

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA
Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du Diplôme Master en Electrotechnique

Option : Automatismes Industriels

Thème

*Etude et automatisation
d'un processus de condensation de
vapeur
à CEVITAL_Béjaia*

Réalisé par :

M^{lle} BOUCHERBA Meriem

M^{lle} TRAKI Nadja

Encadré par :

Mr ACHOUR A/Yazid

Mr RECHAM Hassane

Mr SLIMANI Samir

Promotion 2015

Remerciements

Au terme de ce travail, en premier lieu nous tenons à remercier notre encadreur Monsieur ACHOUR A/Yazid, professeur à l'Université A.MIRA, pour ses précieux conseils, sa disponibilité malgré son emploi du temps chargé. Nous lui exprimons une grande reconnaissance pour nous avoir soutenu à achever le mémoire.

Nos remerciements s'adressent également aux Copromoteurs Monsieur RECHAM Hassane et Monsieur SLIMANI Samir, pour leurs aides à la réalisation de notre projet et leurs réponses à toutes nos questions et leurs remarques qui nous ont permis de présenter notre travail dans sa meilleure forme.

Nous aimerons remercier vivement, Madame CHIKHOUNE Sonia de nous avoir donné l'occasion de réaliser notre formation au sein de CEVITAL, sans oublier de remercier Monsieur AIDLI Mouloud, pour ses conseils et son aide.

Nos vifs remerciements au membre de jury de bien vouloir accepté d'évaluer notre travail.

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Description Du Processus, identification et contrôle des équipements

I.1. Introduction..... 2

I.2. Description du processus de condenseur à refroidissement par l'air 2

I.2.1. Description technique 2

I.2.2. Puissance de refroidissement..... 3

I.3. Identification des équipements 3

I.3.1. Les actionneurs utilisés..... 4

I.3.1.1. Les aérocondenseurs 4

I.3.1.2. Les moteurs asynchrones triphasés à cage 4

I.3.1.3. Les pompes à vide à anneau liquide..... 6

I.3.1.4. Les pompes centrifuges 6

I.3.1.5. Les vannes 7

I.3.2. Les instruments..... 7

I.3.2.1. Les transmetteurs de pression 8

I.3.2.2. Les transmetteurs différentiels de pression 8

I.3.2.3. Les transmetteurs de température..... 8

I.3.2.4. Les transmetteurs de conductivité 9

I.3.2.5. Les thermostats..... 9

I.3.2.6. Les débitmètres électromagnétiques 10

I.3.3. Les capteurs 10

I.3.3.1. Capteur logique LSH (Level Switch High)..... 10

I.3.3.2. Capteur analogique LSL (Level Switch Low)	11
I.4. Analyse fonctionnelle de l'installation	11
I.4.1. Mise en service	12
I.4.2. Défaits de fonctionnement.....	13
I.5. Elaboration du GRAFCET de l'installation.....	14
I.6. Les schémas électrique de l'installation	15
I.7. Conclusion	20

Chapitre II : Présentation de l'API S7 300, le STEP7 et le WinCC flexible

II.1. Introduction	21
II.2. Les objectifs de l'automatisation.....	21
II.3. Structure d'un système automatisé.....	21
II.4. Les automates programmables industriels.....	22
II.4.1. Présentation de l'automate	22
II.4.2. Cycle de fonctionnement d'un API.....	23
II.4.3. Critères de choix d'un API.....	23
II.4.4. Langage de programmation pour API.....	24
II.5. Présentation de l'API S7-300	24
II.6. Description du logiciel STEP7	25
II.6.1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager	25
II.6.2. Editeur de programme et les langages de programmation	26
II.6.3. Paramétrage de l'interface PG-PC	26
II.6.4. Le simulateur de programme PLCSIM	27
II.6.5. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée	28
II.7. Description du logiciel WinCC flexible	29
II.7.1. Les éléments du WinCC flexible	29
II.7.2. L'application RUNTIME	30

II.8. Conclusion	30
------------------------	----

Chapitre III : Programmation et supervision de l'installation

III.1. Introduction	31
III.2. Réalisation du programme de l'installation	31
III.2.1. Création du projet dans SIMATIC Manager.....	31
III.2.2. Configuration matérielle (Partie Hardware)	33
III.2.3. Création de la table des mnémoniques (Partie Software)	34
III.2.4. Elaboration du programme S7 (Partie Software).....	38
III.2.4.1. Les blocs de code.....	38
III.2.4.2. Différents types des variables contenues dans le STEP7	39
III.2.4.3. Création du programme de l'installation.....	39
III.3. Langage Homme-Machine et supervision.....	44
III.3.1. Langage Homme-Machine.....	44
III.3.2. La supervision.....	45
III.4. Etapes de mise en œuvre	46
III.4.1. Etablissement d'une liaison directe	46
III.4.2. Création de la table des variables.....	47
III.4.3. Elaboration de la supervision de l'installation.....	47
III.5. Conclusion.....	50

Chapitre IV : Validation des résultats par des tests de simulation

IV.1. Introduction.....	51
IV.2. Simulation du programme avec S7-PLCSIM	51
IV.2.1. Test de la partie en amont des aérocondenseurs	52
IV.2.2. Test de la séquence de démarrage des aérocondenseurs	56

IV.2.3. Test de la partie en aval des aérocondenseurs	58
IV.3. Simulation de la supervision avec RUNTIME	59
IV.3.1. Test dans le fonctionnement normal.....	59
IV.3.2. Test dans le cas d'apparition des défauts.....	59
IV.4. Conclusion	64
Conclusion générale	65

Figure I.1 : Les différents éléments du processus de condensation.....	4
Figure I.2 : Schéma d'un aérocondenseur.....	5
Figure I.3 : Schéma de la pompe à vide à anneau liquide	6
Figure I.4 : Schéma de la pompe centrifuge	6
Figure I.5 : Schéma de la vanne régulatrice.....	7
Figure I.6 : Transmetteur de pression 261A.	8
Figure I.7 : Transmetteur différentiel de pression 265DR.....	8
Figure I.8 : Transmetteur de température TSP111.....	8
Figure I.9 : Transmetteur de conductivités TB82.	9
Figure I.10 : Schéma synoptique d'un thermostat.	9
Figure I.11 : Débitmètre électromagnétique.	10
Figure I.12 : Capteur logique LSH.	10
Figure I.13 : Capteur analogique LSL.	11
Figure I.14 : Représentation des aérocondenseurs pour la cristallisation BP.....	11
Figure I.15 : GRAFCET du circuit fermé pour le refroidissement de l'eau.....	15
Figure I.16 : GRAFCET de démarrage des aérocondenseurs.....	16
Figure I.17 : GRAFCET d'arrêt des aérocondenseurs.....	16
Figure I.18 : Schémapompe à vide à anneau liquide.	17
Figure I.19 : Schéma aérocondenseur.	18
Figure I.20 : Schéma vanne.....	19
Figure II.1 : Structure d'un système automatisé.....	22
Figure II.2 : Automate Programmable Industriel de la firme SIEMENS.	22
Figure II.3 : Cycle d'un API.	23
Figure II.4 : Les modules d'API S7-300.	25
Figure II.5 : Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP7.	26
Figure II.6 : Interface de simulation PLCSIM.....	27
Figure II.7 : Fenêtre des éléments de WinCC Flexible.	29
Figure III.1 : Assistant nouveau projet.	31
Figure III.2 : Choix de la CPU.	31
Figure III.3 : Choix du bloc d'organisation et du langage de programmation.	32
Figure III.4 : Appellation du projet.	32
Figure III.5 : Page de démarrage STEP7.....	32
Figure III.6 : Configuration matériels.	34

Figure III.7 : Hiérarchie du programme STEP7.....	34
Figure III.8 : Table des mnémoniques.....	37
Figure III.9 : Blocs du projet.....	39
Figure III.10 : Architecture des blocs.....	40
Figure III.11 : Configuration de la liaison pupitre vers l'automate.....	46
Figure III.12 : Table des variables du WinCC flexible.....	47
Figure III.13 : Vue de l'installation.....	48
Figure III.14 : Vue des seuils.....	49
Figure IV.1 : Procédure de la simulation sous SIMATIC Manager.....	51
Figure IV.2 : Les réseaux de : l'OB1 et les fonctions FC1, FC2, FC6, FC8.....	52
Figure IV.3 : Réseaux de commande de la vanne XV996N.....	53
Figure IV.4 : Visualisation du bit d'ouverture de XV996N.....	53
Figure IV.5 : Réseaux de commande de la pompe P997_1N.....	54
Figure IV.6 : Réseau de commande de l'EVAPCO E995_01N.....	55
Figure IV.7 : Réseau de commande de la pompe P898_1N.....	55
Figure IV.8 : Réseaux de commande de l'aérocondenseur E895_06N.....	57
Figure IV.9 : Réseaux de commande de la pompe P940_1N.....	58
Figure IV.10 : Visualisation de l'état des équipements dans la table des variables.....	59
Figure IV.11 : Vue de l'installation dans le cas du fonctionnement normal.....	60
Figure IV.12 : Vue des seuils en mode simulation.....	61
Figure IV.13 : Vue de l'installation dans le cas d'apparition des défauts.....	62
Figure IV.14 : Vue des alarmes.....	63

Tableau I.1 : Table de nomenclature.....	14
Tableau III.1 : Différents variables contenues dans STEP7.....	39

Introduction Générale

L'étude des automatismes est une composante de la formation des ingénieurs et techniciens. Au début de l'étude des automatismes les orientations pédagogiques étaient axées essentiellement sur l'étude des circuits de commande et de leur synthèse avec le critère prioritaire d'optimiser les composants.

Cette formation, excellente à ses débuts, ne se trouve plus aujourd'hui en harmonie avec les pratiques industrielles, non seulement sur le plan technologique, mais également sur le plan général de la conception, de la définition et de la maintenance d'un système automatisé.

Le principe de commande est basé sur le recueil des informations à partir des transmetteurs par des automates programmables, leur comparaison par apport aux consignes et l'envoi des signaux de commande appropriés vers des actionneurs (moteurs, vannes, ...) par l'intermédiaire des présactionneurs (relais, contacteurs, distributeurs, ...).

Cependant, l'automatisation d'un procédé est une tâche complexe. Elle nécessite des techniques raffinées et est susceptible d'englober des paramètres techniques et des variables économiques.

Le travail qui nous a été confié consiste à l'étude de l'automatisation d'un processus de condensation de vapeur usée à CEVITAL. Il s'agit d'une installation composée des aérocondenseurs de la raffinerie de sucre 3000 T/J.

Notre mémoire est structuré comme suit :

Le premier chapitre présente : le fonctionnement global de l'installation et les différents éléments la constituant ; le fonctionnement des différents équipements (instruments et actionneurs) utilisés dans l'installation, la modélisation du fonctionnement du processus par un GRAFCET et les schémas électrique de l'installation.

La présentation de l'automate programmable et des langages de programmation (STEP7) et de supervision (WinCC flexible) font l'objet du deuxième chapitre. Le système de supervision permet à l'opérateur de contrôler l'installation en temps réel et avec la facilité et l'efficacité nécessaires après avoir réalisé la programmation.

Le troisième chapitre est consacré à présenter les étapes de programmation avec STEP 7 et la création d'une fenêtre graphique pour la supervision avec WinCC flexible.

La validation par simulation du programme de commande de l'installation et de la supervision avec PLCSIM est présentée au dernier chapitre.

Le mémoire se termine par une conclusion générale qui résume le travail réalisé et une perspective.

Chapitre I

*Description du processus,
identification
et contrôle des équipements*

I.1. Introduction

Le développement des techniques de la condensation de la vapeur d'eau a favorisé l'installation en industrie des condenseurs à refroidissement par air. Cette technique est utilisée au niveau de la raffinerie de sucre de CEVITAL afin de récupérer un pourcentage d'eau pour le réutiliser dans la production du sucre.

La condensation désigne le passage d'un corps pur de l'état gazeux (vapeur) à l'état solide ou liquide. Ce phénomène physique est dû à une saturation de l'air en vapeur et/ou à une diminution de la température.

On décrit dans ce chapitre : le processus ; l'ensemble du matériel associé ; l'analyse fonctionnelle de l'installation et sa modélisation par un GRAFCET, ainsi que l'élaboration des schémas électriques des actionneurs utilisés au niveau de l'installation qui est appelée section utilité.

I.2. Description du processus de condenseur à refroidissement par l'air

I.2.1. Description technique

En fonction de l'application, les systèmes de refroidissement par air en circuit fermé se composent d'éléments tubulaires (à ailettes), de serpentins ou de conduits d'un condenseur, de ventilateurs à moteurs et d'une structure en acier ou d'une tour.

Le fluide du procédé ou un fluide de refroidissement (système indirect) circule dans les tubes. Un flux d'air est créé, naturellement ou par des ventilateurs. Il circule entre les tubes en refroidissant donc le fluide par conduction et convection. Dans la plupart des cas, le flux d'air circule en diagonale à travers l'échangeur de chaleur. Le fluide du procédé passe dans l'échangeur de chaleur dans une configuration à passage unique ou en plusieurs.

Le système de refroidissement est appelé un refroidisseur à air. Si une vapeur est directement refroidie pour condenser le liquide, le système de refroidissement est appelé un condenseur refroidi par air.

Les systèmes de refroidissement par air peuvent se trouver sous forme de grosses unités indépendantes ou de petites unités sur toiture. Ils peuvent être horizontaux, rectangulaires de type toiture, verticales ou en V pour s'adapter aux exigences de configuration de l'installation.

I.2.2. Puissance de refroidissement

Dans la pratique, le refroidissement par air est souvent utilisé pour refroidir les fluides de procédé ayant une température élevée (supérieure à 80°C) et une pression importante (supérieure à 170 mbar) jusqu'à un niveau auquel le refroidissement par eau sera plus approprié. L'intensité de l'échange de chaleur est liée à la différence de température et de pression entre l'air de refroidissement et le fluide du procédé. La température maximale de conception de l'air de refroidissement ne devrait, en pratique, être dépassée que quelques heures par an. La température de conception dépend de la température des bulbes secs, et les conditions climatiques sont très importantes.

I.3. Identification des équipements

L'installation étudiée est composée des aérocondenseurs de vapeur dégagée des cuites. Notre objectif est de commander le fonctionnement de ces dispositifs et d'autres appareils nécessaire pour le traitement de cette vapeur.

Le circuit de condensation de vapeur dans la section est assuré par les éléments suivants :

- Douze aérocondenseurs pour la cristallisation basse pureté (BP), portants les indications E895_01 jusqu'à E895_12 ;
- Des moteurs asynchrones triphasés à cage ;
- Deux pompes à vide à anneau liquide (P898_1N, P898_2N) ;
- Quatre pompes centrifuges (P997_1N, P997_2N, P940_1N, P940_2N) ;
- Des aérocondenseurs de refroidissement de l'eau de l'anneau liquide, appelés EVAPCO (E995_01N, E995_02N, E995_03N) ;
- Vanne motorisée TOR (XV996N);
- Deux vannes régulatrices (LV939N, LV45216N) ;
- Transmetteurs : de pression, de température et de conductivité ;
- Thermostats ;
- Débitmètres électromagnétiques ;
- Deux capteurs de niveau logique LSH ;
- Trois capteurs de niveau analogique LSL (T45216, T939N, T996N).

La section utilité est représentée dans la figure qui suit :

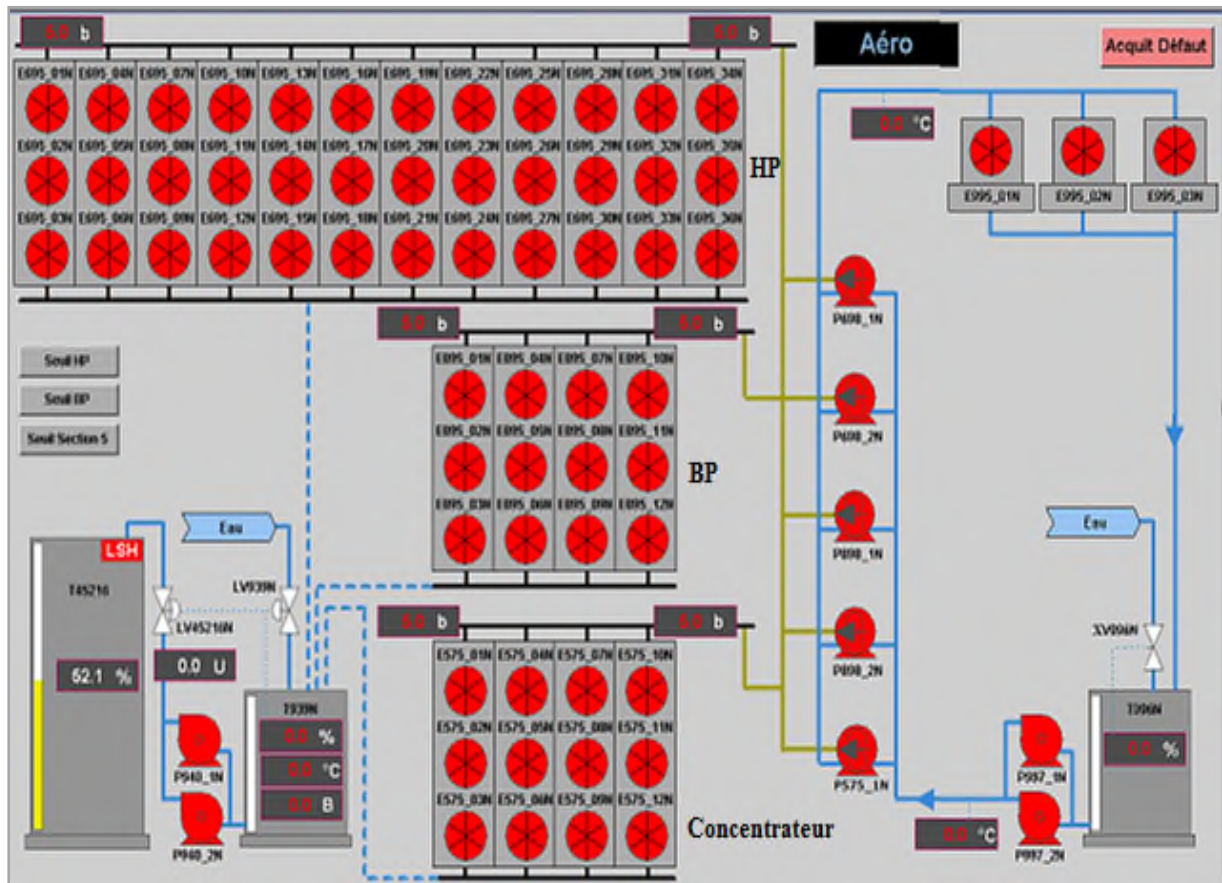


Figure I.1 : Les différents éléments du processus de condensation.

I.3.1. Les actionneurs utilisés

I.3.1.1. Les aérocondenseurs

Un aérocondenseur est un échangeur de chaleur qui permet de transférer celle de la vapeur vers l'air extérieur. On utilise cette méthode pour condenser la vapeur récupérée au niveau des cuites. Cette dernière, se transforme en condensat qui sera réutilisé dans le processus.

Le refroidissement se fait par l'air ambiant, qui est forcé à passer à travers les ailettes par un ventilateur (Voir figure I.2).

I.3.1.2. Les moteurs asynchrones triphasés à cage

Les moteurs asynchrones à cage sont les actionneurs utilisés dans les aérocondenseurs, les pompes et les vannes.

I.3.1.3. Les pompes à vide à anneau liquide

Dans le but de refouler les incondensats (vapeur non condensée) à l'extérieur, la raffinerie utilise des pompes à vide (NASH) à anneau liquide à une seule pièce mobile. La figure I.3 représente ce type de pompe.

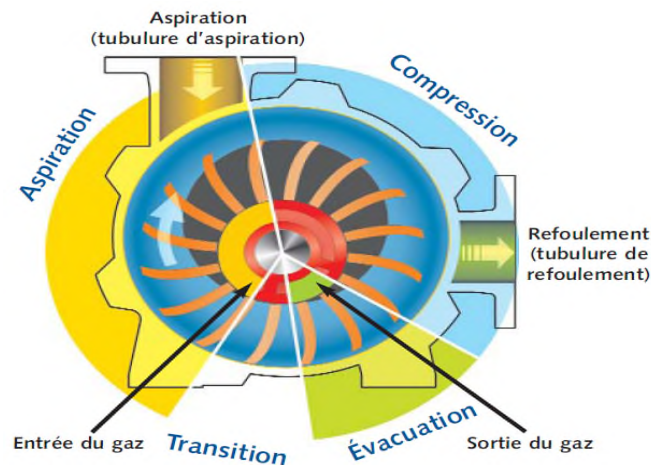


Figure I.3 : Schéma de la pompe à vide à anneau liquide.

I.3.1.4. Les pompes centrifuges

Une pompe centrifuge est une machine rotative construite pour répondre à des conditions précises de fonctionnement. Elles sont utilisées pour acheminer l'eau aux pompes à vide et pour évacuer l'eau obtenue dans le réservoir de stockage.

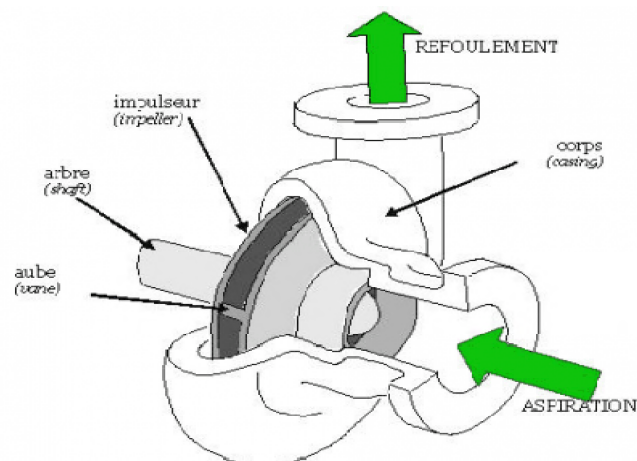


Figure I.4 : Schéma de la pompe centrifuge.

I.3.1.5. Les vannes

La vanne est un dispositif permettant de régler le débit d'un fluide, ou d'un solide pulvérulent s'écoulant comme un fluide, dans une conduite fermée ou dans un ouvrage ou appareil à écoulement libre. Elle peut être commandée manuellement par un volant ou à distance par un signal électrique ou pneumatique. Les vannes utilisées dans l'installation sont de type régulatrice.

Ces vannes permettent de faire varier le débit d'alimentation en fonction de la consigne.

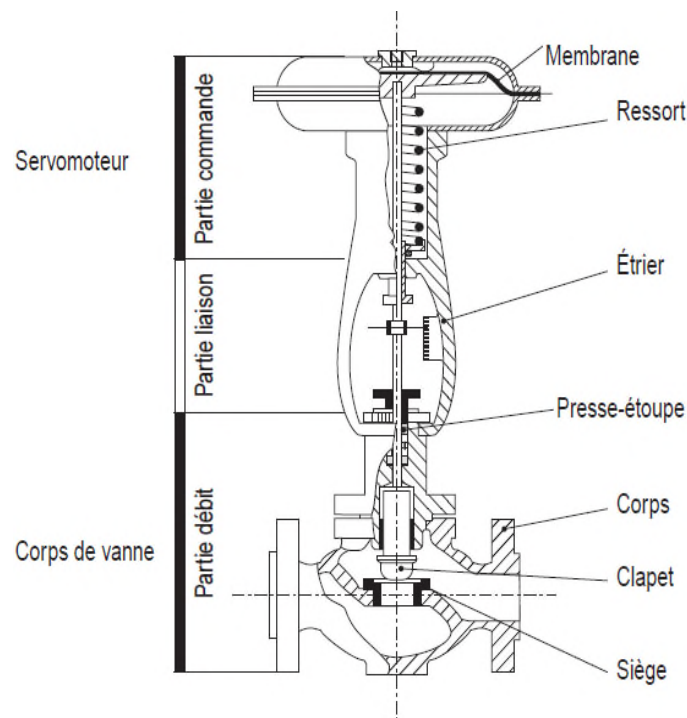


Figure I.5 : Schéma de la vanne régulatrice.

I.3.2. Les instruments

Un ensemble d'instrument, est utilisé afin d'assurer le fonctionnement automatisé de l'installation. Il est composé : de transmetteurs et des capteurs. Le transmetteur est un dispositif qui convertit le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard, il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle (API).

Le processus contient plusieurs transmetteurs, ils sont présentés comme suit :

I.3.2.1. Les transmetteurs de pression

A titre d'exemple, le transmetteur 261A est un appareil linéaire de pression intelligent employé pour mesurer la pression d'un liquide ou d'un gaz. Il est doté d'une électronique basée sur microprocesseur qui est alimenté par une boucle comprise entre 10 et 42 V CC.



Figure I.6 : Transmetteur de pression 261A.

I.3.2.2. Les transmetteurs différentiels de pression

Ce type de transmetteur mesure une différence de pression d'un liquide ou gaz dans un bac clos avec une pression variable. La différence de pression est convertie en signal de sortie analogique. L'installation est dotée des transmetteurs de modèle 265DR.



Figure I.7 : Transmetteur différentiel de pression 265DR.

I.3.2.3. Les transmetteurs de température

Le transmetteur de température de type TSP111 est un transmetteur linéaire de température intelligent permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en un signal électrique.



Figure I.8 : Transmetteur de température TSP111.

I.3.2.4. Les transmetteurs de conductivité

Le transmetteur de conductivité TB82 est conçu pour la mesure de conductivité des fluides liquides. Le capteur est constitué d'une sonde à 2 électrodes et d'une sonde de température moulée dans une armature assemblée au boîtier avec couvercle contenant le module électronique et l'afficheur amovible.



Figure I.9 : Transmetteur de conductivités TB82.

I.3.2.5. Les thermostats

Le thermostat est un interrupteur électrique capable de détecter le franchissement d'un seuil de température.

Pour les appareils de mesure électriques, le seuil de température de déclenchement du thermostat correspond à un seuil d'intensité électrique ou de force électromotrice qu'un dispositif approprié permet de détecter.

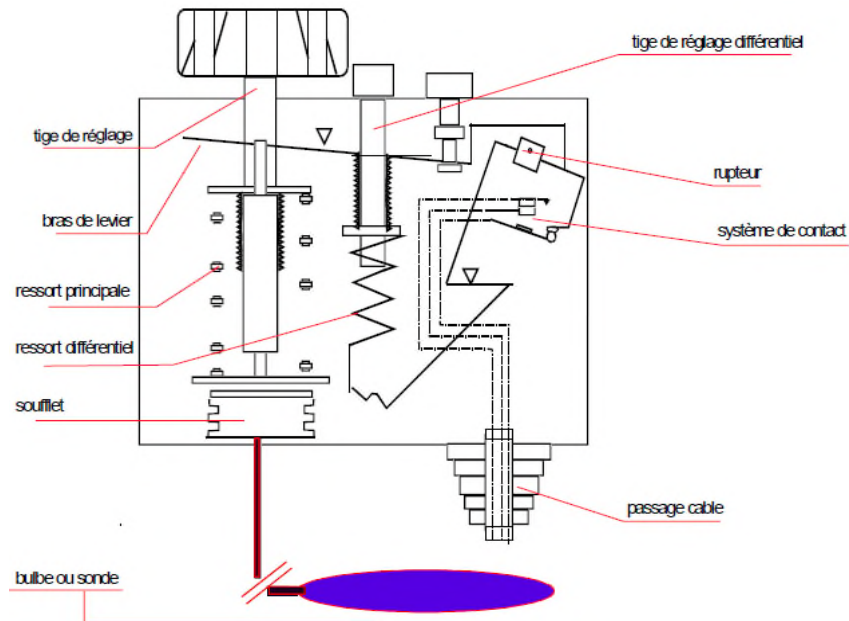


Figure I.10 : Schéma synoptique d'un thermostat.

I.3.2.6. Les débitmètres électromagnétiques

Le débitmètre « FXE4000 » permet d'obtenir une précision de mesure magnéto-inductive de débit à faible coût. Tous les milieux avec une conductivité supérieure à $5\mu\text{s/cm}$ peuvent être mesurés.



Figure I.11 : Débitmètre électromagnétique.

I.3.3. Les capteurs

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle (API). Il produit une information qui permet au système automatisé de déclencher des actions.

Pour contrôler un système, il nous faut des consignes et quelques règles qu'il faut respecter et ce dernier consiste à satisfaire la consigne du programmeur, et pour arriver à cette satisfaction il faut intégrer dans notre programme des capteurs de tout genre afin d'arriver à cette satisfaction de chacun. Différents capteurs : de température, de pression, de débit, de niveau sont utilisés dans l'installation étudiée.

I.3.3.1. Capteur logique LSH (Level Switch High)

Ce capteur génère une information électrique de type binaire (présente ou absente (TOR)). Il détecte un seuil pouvant délivrer un contact ouvert au repos (normalement ouvert) ou un contact fermé au repos (normalement fermé).



Figure I.12 : Capteur logique LSH.

I.3.3.2. Capteur analogique LSL (Level Switch Low)

Ce type fournit une image électrique (tension 0-10V ou courant 4-20mA) d'une grandeur physique continue, dans une gamme de variation donnée.



Figure I.13 : Capteur analogique LSL.

I.4. Analyse fonctionnelle de l'installation

Chaque appareil de l'installation fonctionne selon une gestion temporelle et sous certaines conditions bien déterminées. La détermination de ces conditions nous permet de bien comprendre le processus de condensation de vapeur. C'est pour cela qu'on procède à l'analyse fonctionnelle des appareils sous le cahier des charges ci-dessous :

L'installation est assimilée à un processus continu de fourniture en vapeur d'eau.

On considère trois phases principales :

- Démarrage de circuit fermé pour le refroidissement d'eau ;
- Démarrage des aérocondenseurs ;
- Ouverture et fermeture des vannes.

Le mode d'exploitation étant en automatique. Dans ce cas les actionneurs sont pilotés en fonction des modifications d'état et des événements qui surgissent sur l'installation.

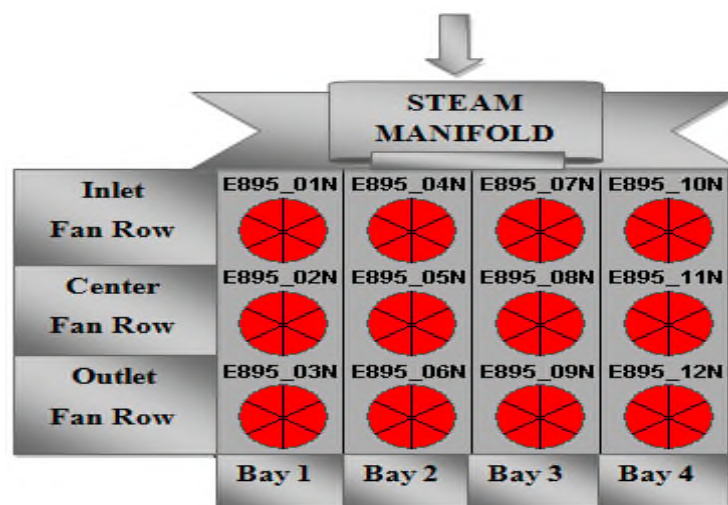


Figure I.14: Représentation des aérocondenseurs pour la cristallisation BP.

I.4.1. Mise en service

Le processus de condensation de la vapeur de la section utilitaire de CEVITAL est composé de quatre étapes décrites ci-dessous :

✚ Etape 1 : Refroidissement de l'eau

Le remplissage du réservoir T996N (volume 45 m³ et hauteur de 4.5 m) se fait par une canalisation d'eau ce qui provoque l'ouverture de la vanne TOR XV996N, dès que le niveau désiré est atteint la pompe centrifuge (pompe de reprise) P997_1N démarre ainsi, la fermeture de la vanne. La pompe P997_2N est une pompe redondante (chacune des deux pompes centrifuges a un débit de 500 m³/h). Puis, la mise en marche simultanée de trois aérocondenseurs (EVAPCOs E995_01N, E995_02N, E995_02N). En dernier lieu, la pompe à vide à anneau liquide P898_1N démarre pour évacuer les incondensats à l'extérieur. La pompe P898_2N est redondante avec P898_1N. L'eau froide va être injectée dans le réservoir où tous ces appareils forment un cycle fermé et continu.

✚ Etape 2 : Séquence de mise en marche des aérocondenseurs

La mise en marche des douze aérocondenseurs de l'installation pour la cristallisation BP (Basse Pureté) dépend de la pression de la vapeur par rapport à la valeur de la consigne. L'ordre de mise en marche est défini par le constructeur, leur démarrage successif est comme suit :

1. La mise sous tension du ventilateur E895.06N ;
2. Si la pression continue à augmenter, c'est la mise sous tension le ventilateur E895.09N ;
3. Si la pression est toujours élevée, le ventilateur E895.03N qui est alimenté, suivie de E895.12N;
4. Ensuite, c'est mise sous tension séquentielle des ventilateurs séquentiels dans la rangée centrale comme suit E895.05N, ensuite E895.08N, puis E895.02N et E895.11N ;
5. Finalement, c'est la pression de consigne est toujours dépassée c'est les ventilateurs de la dernière rangée qui démarrent dans l'ordre suivant : E895.04N, puis E895.07N, puis E895.01N et enfin E895.10N.

✚ Etape 3 : Restitution et stockage de la vapeur condensée

Le réservoir T939N (volume 80 m³ et hauteur 6.520 m) est équipé d'un transmetteur de niveau qui contrôle deux vannes régulatrices ; la vanne LV 939N est utilisée pour s'assurer qu'il y a un niveau d'eau suffisant dans le même réservoir. Dès que le réservoir atteint son niveau intermédiaire, la pompe centrifuge P940_1N démarre. La pompe P940_2N est une pompe de secours (chacune des deux pompes centrifuges a un débit de 150 m³/h). Tandis que la vanne LV 45216N est utilisée pour l'évacuation du condensat dans le réservoir T45216 (volume 200 m³ et hauteur de 12.8 m).

Lorsque le commutateur de niveau LSL 939N est au niveau bas la pompe centrifuge P940_1N s'arrête, s'il est au niveau haut, LSH 939N fournit un message d'avertissement au système de collecte de données (DCS : Data Collect System).

✚ Etape 4 : Séquence d'arrêt des aérocondenseurs

Lorsque la pression de vapeur est inférieure à la valeur de consigne, la séquence d'arrêt des aérocondenseurs est lancée de la manière suivante (l'ordre est inversé par rapport au démarrage):

- A- Mise hors tension des ventilateurs de la dernière rangée démarrée dans l'ordre suivant : E895.10N, E895.01N, E895.07N, E895.04N ;
- B- Si la pression continue à baisser, mise hors tension des ventilateurs de la rangée au milieu : E895.11N, E895.02N, E895.08N, E895.05N ;
- C- Finalement les ventilateurs de la première rangée démarrée sont arrêtés dans l'ordre suivant : E895.012N, E895.03N, E895.09N, E897.06N.

I.4.2. Défauts de fonctionnement

Dans ce paragraphe, on cite les défauts les plus fréquents qui peuvent provoquer l'arrêt de l'installation :

- Défaut disjonction : un mauvais contact au niveau du disjoncteur qui peut entraîner le non démarrage des aérocondenseurs ou pompes.
- Défaut thermique : échauffement au niveau du bobinage du moteur.
- Défaut retour de marche : indique que le moteur n'a pas démarré.
- Défaut vibration : mauvais régime des moteurs des aérocondenseurs.

I.5. Elaboration du GRAFCET de l'installation

Symbole	Signification
DCY	Départ cycle
XV996N	Ouverture de la vanne automatique TOR XV996N
NIVEAU_T996N	Seuil de remplissage du réservoir T996N
P997_1N	Démarrage de la pompe centrifuge P997_1N
RTMARCHE_P997_1N	Retour de marche de la pompe centrifuge P997_1N
E995_01N	Démarrage de l'EVAPCO E995_01N
RTMARCHE_E995_01N	Retour de marche de l'EVAPCO E995_01N
P898_1N	Démarrage de la pompe à vide à anneau liquide P898_1N
RTMARCHE_P898_1N	Retour de marche de la pompe à vide à anneau liquide P898_1N
DEFAULT_POMPES	Défaut des deux types de pompes
DEFAULT_EVAPCO	Défaut de l'EVAPCO E995_01N
Z1	Compteur/Décompteur
X15	Etape X15
P	Pression
C	Consigne
T_i avec : $i=1$ à 12	Temporisation de démarrage des aérocondenseurs
E895_06N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_06N
E895_09N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_09N
E895_03N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_03N
E895_12N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_12N
E895_05N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_05N
E895_08N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_08N
E895_02N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_02N
E895_11N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_11N
E895_04N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_04N
E895_07N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_07N
E895_01N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_01N
E895_10N	Démarrage de l'aérocondenseur E895_10N
RTMARCHE_E895_j : j=01 à 12	Retour de marche de l'aérocondenseur (E895_06N à E895_12N)
T_k avec : $k=13$ à 24	Temporisation d'arrêt des aérocondenseurs
DDISJ _l : $l=1$ à 12	Défaut disjonction des aérocondenseurs (E895_01N à E895_12N)
D _{THER} _m : $m=1$ à 12	Défaut thermique des aérocondenseurs (E895_01N à E895_12N)
D _{VIB} _n : $n=1$ à 12	Défaut vibration des aérocondenseurs (E895_01N à E895_12N)

Tableau I.1 : Table de nomenclature.

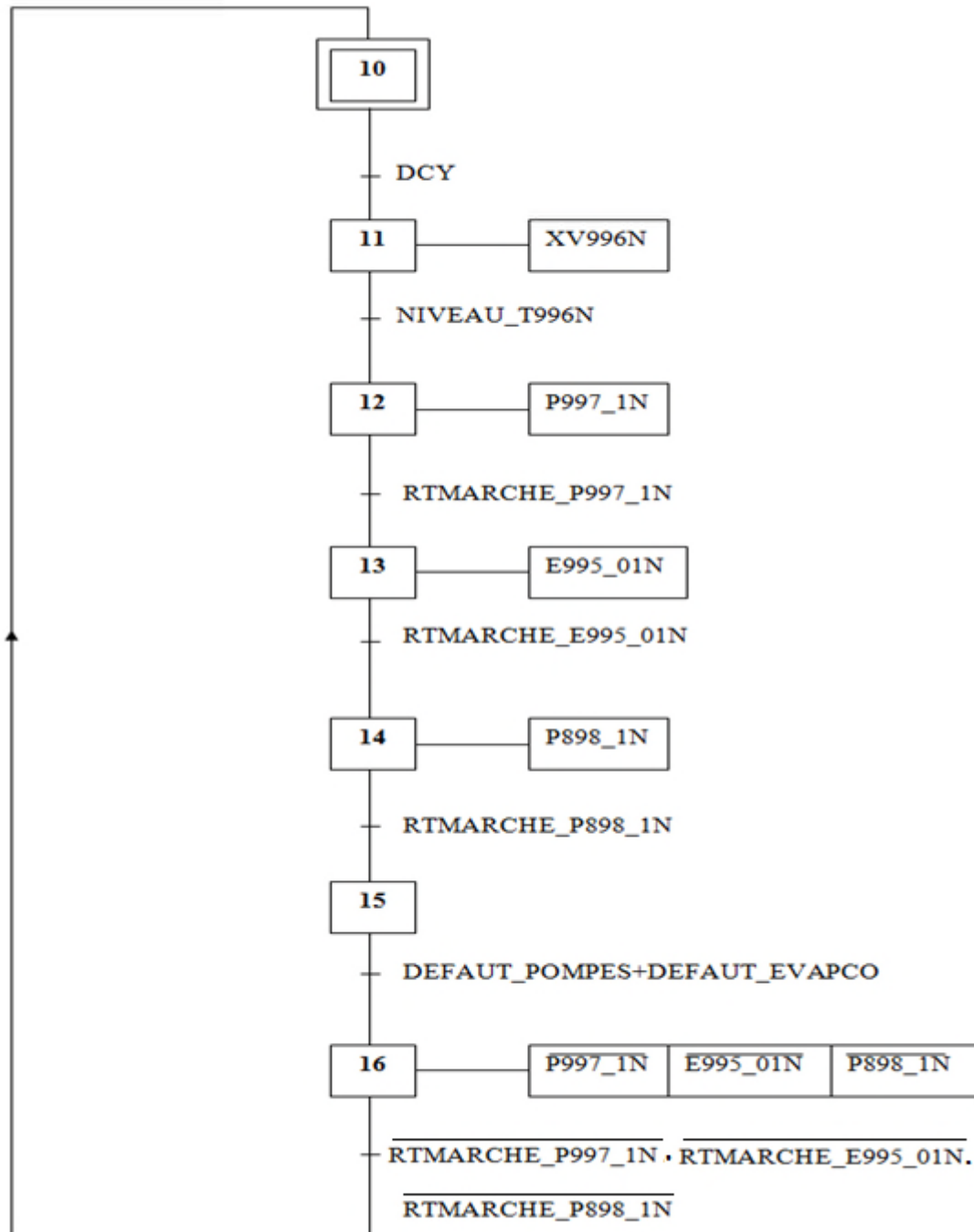


Figure I.15: GRAFCET du circuit fermé pour le refroidissement de l'eau.

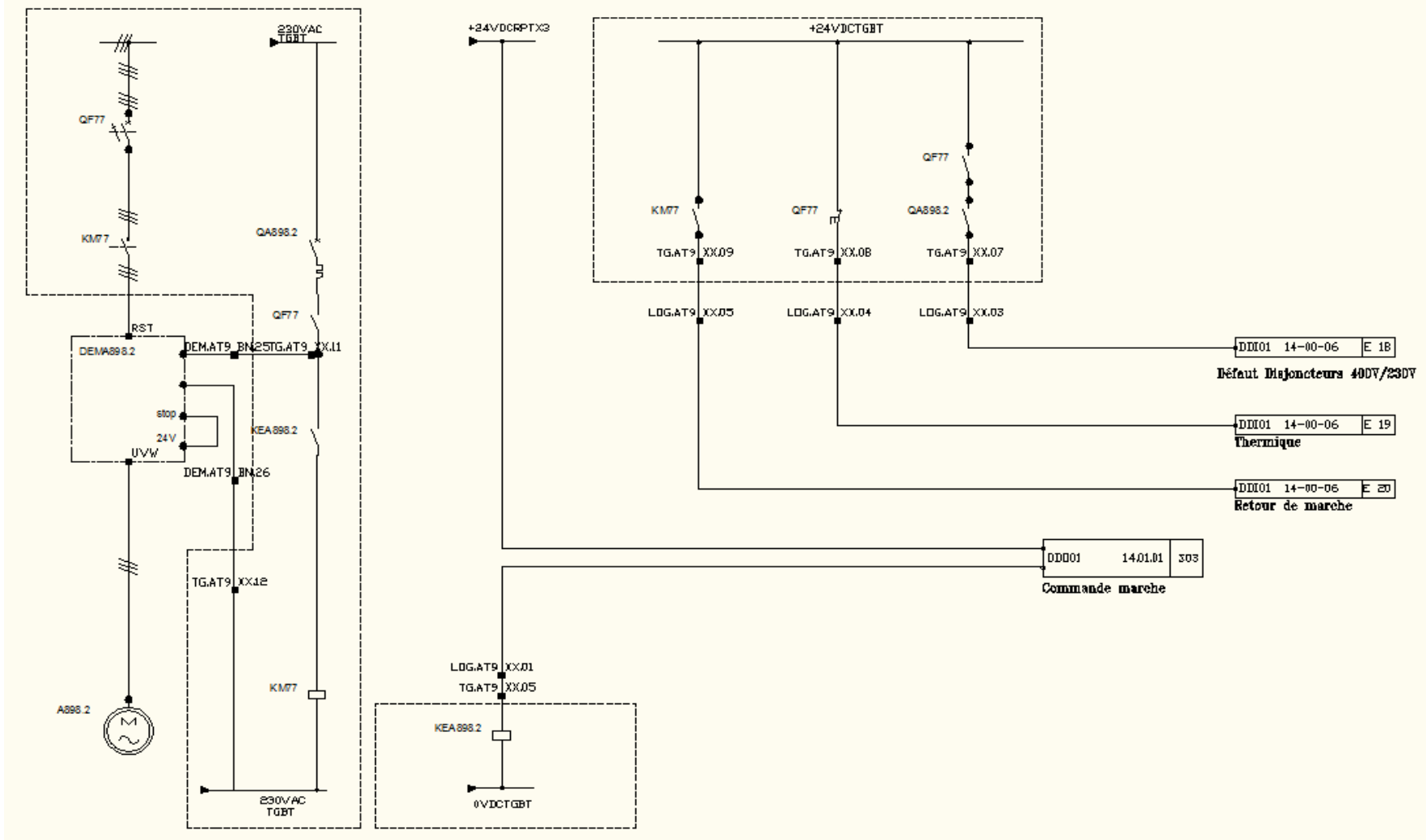
I.6 Les schémas électriques de l'installation

Les rôles fonctionnels des équipements sont explicités dans un schéma. La réalisation de l'équipement implique l'utilisation d'une gamme de produits, qui permettent et facilitent les opérations de montage, de câblage et protègent les appareils contre les agents extérieurs. Les schémas électriques des pompes, des aérocondenseurs et des vannes sont donnés par les figures : I.18, I.19 et I.20.

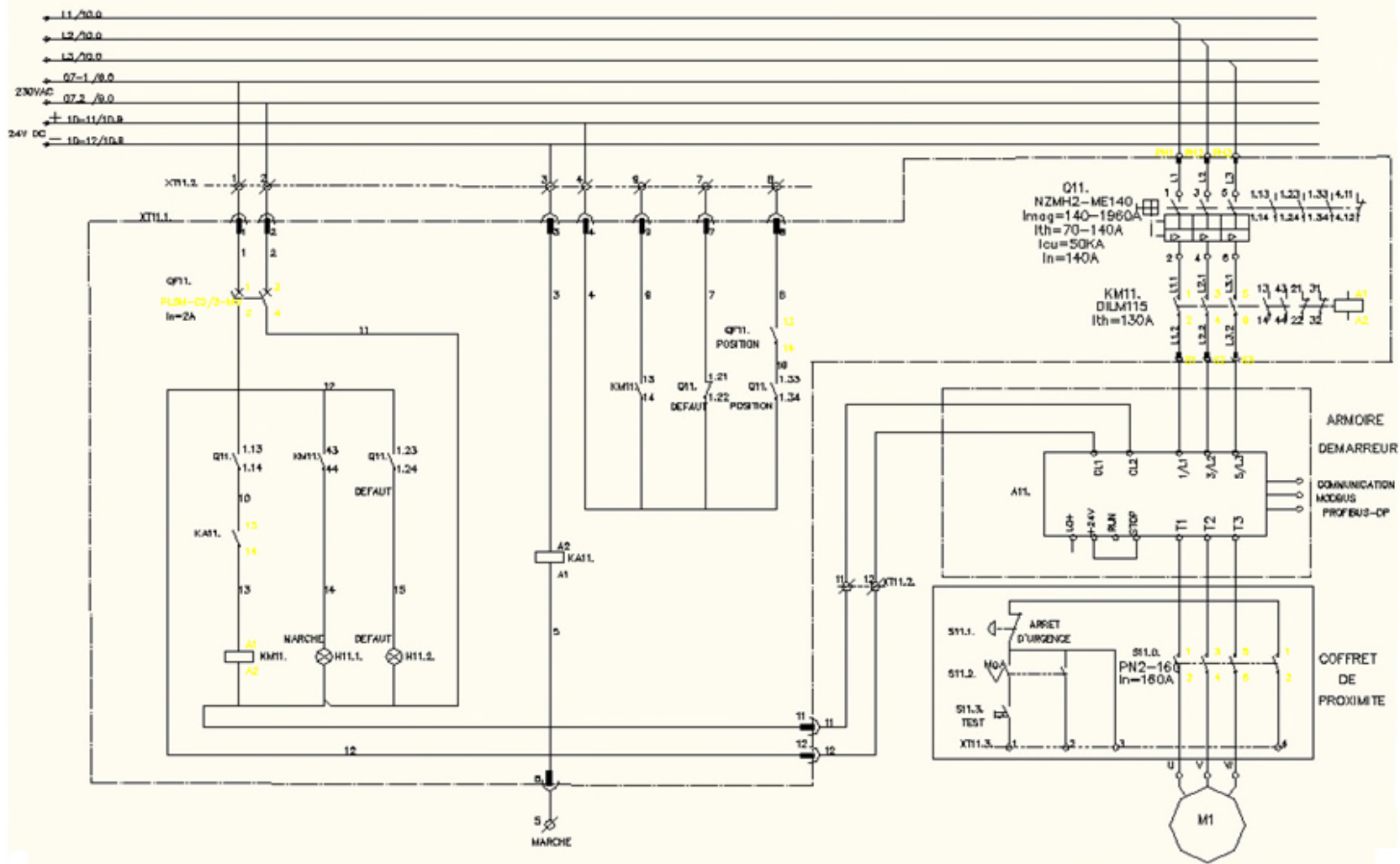
I.7. Conclusion

Nous avons décrit dans ce chapitre les équipements de l'installation ainsi que leur fonctionnement. Nous avons présenté l'analyse fonctionnelle complète du cycle de fonctionnement de l'installation ainsi que les schémas électriques des actionneurs utilisés (pompes, aérocondenseurs et vannes).

L'automate et son langage de programmation ainsi que le logiciel de supervision feront l'objet des prochains chapitres.



<p><u>PRESENTE PAR :</u></p>	<p><u>SUIVI PAR :</u></p>	<p>Figure I.18 : SCHEMA POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE</p>
<p>BOUCHERBA Meriem</p> <p>&</p> <p>TRAKI Nadja</p>	<p>Mr ACHOUR A/Yazid</p> <p>Mr RECHAM Hassane</p> <p>Mr SLIMANI Samir</p>	<p>UNIVERSITE A.MIRA</p> <p>RAFFINERIE DU SUCRE CEVITAL</p>



PRESENTE PAR :

SUIVI PAR :

Figure I.19 : SCHEMA AEROCONDENSEUR

BOUCHERBA Meriem

&

TRAKI Nadja

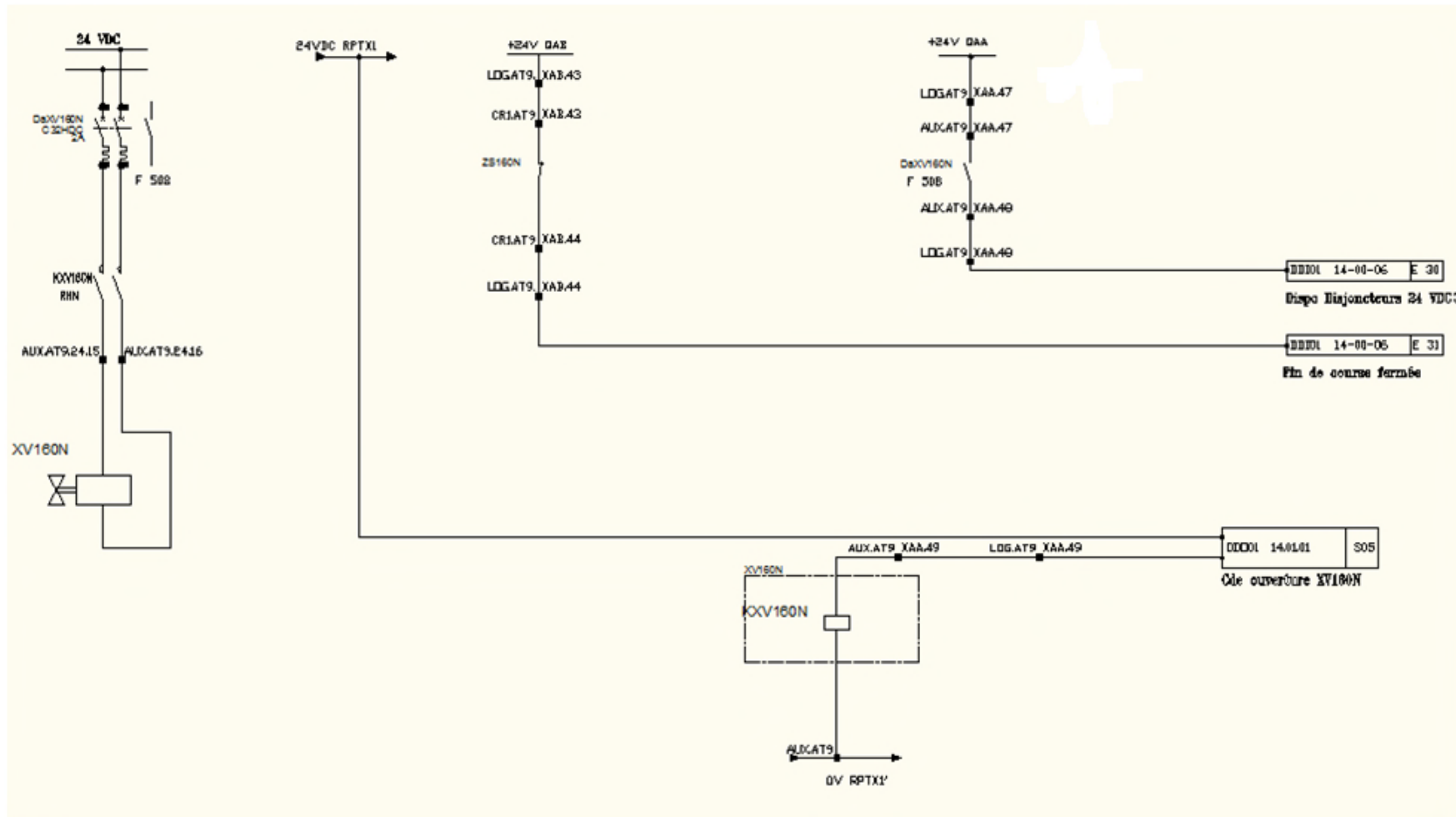
Mr ACHOUR A/Yazid

Mr RECHAM Hassane

Mr SLIMANI Samir

UNIVERSITE A.MIRA

RAFFINERIE DU SUCRE CEVITAL



<u>PRESENTE PAR :</u>	<u>SUIVI PAR :</u>	Figure I.20: SCHEMA VANNE
BOUCHERBA Meriem & TRAKI Nadja	Mr ACHOUR A/Yazid	UNIVERSITE A.MIRA
	Mr RECHAM Hassane Mr SLIMANI Samir	

Chapitre II

*Présentation de L'API S7 300,
le STEP7 et
le WinCC flexible*

II.1. Introduction

L'automatisation d'un processus consiste à transférer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir-faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur la matière d'œuvre, afin d'élaborer le produit final. L'objectif de l'automatisation consiste à assurer une production en qualité constante, satisfaire la commande au bon moment, rendre l'outil de production plus flexible et augmenter la productivité. Il convient également d'ajouter à tous ceux l'amélioration des conditions de travail qui s'imposent progressivement comme un objectif essentiel.

La partie commande est constituée en général d'automates programmables industriels (API). L'API collecte les informations en provenance des capteurs, des interfaces de dialogue, éventuellement d'autres unités de traitement, et utilise ces informations pour piloter ou surveiller le déroulement du processus.

Ce chapitre sera consacré à la description générale des systèmes automatisés, la présentation des automates programmables SIEMENS à structure modulaire essentiellement le S7-300 et des logiciels associés.

II.2. Les objectifs de l'automatisation

Hors les objectifs à caractères financiers, on peut citer :

- Prise en charge des tâches répétitives, pénibles et dangereuses;
- Augmentation de la sécurité et de la productivité;
- Optimisation des matières premières et la consommation de l'énergie;
- Flexibilité de la commande et maintien de la qualité.

II.3. Structure d'un système automatisé

Les systèmes automatisés sont constitués de deux parties opérative et commande. La représentation d'un système automatisée est donnée par la figure II.1.

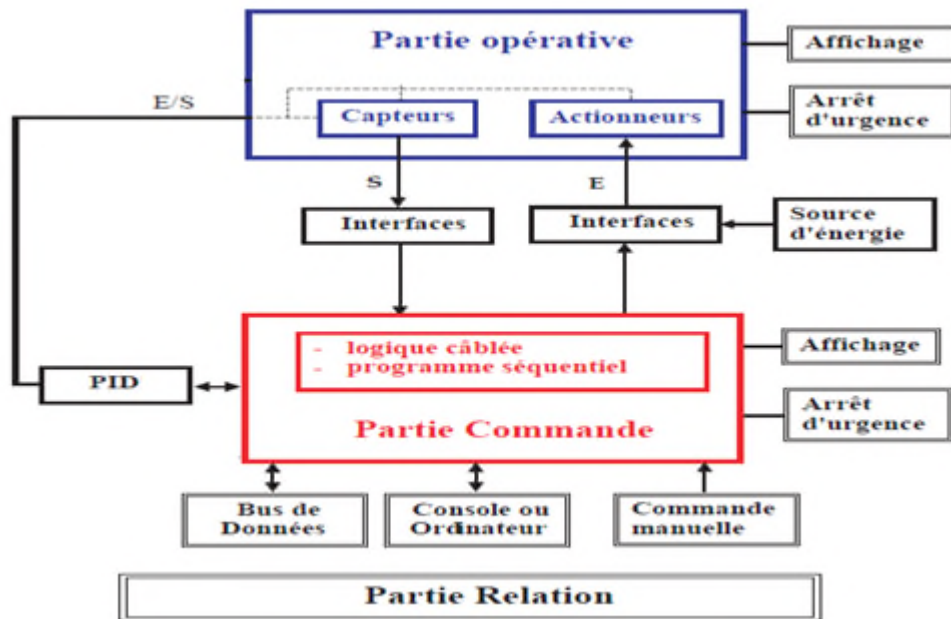


Figure II.1 : Structure d'un système automatisé.

II.4. Les automates programmables industriels

II.4.1. Présentation de l'automate

Les API sont des appareils électroniques de forme compacte ou modulaire adaptés au milieu industriel. La figure II.2 présente un API de marque SIEMENS qui est de même fabrication que l'API utilisé dans notre travail.

- 1- Module d'alimentation ;
- 2- Pile de sauvegarde ;
- 3- Connexion au 24Vcc ;
- 4- Commutateur de mode (à clé) ;
- 5- LED de signalisation d'état et de défauts ;
- 6- Carte mémoire ;
- 7- Interface multipoint (MPI) ;
- 8- Connecteur frontal ;
- 9- Volet en face avant.

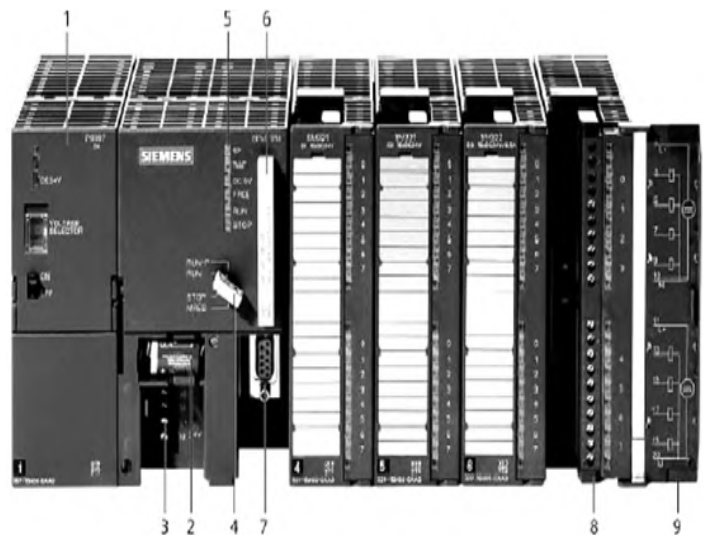


Figure II.2 : Automate Programmable Industriel de la firme SIEMENS.

L'automate utilisé dans notre travail est le S7-300, CPU315-2DP c'est un mini-automate modulaire avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par MPI, PROFIBUS et Industriel Ethernet.

II.4.2. Cycle de fonctionnement d'un API

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

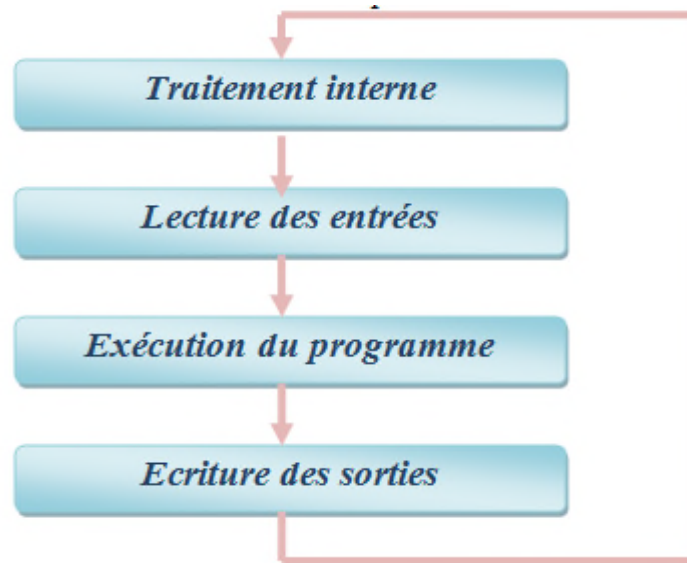


Figure II.3 : Cycle d'un API.

- Traitement internes : l'API effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN/STOP...);
- Lecture des entrées : il lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées ;
- Exécution du programme : l'API exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties ;
- Ecriture des sorties : il transfère les signaux de sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

II.4.3. Critères de choix d'un API

Les critères importants sont :

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

II.4.4. Langage de programmation pour API

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

- **GRAFCET (SFC)** : ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.
- **Schéma par blocs (FBD)** : ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.
- **Schéma à relais (LD)** : ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false).
- **Texte structuré (ST)** : c'est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.
- **Liste d'instructions (IL)** : ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

II.5. Présentation de l'API S7-300

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

- Des CPU de différents niveaux de performances.
- Des modules de signaux pour des entrées/sorties TOR et analogiques.
- Des modules de fonctions pour différentes fonctions technologiques.
- Des processus de communication (CP) pour les tâches de communications.
- Des modules d'alimentation pour le raccordement du S7-300 sur le secteur 120/230V.
- Des coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profils-support.

Les différents modules d'un S7-300 CPU 315-2 DP sont représentés par la figure qui suit :

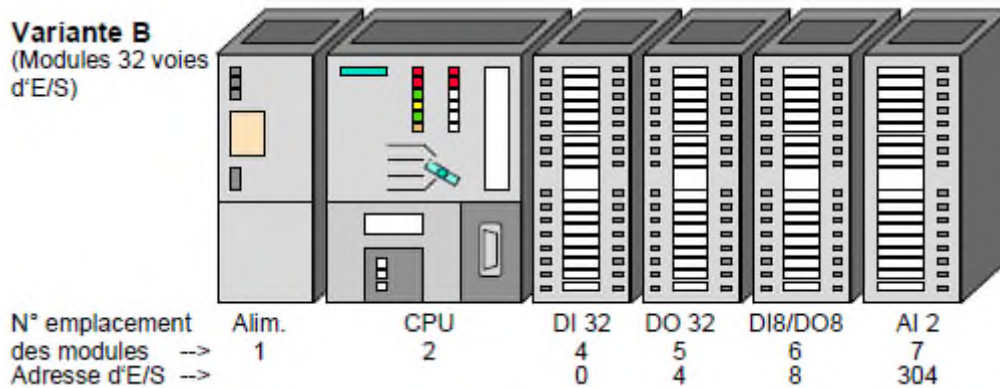


Figure II.4 : Les modules d'API S7-300.

L'automate est équipé des modules suivants :

- Emplacement 1 : Alimentation 24V/5A ;
- Emplacement 2 : CPU 315-2 DP ;
- Emplacement 4 : Entrées TOR 32x24V;
- Emplacement 5 : Sorties TOR 32x24V/0.5A;
- Emplacement 6 : Module d'E/S TOR 8X24V/ 8X24V 0.5A;
- Emplacement 7 : Entrée analogique 2 AI.

II.6. Description du logiciel STEP7

Le STEP7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 300 et S7 400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes.

II.6.1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quelque soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

II.6.2. Editeur de programme et les langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

- **Le schéma à contact (CONT) :** est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.
- **La liste d'instruction (LIST) :** est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.
- **Le logigramme (LOG) :** est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

La figure II.5 suivante présente l'opérateur « ET » entre deux entrées TOR réalisé par les différents langages de programmation LIST, LOG et CONT :

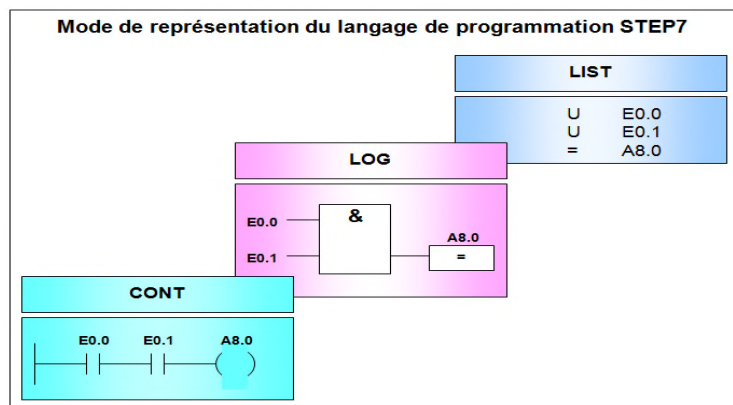


Figure II.5 : Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP7.

II.6.3. Paramétrage de l'interface PG-PC

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG-PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multi-Point Interface ; protocole de réseau propre à SIMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

II.6.4. Le simulateur de programme PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un ordinateur ou dans une console de programmation, sans une CPU physique. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou SM). L'API S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7 300 et aux CPU S7 400, et de remédier à d'éventuelles erreurs.

Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin de visualiser et de forcer des variables (voir figure II.6).

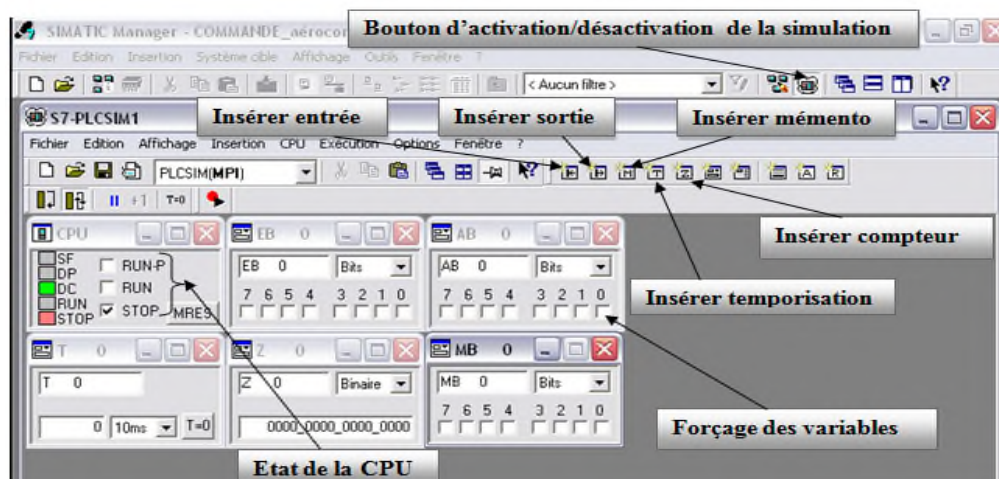


Figure II.6 : Interface de simulation PLCSIM.

D'après la figure ci-dessus, le simulateur est caractérisé par trois états d'exécution du programme comme suit :

- L'état de marche **RUN** : la CPU traite le programme utilisateur, qui ne peut être modifié ou chargé durant l'exécution.
- L'état de marche **RUN-P** (RUN-Programme): la CPU traite le programme utilisateur qui peut être modifié, et forcer un paramètre quelconque du programme durant l'exécution.
- L'état d'arrêt **STOP** : la CPU est arrêtée, c'est-à-dire elle ne traite aucun programme utilisateur.
- L'état de suppression **MRES** : l'effacement général du programme.

II.6.5. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- Création du projet SIMATIC STEP7 ;
- Configuration matérielle HW Config : Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur.
- Définition des mnémoniques : Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.
- Création du programme utilisateur : En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.
- Exploitation des données : Création des données de références afin de les utiliser pour faciliter le test, la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le contrôle.
- Test du programme et détection d'erreurs : Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.
- Chargement du programme dans le système cible : Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.
- Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel : La détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la « mémoire tampon de diagnostic », accessible depuis le SIMATIC Manager.

II.7. Description du logiciel WinCC flexible

Le logiciel «WinCC flexible», est un logiciel compatible avec l'environnement STEP7, et propose pour la configuration de divers pupitres opérateurs, une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration.

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter et les ajuster.

II.7.1. Les éléments du WinCC flexible

L'environnement de travail de WinCC flexible se compose de plusieurs éléments.

Certains de ces derniers sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visibles lorsque cet éditeur est actif. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration.

On peut configurer par exemple, l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur "Vues". Pour la configuration d'alarmes, on utilise par exemple, l'éditeur "Alarmes TOR".

Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont représentés dans la figure suivante :

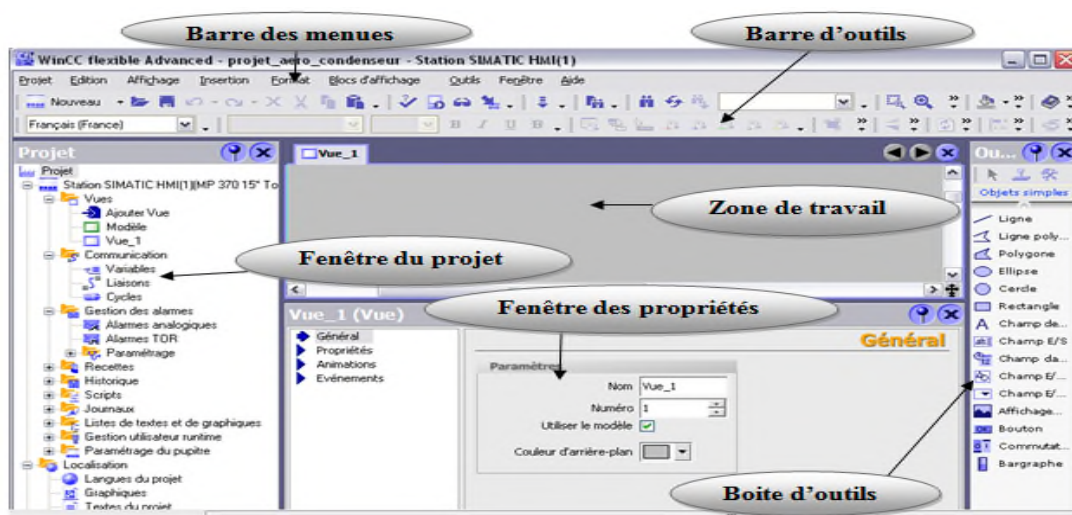


Figure II.7 : Fenêtre des éléments de WinCC Flexible.

- **Barre des menus** : Elle contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de WinCC flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués au-dessous de la barre du menu.
- **Barre d'outils** : Elle permet d'afficher tout ce dont le programmeur a besoin.

- **Zone de travail :** Elle 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.
- **Boîte d'outils :** Cette fenêtre propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues, par exemple des objets graphiques et les éléments de commande.
- **Fenêtre des propriétés :** Le contenu de cette fenêtre 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.

II.7.2. L'application RUNTIME

Cette application permet à l'opérateur d'assurer la conduite et la surveillance du processus en temps réel. Les tâches incombant à RUNTIME sont :

- Lecture des données et affichage des vues à l'écran ;
- Communication avec l'API ;
- Archivage des données actuelles, à titre d'exemple : mise en marche/arrêt.

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le schéma d'un système automatisé ainsi que l'API S7 300 de la firme SIEMENS. Nous avons présenté les deux logiciels de programmation et supervision de la famille S7 300. Tous les éléments présentés sont exploités pendant la programmation et la supervision qui est l'objet du chapitre suivant.

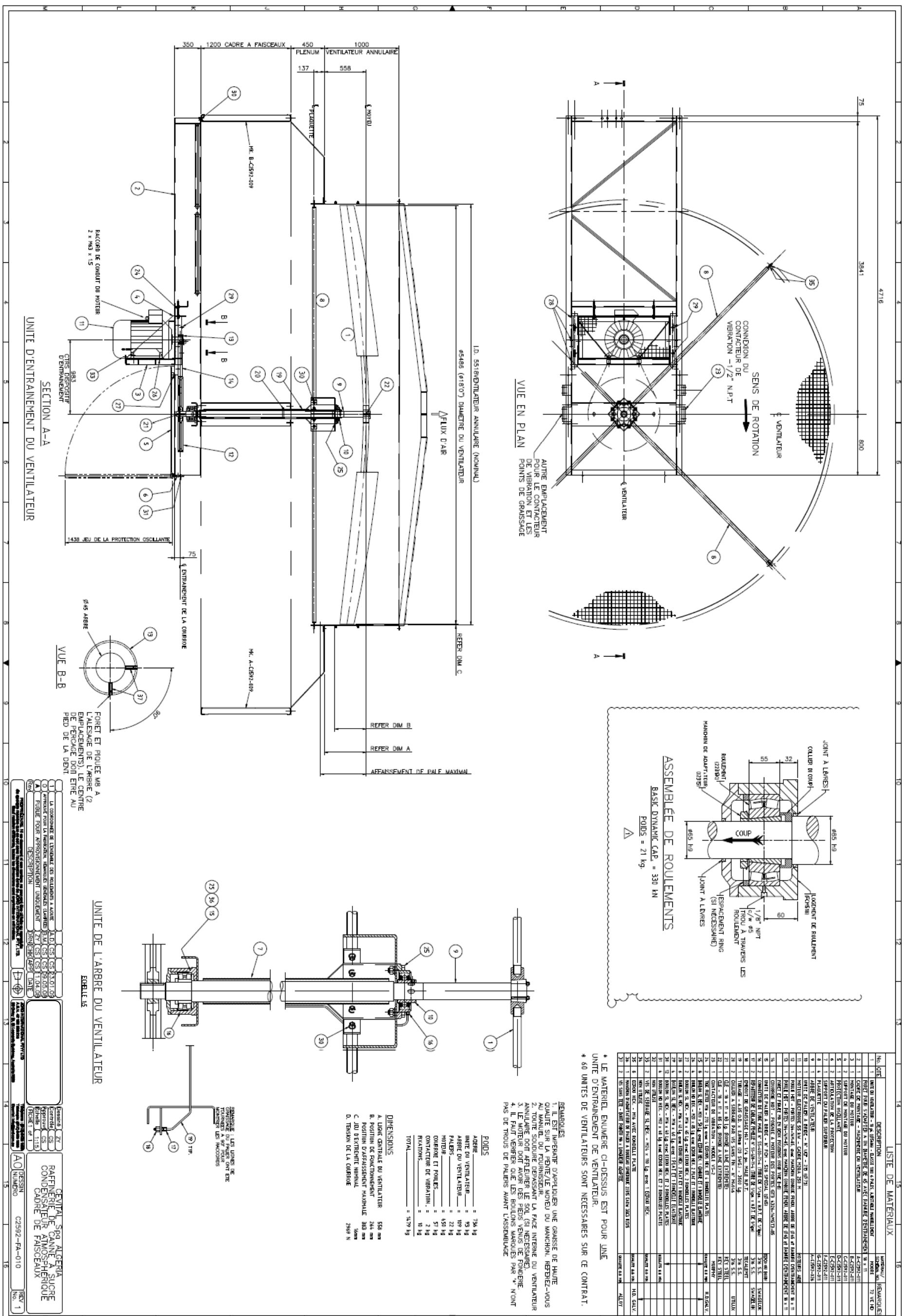


Figure I.2 : Schéma d'un aérocondenseur.

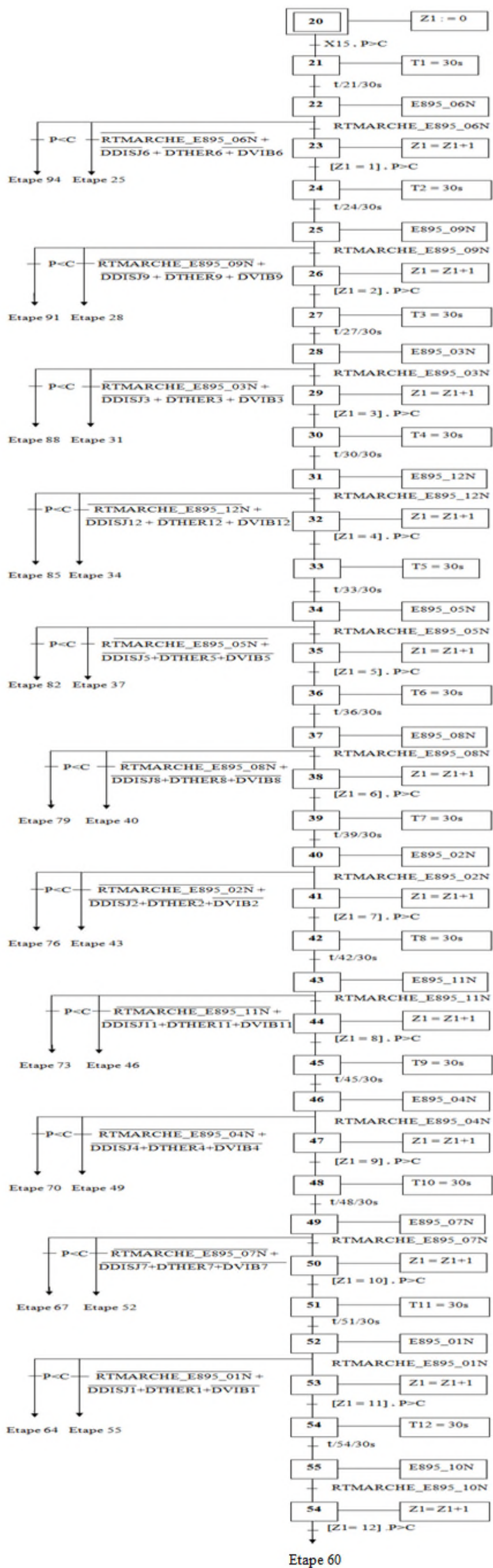


Figure I.16 : GRAFCET de démarrage des aérocondenseurs.

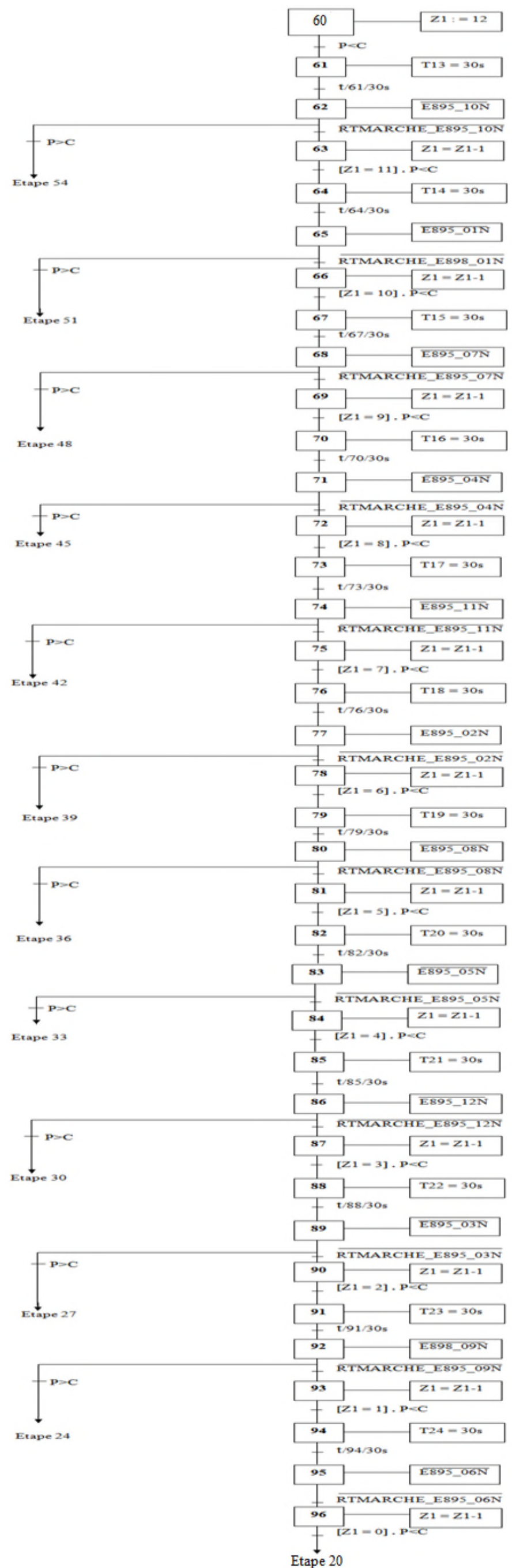


Figure I.17 : GRAFCET d'arrêt des aérocondenseurs.

Chapitre III

*Programmation et Supervision
de l'installation*


III.1. Introduction

La conception du programme de commande du processus étudié avec SIMATIC STEP7 fait l'objet de ce chapitre. Ce programme est élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle. Nous allons concevoir une interface graphique des éléments commandés avec le logiciel de supervision « WinCC flexible ».

III.2. Réalisation du programme de l'installation

III.2.1. Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP7, il nous est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet », ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet.

Double cliquez sur l'icône SIMATIC Manager  , on affiche la fenêtre principale, sélectionner un nouveau projet et valider, comme la montre la figure suivante :

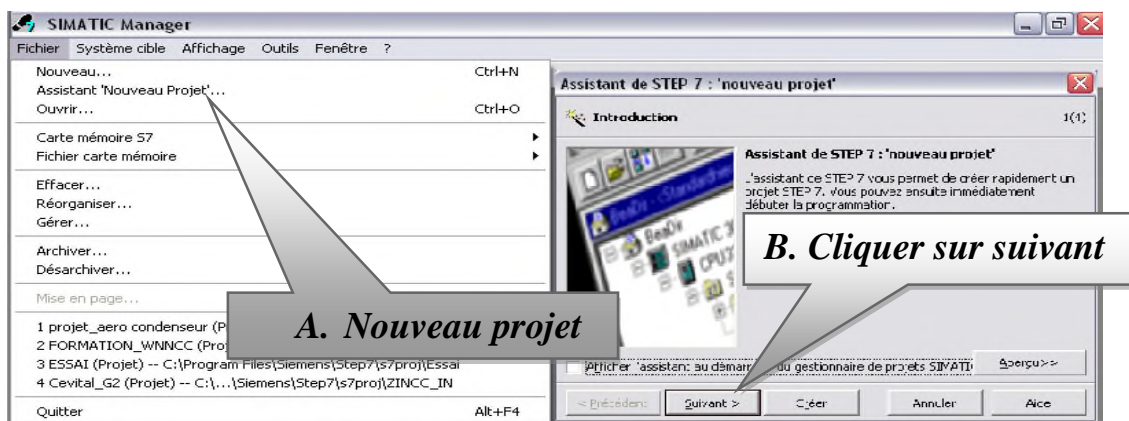


Figure III.1 : Assistant nouveau projet.

Cette étape consiste à choisir la CPU de notre projet, l'adresse MPI est réglée par défaut sur 2. Confirmez vos sélections et passer à la prochaine étape en cliquant sur suivant.

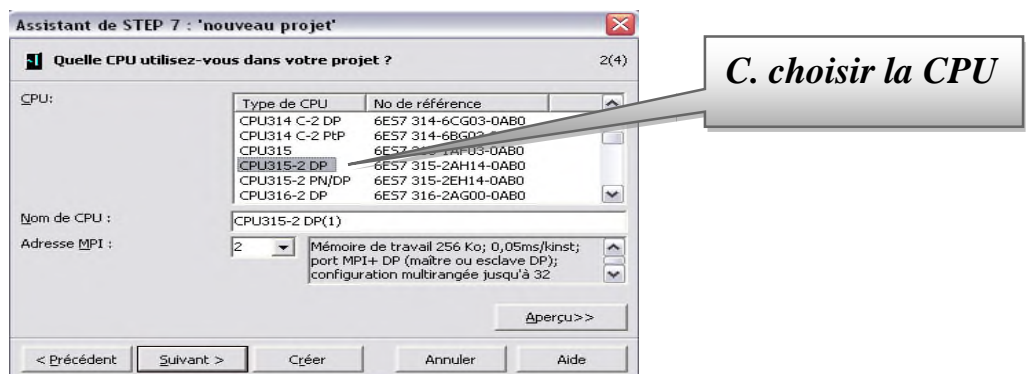


Figure III.2 : Choix de la CPU.

- Choisissez par exemple le langage CONT qui est aisément utilisé par les automaticiens. Confirmez les sélections avec suivant. Sélectionnez le bloc d'organisation OB1.

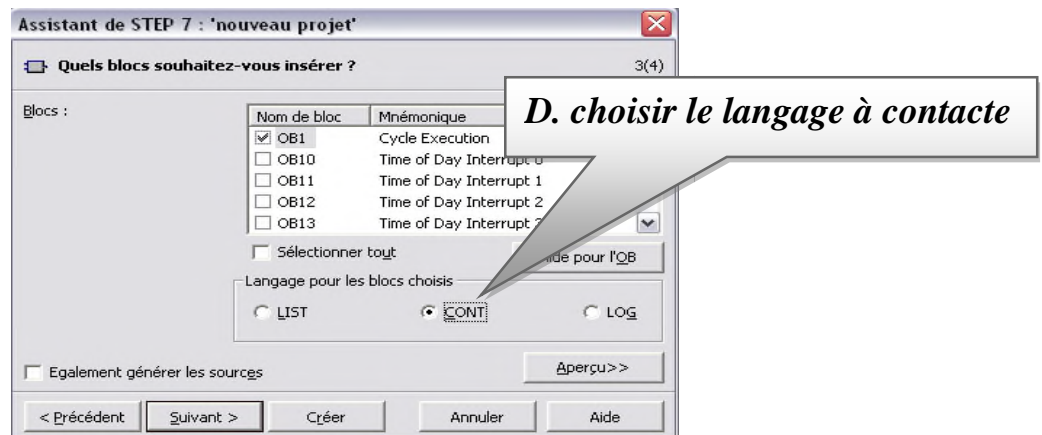


Figure III.3 : Choix du bloc d'organisation et du langage de programmation.

- Donnez un nom au projet puis cliquer sur crée.

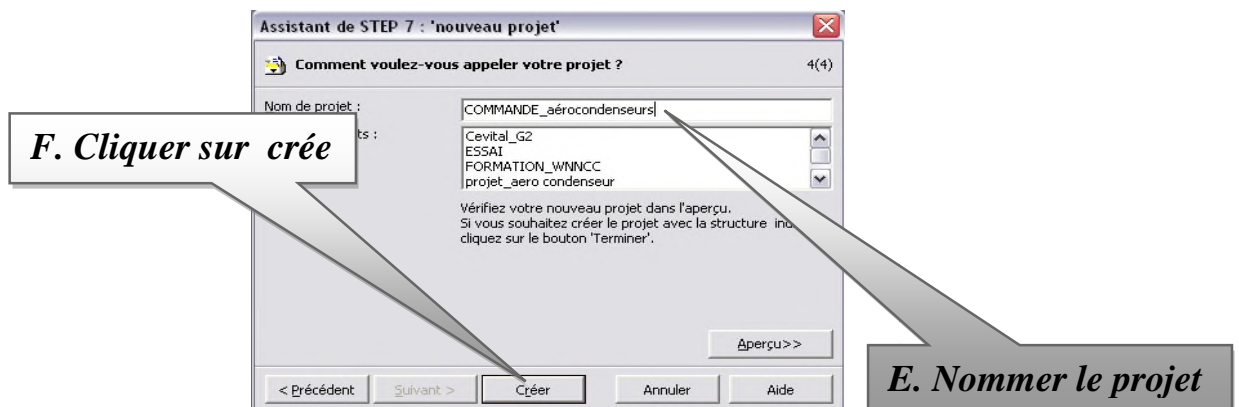


Figure III.4: Appellation du projet.

Comme le projet est vide (Figure III.5), il nous a fallu d'insérer une station SIMATIC 300. Deux approches sont possibles : soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle ou bien l'inverse. La fenêtre du projet est partagée en deux volets. Le volet gauche représente l'arborescence du projet, tandis que celui de droite affiche le contenu de l'objet sélectionné dans le volet gauche.

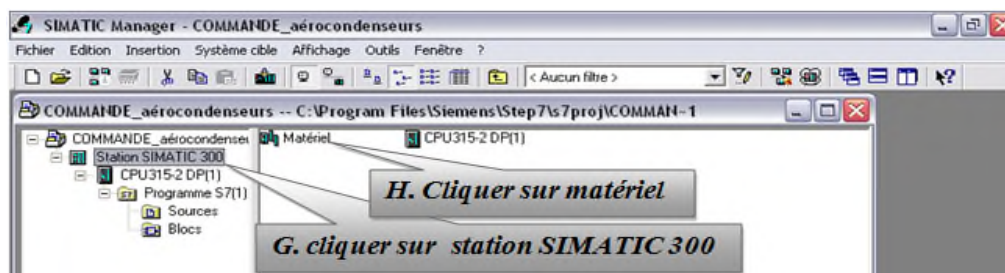


Figure III.5: Page de démarrage STEP7.

III.2.2. Configuration matérielle (Partie Hardware)

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée.

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine.

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-régler d'un module ;
- Configurer les liaisons de communication.

Le choix du matériel SIMATIC S7 300 avec une CPU315-2DP nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant. Pour la station SIMATIC S7 300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.

Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1.

Parmi celles proposées notre choix s'est porté sur la « PS-307 5A ».

La « CPU 315-2DP » est impérativement mise à l'emplacement n°2.

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées/sorties analogiques et numériques.

D'après l'identification des E/S il y a :

- 08 entrées analogiques (AI) ;
- 64 entrées numériques (DI) ;
- 04 sorties analogiques (AO) ;
- 17 sorties numériques (DO).

Pour assurer la flexibilité du système, 50% de réserves des E/S sont à promouvoir lors de l'implantation, donc les cartes des E/S sont comme suit :

- 02 embases de 08 entrées analogiques (2×08 AI) ;
- 03 embases de 32 entrées numériques (3×32 DI) ;
- 01 embase de 08 sorties analogiques (01×08 AO) ;
- 01 embase de 32 sorties numériques (01×32 DO).

La figure III.6 suivante présente le matériel choisi.

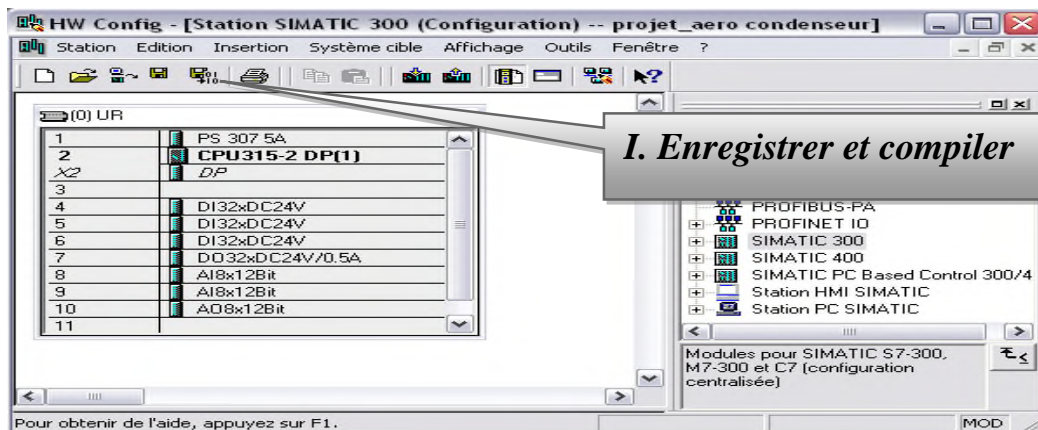


Figure III.6 : Configuration matériels.

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

La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme 7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indique dans la figure III.7 suivante :



Figure III.7 : Hiérarchie du programme STEP7.

III.2.3. Création de la table des mnémoniques (Partie Software)

Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. Ce type d'adressage est appelé « relatif ». On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier de charges, pour les entrées et les sorties.

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- Aeros Condenseur(Station SIMATIC 300VCPU315-2 DP(1))					
	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Z1	Z 1	COUNTER	COMPTEUR/DECOMPTEUR
2		VIBRATION_E895_12N	E 5.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_12N
3		VIBRATION_E895_11N	E 5.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_11N
4		VIBRATION_E895_10N	E 4.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_10N
5		VIBRATION_E895_09N	E 4.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_09N
6		VIBRATION_E895_08N	E 3.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_08N
7		VIBRATION_E895_07N	E 3.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_07N
8		VIBRATION_E895_06N	E 2.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_06N
9		VIBRATION_E895_05N	E 2.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_05N
10		VIBRATION_E895_04N	E 1.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_04N
11		VIBRATION_E895_03N	E 1.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_03N
12		VIBRATION_E895_02N	E 0.6	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_02N
13		VIBRATION_E895_01N	E 0.2	BOOL	DEFAULT VIBRATION AERO_E895_01N
14		VAT_1	VAT 1		
15		VANNE_REGU_OUVERTE	M 235.0	BOOL	
16		UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
17		TIS_P898_1N	E 6.5	BOOL	DEFAULT THERMOSTAT POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
18		THERMIQUE_P997_1N	E 7.2	BOOL	DEFAULT THERMIQUE POMPE DE REPRISE_P997_1N
19		THERMIQUE_P940_1N	E 6.7	BOOL	DEFAULT THERMIQUE POMPE DE REPRISE_P940_1N
20		THERMIQUE_P898_1N	E 6.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
21		THERMIQUE_E995_01N	E 7.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE EVAPCO_E995_01N
22		THERMIQUE_E895_12N	E 5.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_12N
23		THERMIQUE_E895_11N	E 5.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_11N
24		THERMIQUE_E895_10N	E 4.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_10N
25		THERMIQUE_E895_09N	E 4.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_09N
26		THERMIQUE_E895_08N	E 3.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_08N
27		THERMIQUE_E895_07N	E 3.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_07N
28		THERMIQUE_E895_06N	E 2.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_06N
29		THERMIQUE_E895_05N	E 2.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_05N
30		THERMIQUE_E895_04N	E 1.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_04N
31		THERMIQUE_E895_03N	E 1.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_03N
32		THERMIQUE_E895_02N	E 0.5	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_02N
33		THERMIQUE_E895_01N	E 0.1	BOOL	DEFAULT THERMIQUE AERO_E895_01N
34		TEMPO_DEMARRAGE_AEROS	T 1	TIMER	TEMPORESATION DE DEMARRAGE DES AEROCONDENSEURS
35		TEMPO_ARRET_AEROS	T 3	TIMER	TEMPORESATION D'ARRET DES AEROCONDENSEURS
36		TEMPERATUER_T939N	MD 150	REAL	TEMPERATURE D'EAU DANS_T939N
37		TEMP2_CR	MD 140	REAL	
38		TEMP2_CIRCUIT_REF	PEW 340	INT	TEMPERATURE DE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT
39		TEMP1_CR	MD 115	REAL	
40		TEMP1_CIRCUIT_REF	PEW 336	INT	TEMPERATURE DE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT
41		SIMULATION	FC 7	FC 7	
42		SEUIL_DR_P940_1N	M 81.7	BOOL	SEUIL DE DEMARRAGE DE LA POMPE CENTRIFUGE_P940_1N
43		SET_RTM_E895_12N	M 600.4	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_12N
44		SET_RTM_E895_11N	M 601.0	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_11N
45		SET_RTM_E895_10N	M 601.4	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_10N
46		SET_RTM_E895_09N	M 600.2	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_09N
47		SET_RTM_E895_08N	M 600.6	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_08N
48		SET_RTM_E895_07N	M 601.2	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_07N
49		SET_RTM_E895_06N	M 600.0	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_06N
50		SET_RTM_E895_05N	M 600.5	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_05N
51		SET_RTM_E895_04N	M 601.1	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_04N
52		SET_RTM_E895_03N	M 600.3	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_03N
53		SET_RTM_E895_02N	M 600.7	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_02N
54		SET_RTM_E895_01N	M 601.3	BOOL	SET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE_E895_01N
55		SCALE	FC 105	FC 105	MISE A L'ECHELLE
56		RTMARCHE_P997_1N	E 7.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE POMPE DE REPRISE_P997_1N
57		RTMARCHE_P940_1N	E 7.0	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE POMPE DE REPRISE_P940_1N
58		RTMARCHE_P898_1N	E 6.2	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
59		RTMARCHE_E995_01N	E 7.6	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE EVAPCO_E995_01N
60		RTMARCHE_E895_12N	E 5.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_12N

61	RTMARCHE_E895_11N	E	5.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_11N
62	RTMARCHE_E895_10N	E	4.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_10N
63	RTMARCHE_E895_09N	E	4.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_09N
64	RTMARCHE_E895_08N	E	3.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_08N
65	RTMARCHE_E895_07N	E	3.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_07N
66	RTMARCHE_E895_06N	E	2.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_06N
67	RTMARCHE_E895_05N	E	2.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_05N
68	RTMARCHE_E895_04N	E	1.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_04N
69	RTMARCHE_E895_03N	E	1.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_03N
70	RTMARCHE_E895_02N	E	0.7	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_02N
71	RTMARCHE_E895_01N	E	0.3	BOOL	DEFAULT RETOUR DE MARCHE AERO_E895_01N
72	RESET_RTM_E895_06N	M	600.1	BOOL	RESET_DEFAULT DE RETOUR DE MARCHE
73	PRESSION_AEROS	MD	506	REAL	PRESSION DES AEROCONDENSEURS
74	PRESSION	MW	500	WORD	
75	PRESS_T	PEW	320	INT	TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE_T939N
76	PRESS_P1	PEW	322	INT	TRANSMETTEUR DE PRESSION_1
77	NR_T996N	MD	650	REAL	NIVEAU D'EAU DANS LE RESERVOIR_T996N
78	NIVEAU_T939N	MD	770	REAL	NIVEAU D'EAU DANS LE RESERVOIR_T939N
79	NIVEAU_T45216N	MD	892	REAL	NIVEAU D'EAU STOCKER_T45216N
80	NIVEAUBAS_T939N	MD	356	REAL	
81	NIVEAU_T996N	PEW	334	INT	CAPTEUR DE NIVEAU BAS_T996N
82	NIVEAU_T939N	PEW	332	INT	CAPTEUR DE NIVEAU HAUT_T939N
83	NIVEAU_T45216N	PEW	324	INT	NIVEAU DU RESERVOIR_T45216N
84	NIVEAU_INT_T939N	M	130.1	BOOL	NIVEAU INTERMEDIARE DU RESERVOIR_T939N
85	NIVEAU_HAUT_T939N	M	130.2	BOOL	NIVEAU HAUT DE RESERVOIR_T939N
86	NIVEAU_BAS_T939N	M	130.0	BOOL	NIVEAU BAS DU RESERVOIRE_T939N
87	NIVEAU INTERMEDIARE	M	400.2	BOOL	OUVERTURE DE LA VANNE_XV996N
88	NIVEAU INTERMEDIAR_T939N	PAW	352	INT	COMMANDE LV939N1
89	NIVEAU HAUT_T939N	PAW	354	INT	COMMANDE LV939N2
90	NIVEAU HAUT	M	400.1	BOOL	FERMETURE DE LA VANNE_XV996N
91	NIVEAU BAS_T939N	PAW	356	INT	SORTIE DES CAPTEURS DE NIVEAU
92	NIVEAU BAS	M	400.0	BOOL	FERMETURE DE LA VANNE_XV996N
93	NBR_MAX AEROCONDENSEURS	M	405.5	BOOL	NOMBRE MAX DES AEROCONDENSEURS EN MARCHE/ARRET
94	MARCHE_P997_1N	M	230.7	BOOL	
95	MARCHE_P940_1N	M	231.4	BOOL	
96	MARCHE_P898_1N	M	231.2	BOOL	
97	MARCHE_E995_01N	M	231.0	BOOL	
98	MARCHE_AERO	M	230.0	BOOL	
99	LSL_P898_1N	E	6.4	BOOL	DEFAULT NIVEAU BAS POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
100	LSH_T45216	E	11.0	BOOL	
101	LSH_P898_1N	E	6.3	BOOL	DEFAULT NIVEAU HAUT POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
102	INIT_Z1	M	100.2	BOOL	INITIALISATION
103	FINCOURSE_XV996N	E	7.7	BOOL	DEFAULT FIN DE COURSE DE LA VANNE AUTOMATIQUE TOR_XV996N
104	FCOURSE_LV939N	E	8.0	BOOL	FIN DE COURSE OUVERTURE DE LA VANNE REGULATRICE_LV939N
105	DISJONCTION_P997_1N	E	7.1	BOOL	DEFAULT DISJONCTION POMPE DE REPRISE_P997_1N
106	DISJONCTION_P940_1N	E	6.6	BOOL	DEFAULT DISJONCTION POMPE DE REPRISE_P940_1N
107	DISJONCTION_P898_1N	E	6.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
108	DISJONCTION_E995_01N	E	7.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION EVAPCO_E995_01N
109	DISJONCTION_E895_12N	E	5.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_12N
110	DISJONCTION_E895_11N	E	5.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_11N
111	DISJONCTION_E895_10N	E	4.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_10N
112	DISJONCTION_E895_09N	E	4.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_09N
113	DISJONCTION_E895_08N	E	3.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_08N
114	DISJONCTION_E895_07N	E	3.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_07N
115	DISJONCTION_E895_06N	E	2.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_06N
116	DISJONCTION_E895_05N	E	2.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_05N
117	DISJONCTION_E895_04N	E	1.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_04N
118	DISJONCTION_E895_03N	E	1.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_03N
119	DISJONCTION_E895_02N	E	0.4	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_02N
120	DISJONCTION_E895_01N	E	0.0	BOOL	DEFAULT DISJONCTION AERO_E895_01N
121	DEFAULTS_L'INSTALLATION	FC	8	FC 8	
122	DEFAULT_MOUTEUR_E895_05N	MW	220	INT	
123	DEFAULT_MOTEUR_P940_1N	MW	350	INT	
124	DEFAULT_MOTEUR_P898_1N	MW	185	INT	
125	DEFAULT_MOTEUR_E995_01N	MW	180	INT	

126	DEFAULT_MOTEUR_E895_12N	MW 215	INT		
127	DEFAULT_MOTEUR_E895_11N	MW 110	INT		
128	DEFAULT_MOTEUR_E895_10N	MW 255	INT		
129	DEFAULT_MOTEUR_E895_09N	MW 195	INT		
130	DEFAULT_MOTEUR_E895_07N	MW 245	INT		
131	DEFAULT_MOTEUR_E895_06N	MW 190	INT		
132	DEFAULT_MOTEUR_E895_04N	MW 240	INT		
133	DEFAULT_MOTEUR_E895_03N	MW 210	INT		
134	DEFAULT_MOTEUR_E895_02N	MW 530	INT		
135	DEFAULT_MOTEUR_E895_01N	MW 250	INT		
136	DEFAULT_MOTEUR	MW 315	INT		
137	DEFAULT_GENERAL_P997_1N	M 320.1	BOOL		
138	DEFAULT_GENERAL_P940_1N	M 322.1	BOOL		DEFAULT GENERAL DE LA POMPE CENTRIFUGE_P940_1N
139	DEFAULT_GENERAL_P898_1N	M 320.4	BOOL		DEFAULT GENERAL DE LA POMPE AVIDE_P898_1N
140	DEFAULT_GENERAL_E995_01N	M 320.3	BOOL		DEFAULT GENERAL EVAPCO_E995_01N
141	DEFAULT_GENERAL_E895_12N	M 321.0	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_12N
142	DEFAULT_GENERAL_E895_11N	M 321.4	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_11N
143	DEFAULT_GENERAL_E895_10N	M 322.0	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_10N
144	DEFAULT_GENERAL_E895_09N	M 320.6	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_09N
145	DEFAULT_GENERAL_E895_08N	M 321.2	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_08N
146	DEFAULT_GENERAL_E895_07N	M 321.6	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_07N
147	DEFAULT_GENERAL_E895_06N	M 320.5	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895.06N
148	DEFAULT_GENERAL_E895_05N	M 321.1	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_05N
149	DEFAULT_GENERAL_E895_04N	M 321.5	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_04N
150	DEFAULT_GENERAL_E895_03N	M 320.7	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_03N
151	DEFAULT_GENERAL_E895_02N	M 321.3	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E895_02N
152	DEFAULT_GENERAL_E895_01N	M 321.7	BOOL		DEFAULT GENERAL D'AEROCONDENSEUR_E896_01N
153	DEBITR_T939N	MD 900	REAL		DEBIT D'EAU DANS_T939N
154	DEBITMETRE_T939N	PAW 358	INT		SORTIE DE DEBITMETRE
155	DEBIT_T939N	PEW 328	INT		DEBITMETRE_T939N
156	DEAFAUT_MOTEUR_E895_08N	MW 225	INT		
157	Cycle Execution	OB 1	OB 1		
158	CONT_C	FB 41	FB 41		Continuous Control
159	COMMANDE_PARTIE EN AVAL	FC 6	FC 6		
160	COMMANDE_AERO	FC 1	FC 1		
161	COMMANDE_PARTIE EN AMON	FC 2	FC 2		
162	COMARCHE_XV996N	A 14.0	BOOL		COMMANDE OUVERTURE FIN DE COURSE_XV996N
163	COMARCHE_P997_1N	A 13.6	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR POMPE DE REPRISE_P997_1N
164	COMARCHE_P940_1N	A 13.5	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR POMPE DE REPRISE_P940_1N
165	COMARCHE_P898_1N	A 13.4	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR POMPE A VIDE A ANNEAU LIQUIDE_P898_1N
166	COMARCHE_E995_01N	A 13.7	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR EVAPCO_E995_01N
167	COMARCHE_E895_12N	A 13.3	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_12N
168	COMARCHE_E895_11N	A 13.2	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_11N
169	COMARCHE_E895_10N	A 13.1	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_10N
170	COMARCHE_E895_09N	A 13.0	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_09N
171	COMARCHE_E895_08N	A 12.7	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_08N
172	COMARCHE_E895_07N	A 12.6	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_07N
173	COMARCHE_E895_06N	A 12.5	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_06N
174	COMARCHE_E895_05N	A 12.4	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_05N
175	COMARCHE_E895_04N	A 12.3	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_04N
176	COMARCHE_E895_03N	A 12.2	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_03N
177	COMARCHE_E895_02N	A 12.1	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_02N
178	COMARCHE_E895_01N	A 12.0	BOOL		COMMANDE MARCHE MOTEUR AERO_E895_01N
179	ARRET_P997_1N	M 231.6	BOOL		
180	ARRET_P940_1N	M 231.5	BOOL		
181	ARRET_P898_1N	M 231.3	BOOL		
182	ARRET_E995_01N	M 231.1	BOOL		
183	AQUITEMENT	M 320.2	BOOL		

Figure III.8 : Table des mnémoniques.

III.2.4. Elaboration du programme S7 (Partie Software)

III.2.4.1. Les blocs de code

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes ;
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

a) Blocs d'organisations (OB) :

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques ;
- Ceux qui sont déclenchés par un évènement ;
- Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'API ;
- Ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

b) Blocs fonctionnels (FB), (SFB) :

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

Les SFB systèmes sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU.

c) Fonctions (FC), (SFC) :

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant, elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

d) Blocs de données (DB) :

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.

III.2.4.2. Différents types des variables contenues dans le STEP7

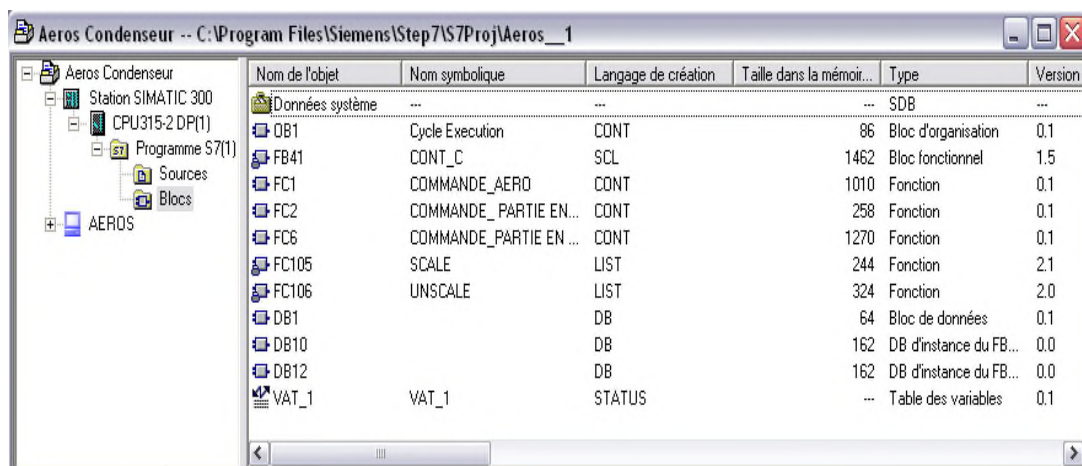
Dans l'environnement de STEP7, on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable. Le tableau suivant résume les variables utilisées :

Groupe	Types	Taille	Exemple
Binaires, Hexadécimales...	BOOL	1bit	1 ou 0
	BYTE	8bits	B#2#01110001
	WORD	16bits	W#16#F92A
	DWORD	32bits	DW#16#548AB8C9
Caractères	CHAR	8bits	'W'
Numériques	INT	16bits	123
	DINT	32bits	65539 ou L#-5
	REAL	32bits	1.0 ou 34.5E-12
Temporels	TIME	32bits	T#2D-1H-3M-45s
	DATE	16bits	D#2015-05-02
	TIMEOF-DAY	32bits	TOD#12 :23 :45.12
	S5TIME	16bits	S5T#3s-20ms

Tableau III.1 : Différents variables contenues dans le STEP7.

III.2.4.3. Création du programme de l'installation

Le programme réalisé contient les blocs représentés dans la figure III.9 qui suit :



The screenshot shows the 'AEROS Condenseur' project in STEP7. The project tree on the left includes 'Station SIMATIC 300', 'CPU315-2 DP(1)', 'Programme S7(1)', 'Sources', and 'Blocs'. The 'AEROS' block is expanded. The main window displays a table of objects:

Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création	Taille dans la mémoire...	Type	Version
Données système	---	---	---	SDB	---
DB1	Cycle Execution	CONT	86	Bloc d'organisation	0.1
FB41	CONT_C	SCL	1462	Bloc fonctionnel	1.5
FC1	COMMANDE_AERO	CONT	1010	Fonction	0.1
FC2	COMMANDE_PARTIE EN...	CONT	258	Fonction	0.1
FC6	COMMANDE_PARTIE EN ...	CONT	1270	Fonction	0.1
FC105	SCALE	LIST	244	Fonction	2.1
FC106	UNSCALE	LIST	324	Fonction	2.0
DB1		DB	64	Bloc de données	0.1
DB10		DB	162	DB d'instance du FB...	0.0
DB12		DB	162	DB d'instance du FB...	0.0
VAT_1	VAT_1	STATUS	---	Table des variables	0.1

Figure III.9 : Blocs du projet.

Nous allons représenter les liaisons qui existent entre les blocs, cette architecture est donnée par la figure ci-dessous :

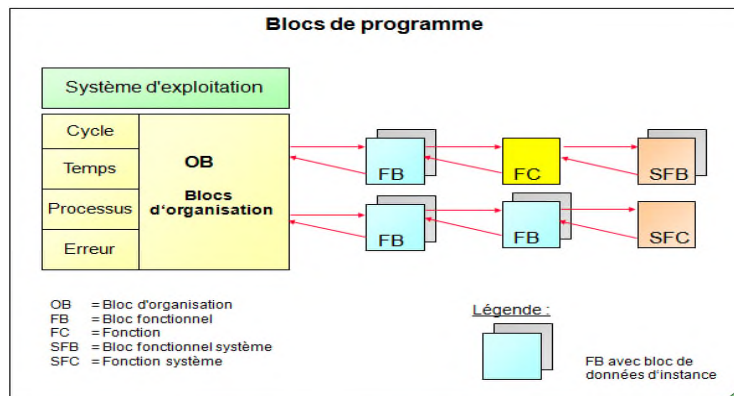


Figure III.10 : Architecture des blocs.

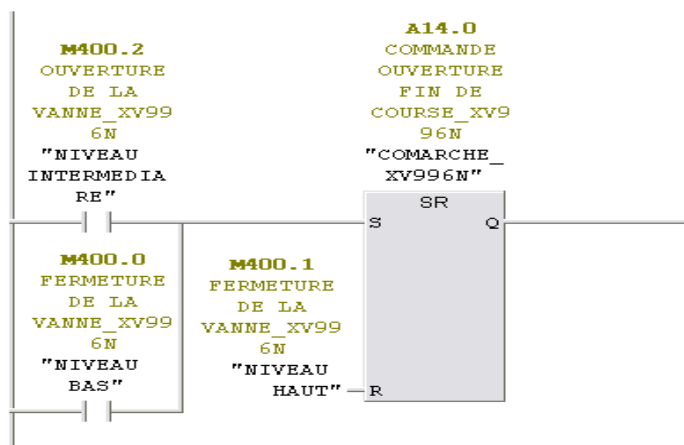
❖ **Programmation des blocs**

La programmation des blocs se fait du plus profond sous-bloc vers le bloc principal ; nous avons choisi le langage de programmation à contact (CONT), nous allons commencer par programmer les blocs fonctions (FC2, FC1, FC6, FC8).

FC2 : Cette fonction est programmée pour la commande de la partie en amont des aérocondenseurs qui est formé d'un circuit fermé dont son rôle est la réalisation du refroidissement de l'eau dans un cycle continu (17 réseaux). Elle est constituée d'un ensemble des entrées physiques pour le démarrage et l'arrêt normal des pompes et l'EVAPCO ainsi que l'ouverture et la fermeture de la vanne TOR XV996N en fonction de certains seuils de niveau du réservoir T996N. Elle est programmée par quatre réseaux 3, 6, 10 et 14 :

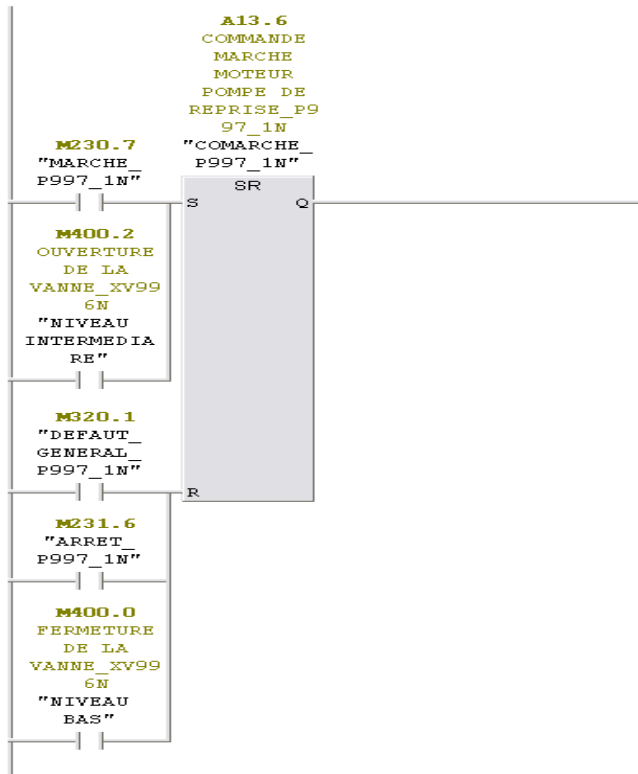
Réseau 3 : COMMADE OUVERTURE DE LA VANNE TOR_XV996N

Commentaire :



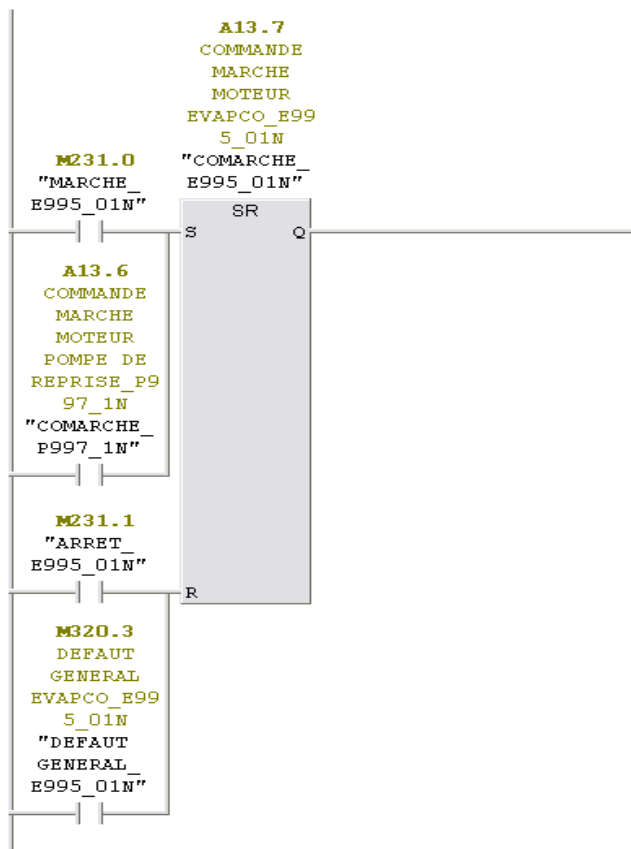
Réseau 6 : COMMANDE MARCHÉ MOTEUR POMPE DE REPRISE_P997_1N

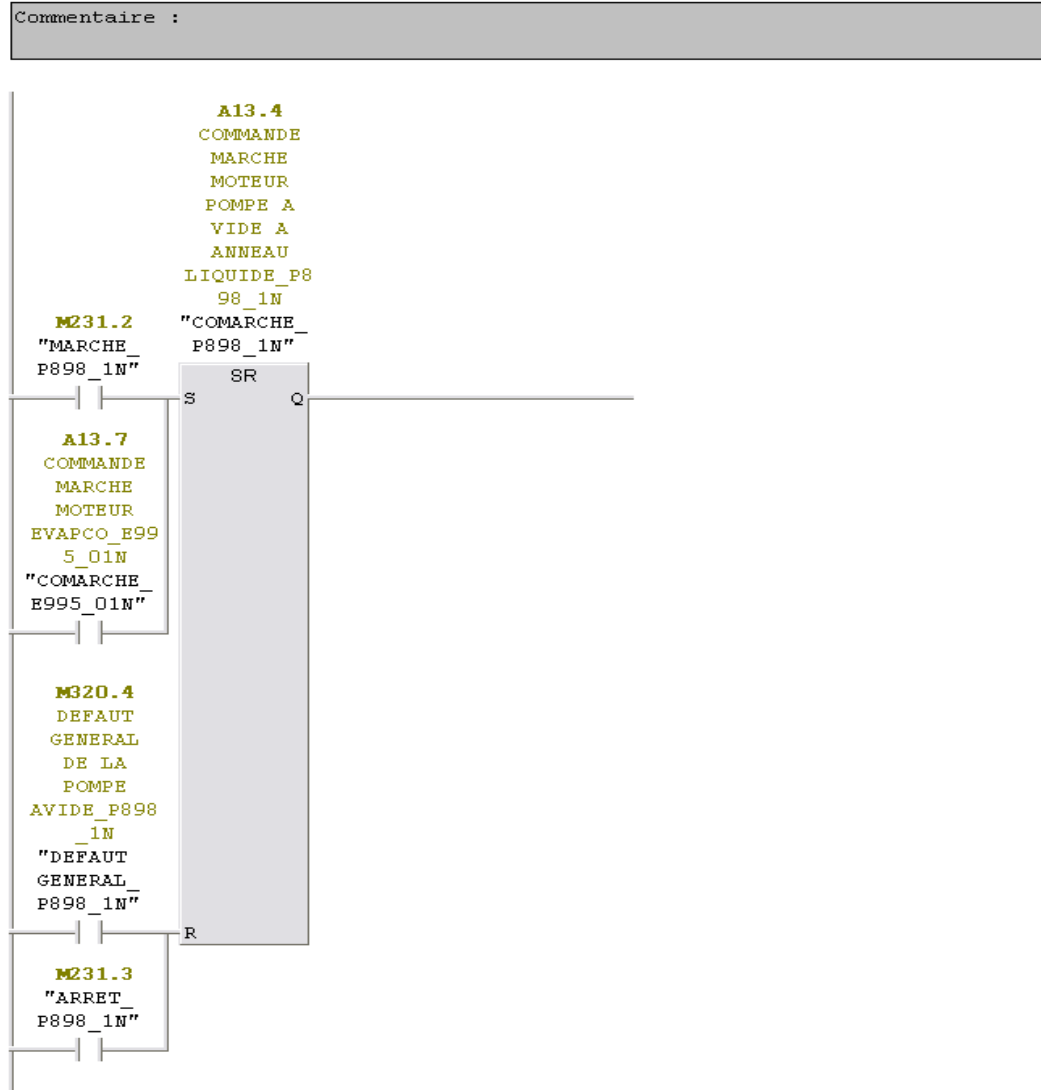
Commentaire :



Réseau 10 : COMMANDE MARCHÉ MOTEUR EVAPCO_E995_01N

Commentaire :



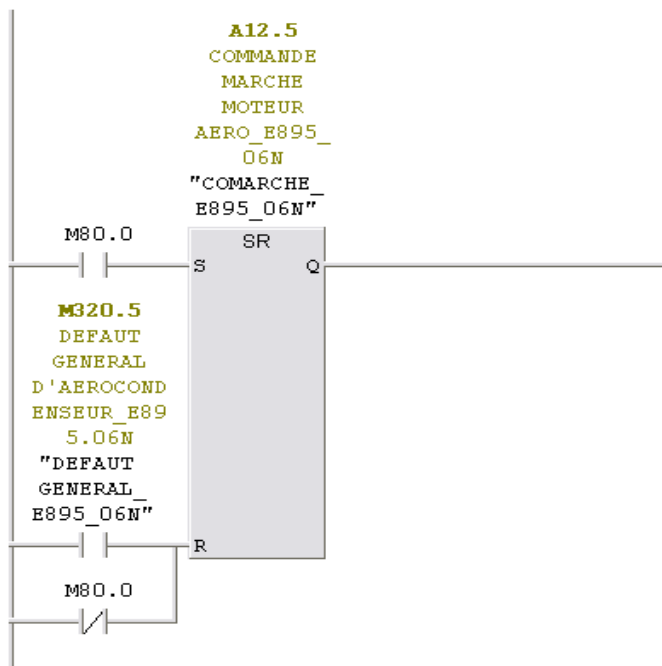
Réseau 14 : COMMANDE MARCHÉ MOTEUR POMPE AVIDE_P898_1N

✚ **FC1** : Elle est structurée de 70 réseaux pour commander le démarrage et l'arrêt des aérocondenseurs. Le démarrage est fait comme suit : faire varier la pression à l'aide de l'entrée analogique PEW 322 jusqu'à avoir une pression supérieure à la consigne, puis la temporisation T_1 de 30 secondes démarre, puis le démarrage séquentiel des aérocondenseurs et le compteur Z_1 affiche le nombre d'aérocondenseurs qui sont démarrés.

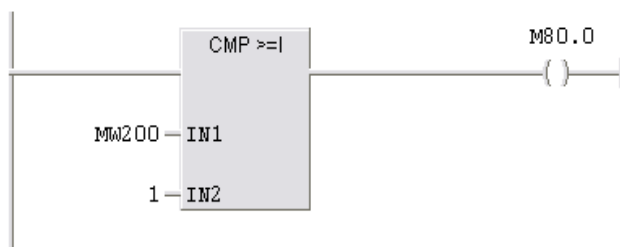
La séquence d'arrêt est réalisée si la pression est inférieure à la consigne puis dans ce cas le démarrage de la temporisation T_3 de 30 secondes, puis l'arrêt séquentiel des aérocondenseurs qui sont affichés dans le décompteur Z_1 . La commande de démarrage du premier aérocondenseur est donnée par les deux réseaux 10 et 11.

Réseau 10 : MARCHÉ/ARRET MOTEUR AERO_E895_06N

Commentaire :

**Réseau 11 : Titre :**

Commentaire :



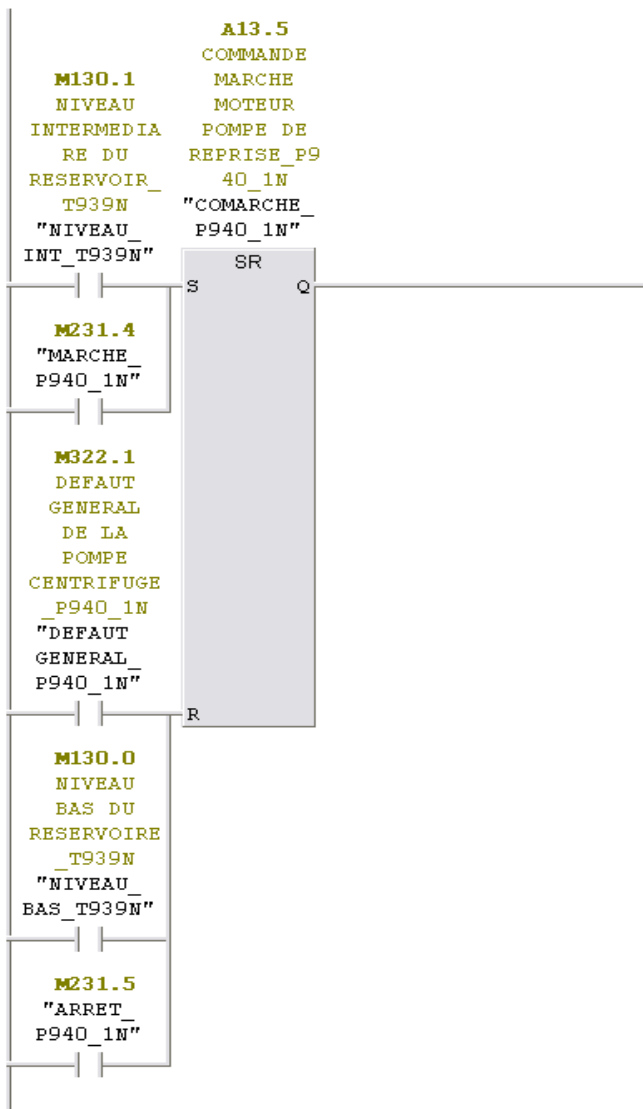
Les réseaux de commande et d'arrêt des autres aérocondenseurs sont programmés de la même manière.

FC6 : Elle contient le programme de la partie en aval de la partie étudiée de l'installation et elle est composée de 17 réseaux. La vapeur condensé est récupérée dans le réservoir T939N, puis la commande de démarrage de la pompe P940_1N la réinjectée dans le réservoir T45216N et elle est réutilisée dans le processus.

Le démarrage de la vanne et de la pompe ne s'effectue pas si le réservoir T939N est au niveau bas (10%). La commande de la pompe P940_1N est donnée par le réseau 8 donnée ci-dessous :

Réseau 8 : COMMANDE MARCHÉ MOTEUR POMPE DE REPRISE_P940_1N

Commentaire :



- ✚ **FC8** : Cette fonction contient 26 réseaux pour le traitement des défauts de chaque moteur.

III.3. Langage Homme-Machine et supervision

III.3.1. Langage Homme-Machine

Le langage homme-machine est la fonction par laquelle un opérateur reçoit l'information sur l'état d'une machine et peut lui transmettre des ordres et des consignes.

Les interfaces qui réalisent ce lien entre l'homme et la machine ont longtemps été limitées aux boutons poussoirs et aux voyants.

Avec le développement des API, de nouvelles interfaces sont apparues permettant d'élargir les possibilités de dialogue. Basées sur des échanges de messages numériques et alphanumériques et sur la représentation de machines ou d'installation par de l'imagerie animée. Elles apportent non seulement une aide significative pour la conduite d'exploitation, mais aussi une aide au diagnostic et de larges possibilités suivi de production et de contrôle de qualité.

❖ Interface de langage

Depuis le simple bouton poussoir jusqu'au superviseur, la fonction «langage homme-machine» dispose d'une vaste panoplie d'interfaces. Elle offre ainsi des solutions parfaitement adaptées quel que soit le niveau de dialogue nécessaire pour une conduite et une surveillance optimale d'équipements de toutes natures.

Dans la gamme d'interface de commande et signalisation tout ou rien, on utilise en principe des :

- Boutons poussoirs et voyants ;
- Balises et colonnes lumineuses ;
- Manipulateurs ;
- Commutateurs à cames.

III.3.2. La supervision

La supervision est une forme évoluée du langage homme-machine dont les possibilités vont bien au-delà de celles des fonctions de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces de dialogue décrites précédemment. Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante :

- Assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de la production, pour lancer et gérer les différents programmes de fabrication ;
- Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant un îlot ou une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt...) et de tâches telles que la synchronisation, le pilotage de marches dégradées... ;
- Assure une gestion qualitative et quantitative de la production, cette tâche nécessite la collecte en temps réel de nombreuses informations, leur archivage et leur traitement immédiat ou différé ;

- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance préventive et curative.

❖ Les avantages de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses avantages principaux sont :

- Surveiller le processus à distance ;
- Détection des défauts ;
- Diagnostic et le traitement des alarmes.

III.4. Etapes de mise en œuvre

III.4.1. Etablissement d'une liaison directe

La première étape c'est de créer une liaison directe entre le WinCC et l'automate. Elle est réalisée dans SIMATIC manager > station SIMATIC HMI > WinCC flexible RT > Communication > Liaison (choisir l'automate et activer la liaison). Ceci dans le but que le WinCC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'API.

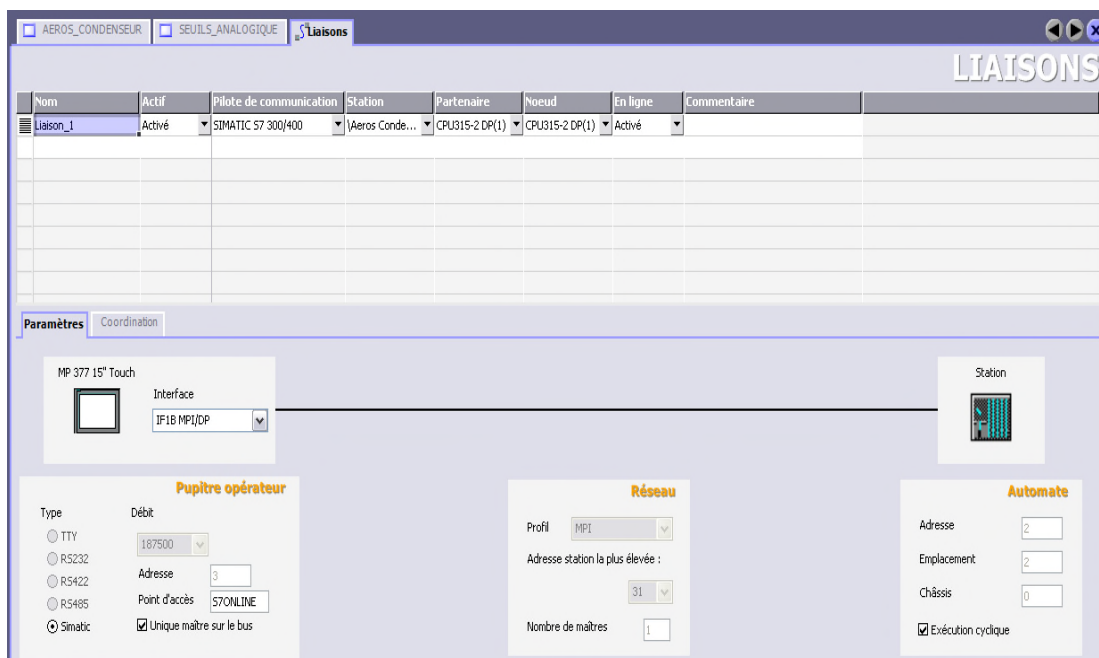


Figure III.11 : Configuration de la liaison pupitre vers l'automate.

III.4.2. Création de la table des variables

Afin de configurer la liaison entre le projet STEP7 et le projet WinCC, il est possible de créer une table de correspondance des données via l'onglet variable.

Chaque ligne de la table est spécifiée par :

- Un nom ;
- Une liaison vers l'automate ;
- Le type ;
- Le cycle d'acquisition.

Nom	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acquisition	Commentaire	Archive de don...
DB1.CONSIGNNE_NIVEAU_T939N	DB 1 DBD 8	1	100 ms		<indéfini>
DB1.CONSIGNNE_PRESSION	DB 1 DBD 24	1	100 ms		<indéfini>
DB1.LSH_T45216N	DB 1 DBX 40.0	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_BAS_T939N	DB 1 DBD 28	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_BAS_T996N	DB 1 DBD 12	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_HAUT_T939N	DB 1 DBD 32	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_HAUT_T996N	DB 1 DBD 16	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_INT_T939N	DB 1 DBD 36	1	100 ms		<indéfini>
DB1.NIVEAU_INT_T996N	DB 1 DBD 20	1	100 ms		<indéfini>
DB10.LMN	DB 10 DBD 72	1	100 ms	manipulated value	<indéfini>
DB2.ACQUITEMENT	DB 2 DBX 1.7	1	100 ms		<indéfini>
DEBITR_T939N	MD 900	1	100 ms		<indéfini>
LHS_T45216	I 11.0	1	100 ms		<indéfini>
LSL_T45216N	I 11.1	1	100 ms	NIVEAU_BAS_T45216N	<indéfini>
MARCHE_E995_01N	M 231.0	1	100 ms		<indéfini>

Figure III.12 : Table des variables du WinCC flexible.

III.4.3. Elaboration de la supervision de l'installation

Le procédé est représenté par deux vues, données par les figures III.13 et III.14 tel que :

- La première vue regroupe la synoptique du processus (voir figure III.13) ;
- La deuxième est faite pour faire varier les seuils des réservoirs (voir figure III.14).

III.5. Conclusion

L'étude théorique dans ce chapitre, nous a mené à situer le rôle de la programmation et la supervision industrielle, qui consiste à surveiller l'état de fonctionnement du procédé pour l'amener et le maintenir à son point de fonctionnement optimal.

La simulation du programme ainsi que la supervision, font l'objet du dernier chapitre.

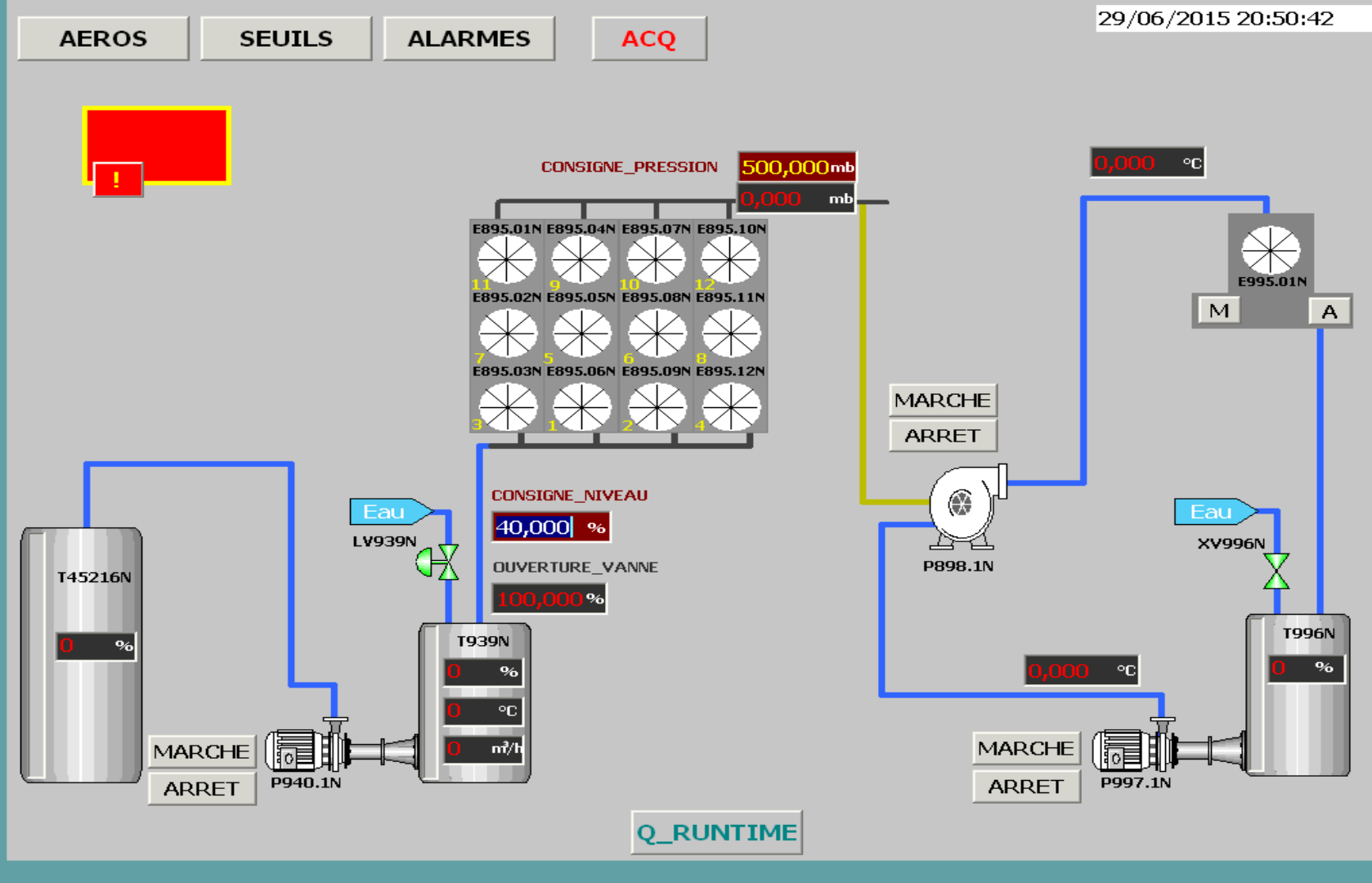


Figure IV.13 : Vue de l'installation.

AEROS SEUILS ALARMES ACQ

09/06/2015 12:04:22



BAC_T996N

NIVEAU_BAS	0,000	%
NIVEAU_INT	0,000	%
NIVEA_HAUT	0,000	%

BAC_T939N

NIVEAU_BAS	0,000	%
NIVEAU_INT	0,000	%
NIVEA_HAUT	0,000	%

Q_RUNTIME

Figure III.14 : Vue des seuils.

Chapitre IV

Validation des résultats par des tests de simulation

IV.1. Introduction

En suivant les étapes décrites dans le chapitre précédent nous avons élaboré le programme qui pilote les aérocondenseurs ainsi que les deux parties en amont et en aval. Le programme tient compte des différents défauts de l'installation. Une représentation graphique du processus est conçue avec WinCC flexible. Une validation du programme par simulation avec l'application PLCSIM et de la supervision par RUNTIME est réalisée.

IV.2. Simulation du programme avec S7-PLCSIM

La simulation du programme est en suivant la procédure qui est illustré dans la figure ci-dessous :

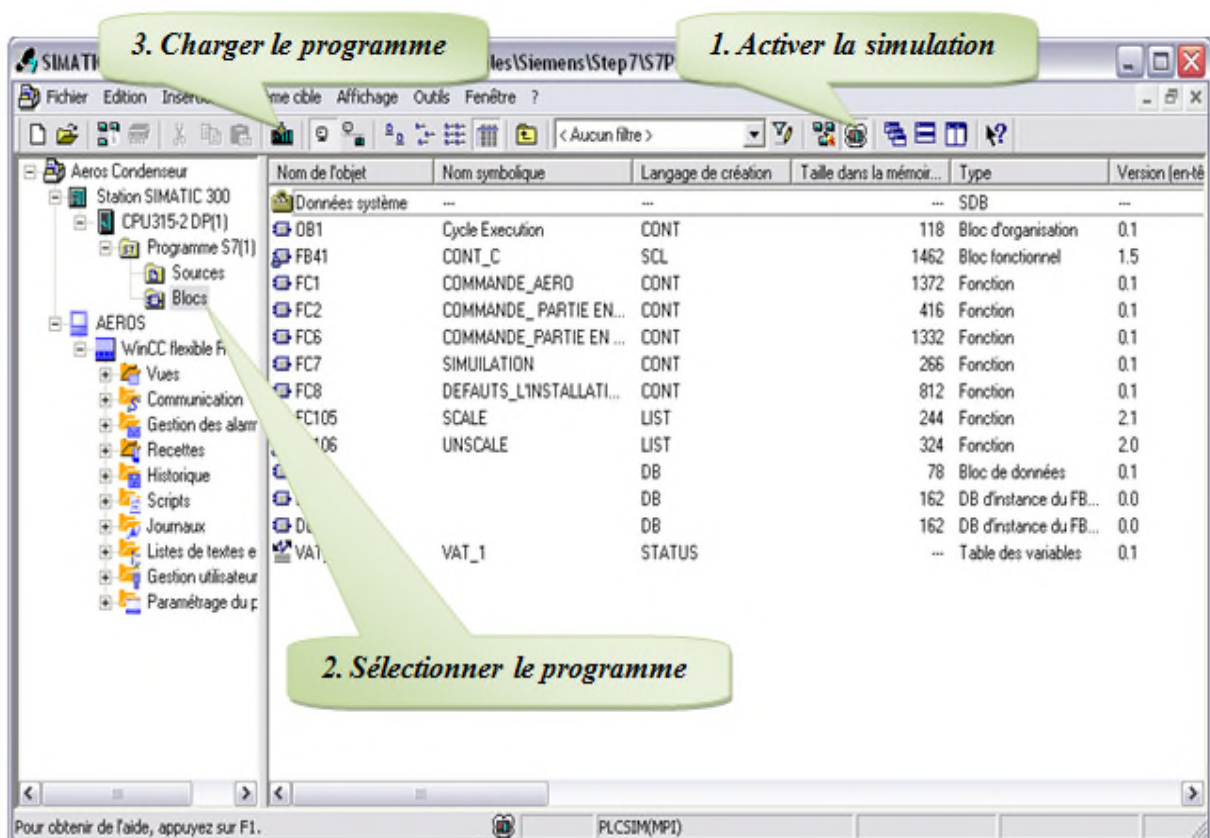
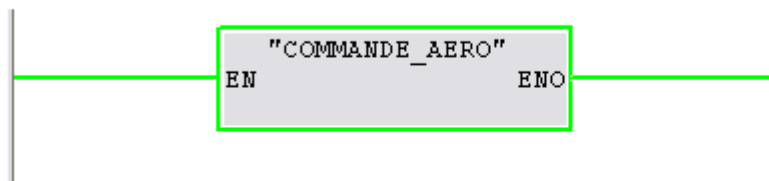


Figure IV.1 : Procédure de la simulation sous SIMATIC Manager.

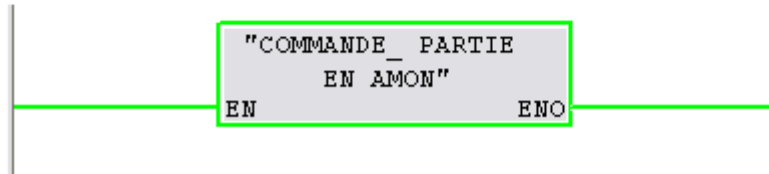
Le bloc OB 1 est le programme principal qui regroupe les instructions de programmation qui vont être exécutés d'une manière cyclique, après avoir appelé toutes les fonctions FC.

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

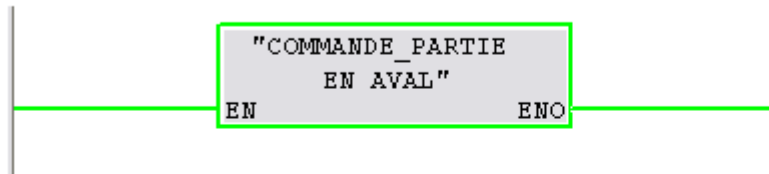
Réseau 1 : FC1: COMMANDE DE DEMARRAGE/ARRET DES AEROCONDENSEURS



Réseau 3 : FC2: COMMANDE DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT DE L'EAU



Réseau 4 : FC6: COMMANDE DE LA RECUPERATION&STOCKAGE DE LA VAPEUR CONDENSER



Réseau 5 : FC8: COMMANDE DES DEFAUTS DES EQUIPEMENTS DE L'INSTALLATION

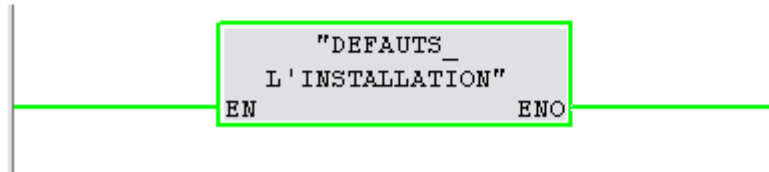



Figure IV.2 : Les réseaux de : l'OB1 et les fonctions FC1, FC2, FC6, FC8.

IV.2.1. Test de la partie en amont des aérocondenseurs

On peut visualiser la simulation (fonctionnement normal) de XV996N, P997_1N, E995_01N et P898_1N qui se trouvent dans la fonction FC2, cette application peut être

visualisée on appuie sur l'icône .

- + Lorsque le niveau d'eau dans le réservoir T996N est bas, on peut visualisation l'ouverture de la vanne XV996N.

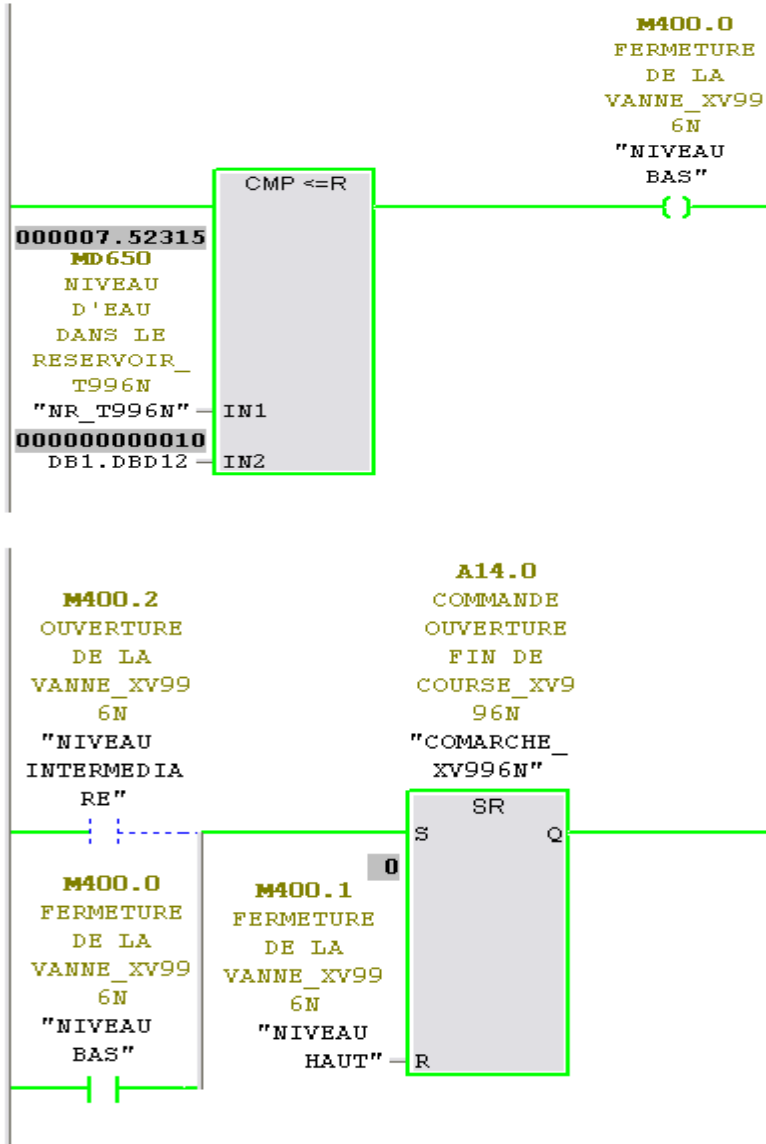


Figure IV. 3 : Réseaux de commande de la vanne XV996N.

On peut voir la vanne XV996N est ouverte on vérifiant son bit (A14.0) qu'il est à 1.

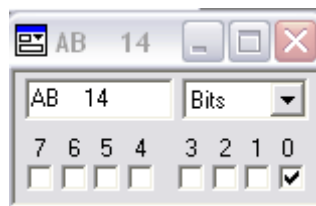


Figure IV.4 : Visualisation du bit d'ouverture de XV996N.

- Une fois que le réservoir T996N atteint le niveau intermédiaire, la pompe P997_1N démarre.

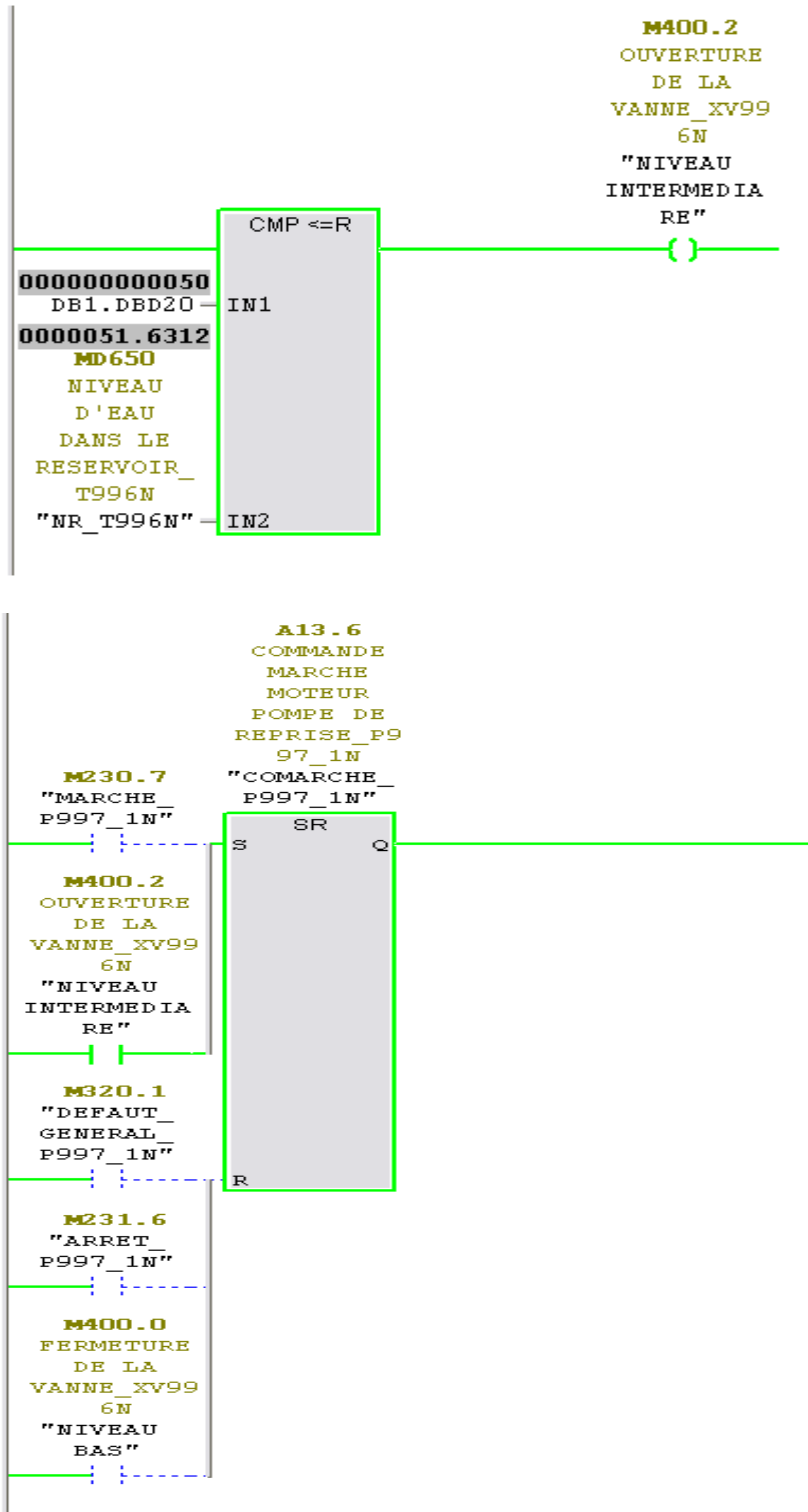


Figure IV.5 : Réseaux de commande de la pompe P997_1N.

✚ L'EVAPCO E995_1N démarre après le démarrage de la pompe centrifuge P997_1N.

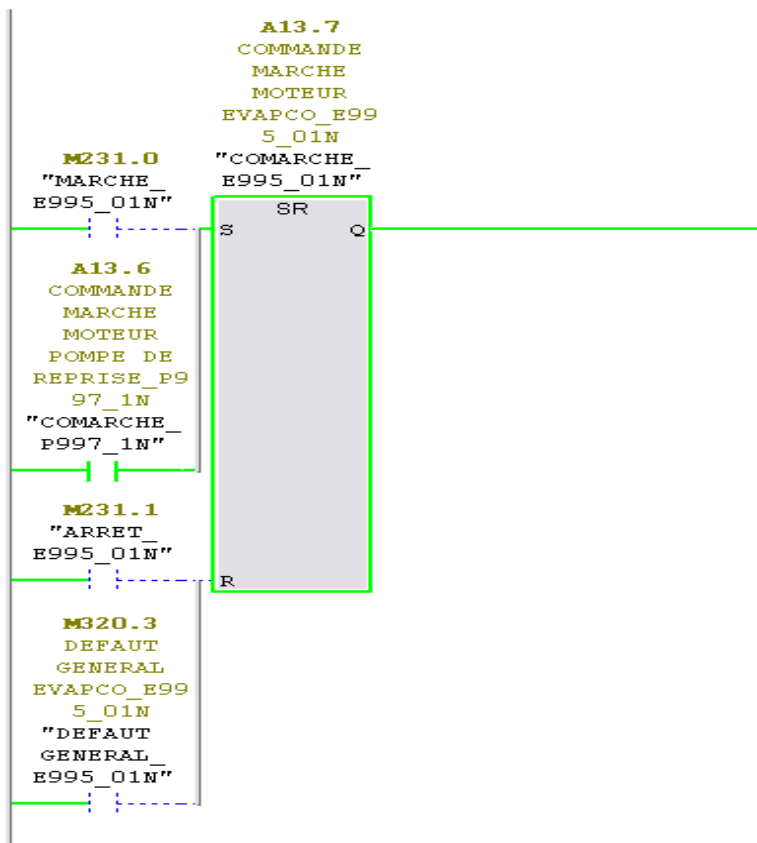


Figure IV.6 : Réseau de commande de l'EVAPCO E995_01N.

✚ L'EVAPCO E995_1N est démarré alors la pompe P898_1N démarre.

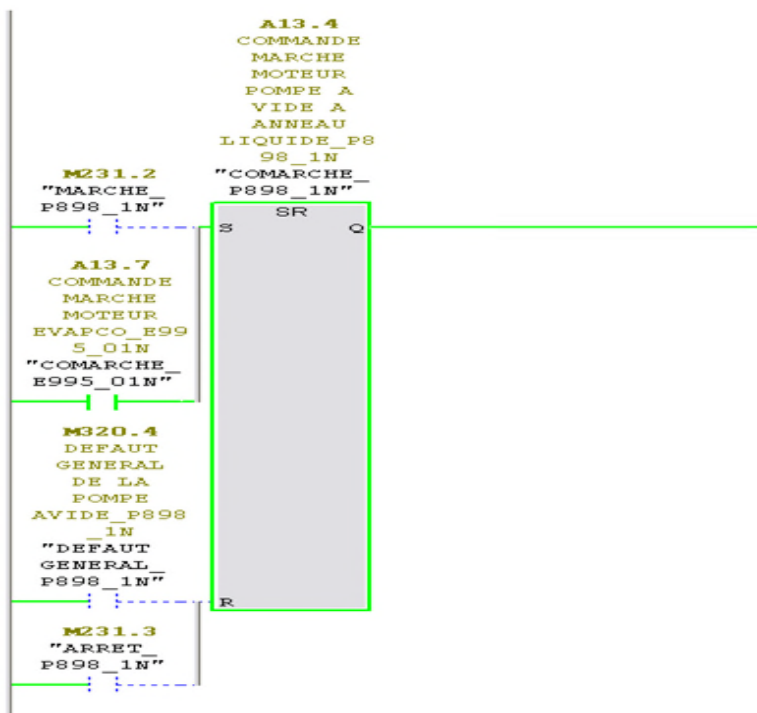
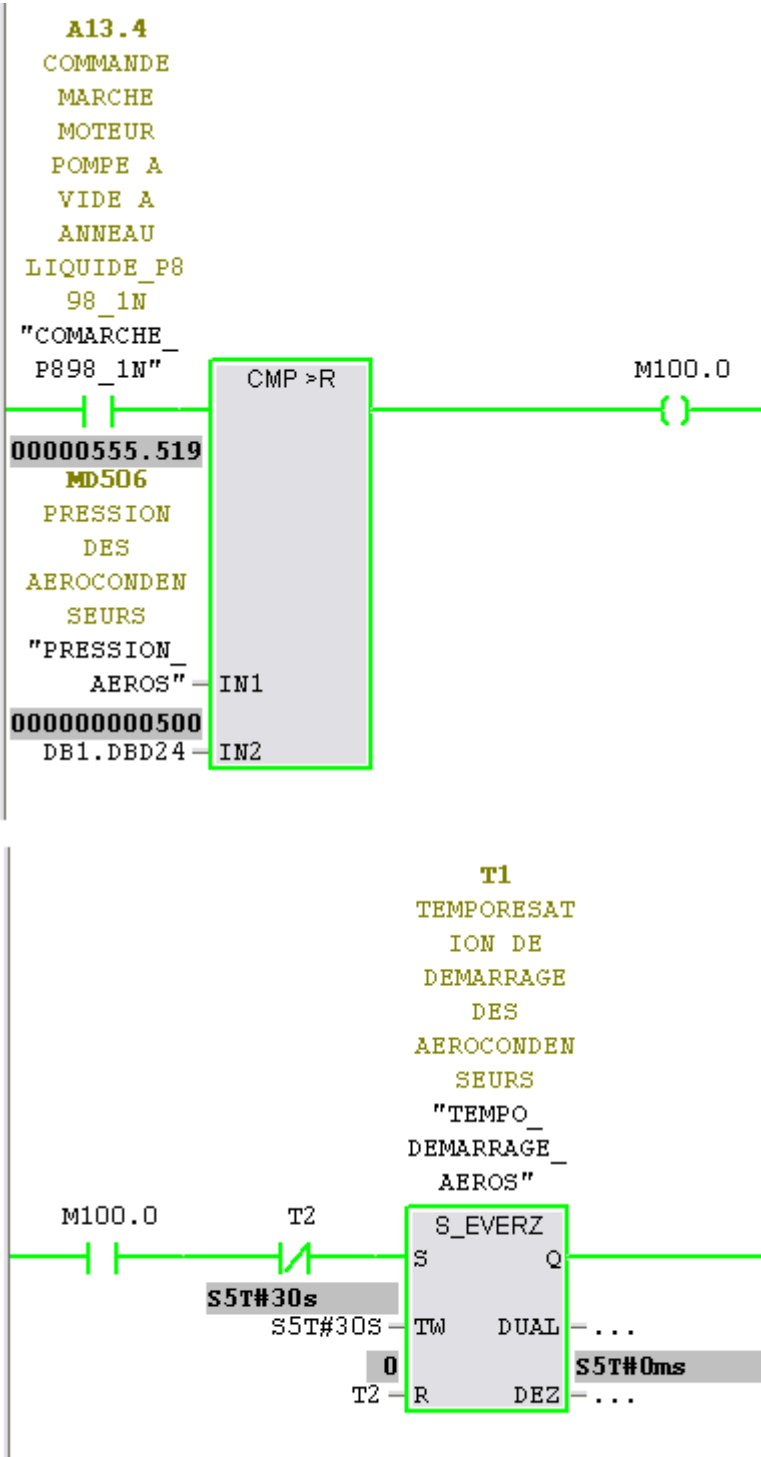


Figure IV.7 : Réseau de commande de la pompe P898_1N.

IV.2.2. Test de la séquence de démarrage des aérocondenseurs

A une pression supérieure à la consigne, l'aérocondenseur démarre à la fin de la temporisation T₁ de 30 secondes, ensuite le compteur Z₁ affiche qu'un aérocondenseur est démarré (fonctionnement normal).



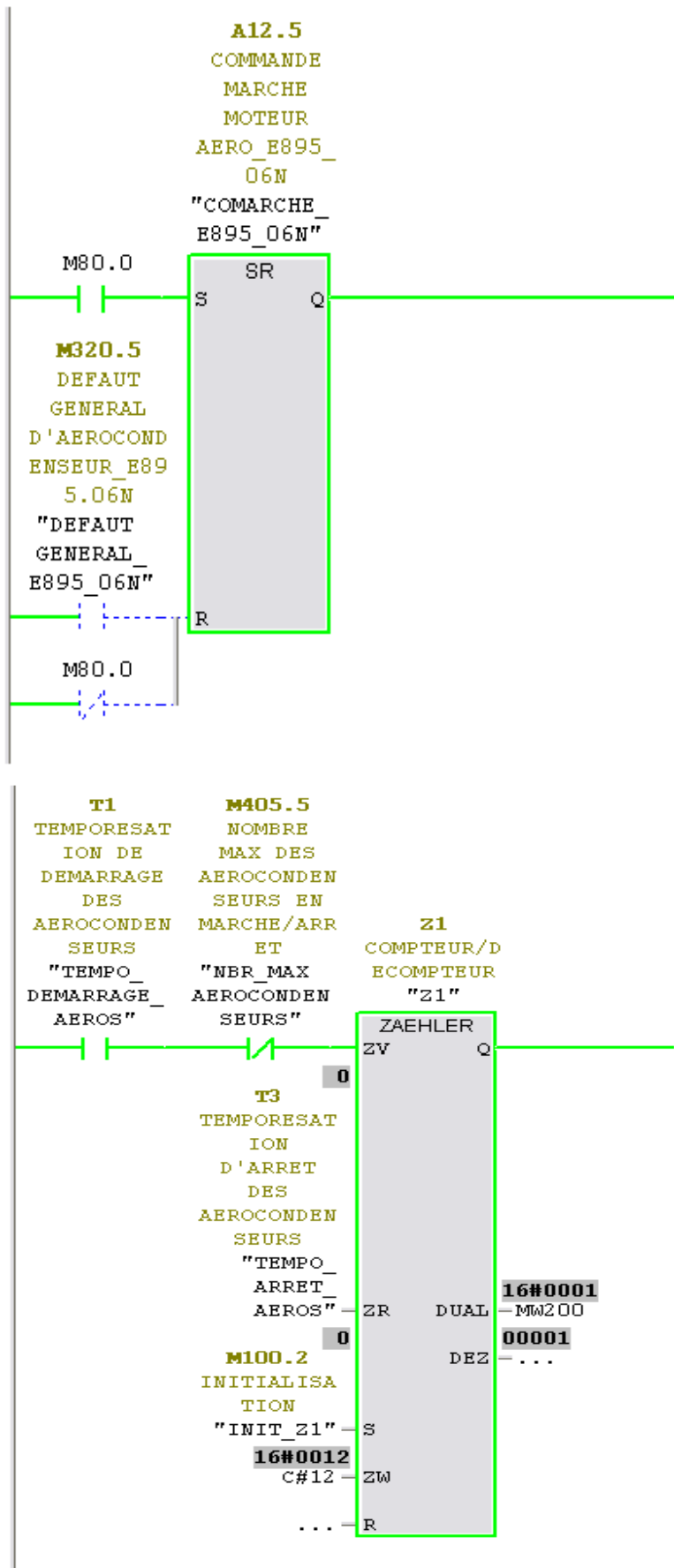


Figure IV.8 : Réseaux de commande de l'aérocondenseur E895_06N.

IV.2.3. Test de la partie en aval des aérocondenseurs

Dés que le réservoir T939N atteint le niveau intermédiaire, la pompe P940_1N démarre (fonctionnement normal).

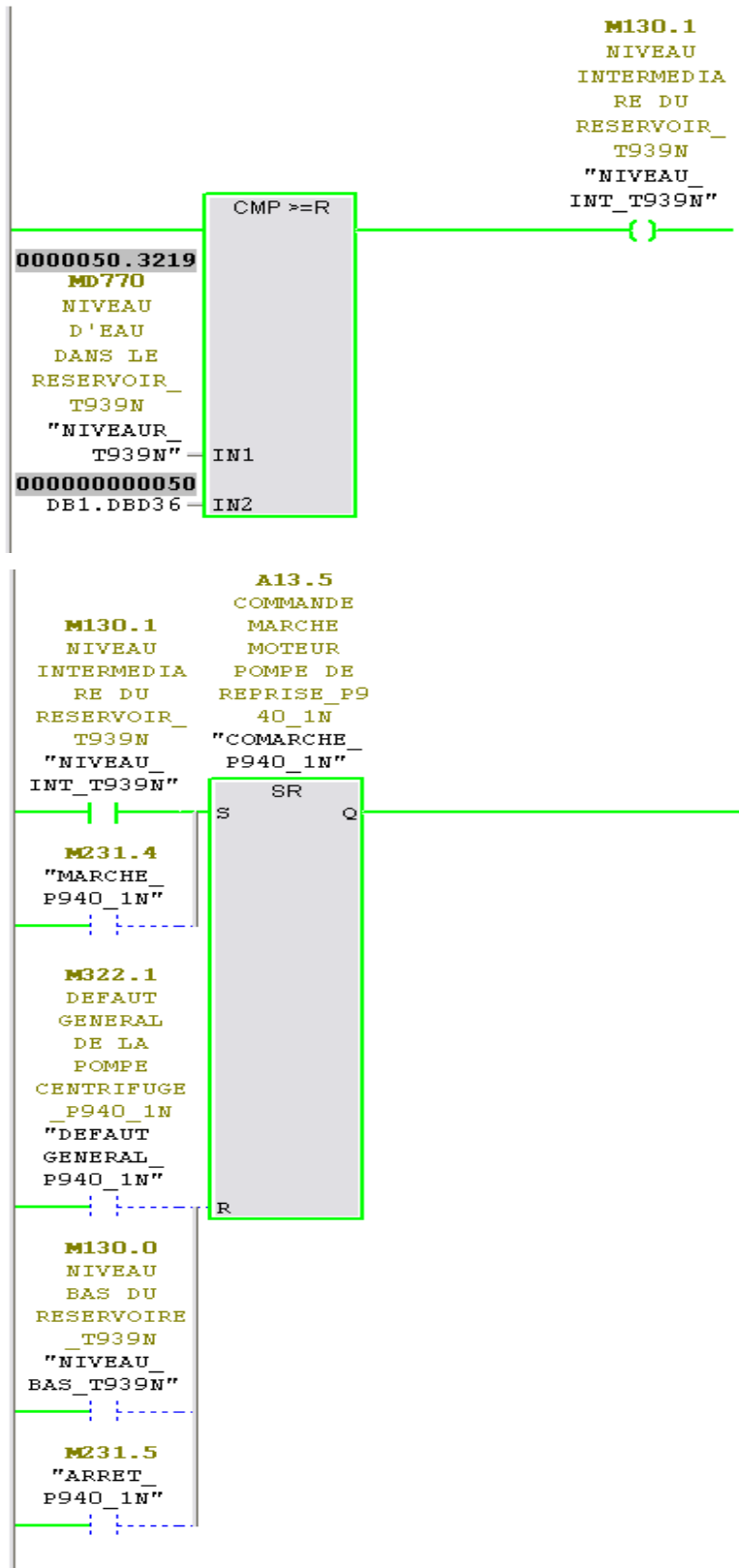


Figure IV.9 : Réseaux de commande de la pompe P940_1N.

Durant la simulation, on peut visualiser le fonctionnement des différents équipements selon la table des variables qui est dressé par la figure ci-dessous :

	Opérande	Mnémonique	Format d'affichage	Valeur d'état	Valeur de forçage
3	A 13.6	"COMARCHE_P997_1N"	BOOLEEN	true	
4	A 13.7	"COMARCHE_E995_01N"	BOOLEEN	true	
5	A 13.4	"COMARCHE_P898_1N"	BOOLEEN	true	
6	A 12.0	"COMARCHE_E895_01N"	BOOLEEN	false	
7	A 12.1	"COMARCHE_E895_02N"	BOOLEEN	false	
8	A 12.2	"COMARCHE_E895_03N"	BOOLEEN	true	
9	A 12.3	"COMARCHE_E895_04N"	BOOLEEN	false	
10	A 12.4	"COMARCHE_E895_05N"	BOOLEEN	true	
11	A 12.5	"COMARCHE_E895_06N"	BOOLEEN	true	
12	A 12.6	"COMARCHE_E895_07N"	BOOLEEN	false	
13	A 12.7	"COMARCHE_E895_08N"	BOOLEEN	false	
14	A 13.0	"COMARCHE_E895_09N"	BOOLEEN	true	
15	A 13.1	"COMARCHE_E895_10N"	BOOLEEN	false	
16	A 13.2	"COMARCHE_E895_11N"	BOOLEEN	false	
17	A 13.3	"COMARCHE_E895_12N"	BOOLEEN	true	
18	A 14.0	"COMARCHE_XV996N"	BOOLEEN	true	
19	MD 650	"NR_T996N"	VIRGULE_FLOTTANTE	58.818	
20	A 13.5	"COMARCHE_P940_1N"	BOOLEEN	true	
21	MD 770	"NIVEAU_T939N"	VIRGULE_FLOTTANTE	77.77055	
22	M 235.0	"VANNE_REGU_OUVERTE"	BOOLEEN	true	
23	MD 506	"PRESSION_AEROS"	VIRGULE_FLOTTANTE	13.057	
24					

Figure IV.10 : Visualisation de l'état des équipements dans la table des variables.

IV.3. Simulation de la supervision avec RUNTIME

IV.3.1. Test dans le fonctionnement normal

La simulation de la supervision de l'installation est présentée dans la figure IV.11. Tandis que, la variation des niveaux des réservoirs est réalisée selon la figure IV.12.

IV.3.2. Test dans le cas d'apparition des défauts

La figure IV.13 montre la vue de l'installation en cas d'apparition de défaut. Ainsi, la vue des alarmes est présentée dans la figure IV.14.

IV.4. Conclusion

Ce chapitre, nous a permis de constater que la programmation d'un processus ne requiert pas une programmation particulière du fait que l'API S7-300 utilisé peut gérer le système de condensation de vapeur.

On a testé le programme et la supervision par simulation, en utilisant les logiciels S7-PLCSIM et RUNTIME afin de corriger d'éventuelles erreurs commises et d'apporter les modifications appropriées.

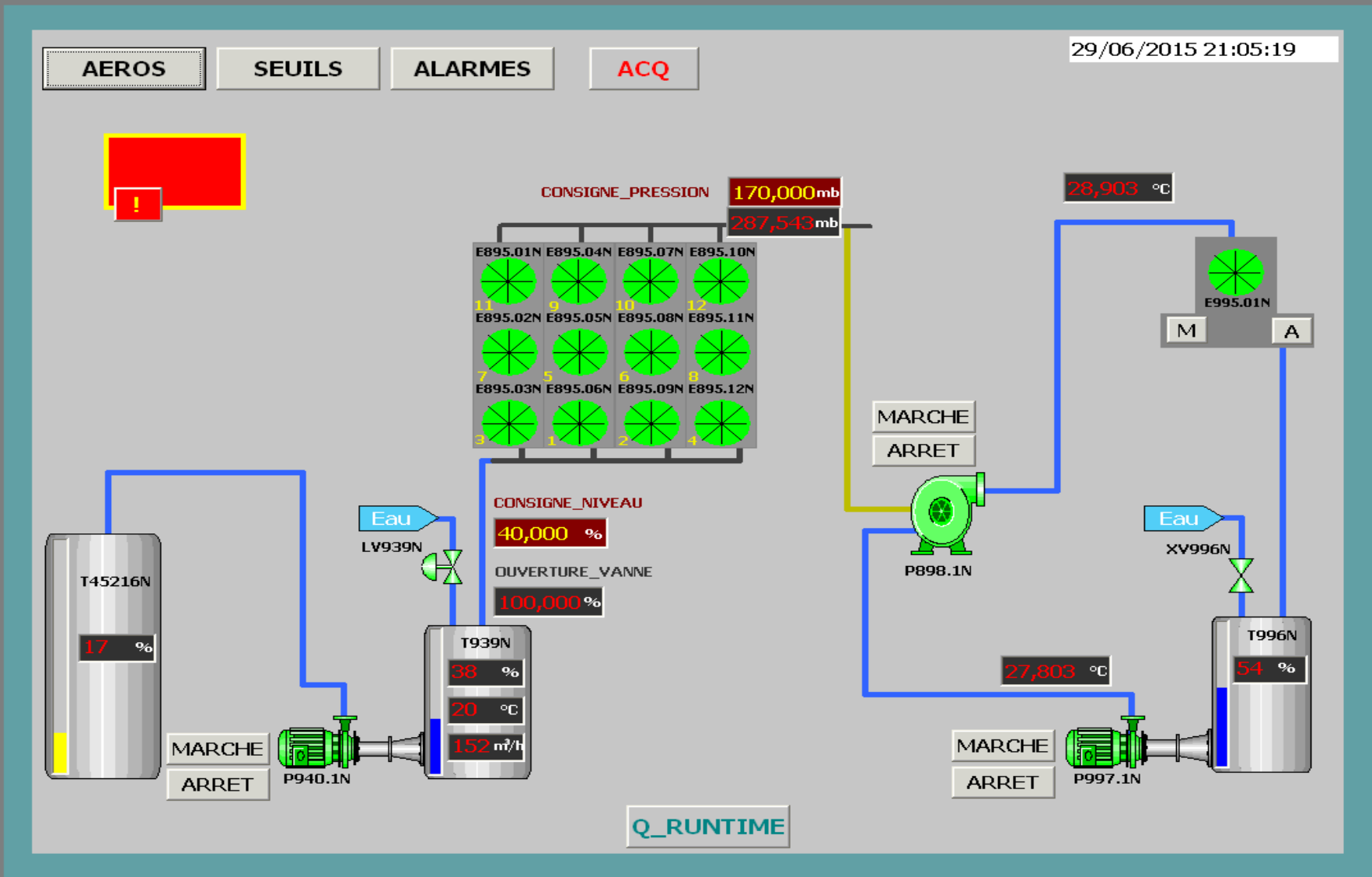


Figure IV.11 : Vue de l'installation dans le cas du fonctionnement normal.

AEROS SEUILS ALARMES ACQ

09/06/2015 11:58:38



BAC_T996N

NIVEAU_BAS	10,000 %
NIVEAU_INT	50,000 %
NIVEA_HAUT	100,000 %

BAC_T939N

NIVEAU_BAS	10,000 %
NIVEAU_INT	50,000 %
NIVEA_HAUT	100,000 %

Q_RUNTIME

Figure IV.12 : Vue des seuils en mode simulation.

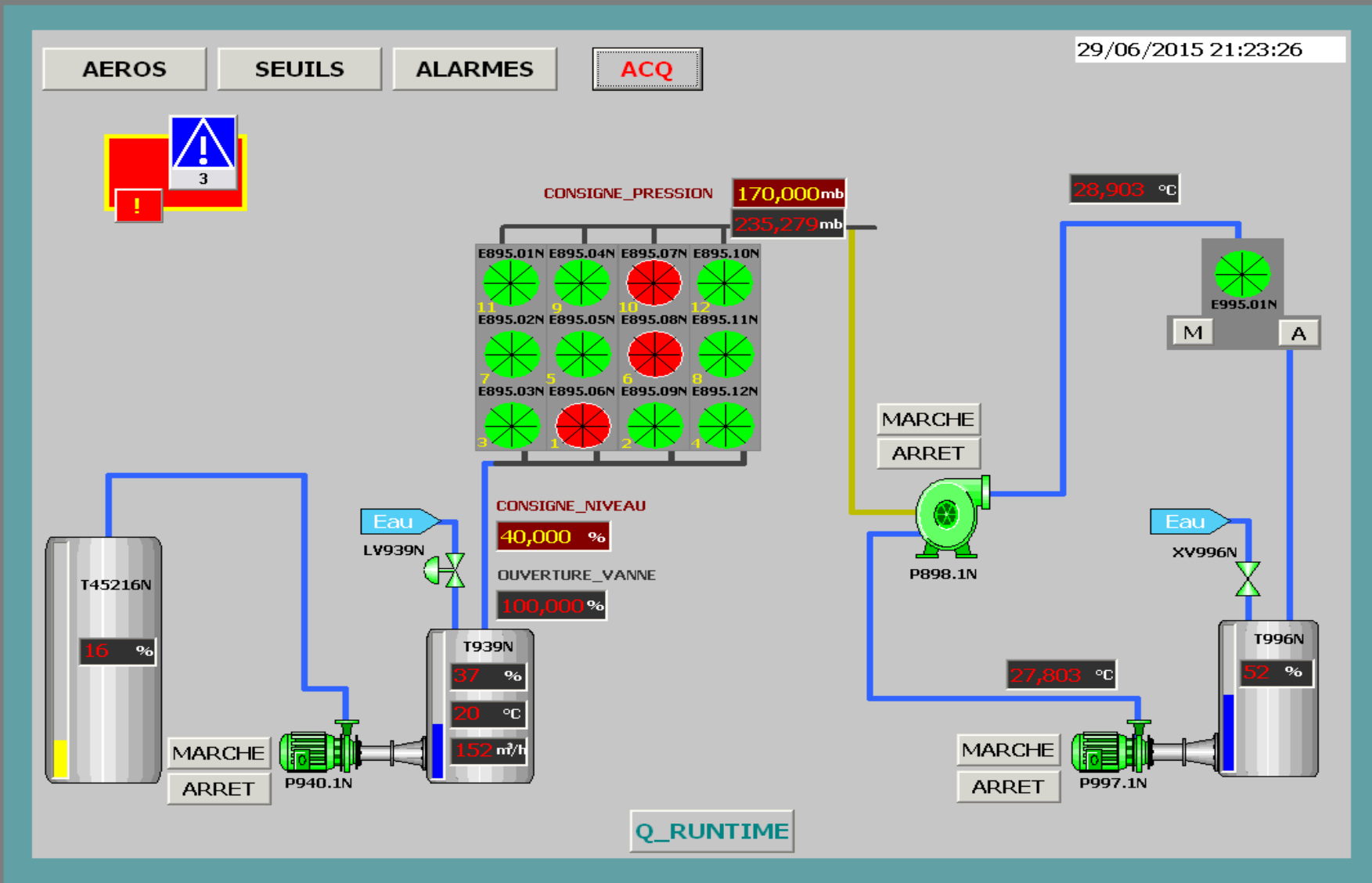


Figure IV.13 : Vue de l'installation dans le cas d'apparition des défauts.

AEROS

SEUILS

ALARMES

ACQ

09/06/2015 12:44:44



N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR	
!	3	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.03N	0
!	1	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.06N	0
!	8	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.04N	0
!	7	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.02N	0
!	12	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE RETOURMARCHE_E995.01N	0
!	2	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.09N	0
!	16	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.11N	0
!	9	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.07N	0
!	5	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.05N	0
!	15	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE RETOURMARCHE_P898.1N	0
!	14	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE RETOURMARCHE_P940.1N	0
!	13	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE RETOURMARCHE_P997.1N	0
!	10	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.01N	0
!	6	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.08N	0
!	4	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.12N	0
!	11	12:44:25	09/06/2015	A	DEFAULT DISJONCTION THERMIQUE VIBRATION RETOURMARCHE_E895.10N	0

BACK

Q_RUNTIME

Figure IV.14 : Vue des alarmes.

Conclusion Générale

A l'heure actuelle l'automatisation joue un rôle dans l'obtention des méthodes de travail évoluées et offre des solutions de contrôle et de communication universelle, sécurisée et peu coûteuses.

Nous avons met au point un programme de commande et de supervision automatique d'une installation de condensation de vapeur.

Nous avons étudié le fonctionnement du processus et identifié les différents équipements de l'installation. Nous avons élaboré les GRAFCET de fonctionnement des différents dispositifs qui permettent à l'opérateur, en cas de besoin, de vérifier l'état de fonctionnement des équipements et la cohérence du processus.

Ce travail est réalisé au sein de l'entreprise CEVITAL dans le cadre de notre projet de fin de cycle. La programmation de la commande du processus est effectuée à l'aide du logiciel STEP7 version 5.5 pour la famille S7 300 avec la CPU 315-2 DP. La vérification du programme et la simulation à été élaborée avec le simulateur du logiciel S7-PLCSIM, tandis que, la supervision est faite sous WinCC flexible et sa simulation avec le RUNTIME.

L'expérience pratique que nous avons menée dans l'application de la programmation et la supervision avec les logiciels utilisés, nous a offert l'occasion de nous initier à cet outil et d'acquérir des connaissances utiles, à travers lesquelles nous avons pu réaliser le test et la simulation de l'installation de condensation de vapeur.

En fin, nous espérons que notre travail puisse servir comme support pour des solutions d'automatisation en particulier pour les installations de condensation de vapeur et comme document pour l'apprentissage de la programmation avec STEP 7.

En perspective, un travail d'optimisation du programme peut apporté plus de performance à la commande.