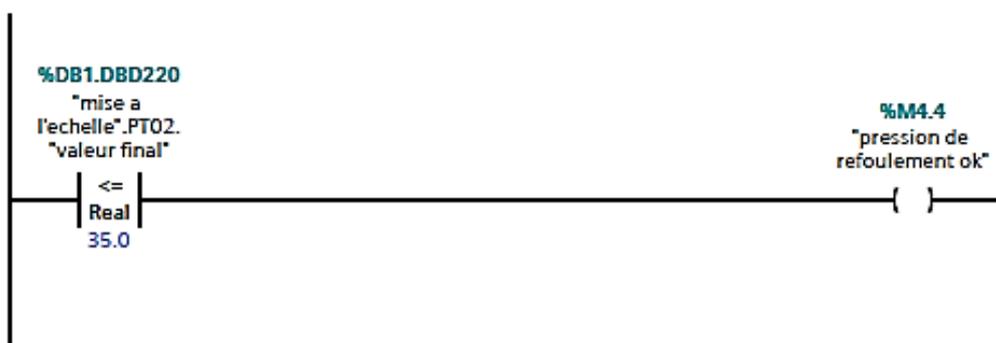


Figure 10 : Niveau de pression qui est OK

La figure suivante représente le niveau de pression est bas.

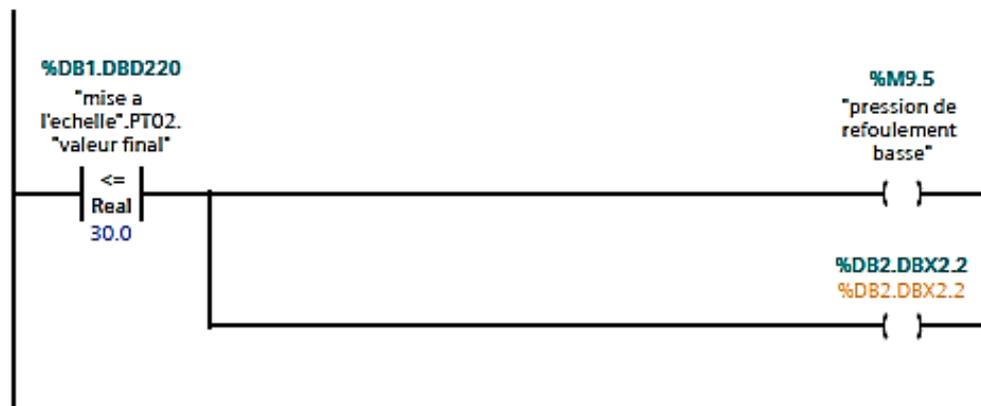


Figure 11 : Niveau de pression bas

La figure suivante représente le niveau de pression est très haut.

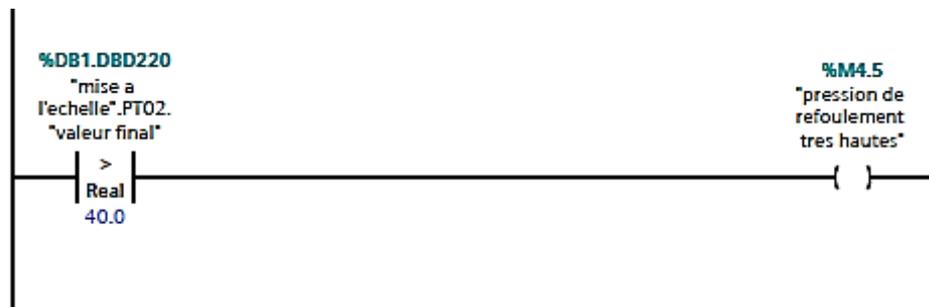


Figure 12 : Niveau de pression très haut

Les figures suivantes représentent la mise en arrêt du moteur en mode auto après 10 min quand la pression de refoulement est atteinte.

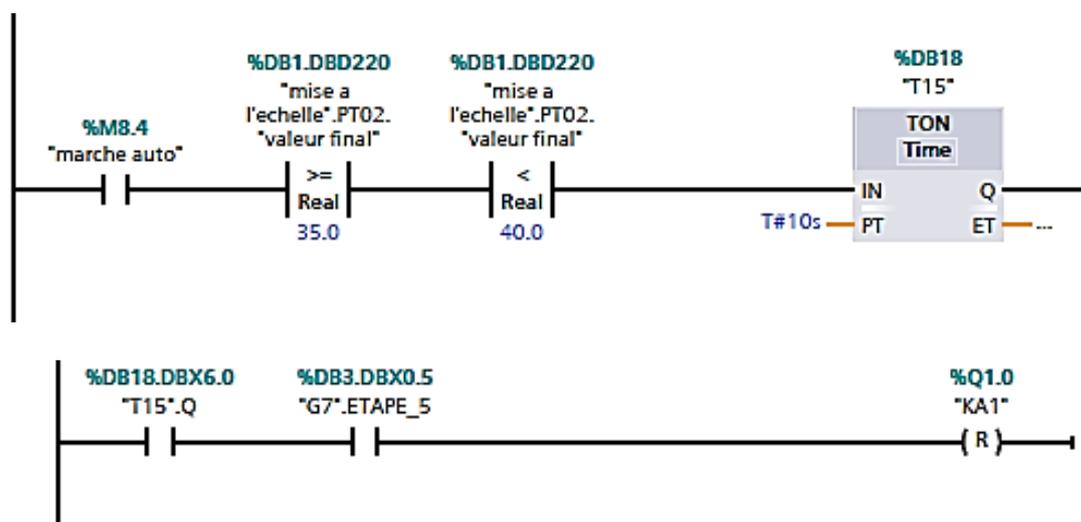


Figure 13 : Mise en arrêt du moteur en mode auto

Les figures suivants représentent la Fonction (FC6) les alarmes:

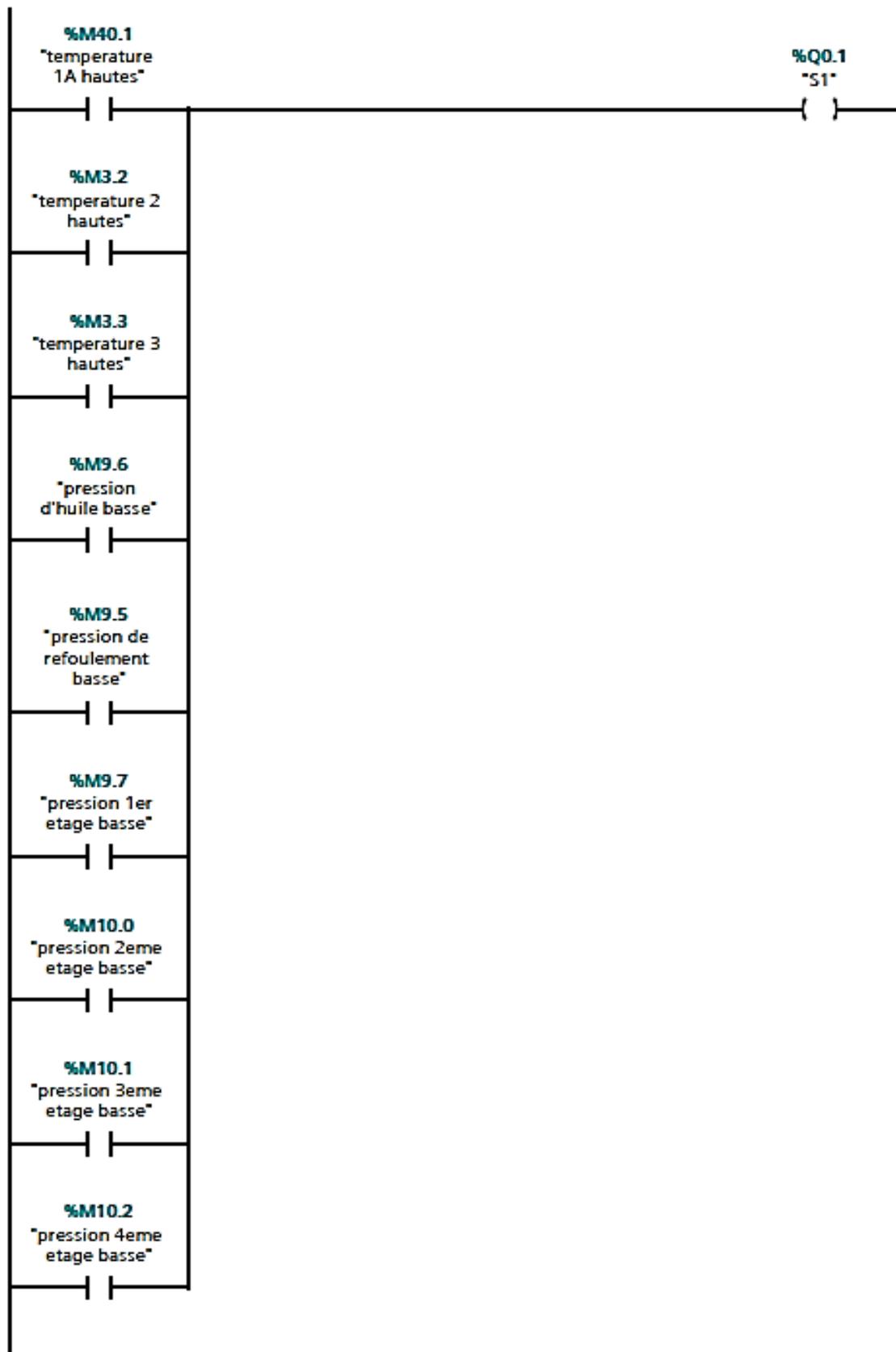


Figure 14 : Alarmes

La figure suivante représente l'alarme température 1er étage :

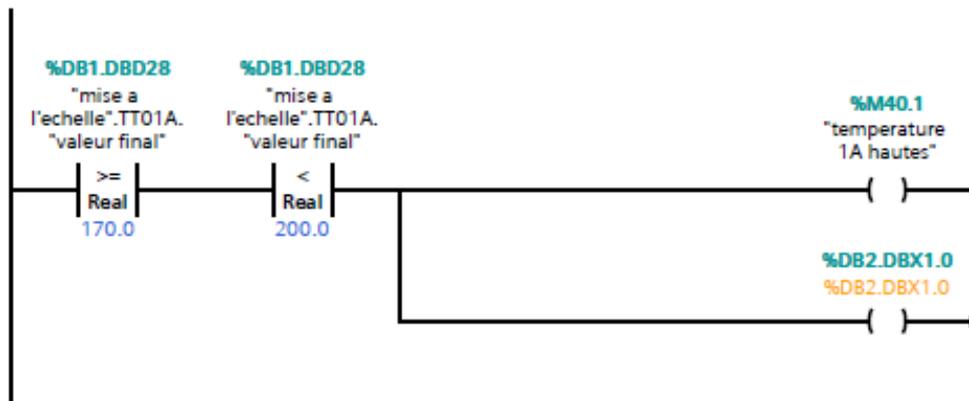


Figure 15 : Alarme température 1^{er} étage

La figure suivante représente l'alarme pression 2éme étage :

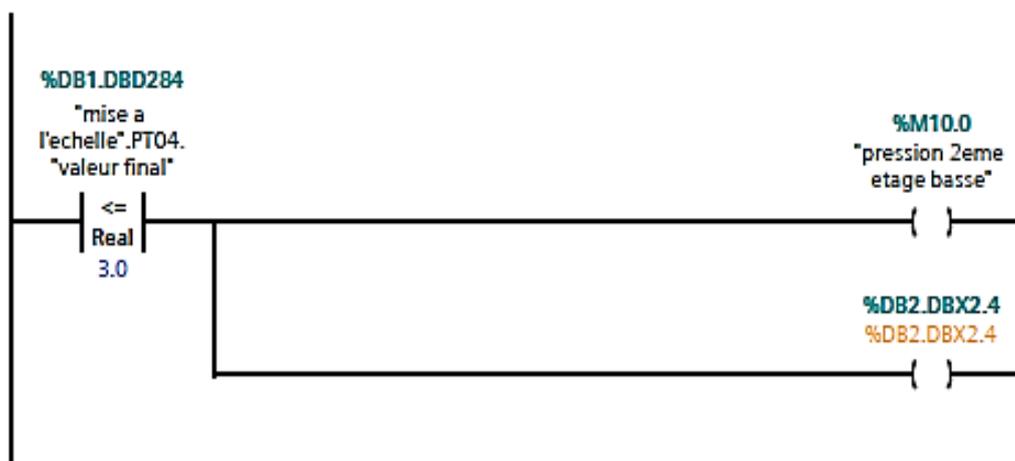


Figure 16 : Alarme pression 2éme étage

La figure suivante représente la Fonction (FC7) l'arrêt du moteur :

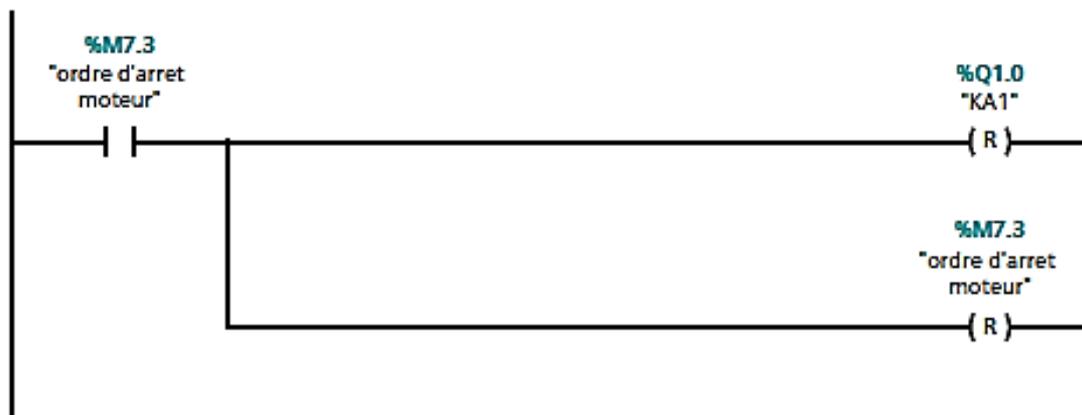


Figure 17 : Arrêt du moteur

La figure suivante représente la Fonction (FC8) évacuation de l'air comprimée restant :

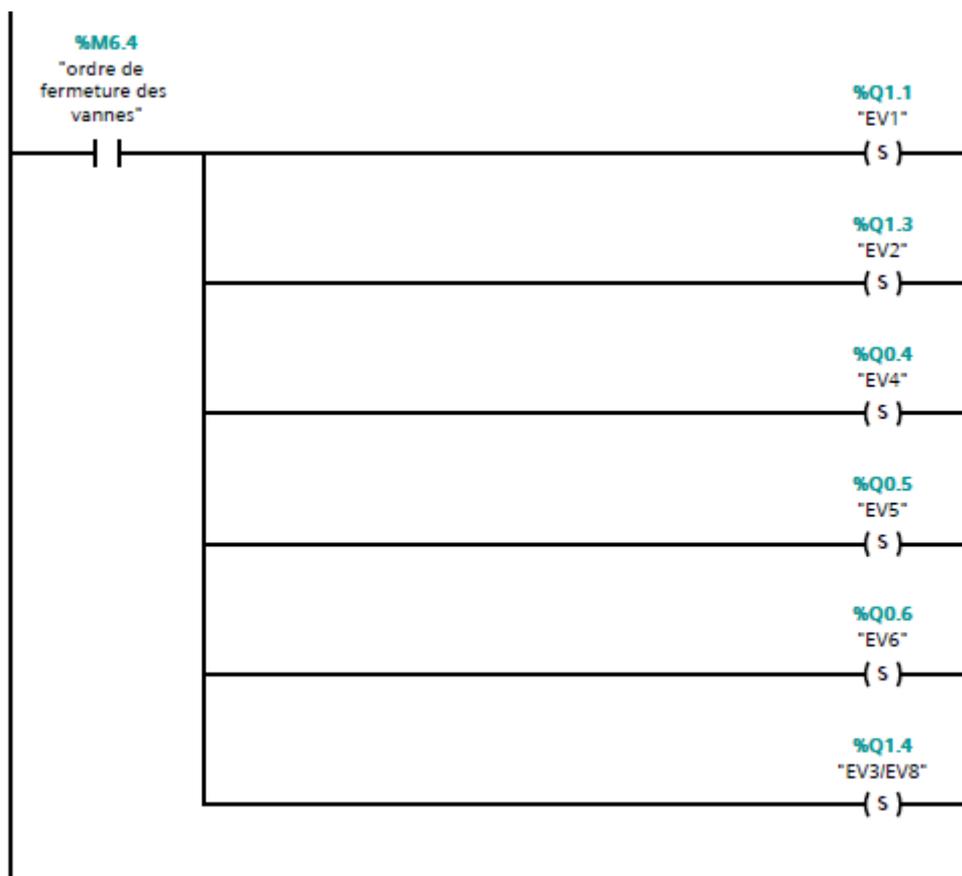


Figure 18 : Ouverture des vannes pour évacuation de l'air

La figure suivante représente la fermeture des vannes pour la fin de l'évacuation de l'air :

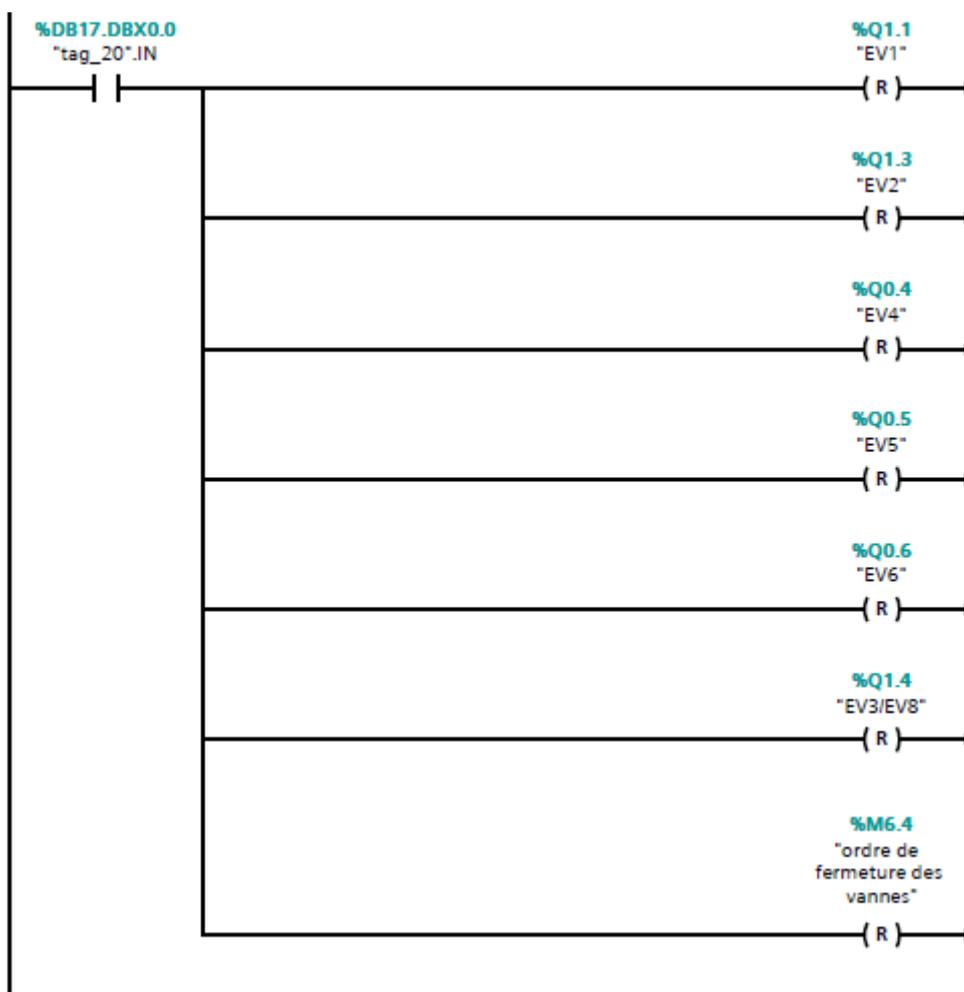


Figure 19 : Fermeture des vannes pour la fin de l'évacuation de l'air

La figure suivante représente la Fonction (FC9) l'arrêt de la pompe à eau :

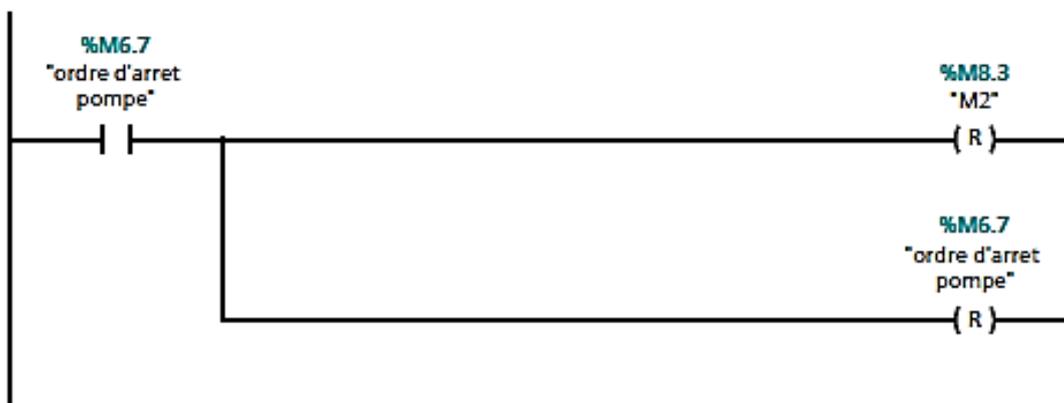


Figure 20: Arrêt de la pompe à eau

La figure suivante représente la Fonction (FC12) des conditions initiales :

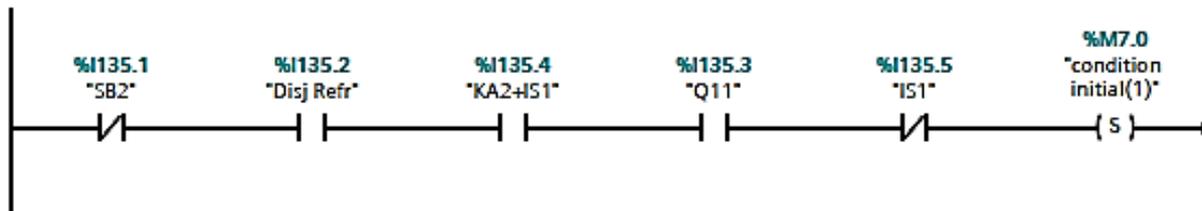


Figure 21: Conditions initiales

La figure suivante représente la Fonction (FC13) les modes de démarrage Auto/Manuel :

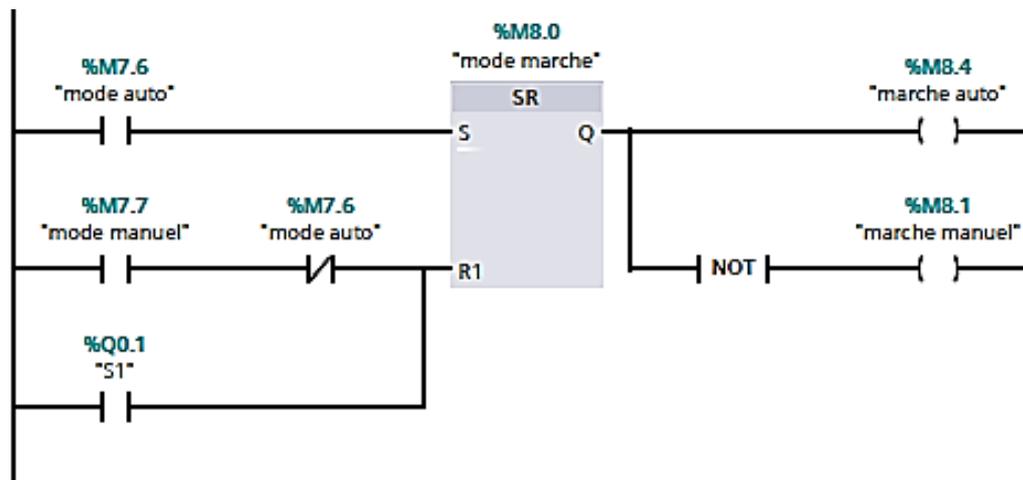
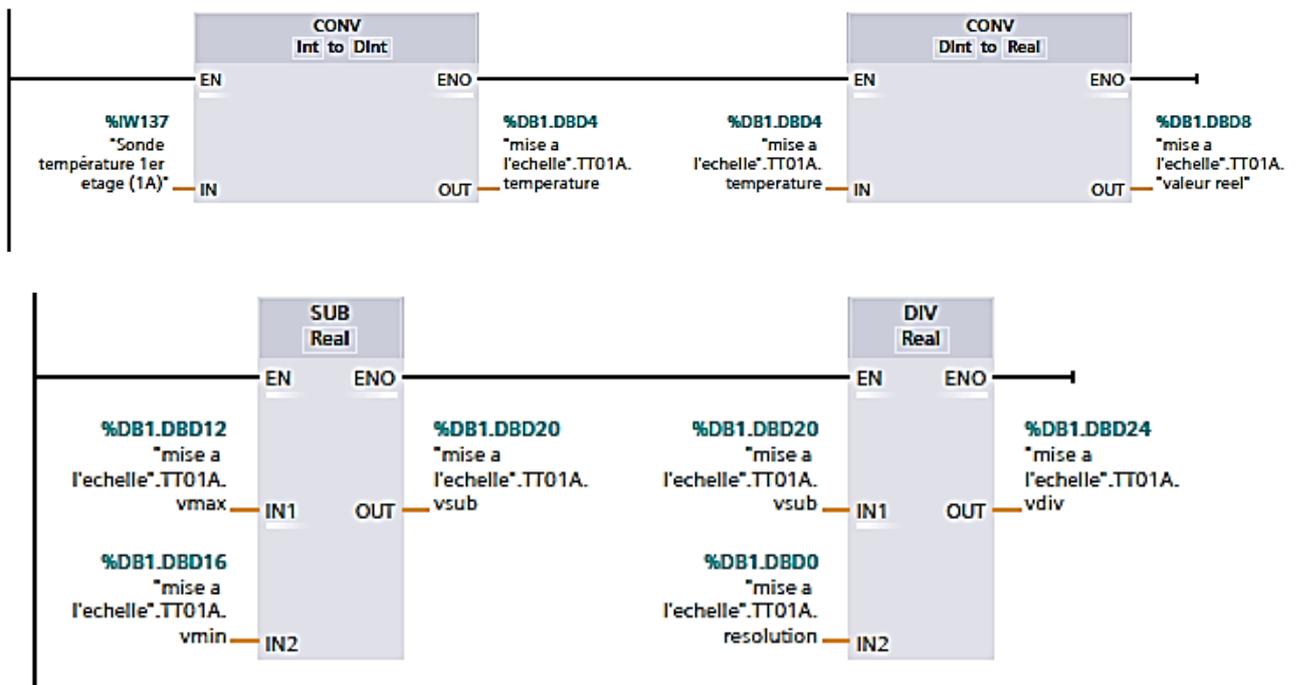


Figure 22: Les modes de démarrage Auto/Manuel

Les figures suivants représentent la Fonction (FC10) la mise à l'échelle d'une valeur analogique :



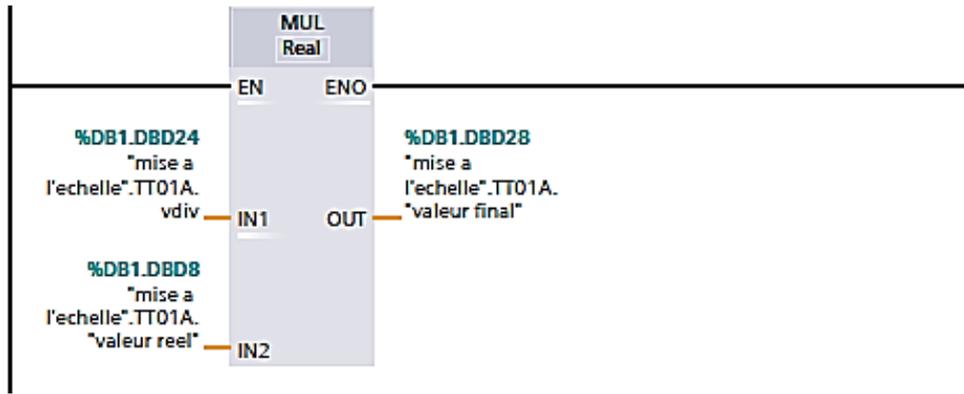


Figure 23 : mise à l'échelle de la valeur analogique pour la température du 1^{er} étage

ANNEXE 3

Le schéma suivant représente le Grafcet de niveau 1 du compresseur :

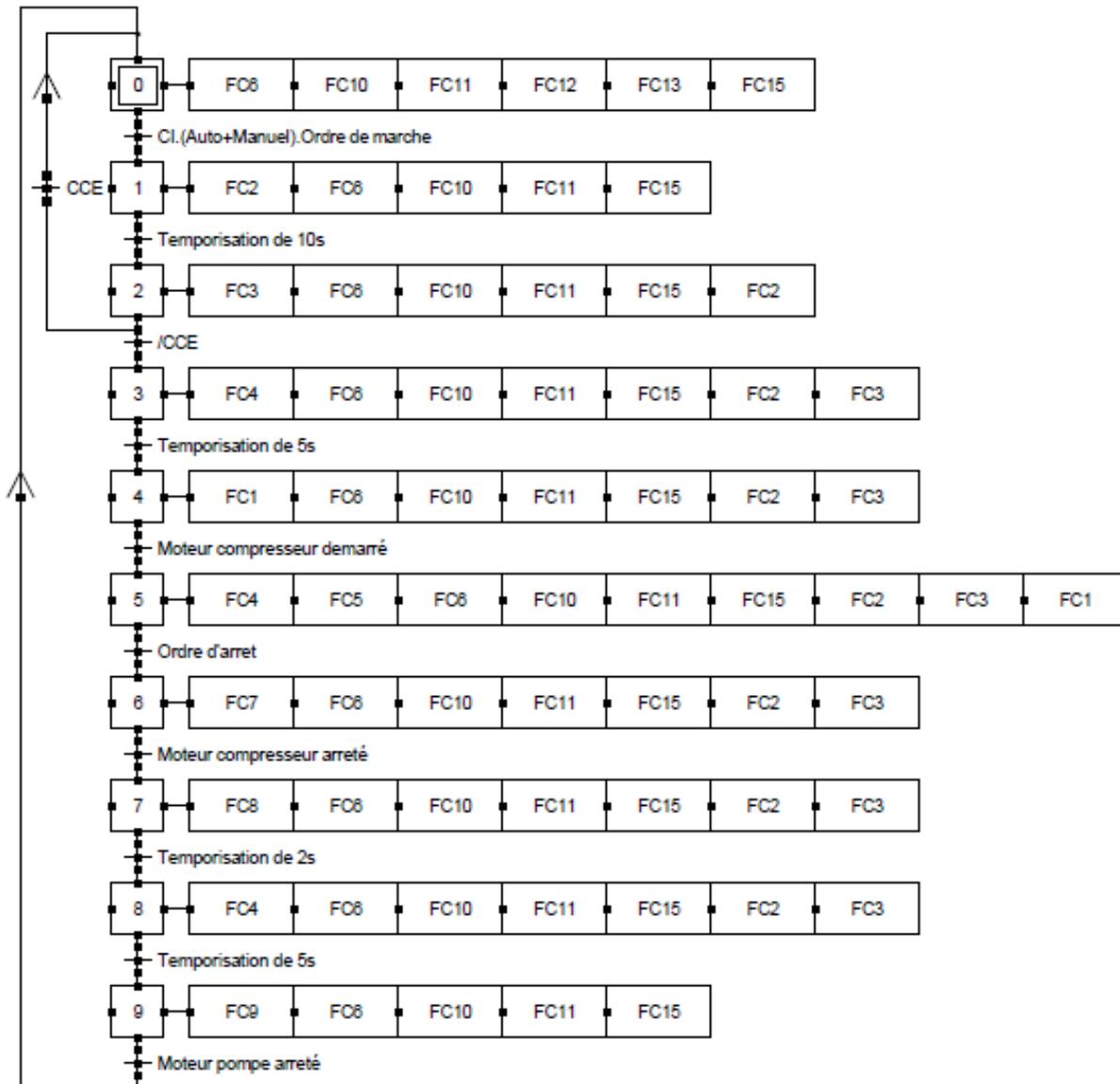


Figure 23 : Grafcet général du compresseur

Le tableau suivant représente la liste des fonctions utilisées dans le Grafcet générale :

Tableau 1 : Liste des fonctions

Fonction	Rôle de la fonction
FC1	Démarrage du moteur asynchrone qui entraîne le vilebrequin du compresseur
FC2	Démarrage de la pompe à eau
FC3	Vérification de la circulation d'eau
FC4	Purges des étages de compression pour l'évacuation des condensations
FC5	Production de l'air comprimé
FC6	Gestion des Alarmes
FC7	Arrêt du moteur asynchrone du compresseur
FC8	Fermeture des vannes EV50% et EV100%
FC9	Arrêt de la pompe à eau
FC10 et FC15	Mise à l'échelle des valeurs analogiques transmise par les sondes de mesures
FC11	Gestion des défauts
FC12	Vérification des conditions initiales
FC13	Choix du mode de démarrage soit Automatique ou Manuel
FC14	Représente le grafcet générale du compresseur

Le schéma suivant représente le Grafcet de niveau 2 du compresseur :

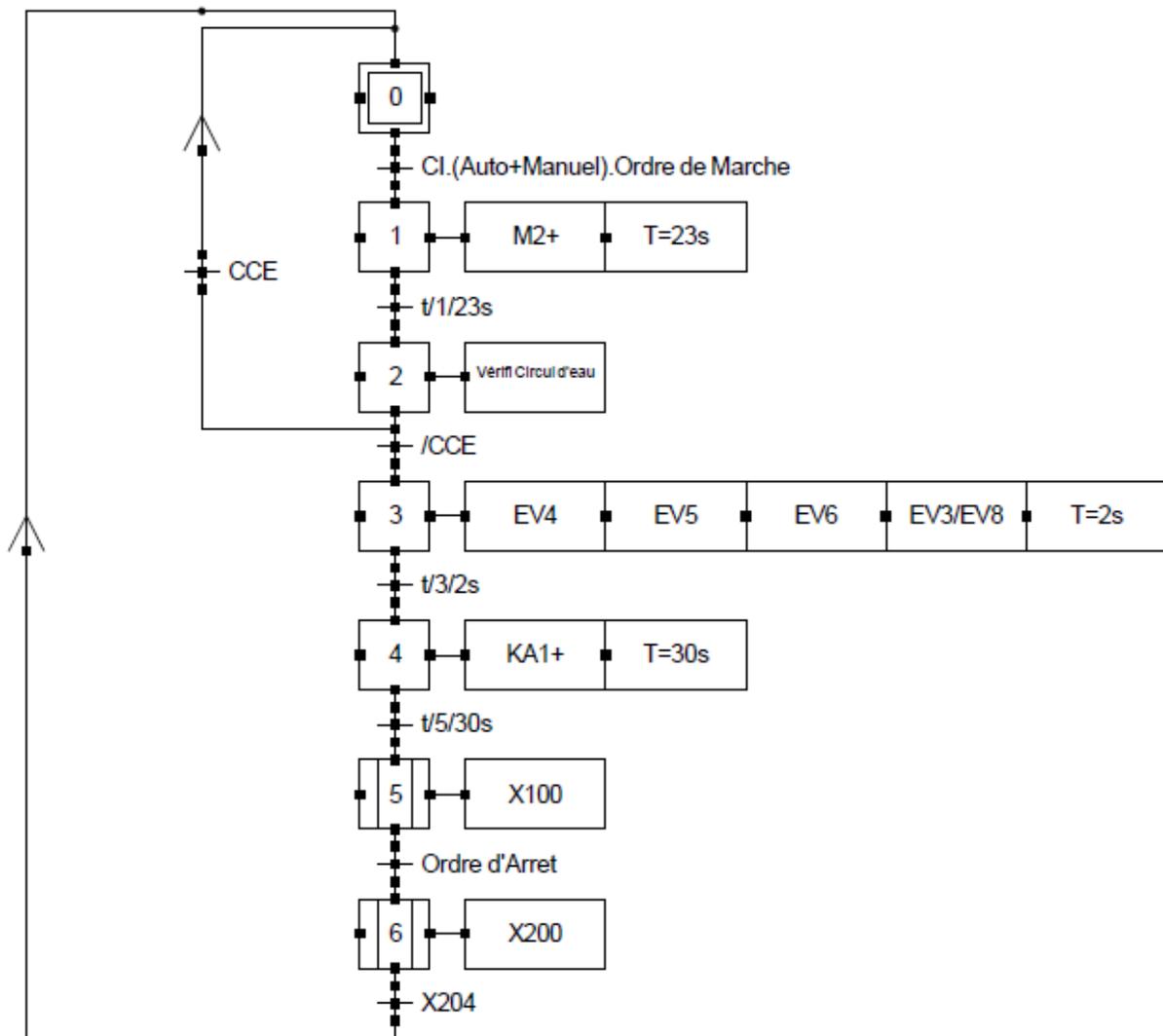


Figure 24 : Grafcet du compresseur

Le schéma suivant représente le Grafset de production d'air comprimé :

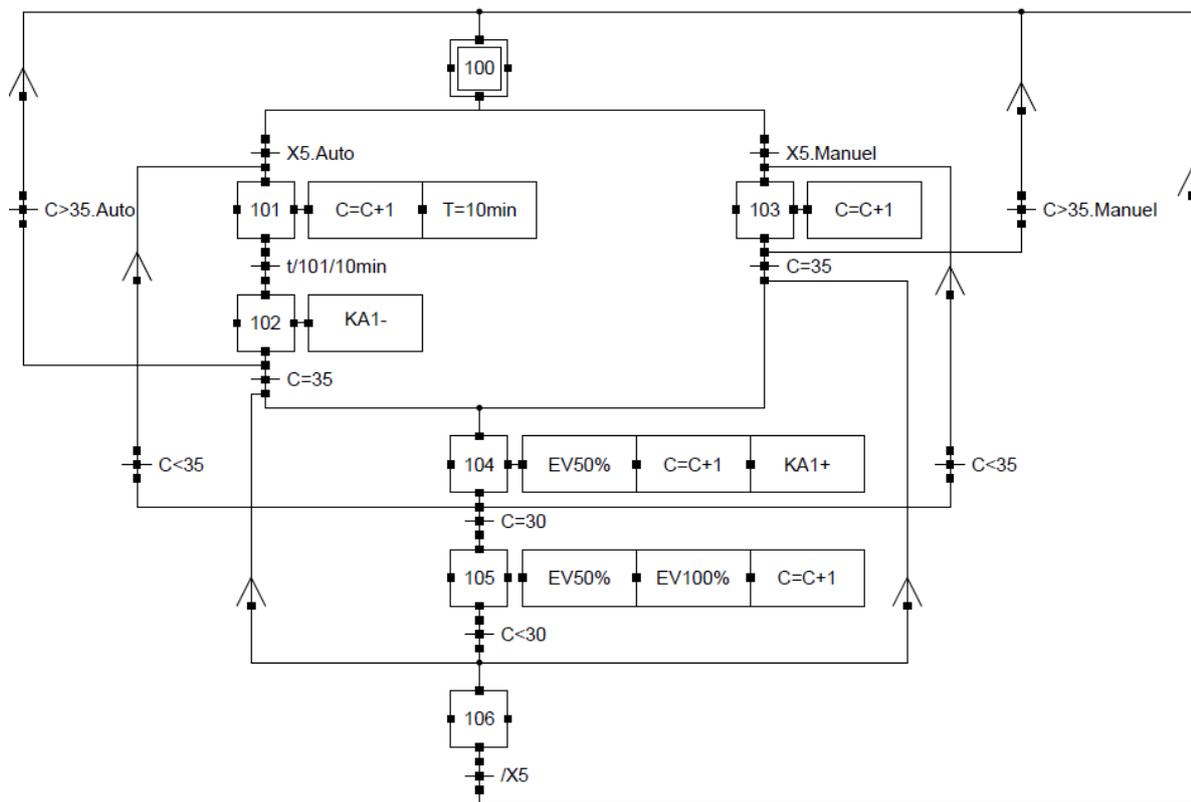


Figure 25 : Grafset de production d'air comprimé

Le schéma suivant représente le Grafset d'arrêt d'urgence :

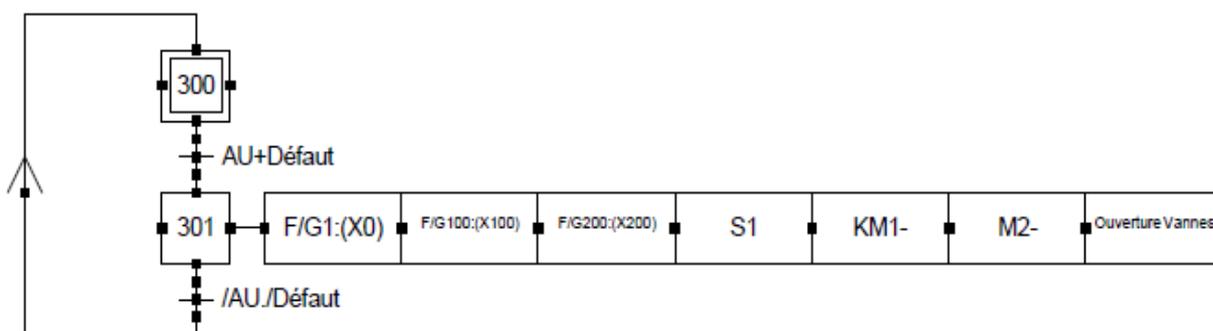


Figure 26 : Grafset d'arrêt d'urgence

Le schéma suivant représente le Grafcet d'arrêt du compresseur :

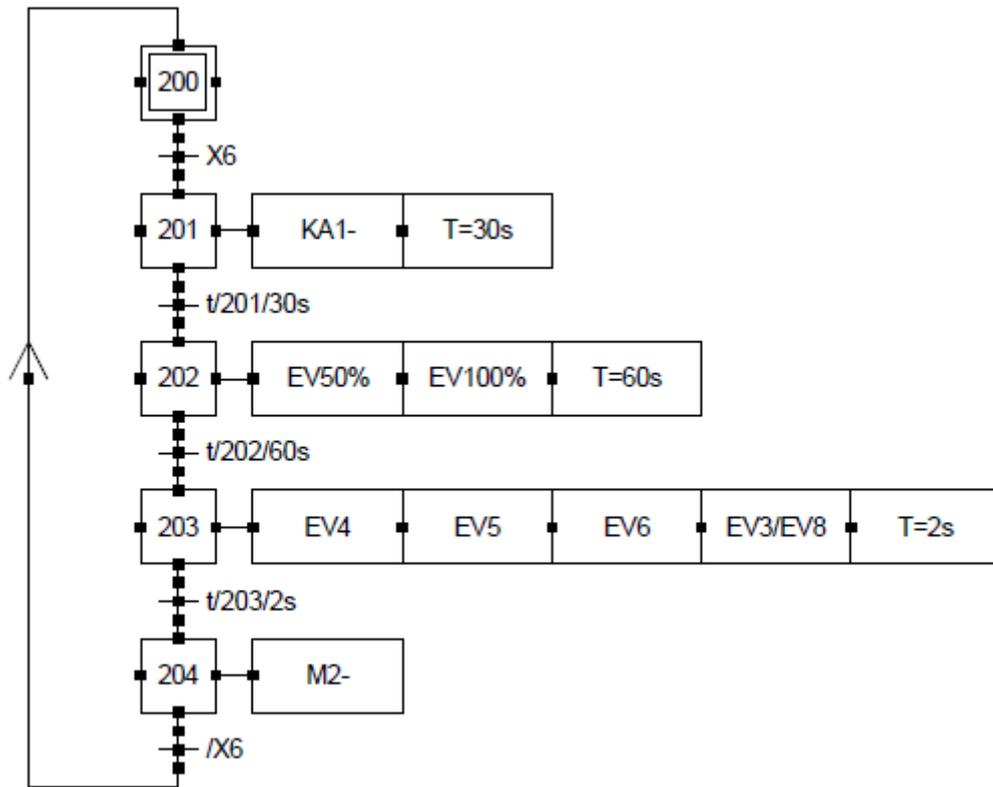


Figure 27 : Grafcet d'arrêt du compresseur

ANNEXE 4

La liste suivante représente toutes les variables de l'API :

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
Sonde température 1er etage (1A)	Int	%IW137	Sonde température 1er étage
TT01A	Real	%MD30	temperature 1er étage
Sonde température 4eme etage (1B)	Int	%IW139	Sonde température 4ème étage
TT01B	Real	%MD32	temperature 4ème étage
Sonde température 2eme et-Age	Int	%IW141	Sonde température 2ème étage
TT02	Real	%MD34	temperature 2ème étage
Sonde température 3eme et-Age	Int	%IW143	Sonde température 3ème étage
TT03	Real	%MD36	temperature 3ème étage
Sonde température d'eau	Int	%IW145	Sonde température d'eau
TT05	Real	%MD38	température d'eau
Sonde pression de renfoulement	Int	%IW149	Sonde pression de renfoulement
PT02	Real	%MD40	pression de renfoulement
Sonde pression d'huile	Int	%IW147	Sonde pression d'huile
PT01 pression d'huile	Real	%MD42	pression d'huile
Rés	Int	%IW135	Résistance
Pres App	Real	%MD44	
Thermostat huile	Int	%IW151	Thermostat d'huile
TSH1 thermostat huile	Real	%MD48	
SB2	Bool	%I135.1	Bouton d'arrêt d'urgence
DEM1	Bool	%I0.1	Thermique compresseur
Disj Refr	Bool	%I135.2	Disj refroidissement d'eau
Q11	Bool	%I135.3	Disj pompe eau
Disj Sech	Bool	%I0.4	Disj sécheur
KA2+IS1	Bool	%I135.4	Sous tension et fusion fusible
IS1	Bool	%I135.5	Interrupteur ouvert
TA1	Bool	%I0.7	Thermostat secheur
CCE	Bool	%I135.0	Circulation d'eau
Dem Dist	Bool	%I1.1	CDE à distance
Us Segm	Bool	%I1.2	Usure ségmentation
Joker 1	Bool	%I1.3	Défaut joker 1
M/A Sech	Bool	%I1.4	March/Arrêt sécheur
Ext 100%	Bool	%I1.5	Régulation EXT 100%
Ext 50%	Bool	%I12.0	Régulation EXT 50%

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
Rech Bali	Bool	%I12.1	Réchauffage huile
KA4	Bool	%Q0.0	Defaut
S1	Bool	%Q0.1	Sirène
KM6	Bool	%Q0.2	Refroidissement eau
KA3	Bool	%Q0.3	Tour
EV4	Bool	%Q0.4	EV purge 1er étage
EV5	Bool	%Q0.5	EV purge 2ème étage
EV6	Bool	%Q0.6	EV purge 3ème étage
EV7	Bool	%Q0.7	EV purge HP sécheur
KA1	Bool	%Q1.0	mise en marche du moteur
EV1	Bool	%Q1.1	EV régulation 50%
EV2	Bool	%Q1.3	EV régulation 100%
EV3/EV8	Bool	%Q1.4	EV purge 4ème étage
Tag_1	Timer	%T0	
defaut circulation eau	Bool	%M100.0	
fin fc2	Bool	%M90.0	
M1	Bool	%M8.2	moteur compresseur
M2	Bool	%M8.3	Moteur pompe eau
Tag_2	Timer	%T1	
Tag_3	Bool	%M0.0	
Tag_4	Word	%MW1	
temperature 1 a ok	Bool	%M40.0	
temperature 1A hautes	Bool	%M40.1	
temperature 1A tres hautes	Bool	%M40.2	
Tag_8	Bool	%M40.3	
Tag_9	Bool	%M40.4	
Tag_10	Bool	%M40.5	
Tag_11	Bool	%M40.6	
Tag_12	Bool	%M40.7	
Tag_13	Bool	%M41.0	
ORDRE DE MARCHE	Bool	%M0.1	
FRONT 1	Bool	%M0.2	
TON1	Bool	%M0.3	
TON2	Bool	%M0.4	
TON3	Bool	%M0.5	
TON4	Bool	%M0.6	
temperature 3 a ok	Bool	%M0.7	
temperature 2 tres hautes	Bool	%M3.0	
temperature 2 a ok	Bool	%M3.1	
temperature 2 hautes	Bool	%M3.2	

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
temperature 3 hautes	Bool	%M3.3	
temperature 3 tres hautes	Bool	%M3.4	
temperature 4 a ok	Bool	%M3.5	
temperature 1B hautes	Bool	%M3.6	
temperature 1B tres hautes	Bool	%M3.7	
temperature d'eau ok	Bool	%M4.0	
temperature d'eau tres hautes	Bool	%M4.1	
pression d'huile ok	Bool	%M4.2	
pression d'huile tres hautes	Bool	%M4.3	
pression de refoulement ok	Bool	%M4.4	
pression de refoulement tres hautes	Bool	%M4.5	
arret	Bool	%M4.6	
Tag_5	Timer	%T5	
Tag_6	Timer	%T6	
EV4 1	Bool	%M4.7	
EV5 1	Bool	%M5.0	
EV6 1	Bool	%M5.1	
EV3/EV8 1	Bool	%M5.2	
remise en marche des purges	Bool	%M5.3	
ordre de marche moteur pompe	Bool	%M5.4	
ordre de marche moteur	Bool	%M5.5	
TON5	Bool	%M5.6	
TON6	Bool	%M5.7	
fin purge	Bool	%M6.0	
front g	Bool	%M6.1	
temperature 1B ok	Bool	%M6.2	
ORDRE D'ARRET	Bool	%M6.3	
ordre de fermeture des vannes	Bool	%M6.4	
TON8	Bool	%M6.5	
TON9	Bool	%M6.6	
ordre d'arret pompe	Bool	%M6.7	
condition initial(1)	Bool	%M7.0	
TON10	Bool	%M7.1	
TON11	Bool	%M7.2	
ton 5	Bool	%M2.3	
activation	Bool	%M2.4	
desactivation	Bool	%M2.5	
ordre d'arret moteur	Bool	%M7.3	
debut Purge	Bool	%M7.4	

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
debut production	Bool	%M7.5	
Sonde température 1A(1)	Int	%IW288	Sonde température 1er étage
Sonde pression d'huile(1)	Int	%IW290	Sonde pression d'huile
Rés(1)	Int	%IW292	Résistance
Thermostat huile(1)	Int	%IW294	Thermostat d'huile
mode auto	Bool	%M7.6	
mode manuel	Bool	%M7.7	
mode marche	Bool	%M8.0	
marche manuel	Bool	%M8.1	
marche auto	Bool	%M8.4	
Sonde pression 1er etage	Int	%IW153	Sonde pression 1er etage
PT03	Real	%MD50	Pression 1er etage
Sonde pression 2eme etage	Int	%IW155	Sonde pression 2eme etage
PT04	Real	%MD52	Pression 2eme etage
Sonde pression 3eme etage	Int	%IW157	Sonde pression 3eme etage
PT05	Real	%MD54	Pression 3eme etage
Sonde pression 4eme etage	Int	%IW159	Sonde pression 4eme eatge
PT06	Real	%MD56	Pression 4eme etage
Pression etage1 (1A) ok	Bool	%M8.5	
pression etage 1 (1A) tres hautes	Bool	%M8.6	
Pression 2eme etage ok	Bool	%M8.7	
pression 2eme etage tres hautes	Bool	%M9.0	
pression 3eme etage ok	Bool	%M9.1	
pression 3eme etage tres hautes	Bool	%M9.2	
pression 4eme etage ok	Bool	%M9.3	
pression 4eme etage tres hautes	Bool	%M9.4	
pression de refoulement basse	Bool	%M9.5	
pression d'huile basse	Bool	%M9.6	
pression 1er etage basse	Bool	%M9.7	
pression 2eme etage basse	Bool	%M10.0	
pression 3eme etage basse	Bool	%M10.1	
pression 4eme etage basse	Bool	%M10.2	

La liste suivante représente la liste des alarmes IHM :

Texte Alarme	Classe d'alarme	Adresse de déclenchement
Température étage 1	Warnings	DB2.DBX1.0
Température étage 2	Warnings	DB2.DBX1.1
Température étage 3	Warnings	DB2.DBX1.2
Pression d'huile basse	Warnings	DB2.DBX2.1
Pression de refoulement basse	Warnings	DB2.DBX2.2
Pression 1er étage basse	Warnings	DB2.DBX2.3
Pression 2ème étage basse	Warnings	DB2.DBX2.4
Pression 3ème étage basse	Warnings	DB2.DBX2.5
Pression 4ème étage basse	Warnings	DB2.DBX2.6

La liste suivante représente la liste des défauts IHM :

Texte Alarme	Classe d'alarme	Adresse de déclenchement
Défaut pression 1er étage	Errors	DB2.DBX3.5
Défaut pression 2ème étage	Errors	DB2.DBX3.6
Défaut pression 3ème étage	Errors	DB2.DBX3.7
Défaut pression 4ème étage	Errors	DB2.DBX2.0
Défaut température étage 1	Errors	DB2.DBX0.0
Défaut température étage 2	Errors	DB2.DBX0.1
Défaut température étage 3	Errors	DB2.DBX0.2
Défaut température étage 4	Errors	DB2.DBX0.3
Défaut température d'eau	Errors	DB2.DBX0.4
Défaut pression d'huile	Errors	DB2.DBX0.5
Défaut pression de refoulement	Errors	DB2.DBX0.6
Défaut disjoncteur refroidisseur	Errors	DB2.DBX0.7
Défaut interrupteur fusible	Errors	DB2.DBX3.0
Défaut de mise sous tension	Errors	DB2.DBX3.1
Arrêt d'urgence	Errors	DB2.DBX3.2
Défaut disjoncteur pompe eau	Errors	DB2.DBX3.3
Défaut de circulation d'eau	Errors	DB2.DBX3.4