

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES**



**Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie**

**Mémoire de Fin d'Etudes**  
**En vue de l'obtention du diplôme :**

**MASTER**

Présenté par

**Lellouche Noureddine**

Et

**Ladghame chicouche oussama**

Filière : hydrocarbures

Spécialité : automatisation des procédés industriels : commande automatique

**Thème**

**Automatisation de la nouvelle unité de production d'azote au sein du complexe  
GL3/Z**

**Devant le jury :**

BOUMEDINE MOHAMED SAID

AGUIB SALAH

YOUSSEF TEWFIK

Pr

MCA

MCB

UMBB

UMBB

UMBB

Encadrant

Président

Examineur

Année Universitaire : 2023/2024

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail à :

A mes chers Parents,

A ma sœur, mes frères,

A mon beau père et sa famille

Surtout A Mes chers parents qui m'ont beaucoup aidé et qui se sont sacrifiés pour mon bien et pour ma réussite et qui m'ont encouragé et soutenu le long de ma vie et durant mon cursus.

A toute ma grande famille et ma petite famille,

A tous mes amis sans exception.

Ladghame chicouche oussama

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents qui m'ont beaucoup aidé et qui se sont sacrifiés pour mon bien et pour ma réussite et qui m'ont encouragé et soutenu le long de ma vie et durant mon cursus.

A mes sœurs mon frère

A toute ma famille

A tous mes amis sans exception

Lellouche Noureddine

# Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le puissant DIEU, qui nous avons éclairé le chemin et nous avons aidé de mener à  
Bien ce travail.

Nous tenons à exprimer nos gratitude et nos reconnaissances à nos encadreur Boumediene  
Pour leurs orientations, leurs remarques pertinentes, leurs discussions, leurs lectures attentives, leur soutien moral  
Encouragement tout en long de ce travail. Nous lui adressons notre sincères remerciements les plus distingués  
pour Sa gentillesse et sa simplicité. Il nos donne toujours le bon exemple.  
Notre remerciement va également aux honorables membres du jury qui ont accepté D'examiner et d'évaluer cette  
étude.

Nous tenons aussi les plus vifs remerciements aux responsables et tout le personnel du service  
instrumentation du complexe GL3/Z précisément l'encadreur et l'ingénieur Ali de nous avoir aidés à réaliser ce  
travail.

Nous tenons à exprimer nos gratitude à nos collègues et frères pour leur aide profond  
Et leur révision attentive de notre papier.

Enfin nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin dans les  
moments difficiles à la réalisation de ce travail.

## Résumé

Notre mission consiste à réaliser l'automatisation et la supervision de la nouvelle unité de production d'azote au sein du complexe GL3/Z.

Dans un premier temps, nous entreprenons une étude approfondie du fonctionnement de l'unité en exploitant l'ensemble de la documentation disponible, incluant les diagrammes logiques, les documents de contrôle narratif et les schémas P&ID. Par la suite, nous procéderons à la sélection du matériel nécessaire, notamment l'automate programmable et les modules d'entrées/sorties, avant d'identifier les entrées/sorties requises pour contrôler les séquences de démarrage, d'arrêt et d'urgence. Pour le développement du programme et la conception de l'interface HMI, nous avons opté pour l'utilisation de l'automate programmable industriel Siemens S7 1500. La simulation et la vérification du programme ont été réalisées à l'aide du logiciel TIA Portal.

## ABSTRACT

Our mission is to automate and supervise the new nitrogen production unit within the GL3/Z complex. Initially, we conduct a thorough study of the unit's operation by utilizing all available documentation, including logic diagrams, narrative control documents, and P&ID schematics. Subsequently, we will proceed with the selection of necessary equipment, including the programmable logic controller and input/output modules, before identifying the required inputs/outputs to control startup, shutdown, and emergency sequences. For the development of the program and the design of the HMI interface, we have opted for the use of the Siemens S7 1500 industrial programmable logic controller. Program simulation and verification were conducted using the TIA Portal software

## ملخص:

GL3/Z مهمتنا هي تطوير ورصد وحدة إنتاج النيتروجين الجديدة داخل مجمع في البداية، نقوم بدراسة مبادئ العمل للوحدة من خلال استخدام جميع الوثائق المتاحة، بما في ذلك الرسوم البيانية المنطقية والوثائق بعد ذلك، سنقوم بتحديد المعدات اللازمة، بما في ذلك المتحكم المنطقي القابل للبرمجة ووحدات الإدخال/الإخراج، قبل تحديد المدخل/المخرج المطلوبة للتحكم في تسلسلات التشغيل والإيقاف والطوارئ.

Siemens S7 1500، اخترنا استخدام المتحكم المنطقي القابل للبرمجة الصناعي HMI بالنسبة لتطوير البرنامج وتصميم واجهة TIA Portal تمّت المحاكاة والتحقق من البرنامج باستخدام برنامج

**Mots Clés :** Unité d'azote, Siemens s7 1500, TIA Portal, HMI.

# Table des Matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

## Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	<b>12</b>
<b>Avant-propos : Présentation du complexe GL3/Z</b> .....	<b>2</b>
1 Mission du complexe GL3/Z.....	3
2 Situation géographique du complexe GL3/Z.....	3
3 Fiche technique du complexe.....	3
4 Disposition de l'Usine.....	4
5 Organigramme générale du complexe .....	5
<b>Chapitre 1 : Description des unités et des installations de contrôle</b> .....	<b>6</b>
1.1 . Description Générale des Unités et des Installations .....	7
1.3 Description du procédé de liquéfaction .....	10
1.4 Description des systèmes de contrôle.....	11
<b>Chapitre 2 : Description de l'unité d'azote</b> .....	<b>15</b>
2.1 Utilité et importance du gaz inerte (l'azote) .....	16
2.2 Consommation et cout d'azote utilisé par le complexe GL3/Z .....	16
2.3 Différents procédés de production d'azote .....	16
2.4 Description du procédé de production d'azote (PSA).....	17
2.5 Spécifications techniques de la nouvelle unité .....	17
2.6 Les équipements comportant chaque ligne de production .....	18
<b>Chapitre 3 : Matériels et logiciels utilisés</b> .....	<b>37</b>
3.1 Définition et historique des automates programmables .....	38
3.2 Présentation de l'automate S7-1500 .....	38
3.3 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL .....	50
3.4 Introduction à la supervision .....	51
3.5 Présentation du logiciel de supervision WINCC.....	51
<b>Chapitre 4 : Programmation séquentielle du déroulement des étapes process et conception de l'interface de supervision</b> .....	<b>54</b>
4.1 Le travail requis .....	55
4.2 Systèmes de Contrôle de l'unité .....	55
4.3 Description des différentes séquences .....	55
4.4 Programmation des séquences.....	60
4.5 Description des différents blocs (FC).....	66
4.6 Conception de l'interface de supervision avec WinCC.....	95
4.7 Description des différents écrans de supervision .....	95
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>111</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>112</b>
<b>Annexe A : Schéma P&amp;ID du sécheur d'air</b> .....	<b>113</b>
<b>Annexe B : communication entre l'unité d'azote et leDCS du complexe</b> .....	<b>114</b>

## Liste des abréviations

**GPL** : Gaz de pétrole liquéfié

**GNL** : Gaz naturel liquéfié

**AMDEA** : Méthyl D'éthanol Amine active

**PR** : Propane Réfrigérant

**MR** : Mixed Refrigerant

**CIR** : Central Instrument Room

**FIR** : Field Instrument Room

**CCR** : Central Control Room

**CER** : Central Engineering Roo

**DCS** : Distributed ControlSystem

**ESD** : Emergency Shut-down

**EPKS** : Experian Process Knowledge System

**PSA** : Pressure swing Adsorption

**CMS** : Carbon Molecular Sieve

**MCHE** : Main Cryogenic Heat Exchanger

**PIMS** : Plant Information Management System **LIMS**

: Laboratory Information Management System **APC** :

Advanced Process Control

**AMADAS** : Analyser Management and Data Acquisition System

**HVAC** : Heat and Ventilation Conditioning System **IMMS**

: Instruments Maintenance Management System **MMS** :

Machinery Monitoring System

**CPMS** : Condition and Performance Monitoring System **ENMCS**

: Electrical Network Monitoring and Control System **CCTV** :

Closed Circuit Television System

**CTMS** : Custody Transfer Metering System

**TMS** : Tank Management System

**JMS** : Jetty Monitoring System

**ASC** : Antisurge Control

## Liste des tableaux

Tableau 2- 1 : Spécifications techniques de l'unité d'azote.....	18
Tableau 2- 2: Spécifications techniques de l'unité d'azote.....	19
Tableau 2- 3 : caractéristiques techniques du compresseur à vis.....	20
Tableau 2- 4 : caractéristiques techniques du refroidisseur d'eau.....	22
Tableau 2- 5 : caractéristiques techniques du sécheur d'air.....	25
Tableau 2- 6 : caractéristiques techniques du générateur d'azote.....	33
Tableau 2- 7 : caractéristiques techniques du ballon d'air comprimé.....	34
Tableau 2- 8 : caractéristiques techniques du ballon d'azote.....	35
Tableau 4- 1: Liste des entrées /sorties.....	62



## Liste des figure

Figure 1 : Position du site GL3/Z .....	3
Figure 2 : Vue générale du complexe GL3/Z.....	4
Figure 3 : Organigramme générale du complexe GL3/Z.....	5
Figure 1- 1 : Schéma fonctionnel de l'usine .....	7
Figure 1- 2 : procédé de liquéfaction APCI .....	11
Figure 2- 1 : Unité de production d'azote.....	17
Figure 2- 2 : compresseur BOGE SO-430 .....	21
Figure 2- 3 : Refroidisseur MTA ARIES .....	23
Figure 2- 4 : schéma du principe de fonctionnement du refroidisseur.....	23
Figure 2- 5 : Séparateur cyclonique BOGE FW 600 FS .....	24
Figure 2- 6 : filtres F 1500FM et F 1500FP .....	25
Figure 2- 7 : Sécheur BOGE DAV 875 .....	26
Figure 2- 8 : Schéma de processus de séchage.....	27
Figure 2- 9 : sécheur en mode adsorption .....	28
Figure 2- 10 : sécheur en mode commutation-adsorption .....	29
Figure 2- 11 : sécheur en phase d'expansion .....	29
Figure 2- 12 : sécheur en phase de chauffage .....	30
Figure 2- 13 : sécheur en phase de refroidissement .....	31
Figure 2- 14 : sécheur en phase de montée en pression.....	31
Figure 2- 15 : sécheur en mode de veille .....	32
Figure 2- 16 : description d'un générateur d'azote.....	33
Figure 3- 1 : vue de face de la CPU avec volet frontal fermé.....	39
Figure 3- 2 : vue de face de la CPU sas volet frontal .....	40
Figure 3- 3 : vue arrière de la CPU .....	41
Figure 3- 4 : signification signalisation des LED de signalisation .....	43
Figure 3- 5 : schéma de brochage des entrées .....	44
Figure 3- 6 : schéma de brochage des sorties.....	45
Figure 3- 7 : Schéma de brochage pour la mesure de tension .....	46
Figure 3- 8 : Schéma brochage pour la mesure de courant.....	47
Figure 3- 9 : Schéma brochage pour la mesure de courant.....	48
Figure 3- 10 : Vue du module d'alimentation externe PM 70 W 120/230 V AC.....	49
Figure 3- 11 : Vue du portail .....	50
Figure 3- 12 : Vue du projet .....	51
Figure 3- 13 : La vue de WinCC.....	52
Figure 4- 1 : Création du projet .....	63
Figure 4- 2 : choix de la CPU .....	64
Figure 4- 3 : ajout des modules entrées/sorties .....	65
Figure 4- 4 : organisation du programme.....	66
Figure 4- 5 : mise à l'échelle des entrées analogiques .....	70
Figure 4- 6 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur A .....	71
Figure 4- 7 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur B.....	72
Figure 4- 8 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur C.....	73
Figure 4- 9 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur D .....	74
Figure 4- 10 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur E.....	75
Figure 4- 11 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur A .....	76
Figure 4- 12 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur B.....	77
Figure 4- 13 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur C.....	78
Figure 4- 14 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur D .....	79
Figure 4- 15 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur E.....	80
Figure 4- 16 : séquence de démarrage du sécheur ligne A .....	81
Figure 4- 17 : séquence de démarrage du sécheur ligne B .....	81

Figure 4- 18 : étape d'adsorption du sécheur ligne A(A1) .....	82
Figure 4- 19 : étape d'adsorption du sécheur ligne A(A2) .....	82
Figure 4- 20 : étape d'expansion du sécheur ligne A(A1) .....	82
Figure 4- 21 : étape d'expansion du sécheur ligne A(A2) .....	83
Figure 4- 22 : étape d'échauffement du sécheur ligne A(A1) .....	83
Figure 4- 23 : étape d'échauffement du sécheur ligne A(A2) .....	83
Figure 4- 24 : étape de refroidissement du sécheur ligne A(A1) .....	84
Figure 4- 25 : étape de refroidissement du sécheur ligne A(A2) .....	84
Figure 4- 26 : étape de mise sous pression du sécheur ligne A(A1) .....	84
Figure 4- 27 : étape de mise sous pression du sécheur ligne A(A2) .....	85
Figure 4- 28 : étape de stand-by du sécheur ligne A(A1) .....	85
Figure 4- 29 : étape de stand-by du sécheur ligne A(A2) .....	85
Figure 4- 30 : séquence du générateur d'azote étape 1 .....	86
Figure 4- 31 : séquence du générateur d'azote étape 2 .....	87
Figure 4- 32 : séquence du générateur d'azote étape 3 .....	88
Figure 4- 33 : séquence du générateur d'azote étape 4 .....	89
Figure 4- 34 : séquence du générateur d'azote étape 5 .....	90
Figure 4- 35 : séquence du générateur d'azote étape 6 .....	91
Figure 4- 36 : contrôle des vannes vers atmosphère .....	92
Figure 4- 37 : contrôle des vannes vers le réseau d'azote .....	92
Figure 4- 38 : appel des blocs FC dans OB1 .....	94
Figure 4- 39 : configuration de la liaison API-HMI .....	95
Figure 4- 40 : synoptique de la vue générale .....	96
Figure 4- 41 : vue étape adsorption-expansion .....	97
Figure 4- 42 : vue étape adsorption-échauffement .....	97
Figure 4- 43 : vue étape adsorption-refroidissement .....	98
Figure 4- 44 : vue étape adsorption-mise sous pression .....	98
Figure 4- 45 : vue étape adsorption-stand-by .....	99
Figure 4- 46 : Vue générateurs d'azote .....	99
Figure 4- 47 : Vue connexion de l'unité d'azote vers le réseau d'azote .....	100
Figure 4- 48 : faceplate de refroidissement .....	100
Figure 4- 49 : Vue des alarmes .....	101

## *Liste des annexes*

Annexe A : Schéma P&ID du sécheur d'air

Annexe B : Communication entre l'unité d'azote et le DCS du complexe

### Introduction générale

L'azote gazeux est l'un des éléments les plus abondants dans l'atmosphère terrestre, représentant environ 78% de l'air que nous respirons. Chimiquement désigné sous le symbole N<sub>2</sub>, l'azote gazeux est un composé diatomique constitué de deux atomes d'azote liés par une liaison triple. Cette structure moléculaire confère à l'azote des propriétés uniques, notamment sa stabilité chimique et son inertie à température ambiante. L'azote gazeux trouve une large gamme d'applications dans divers secteurs industriels, Dans l'industrie alimentaire, il est utilisé pour préserver la fraîcheur des produits alimentaires. Dans le domaine médical, il est utilisé pour la cryoconservation des échantillons biologiques. De plus, l'azote gazeux est essentiel dans l'industrie électronique pour purger les systèmes et prévenir l'oxydation des composants sensibles,

A la base de notre récent stage dans le complexe GL3/Z, nous en discuterons davantage, de l'importance et de l'utilisation de l'azote gazeux dans les installations pétrolières et gazières. L'azote, un gaz inerte, est d'une grande importance pour les installations pétrolières en général sont : Inertage et purge, Pressurisation, Nettoyage et séchage, Transport et stockage, Soutien de pression dans l'extraction... Donc totalement la présence du gaz Azote dans ces installations est essentielle pour assurer la production. Notre stage était dans le complexe GL3/Z – Sonatrach et ce complexe dépendait de l'approvisionnement en azote assuré par la société COGIZ, ce qui présente un risque stratégique car toute interruption de cet approvisionnement pourrait entraîner un arrêt de la production. Afin de diminuer cette dépendance, le complexe GL3/Z a pris l'initiative de construire sa propre unité de production d'azote afin de satisfaire ses besoins internes. Cette nouvelle installation est dotée d'une variété de dispositifs régulés par un système automatisé qui gère les processus de démarrage, d'arrêt et d'intervention d'urgence conformément à des protocoles prédéfinis. Notre objectif est de mettre en place la programmation requise pour ces séquences opérationnelles, tout en concevant une interface graphique permettant une supervision et un contrôle efficaces de l'unité de production d'azote.

Ce mémoire sera divisé en quatre chapitres :

Chapitre 1 : description des unités et des installations de contrôle

Chapitre 2 : description de l'unité d'azote

Chapitre 3 : matériels et logiciels utilisés

Chapitre 4 : programmation des séquences et conception de l'interface graphique

## **Avant-propos : Présentation du complexe GL3/Z**

### **Introduction**

Dans cette partie nous allons donner une présentation sur le complexe GL3/Z d'une façon globale où tu nous donnes un aperçu de la structure du complexe.

Cette partie fournira une compréhension approfondie sur le complexe GL3/Z, à travers les titres suivants :

- 1- Mission du complexe GL3/Z
- 2- Situation géographique du complexe GL3/Z
- 3- Fiche technique du complexe
- 4- Disposition de l'Usine
- 5- Organigramme générale du complexe

## 1 Mission du complexe GL3/Z

Le Projet GL3/Z s'inscrit dans le cadre d'une série de projets gaziers intégrés d'ampleur considérable, initiés par SONATRACH en Algérie. Cette série de projets incarne une vision stratégique ambitieuse visant à exploiter pleinement les vastes ressources gazières du pays, Fondamentalement, la mission du complexe GL3/Z réside dans la production, le stockage et la distribution efficace des ressources gazières et pétrolières, répondant ainsi aux besoins nationaux tout en contribuant à la stabilité économique régionale.

## 2 Situation géographique du complexe GL3/Z

Le site se situe le long de la côte Méditerranéenne à Bethioua, à l'est d'Arzew, dans la zone du port Industriel de Arzew El Djedid. Il s'étend sur une superficie de 54,6 ha. À l'est du site se trouve l'usine de GPL déjà existante GP1Z (ou Jumbo GPL). À l'ouest du site, l'installation de dessalement (Kahrama) et l'usine de GNL GL2Z. comme montre la figure 1-1 :

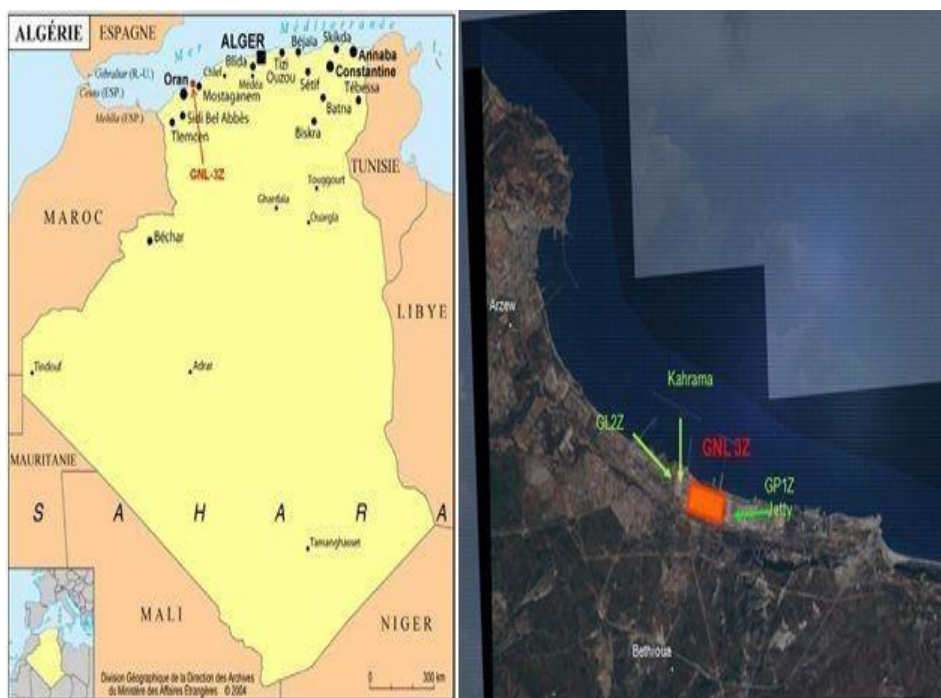


Figure 1 : Position du site GL3/Z

## 3 Fiche technique du complexe

La nouvelle usine de GNL comprendra un train de GNL pour :

- Traitement du gaz d'entrée
- Fractionnement
- Liquéfaction du méthane
- Toutes les infrastructures nécessaires : Utilités, Stockages, Jetée pour

Avant-propos :  
chargements des navires, etc...

Présentation du complexe GL3/Z

La nouvelle usine GL3Z, permettra de produire les produits suivants :

- 4,7 millions de tonnes / an de GNL exporté vers les marchés internationaux
- Éthane pour la consommation interne (réintégration au réfrigérant mixte et injection dans le gaz combustible) et pour l'exportation
- Propane et Butane (GPL) pour l'exportation
- Gazoline pour l'exportation
- Gaz riche en Hélium
- Le GNL sera stocké dans deux réservoirs de rétention totale, chacun ayant une capacité de 160 000 m<sup>3</sup>
- Les produits du GPL seront stockés dans des réservoirs de rétention totale et séparés, d'une capacité de : 56 000 m<sup>3</sup> pour le propane et 12 000 m<sup>3</sup> pour le butane
- La gazoline produite sera stabilisée et stockée dans une sphère d'une capacité de 1800 m<sup>3</sup>
- Le projet prévoit des constructions futures un 2ème train de production de GNL de capacité identique à savoir 4,7 millions de tonnes / an, et installation d'extraction de l'hélium.

#### 4 Disposition de l'Usine

Les installations d'entrée de l'usine GL3/Z sont situées du côté Sud-Ouest de la zone d'implantation (fig 1. 2), servant ainsi de point d'entrée principal pour le gaz d'alimentation. Du côté Ouest, on retrouve la zone dédiée à la génération d'énergie, incluant les turbines à gaz Frame 6 fournies par GE/NP. La partie Sud de l'usine abrite les unités des utilités ainsi que leurs dispositifs de stockage associés. La section Nord, qui borde la mer, accueille les installations destinées au Stockage des Produits et des Réfrigérants, la zone de la torche, ainsi que la jetée.

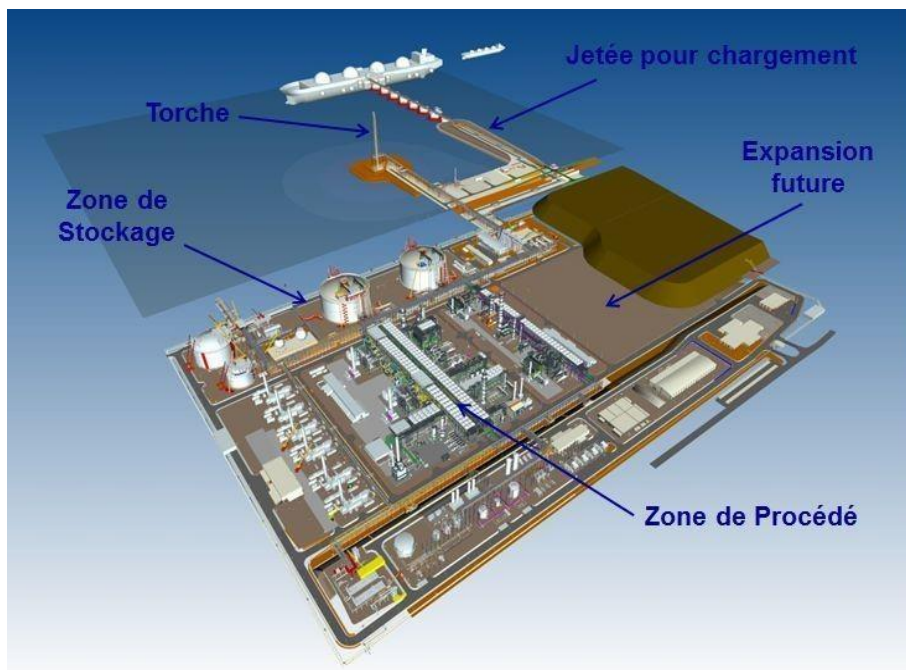


Figure 2 : Vue générale du complexe GL3/Z

### 5 Organigramme générale du complexe

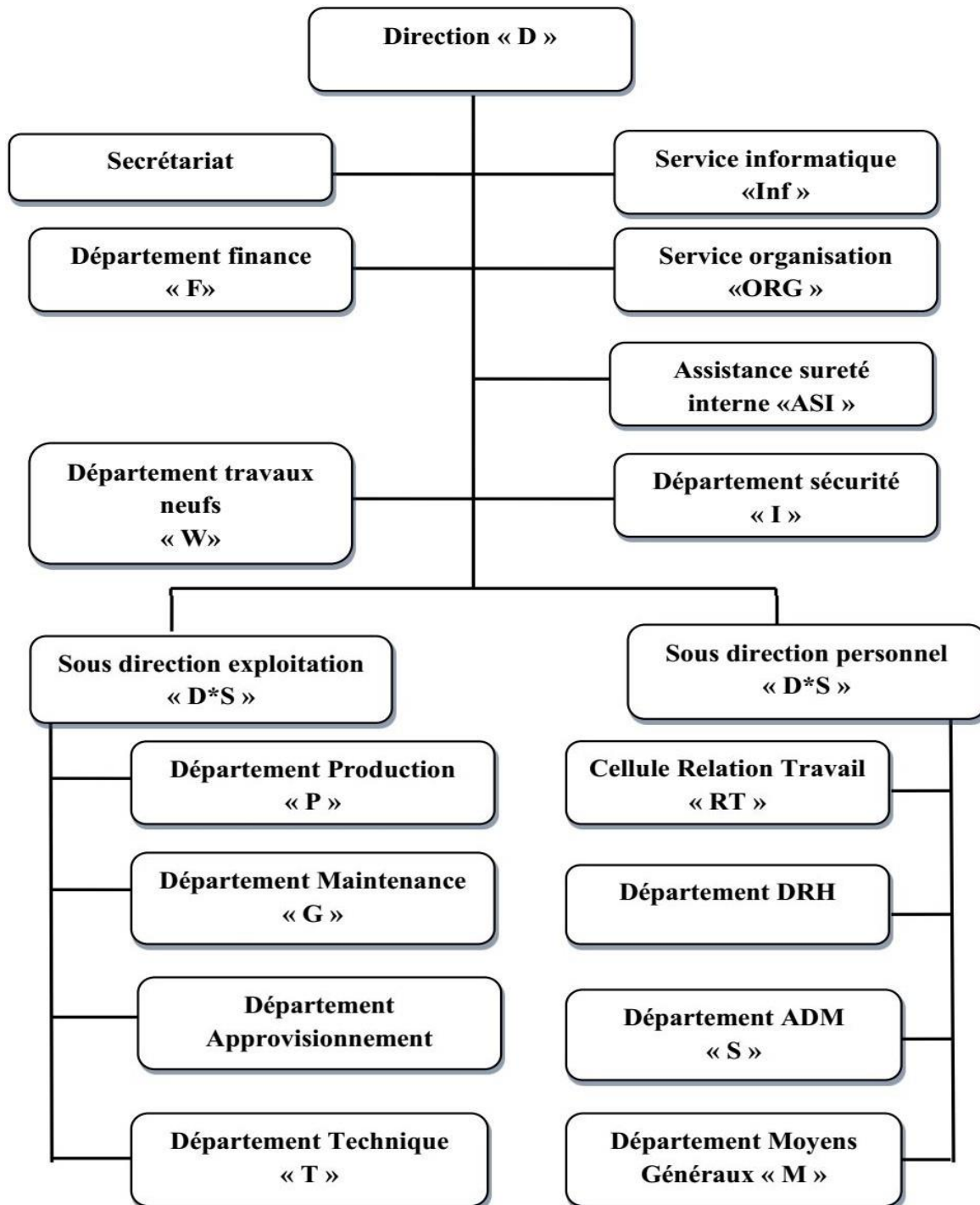


Figure 3 : Organigramme générale du complexe GL3/Z



## **Chapitre 1 : Description des unités et des installations de contrôle**

### **Introduction**

Dans ce chapitre nous fournirons une description de ces différentes unités et les systèmes de contrôle Utilisés dans le complexe GL3/Z.

Le chapitre inclut les titres suivants :

- 1- Description Générale des Unités et des Installations
- 2- Unités des Utilités
- 3- Description du procédé de liquéfaction
- 4- Description des systèmes de contrôle

### 1.1 . Description Générale des Unités et des Installations

Le gaz naturel arrive au GL3/Z à une pression de 42 bars et à une température de 38°C et subit différents traitements passant par plusieurs unités à savoir Figure 1-1 :

- Démercurisation (élimination d’Hg).
- Décarbonatation (élimination du CO2).
- Déshydratation (élimination de H2O).
- Refroidissement.
- Fractionnement.
- Refroidissement au propane.
- Circuit de refroidissement mixte.
- Liquéfaction.

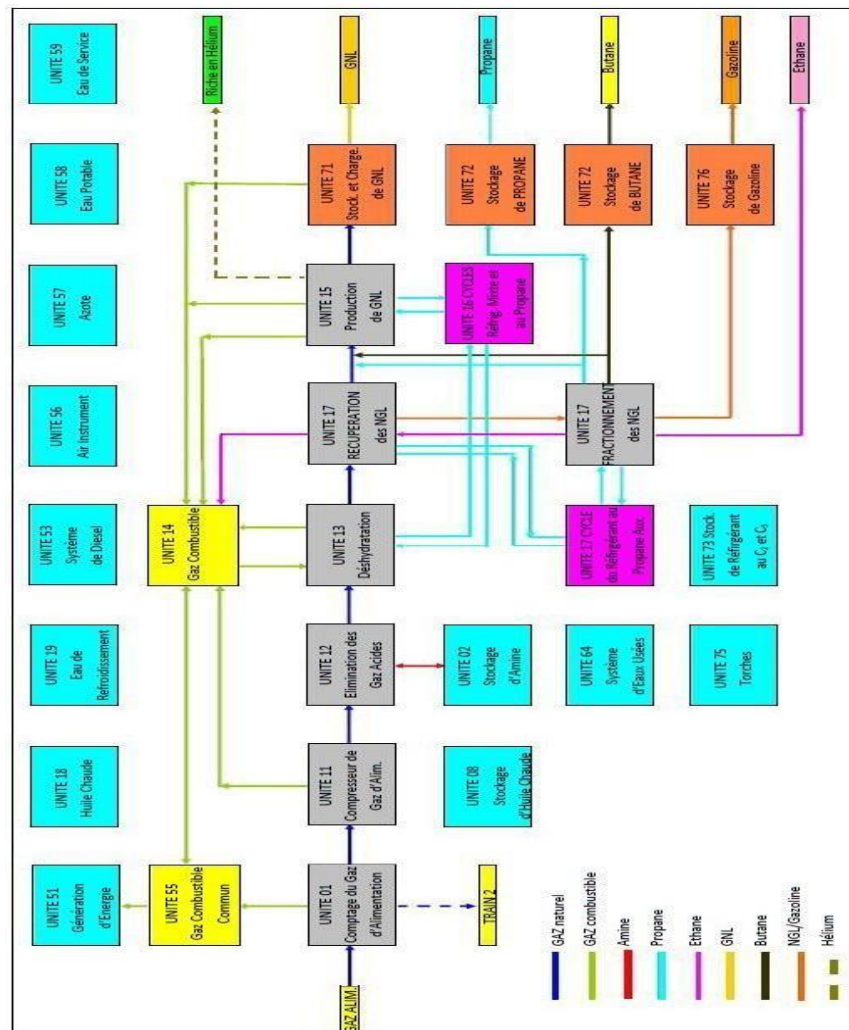


Figure 1- 1 : Répartition fonctionnelle de l’usine

## **1.2 Unités des Utilités**

### **1.2.1 Unité 02 : Stockage de l'Amine**

La Fonction des Installations Communes – Système de Stockage du Solvant d'élimination du Gaz Acide est :

Alimenter l'amine méthyle diéthylamide activé (aMDEA) vers l'élimination du Gaz Acide, Unité 12.

Permettre la capacité suffisante pour maintenir le solvant si l'unité nécessite d'être vidée.

#### **1.2.1.1 Unité 08 : Stockage de l'Huile Chaude**

Le Système de Stockage de l'Huile Chaude fournit le support aux systèmes de réchauffement de l'huile chaude combinée pour le GNL et le Fractionnement.

#### **1.2.1.2 Unité 19 : Système de Refroidissement à l'Eau**

L'élimination de la chaleur de la machinerie à l'intérieur du Train1 GNL est obtenue en utilisant de l'eau de refroidissement tempérée.

#### **1.2.1.3 Unité 51 : Génération d'énergie**

Le Système des Générateurs d'énergie à turbine à gaz fourni l'électricité nécessaire au train GNL et à ses unités des utilités et off sites. Pendant le fonctionnement normal les turbines à gaz sont la seule source d'électricité pour les trains GNL et leurs installations off sites et d'utilité.

#### **1.2.1.4 Unité 53 : Système du Générateur Diesel d'Urgence**

Le Système Générateur Diesel d'Urgence est conçu pour recevoir, stocker et distribuer le diesel aux utilisateurs de l'Usine.

#### **1.2.1.5 Unité 56 : Système d'Air Instrument et d'Air Service**

Le Système d'Air Instrument et de l'Usine est conçu pour supporter le fonctionnement de deux trains GNL. L'air comprimé non-séché est utilisé pour la distribution d'air de l'usine. L'air sec est utilisé pour la distribution aux Utilisateurs de L'air instrument.

#### **1.2.1.6 Système Commun de Gaz Combustible**

Le Système Commun de Gaz Combustible est conçu pour alimenter et distribuer le gaz combustible HP à 24.5 bar et le gaz combustible BP à 5 bar.

#### **1.2.1.7 Unité 57 : Système d'Azote**

Le Système d'Azote est conçu pour fournir le gaz d'Azote à l'usine. Bien que l'équipement soit conçu pour un train GNL, le piping de distribution est conçu pour le débit des deux trains GNL.

#### **1.2.1.8 Unité 59 : Système d'Eau Déminéralisée et de Service**

Le Système d'Eau est conçu pour recevoir, stocker et distribuer l'Eau de Service et l'Eau Déminéralisée.

#### **1.2.1.9 Unité 58 : Système d'Eau Potable**

Le Système d'Eau Potable est conçu pour recevoir, stocker et distribuer l'eau fraîche Utilisée comme Eau Potable et Eau de Service.

## **1.2.2 Unités de Procédé**

### **1.2.2.1 Unité 01 : Installation d'entrée**

L'installation de télémessure du Gaz d'Alimentation est conçue pour mesurer le gaz d'alimentation et comprend un ski de comptage, un abri d'analyse, une armoire de commande.

### **1.2.2.2 Unité 11 : Conditionnement du Gaz d'Alimentation**

L'Unité de Conditionnement du Gaz d'Alimentation inclut la Compression du Gaz d'Alimentation et les sections d'Élimination du Mercure.

### **1.2.2.3 Unité 12 : Élimination du CO<sub>2</sub>**

Unité d'élimination du Gaz Acide (Dioxyde de Carbone).

### **1.2.2.4 Unité 13 : Déshydratation de Gaz**

L'unité de Déshydratation est conçue pour éliminer l'eau du gaz d'alimentation pour éviter la congélation de l'eau dans les unités cryogéniques en aval. L'unité se base sur une configuration à trois lits. Deux lits fonctionnent en mode adsorption tandis que le troisième fonctionne en mode régénération ou en standby.

### **1.2.2.5 Unité 15 : Liquéfaction**

Cette unité se compose de :

1.2.2.5.1 Section de Liquéfaction de Gaz Naturel (Unité 15, Liquéfaction).

1.2.2.5.2 Section de Récupération de l'Hélium (Unité 15).

1.2.2.5.3 Section de Rejet de l'Azote (Unité 15).

1.2.2.5.4 Système de Gaz End Flash.

### **1.2.2.6 Unité 16 : Réfrigération**

Cette Unité est divisée en deux sections comme dessous :

1.2.2.6.1 Circuit Propane PR.

1.2.2.6.2 Circuit du Réfrigérant Mixte MR.

### **1.2.2.7 Unité 17 : Récupération des GNL et Fractionnement**

Cette Unité est divisée dans les sections suivantes :

1.2.2.7.1 Déméthaniser et Compression de Gaz Résiduel.

1.2.2.7.2 Déethaniseur.

1.2.2.7.3 Dépropaniseur.

1.2.2.7.4 Débutaniseur

## **1.2.3 Unités Off-sites**

### **1.2.3.1 Unité 64 : Traitement des Eaux Usées et des Effluents**

Le Système de traitement de l'eau Usée et Effluente est conçu pour gérer l'eau usée provenant du train GNL du Projet GNL de Gassi Touil, mais également pour l'intégration future du deuxième train GNL.

### **1.2.3.2 Unité 71 : Chargement et Stockage du Produit GNL**

Le Système de Chargement et Stockage du GNL est conçu pour fournir le stockage du produit et les installations d'exportations adéquates pour permettre la production continue provenant des trains de procédé du GNL au débit nominale avec un chargement intermittent des bateaux. Initialement seulement un train GNL est installé.

### **1.2.3.3 Unité 72 : Chargement et Stockage du Produit GPL**

L'installation de Chargement et Stockage de GPL fournit la capacité de stockage et d'exportation aux produits Propane (C3) et Butane (C4). L'installation est conçue pour recevoir les produits GPL provenant des deux trains de procédé de Récupération et Fractionnement du GNL. Initialement seulement un train GNL est installé.

### **1.2.3.4 Unité 73 : Stockage du Réfrigérant**

Le Système de Stockage du Réfrigérant est conçu pour le support et le fonctionnement du train GNL. L'installation fournit la capacité de stockage et transfert pour l'Éthane utilisée dans le Système du Réfrigérant Mixte (MR) et pour le Propane utilisé dans les circuits de Propane (Unité 16 et 17) et pour le Circuit de Réfrigération MR (Unités 16).

### **1.2.3.5 Unité 75 : Système de Torches**

Le Système de la Torche est installé et dimensionné pour faire face à l'opération des deux trains GNL (un train futur). Le système fournit des moyens sûrs et fiables d'élimination des vapeurs d'hydrocarbure et des liquides légers provenant des défaillances de situations d'urgence ou de trouble. Le système gère aussi les décharges des hydrocarbures à partir des conditions de fonctionnement telles que le démarrage, l'évent et le drainage de l'équipement et/ou du piping.

### **1.2.3.6 Unité 76 : Système de Stockage de la Gazoline**

Le Système de Stockage de la Gazoline est conçu pour recevoir et stocker la Gazoline produite par les deux trains de procédé de Fractionnement et Récupération du GNL. Initialement seulement un train GNL est installé. A partir du stockage, la Gazoline est pompée en mode batch et mesurée avant d'être exportée au Périmètre de l'Installation existant.

## **1.3 Description du procédé de liquéfaction**

La section de réfrigération et de liquéfaction est l'élément clé de l'usine GNL. De nombreux procédés pour la liquéfaction licenciée ou en cours de développement existent. Nous allons présenter en détail le procédé utilisé dans le complexe GNL-3Z, le procédé APCI.

Dans le procédé APCI il y a deux cycles principaux des réfrigérant :

- Le cycle de pré-refroidissement qui utilise un composé pur, le Propane.
- Le cycle de liquéfaction et sous-refroidissement qui utilise un Réfrigérant Mixte (MR) composé d'azote, de méthane, d'éthane et de propane.

En plus, Comme le montre la figure 1-2 :

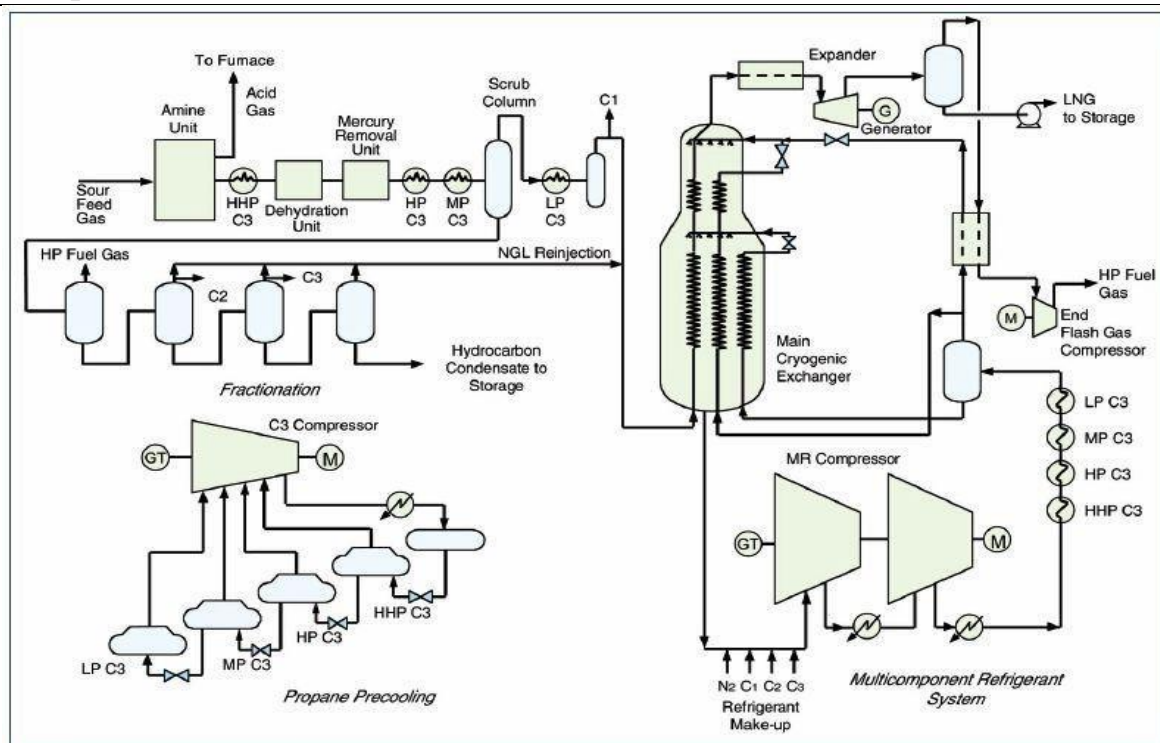


Figure 1- 2 : procédé de liquéfaction APCI

Le cycle de pré-refroidissement, utilise le propane à trois ou quatre niveaux de pression (LP, MP, HP et HHP) pour :

Refroidir le gaz de procédé jusqu'à  $-40^{\circ}\text{C}$

Refroidir et liquéfier partiellement le MR.

Le refroidissement est effectué dans des échangeurs du type kettle : le propane bout et s'évapore du côté calandre de l'échangeur tandis que les écoulements de procédé

Passent dans les tubes immergés. Un compresseur centrifuge récupère les écoulements

De C3 évaporés et les comprime à 15 bara-25 Bara, le C3 est ensuite condensé et recyclé vers les échangeurs à chaleur type kettle.

Dans le cycle MR, le réfrigérant partiellement liquéfié est séparé (vapeur / liquide) puis utilisé pour liquéfier et sous-refroidir l'écoulement de procédé de  $-35^{\circ}\text{C}$  à  $-150^{\circ}\text{C}$  /  $-160^{\circ}\text{C}$ . Cela se produit dans un échangeur à spirale breveté : l'Échangeur Principal de Chaleur Cryogénique (MCHE – Main Cryogenic Heat Exchanger).

#### 1.4 Description des systèmes de contrôle

Le contrôle de base et les objectifs de surveillance pour le complexe de GNL3 sont réalisés en utilisant pleinement les sous-systèmes intégrés qui fournissent toutes les informations, le contrôle et la sauvegarde du personnel, l'environnement, l'usine et les installations de soutien. Les systèmes d'instrumentation de l'usine sont distribués en 4 Salles des Instruments de Terrain (FIRs) et la Salle de contrôle centrale (CCR) avec une salle d'Instruments centrale contiguë (CIR) et une salle de machine centrale (CER).

Un Système Intégré de Contrôle (ICS) permet le fonctionnement centralisé des installations de GNL. Le point central pour le fonctionnement de l'usine est un contrôle continu de la Salle de Contrôle Centrale (CCR). Le système ICS concerne le hardware et le software pour assurer le contrôle et le monitoring du procédé, la détection d'incendie et de gaz, système de sécurité et fonctionnement d'urgence pour le complexe GNL. Les systèmes sont intégrés

---

pour fournir une interface opérateur unique à toutes les opérations du procédé et de l'usine. L'ICS s'interface également avec les systèmes tiers fournis comme partie intégrante de la machinerie et comme un ensemble d'équipement spécial.

Le Système Intégré de Contrôle (ICS) comprend les systèmes suivants :

#### **1.4.1 Systèmes de contrôle distribué (DCS)**

La fonction du système de contrôle distribué (DCS) permet le fonctionnement de l'usine avec la capacité d'effectuer le contrôle réglementaire du procédé de l'usine de façon sûre. Le complexe GNL3 est doté d'un système de contrôle distribué EPKS de Honeywell. Il comprend l'équipement de console de l'usine, les armoires, les serveurs, les contrôleurs C300, les modules des Séries C I/O, le hardware de communication,

Les circuits, les interfaces des dispositifs de systèmes Tiers et les stations avec le software de développement de la configuration et de la programmation. La structure modulaire du système est caractérisée par des unités basées sur un microprocesseur standard de façon à ce qu'on donne une facilité d'expansion et un degré haut de flexibilité. Les transmetteurs électroniques sur le terrain et les positionneurs des vannes de contrôle lié au DCS sont du type analogique avec un signal d'output 4-20 mA et un protocole HART basé sur les capacités de communication.

#### **1.4.2 Système d'Arrêt de Secours (ESD)**

La fonction du Système d'Arrêt d'urgence (ESD) est de Contrôler les variables du procédé et en cas de problèmes ou risques d'arrêter l'équipement principale, en amenant l'installation à une condition de sécurité.

Les systèmes suivants sont aussi fournis :

- Système de Gestion des Informations de l'Usine (PIMS)
- Système de Gestion des Informations de Laboratoire (LIMS)
- Contrôle Avancé du Procédé (APC)
- Système de Gestion d'Acquisition de Données d'Analyseurs (AMADAS)
- Chauffage, Ventilation et Climatisation (HVAC)
- Système de Gestion de la Maintenance des Instruments (IMMS)
- Système de Monitoring des Machines (MMS)
- Système de Monitoring de Condition et Performance (CPMS)
- Système de Commande et de Surveillance Électrique (ENMCS)
- Système de Télésurveillance (CCTV)
- Système de Station Météo (MET)

L'ICS s'interface également avec les systèmes tiers faisant partie de la machinerie et avec les ensembles de l'équipement spécial (PECS, Système de Contrôle de l'Ensemble de l'Équipement). Les sous-systèmes suivants font partie du PECS :

- Régulateur de Logique Programmable (PLC)
- Installation de Télémessure (CTMS)
- Système de Gestion des Réservoirs (TMS)

- Système de Monitoring de la Jetée (JMS)
- Système de gestion du Brûleur (BMS)
- Contrôle anti-pompage (ASC)



**Conclusion**

Après avoir dressé un aperçu général du complexe GL3/Z, le deuxième chapitre sera consacré à une description minutieuse de l'unité d'azote.

## **Chapitre 2 : Description de l'unité d'azote**

### **Introduction**

Dans ce chapitre, on va donner une description détaillée des équipements que constitue l'unité d'azote.

Ce chapitre inclut les titres suivants :

- 1- Utilité et importance du gaz inerte (l'azote)
- 2- Consommation et cout d'azote utilisé par le complexe GL3/Z
- 3- Différents procédés de production d'azote
- 4- Description du procédé de production d'azote (PSA)
- 5- Spécifications techniques de la nouvelle unité
- 6- Les équipements comportant chaque ligne de production

## 2.1 Utilité et importance du gaz inerte (l'azote)

L'azote est intéressant à la fois comme gaz inerte et comme liquide de refroidissement et de surgélation. Choisir le bon mode d'approvisionnement en azote n'est cependant pas toujours aisé.

La fourniture d'azote de l'usine GL3/Z est assurée entièrement par vaporisation de l'azote liquide qui est délivré par l'entreprise COGIZ. Le Système d'Azote (Unité 57) est conçu pour fournir le gaz d'azote à l'installation GNL. Le Système d'Azote se compose principalement d'un Ensemble de Stockage et de Vaporisation d'Azote Liquide 57-ML02. L'ensemble de stockage d'azote liquide (les deux réservoirs cryogéniques) sont alimentés à travers camions citerne. L'azote provenant des réservoirs sera vaporisé dans le vaporiseur atmosphérique et acheminé au collecteur de distribution d'azote. La pression du collecteur de distribution d'azote est tarée à 7 bar et qui sert à :

- Purger la tuyauterie et les équipements lors des démarrages et des arrêts.
- Permettre l'appoint du système de réfrigérant mixte des trains de GNL.
- Maintenir une mise sous pression avec de l'azote dans les ballons de stockage et de dilatation.
- Purger les collecteurs de la torche.
- Fournir le gaz d'étanchéité aux compresseurs et aux turbines.
- Purger les joint d'étanchéité des câbles instruments et électriques.
- Fournir du gaz d'étouffement pour le Four d'Huile Chaude 18-MB01.

## 2.2 Consommation et cout d'azote utilisé par le complexe GL3/Z

La consommation annuelle d'azote liquide du complexe gn3/z est estimée à 10.5 millions de litres (cette consommation varie en fonction de nombres de jours d'arrêts) avec un prix de vente de 12.90 DA pour un litre.

## 2.3 Différents procédés de production d'azote

Avec les différentes options de fourniture d'azote et les technologies actuellement disponibles sur le marché, effectuer le bon choix pour une application spécifique peut sembler compliqué. Si on s'interroge sur la justesse de l'utilisation d'un système PSA, d'un système membranaire, de distillation cryogénique ou de livraisons d'azote liquide, il est important de considérer plusieurs facteurs, dont deux plus particulièrement. Il faut tout d'abord déterminer le niveau de pureté d'azote requis afin de conserver les normes de sécurité et de qualité du produit final. Puis, il faut comprendre les consommations de l'usine en azote. Ces facteurs permettent de déterminer la meilleure solution technique.

La production non cryogénique d'azote par un système PSA (Pressure Swing Adsorption) peut dans de nombreuses applications offrir des avantages significatifs. La demande en flux d'azote est un autre facteur important à prendre en considération. Si la pureté d'azote et le profil de flux se prêtent à l'adoption d'un système PSA, choisir cette solution de production d'azote sur site peut permettre de réduire l'investissement en capital et les coûts d'exploitation.

Pour ces raisons une nouvelle unité de production d'azote gazeux de technologie PSA (pression swing adsorption) sera installée au niveau des utilités pour assurer l'autonomie de fourniture d'azote pour le complexe GL3/Z.

## 2.4 Description du procédé de production d'azote (PSA)

Plusieurs méthodes sont utilisées pour éliminer ces molécules superflues. Certains générateurs d'azote ont recours à l'adsorption à pression modulée (PSA, de l'anglais « Pressure Swing Adsorption ») pour éliminer les molécules indésirables. Une fois aspiré par la soupape d'admission, l'air est acheminé à travers un tamis moléculaire de carbone (ou CMS, de l'anglais « Carbon Molecular Sieve »). Le CMS présente une surface dotée de minuscules pores dont la taille est parfaitement adaptée aux molécules d'oxygène. Comme les molécules d'azote sont plus grandes que les molécules d'oxygène\*, elles ne se fixent pas par adsorption au matériau et poursuivent leur chemin au-delà du CMS. À l'instar de certains dessiccateurs, les générateurs d'azote PSA présentent deux enceintes : une enceinte contenant un CMS neuf pour le processus d'adsorption en cours et une autre qui bascule en basse pression pour éliminer l'oxygène du CMS saturé. La génération d'azote basée sur le procédé PSA peut produire jusqu'à 99,999% de gaz inerte, Comme indiqué sur la Figure 2-1 :



Figure 2- 1 : Unité de production d'azote

## 2.5 Spécifications techniques de la nouvelle unité

Description	valeur	unité
Capacité de production	2100	nm <sup>3</sup> /h
Pureté d'azote	>99.9	%
Pression de service	7	bar
Température normale	25	°C

Niveau sonore maximal	<85	dB
-----------------------	-----	----

**Tableau 2- 1** : Spécifications techniques de l'unité d'azote

## 2.6 Les équipements comportant chaque ligne de production

Les installations de production d'azote de technologie PSA comprennent plusieurs équipements auxiliaires garantissant que la production d'azote est exécutée selon les exigences. Le fonctionnement adéquat de chaque équipement détermine la qualité adéquate de l'azote produit, un fonctionnement efficace et la durabilité maximale de l'unité.

Le système a été divisé en deux lignes de production d'azote, qui peuvent fonctionner de manière totalement indépendante. Chaque ligne comprend les Équipements, accessoires, instruments de contrôle et de suivi nécessaires pour la production de 50 % du débit requis à la pureté et pression souhaitées. Les seuls équipements partagés entre les deux lignes sont les compresseurs d'air et les refroidisseurs.

Les équipements comportant chaque ligne de production sont spécifiés ci-dessous dans le Tableau 2-2 :

	Description	Code P&ID
Commun	Refroidisseur d'eau	57-MC01-A, 57-MC01-B, 57-MC01-C, 57-MC01-D & 57-MC01-E
	Compresseur d'air	57-MJ01-A, 57-MJ01-B, 57-MJ01-C, 57-MJ01-D & 57-MJ01-E
Ligne de production A	Séparateur à cyclone	57-MD01-A
	Pré-filtre	57-MD02-A & 57-MD02-B
	Filtre	57-MD03-A & 57-MD03-B
	Sécheur d'air	57-MC02-A

	Réservoir d'air	57-MD04-A
	Générateur d'azote	57-MD05-A
	Réservoir d'azote	57-MD06-A
Ligne de production B	Séparateur à cyclone	57-MD01-B
	Pré-filtre	57-MD02-C & 57-MD02-D
	Filtre	57-MD03-C & 57-MD03-D
	Sécheur d'air	57-MC02-B
	Réservoir d'air	57-MD04-B
	Générateur d'azote	57-MD05-B
	Réservoir d'azote	57-MD06-B

**Tableau 2- 2:** Spécifications techniques de l'unité d'azote

### 2.6.1 Compresseur à vis

Le compresseur à vis comprime l'air nécessaire afin de garantir un débit permanent d'air à l'entrée du générateur d'azote avec la pression requise de 7 bars.

Cinq compresseurs à vis seront installés et auront les caractéristiques suivantes (tableau 2.3) :

Description	Valeur	Unité
Fabricant	BOGE	
Modèle	SO 430	
Débit d'air	2 813,4	m <sup>3</sup> /h
Pression de service	10,0	bar
T <sup>a</sup> de sortie de l'air comprimé	+10	°C
T <sup>a</sup> d'entrée de l'eau de refroidissement	+5...+40	°C
Voltage	400v / 3Ph / 50Hz	
Puissance nominale	328	kW
Dimensions (largeur x profondeur x hauteur)	3.960 x 1.800 x 2.150	mm
Poids	6 000	Kg
Quantité	5	Ud

**Tableau 2- 3** : caractéristiques techniques du compresseur à vis

Caractéristiques supplémentaires du système de compression, En plus c'est bien expliquer dans la Figure 2-2:

- Système de compression composé par deux étapes et refroidies par de l'eau.
- Les carcasses des vis de haute et basse pression sont refroidies par de l'eau afin d'éviter les surchauffes.

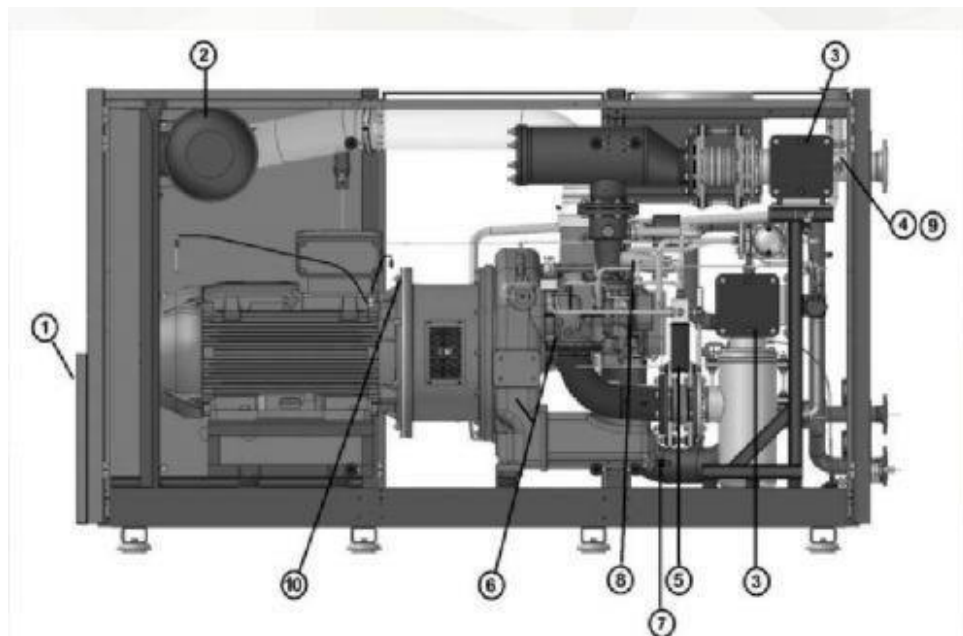


Figure 2- 2 : Compresseur BOGE SO-430

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Filtre entrée d'air de refroidissement | 6. Réservoir d'huile    |
| 2. Filtre entrée d'air proces             | 7. Purgeur de condensat |
| 3. Échangeurs de chaleur                  | 8. Clapet d'étrangement |
| 4. Purgeur air comprimé – soupape sureté  | 9. Soupape sureté       |
| 5. Filtre à huile                         | 10. Moteur              |

### 2.6.2 Refroidisseur d'eau

Au vu de la taille des compresseurs leur refroidissement est effectué en utilisant de l'eau au lieu de l'air. Le refroidisseur alimente un circuit d'eau fermé chargé de maintenir la température des compresseurs dans l'intervalle approprié. Ce système de refroidissement permet également que la température de l'air comprimé reste constante tout au long de l'année indépendamment de la température extérieure. Chaque compresseur est associé à son propre refroidisseur d'eau.

Cinq refroidisseurs d'eau frigorifique seront installés et auront les caractéristiques suivantes (Tableau 2-4) :



Description	Valeur	Unité
Fabricant	MTA-NOVAIR	
Modèle	Aries Tech AST 140H	
Puissance frigorifique	323	kW
EER	2,14	(*)
ESEER (European seasonal energy efficiency ratio)	3,99	(*)
Température max. ambiante	46,0	°C
Température min. ambiante	-5,0	°C
Volume réservoir d'eau	400	l
Gaz réfrigérant	R410A	
T <sup>a</sup> de l'eau de refoulement	10,0	°C
T <sup>a</sup> de l'eau de retour	20,0	°C
Voltage	400v / 3Ph / 50Hz	
Puissance nominale	161,0	kW
Niveau sonore à 1 m	79,2	dB(A)
Dimensions (largeur x profondeur x hauteur)	4.595 x 2.188 x 1.968	mm
Poids	3 218	Kg
Quantité	5	Ud

Tableau 2- 4 : caractéristiques techniques du refroidisseur d'eau

(\*) « EER » est le coefficient entre l'énergie frigorifique produite et l'énergie électrique consommée dans le mois le plus défavorable. Par contre, « l' ESEER » calcule le même coefficient mais en considérant le fonctionnement tout au long de l'année.

Caractéristiques supplémentaires du refroidisseur d'eau comme indique la Figure 2-3 et Figure 2-4 :

- Il comprend quatre compresseurs hermétique scroll tandem.
- Le circuit hydraulique est composé par : ballon tampon, pompe centrifuge decirculation, vase d'expansion, vanne de sécurité et capteurs de niveau d'eau.
- Partialisations dans le fonctionnement du refroidisseur par incréments de 25 % de la puissance.



Figure 2- 3 : Refroidisseur MTA ARIES

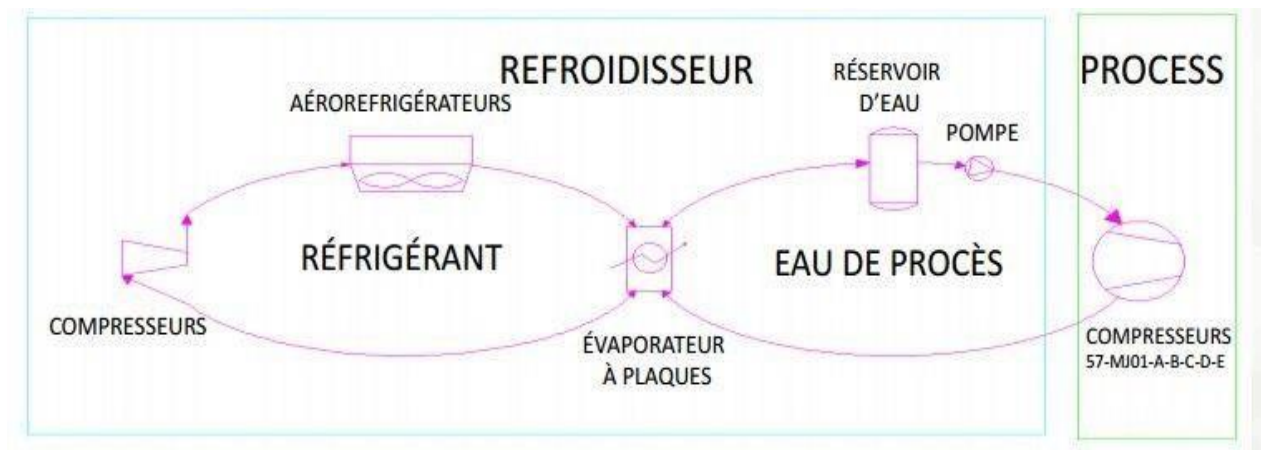


Figure 2- 4 : schéma du principe de fonctionnement du refroidisseur

Circuit réfrigérant :

- Compression + réfrigération : liquéfaction
- Évaporation.

Circuit eau procès (PW) :

- Refroidissement : refroidissement réservoir eau et pompage.
- Compresseur (ext.) : récupération chaleur.

L'eau de procès cède sa chaleur au réfrigérant dans l'évaporateur.

### 2.6.3 Séparateur cyclonique

Le séparateur permet d'éliminer pratiquement la totalité de la poussière, des gouttelettes d'huile et de produit de condensation se trouvant dans l'air comprimé (Figure 2-5).



Figure 2- 5 : Séparateur cyclonique BOGE FW 600 FS

### 2.6.4 Les filtres

Au cours de cette étape on élimine les restes de particules présentes dans l'air comprimé. L'étape de filtration éliminera notamment les résidus de poussière et effectuera une première élimination des résidus d'eau. La présence d'impuretés et d'huile dans l'air comprimé peut endommager le générateur d'azote et l'installation des différents filtres est, par conséquent, indispensable. La figure 2-6 montre ceci :

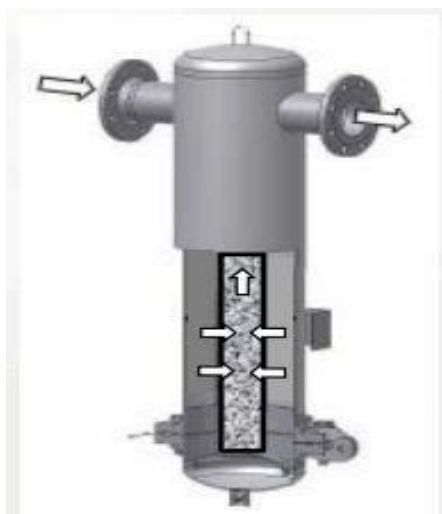


Figure 2- 6 : filtres F 1500FM et F 1500FP

### 2.6.5 Sécheur par adsorption

Le sécheur par adsorption élimine les résidus d'eau et d'humidité de l'air comprimé jusqu'à l'obtention d'un point de rosée inférieur à -30 °C.

Deux sécheurs par adsorption à régénération sous vide seront installés et auront les caractéristiques résumées dans le tableau 2-5 :

Description	Valeur	Unité
Fabricant	BOGE	
Modèle	DAV 875-S	
Débit d'air	5.628	m <sup>3</sup> /h
Pression de service	10,0	bar
Durée du cycle de travail	720	min
Période de séchage	360	min
Période de régénération	342	min
Voltage	400v / 3Ph / 50Hz	
Puissance nominale	49,70	KW
Niveau sonore à 1 m	<80	dB(A)
Dimensions (largeur x profondeur x hauteur)	2.475 x 1.750 x 3.235	mm
Poids	4.050	Kg
Quantité	2	Ud

Tableau 2- 5 : caractéristiques techniques du sécheur d'air

Caractéristiques supplémentaires du système de séchage d'air (figure 2-7) sont :

- Matériau séchant en gel de silice de haute efficacité et de longue durée.
- Silencieux intégré.
- Pompe à vide, chargée de la régénération et le refroidissement de l'agent desséchant.
- Sans pertes de charge produites par de l'air soufflé.

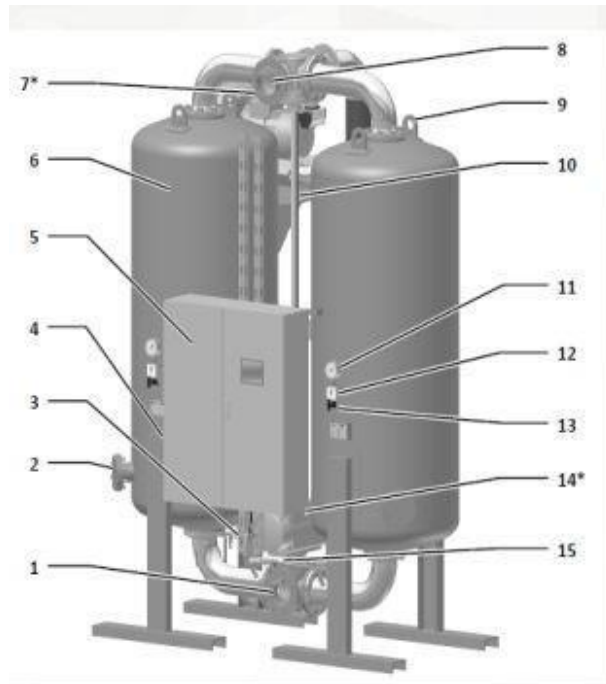


Figure 2- 7 : Sécheur BOGE DAV 875

- |  |  |
|--|--|
| 1. Admission d'air comprimé              | 9. Œillets de levage supérieurs                            |
| 2. Vidange de siccatif                   | 10. Arbre de transmission reliant les soupapes principales |
| 3. Filtre d'air de réglage               | 11. Manomètres   |
| 4. Commutateur principal                 | 12. Soupape à main pour mesure de pression                 |
| 5. Armoire électrique avec écran tactile | 13. Capteur de pression                                    |
| 6. Cuve (A1, A2) avec fond perforé       | 14. Indicateur de fin de course                            |
| 7. Capteur de point de rosée             | 15. Soupape de mise sous pression                          |
| 8. Sortie d'air comprimé                 |  |

### 2.6.5.1 Description du fonctionnement du sécheur d'air

Le sécheur fonctionne selon le principe de l'adsorption. L'adsorption de l'humidité est l'accumulation de molécules d'eau dans un solide hygroscopique (siccatif). Ce procédé étant réversible, le siccatif peut être utilisé de nouveau pour le séchage après une phase de régénération. Afin de sécher l'air comprimé, celui-ci est dirigé à travers une cuve contenant du siccatif et mis en contact intensif avec le siccatif. Le siccatif extrait l'humidité de l'air comprimé et l'accumule dans sa structure interne. Au fur et à mesure que le siccatif se remplit d'humidité, son effet séchant diminue jusqu'à saturation. Le siccatif saturé doit alors être régénéré. Cela signifie que l'humidité accumulée dans la structure interne du siccatif est de nouveau éliminée. Ensuite, le siccatif peut être réutilisé pour le séchage. (Figure 2-8)

Le fonctionnement continu d'un sécheur par adsorption nécessite deux cuves qui sont utilisées en alternance. Une cuve sert au séchage de l'air comprimé (adsorption) pendant que l'autre cuve est soumise aux phases du processus de régénération. L'intervalle de commutation entre l'adsorption et la régénération est de 6 heures ou plus.

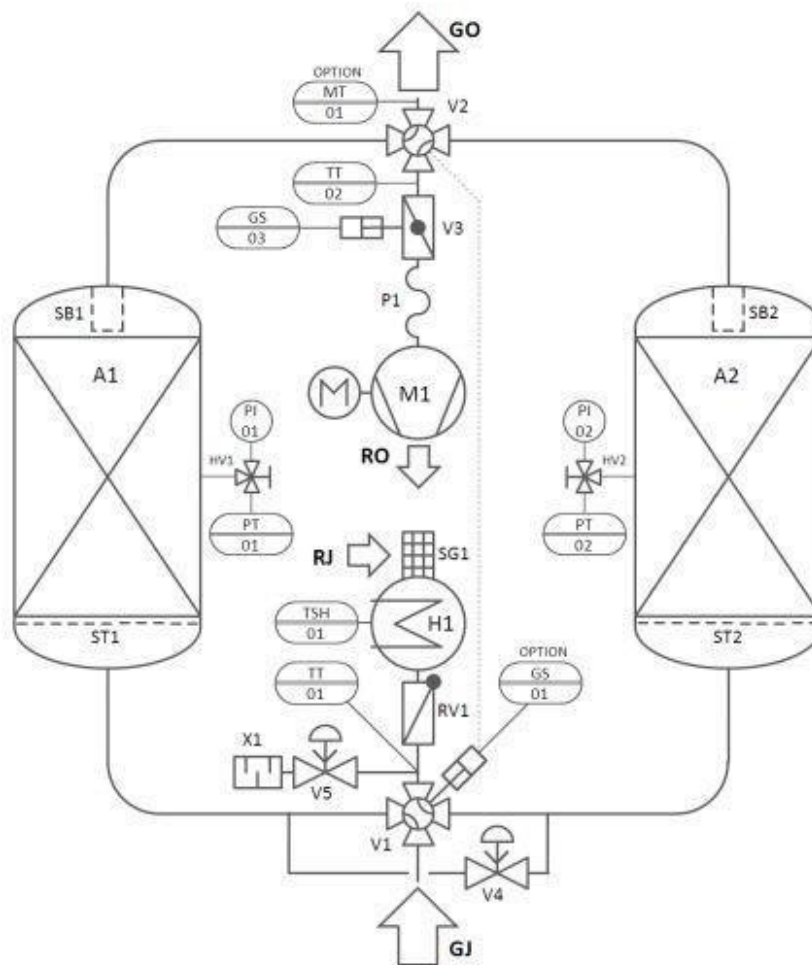


Figure 2- 8 : Schéma de processus de séchage

### 2.6.5.2 Phase d'adsorption

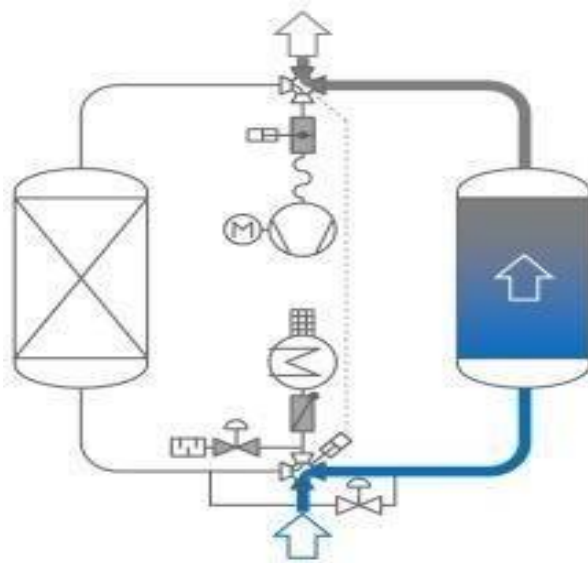


Figure 2- 9 : sécheur en mode adsorption

La source d'air comprimé (compresseurs) transporte l'air comprimé humide vers l'admission d'air comprimé (GJ) du sécheur. La soupape principale inférieure (V1) dirige l'air comprimé vers la cuve qui se trouve à l'état « Adsorption » (ici A2). Dans la partie basse de la cuve, l'air comprimé est ralenti et distribué à travers la section transversale de la cuve. L'air comprimé traverse le fond perforé (ST2) et afflue lentement à travers la couche de siccant. L'air comprimé sort de la cuve par la crépine (SB2) et la soupape principale supérieure (V2) le dirige vers la sortie d'air comprimé (GO). Le capteur du point de rosée disponible en option (MT01) contrôle la puissance de séchage du sécheur au niveau de la sortie d'air comprimé. Durant ce temps la deuxième cuve se trouve en attente (mode de veille) comme affiché dans la figure 2-9.

La phase d'adsorption est terminée et il y a changement de cuve quand :

- Le mode de service « Type de cycle : fixe » a été sélectionné et qu'un laps de temps de 6 heures s'est écoulé.
- Le mode de service « Type de cycle : variable » a été sélectionné et que le dispositif de mesure du point de rosée disponible en option a atteint la valeur limite présélectionnée. Au plus tard après 48 heures la commutation des cuves s'effectue de manière obligatoire.

Pour la commutation des cuves, les soupapes principales (V1) et (V2) sont commutées de manière synchrone par une commande commune. Le flux d'air comprimé passe d'une cuve à l'autre. À tout moment, une voie de flux libre est maintenue à travers le sécheur pendant la commutation. L'opération de séchage est ainsi transmise sans interruption d'une cuve à l'autre comme montre la figure 2-10 :

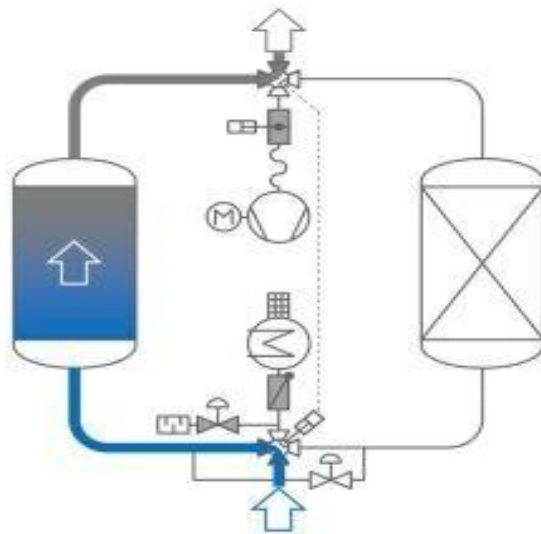


Figure 2- 10 : sécheur en mode commutation-adsorption

### 2.6.5.3 Phase de régénération

Après que la cuve « humide » (A2) a terminé sa phase d'adsorption et transmis la tâche à la deuxième cuve (A1), elle est soumise aux phases de régénération.

La régénération est divisée en plusieurs phases :

- Expansion
- Chauffage
- Refroidissement
- Mise sous pression
- Mode de veille

### 2.6.5.4 Phase d'expansion

Après la commutation d'une cuve à l'autre, la soupape d'expansion (V5) s'ouvre et la cuve « humide » est mise hors pression. L'air comprimé s'échappe du silencieux (X1) à l'air libre. La commande du sécheur surveille la pression dans la cuve à l'aide du capteur de pression (PT02). Dès que la pression dans la cuve est tombée en dessous de la valeur limite pré-sélectionnée, la phase suivante commence, la Figure 2-11 ceci :

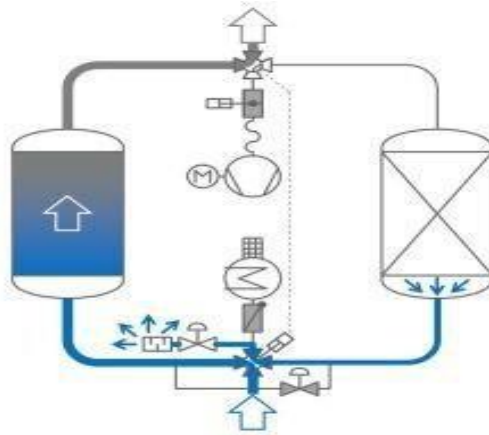


Figure 2- 11 : sécheur en phase d'expansion



### 2.6.5.5 Phase de chauffage

Une fois que la pression dans la cuve a pratiquement atteint la pression atmosphérique, le clapet de régénération s'ouvre (V3), la soupape d'expansion (V5) se referme, le ventilateur (M1) démarre et le dispositif de chauffage (H1) est mis en marche. L'air ambiant est aspiré par la grille protectrice (SG1) et chauffé par le dispositif de chauffage (H1) pour atteindre une température d'env. 140 à 180 °C. À l'aide du capteur de température (TT01) la commande du sécheur règle la température de l'air de régénération à la valeur présélectionnée. Le thermostat limiteur (TSH01) Protège le dispositif de chauffage contre la surchauffe et l'arrête lorsque la température limite réglée sur le thermostat limiteur est dépassée.

L'air de régénération chaud est réparti dans la cuve et dirigé à travers le siccatif. La chaleur de l'air de régénération fait évaporer l'eau emmagasinée dans le siccatif. L'eau sort alors de la cuve sous forme de vapeur par l'intermédiaire du flux d'air de régénération. Le ventilateur (M1) dirige le flux d'air de régénération chaud et humide vers la sortie d'air de régénération (RO). Quand le flux d'air de régénération chaud a fait évaporer l'eau contenue dans la cuve, la température augmente rapidement à la sortie de la cuve. La commande du sécheur détecte cette augmentation de la température par l'intermédiaire du capteur de température (TT02) et arrête le dispositif de chauffage (H1) à l'atteinte de la valeur limite de température présélectionnée. La phase de chauffage est terminée et la phase suivante démarre. En plus la Figure 2-12 explique en détail

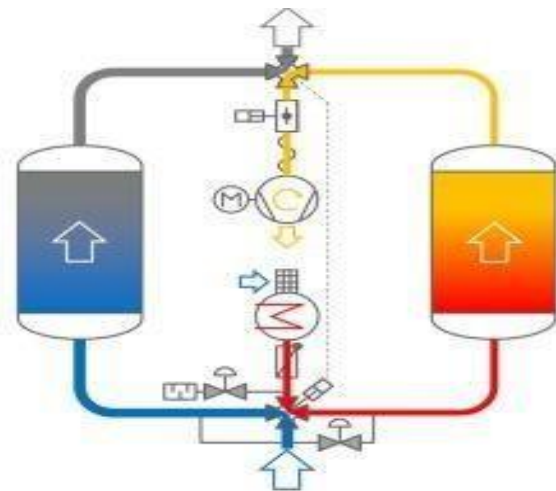


Figure 2- 12 : sécheur en phase de chauffage

### 2.6.5.6 Phase de refroidissement

Après la mise hors service du dispositif de chauffage (H1), le ventilateur (M1) continue à marcher et refoule maintenant de l'air de régénération froid à travers la cuve chaude. L'air de régénération refroidit la cuve et la température baisse lentement à la sortie de la cuve (fig 2-13). La commande du sécheur détecte cette baisse de la température par l'intermédiaire du capteur de température (TT02) et arrête le ventilateur (M1) à l'atteinte de la valeur limite de la température présélectionnée. La phase de refroidissement est terminée et la phase suivante démarre.

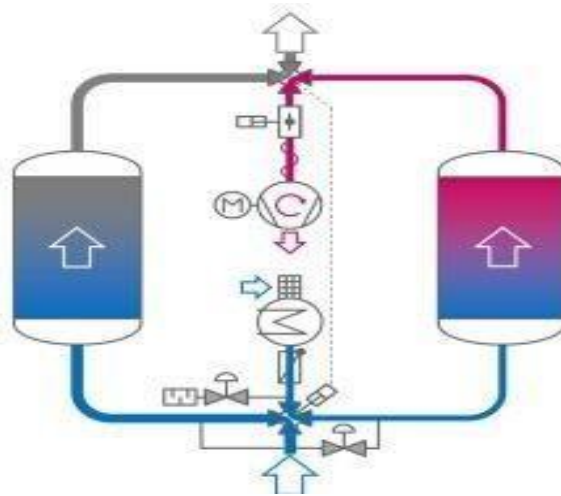


Figure 2- 13 : sécheur en phase de refroidissement

### 2.6.5.7 Phase de montée en pression :

La phase de mise sous pression assure que les deux cuves présentent la même pression avant la commutation d'une cuve à l'autre. La soupape d'air de régénération

(V3) est fermée et la soupape de mise sous pression (V4) est ouverte. L'air comprimé passe d'une cuve dans l'autre. La commande du sécheur surveille la pression dans la cuve à l'aide du capteur de pression (PT02) et la compare à la pression (PT01) de l'autre cuve. Dès que la pression est à peu près la même dans les deux cuves, la phase suivante commence, Suivant la figure 2-14 :

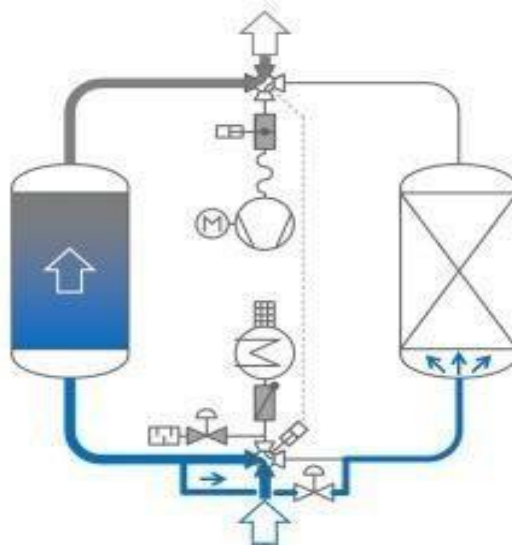
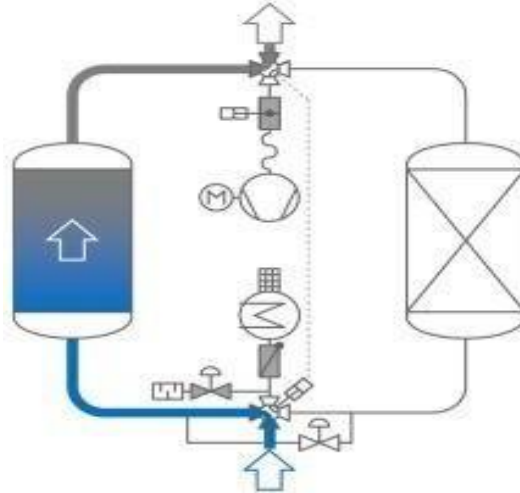


Figure 2- 14 : sécheur en phase de montée en pression

### 2.6.5.8 Mode de veille

La régénération de la cuve est alors terminée et la cuve prête à l'utilisation immédiate se trouve en attente. Pendant cette période, la soupape de mise sous pression (V4) reste ouverte. Les capteurs de pression (PT01, PT02) surveillent constamment la pression dans les deux cuves. La commutation suivante des cuves ne peut avoir lieu que lorsque la pression est la même dans les deux cuves. Quand la phase d'adsorption est terminée, il y a changement de cuve et le procédé recommence. En plus la figure 2-15 montre sa :

Figure 2- 15 : sécheur en mode de veille



### 2.6.6 Générateur d'azote

Le générateur d'azote sépare l'azote de l'air comprimé en utilisant de la technologie PSA. Le système de production d'azote est composé par deux skid générateurs pouvant produire chacun 50 % du débit requis. Le fonctionnement des générateurs dépend de la consommation d'azote dans le complexe. Selon la consommation du Complexe GL3Z, le système de contrôle module la production d'azote. Au vu du système modulaire des générateurs, la production d'azote peut être réglée par incréments de 8,4 % en fonction de la demande, ce qui permet que le système de production soit conforme à la consommation d'azote de l'unité en temps réel (Figure 2-16).

Deux générateurs d'azote seront installés et auront les caractéristiques suivantes et indiqué sur le tableau 2-6:

Description	Valeur	Unité
Fabricant	IBERGASS TECHNOLOGIES	
Modèle	6BF20025	
Débit d'azote	1 050	nm <sup>3</sup> /h
Pureté de l'azote	>99,9	%
Teneur résiduelle d'oxygène	<0,1	%
Pression de sortie	7,0	bar

Point de rosée	$\leq -40,0$	°C
T <sup>a</sup> sortie de l'azote	$\approx 35$	°C
Débit d'air à l'entrée	3 675,0	m <sup>3</sup> /h
Pression d'air à l'entrée	$\geq 8.5$	bar
Dimensions (largeur x profondeur x hauteur)	5.500 x 2.500 x 3.200	mm
Poids	20.000	Kg
Quantité	2	Ud

Tableau 2- 6 : caractéristiques techniques du générateur d'azote

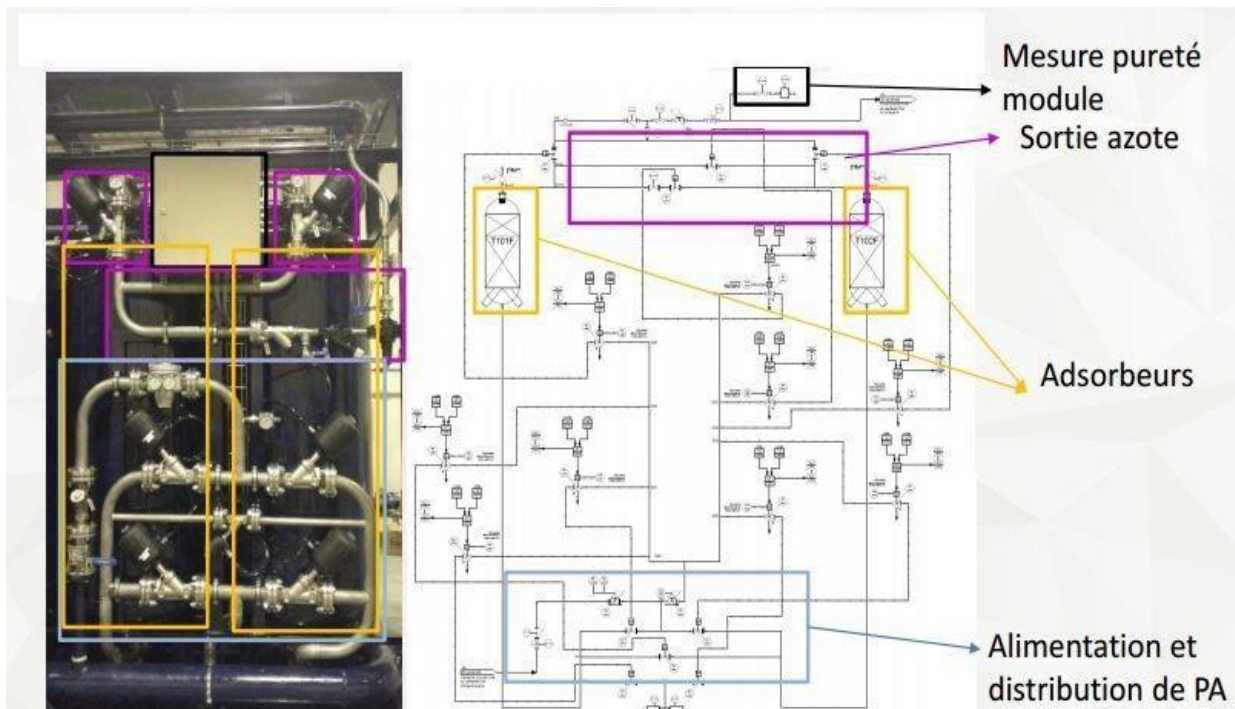


Figure 2- 16 : description d'un générateur d'azote

### 2.6.7 Ballon tampon d'air comprimé :

Le ballon tampon d'air comprimé accumule l'air comprimé après une fois propre d'impuretés afin de garantir un débit stable d'air aux générateurs d'azote (voilà le Tableau 2-7 ). Deux ballons tampon d'air comprimé seront installés et auront les caractéristiques suivantes :

Description	Valeur	Unité
Fabricant	VALSI	
Modèle	HAC 10000/12	
Matériau	A516Gr 60, A-106 B, A-105	
Traitement	Galvanisation à chaud	
Volume	10.000	L
Code fabrication	ASME Section VIII Div 1	(*)
Dimensions	1.700 x 5.100	Mm
Poids	4.500	Kg
Pression max. de service	12	Bar
Température max. de service	+100	°C
Quantité	2	Ud

Tableau 2- 7 : caractéristiques techniques du ballon d'air comprimé

### 2.6.8 Ballon tampon d'azote

Le ballon tampon d'azote accumule l'azote après sa production afin de garantir le débit et la pression requis aux points d'utilisation. Une fois la pression de consigne atteinte, le générateur s'arrête jusqu'à une autre demande d'azote à l'unité.

Deux ballons tampon d'azote seront installés et auront les caractéristiques suivantes et seront sur le Tableau 2- 8 :

Description	Valeur	Unité
Fabricant	VALSI	
Modèle	VAC 6000/12	
Matériau	A516Gr 60, A-106 B, A-105	
Traitement	Galvanisation à chaud	
Volume	6.000	l
Code fabrication	ASME Section VIII Div 1	(*)
Dimensions	3.200 x 1.500	mm
Poids	2.300	kg

Pression max. de service	12	bar
Température max. de service	+100	°C
Quantité	2	Ud

Tableau 2- 8 : caractéristiques techniques du ballon d'azote

## **Conclusion**

La description détaillée de l'unité d'azote nous a permis de se familiariser avec la logique de fonctionnement de cette unité. C'est une initiation importante pour notre travail car la bonne compréhension de la logique facilite beaucoup la tâche d'élaboration de l'application de contrôle.

## Chapitre 3 : Matériels et logiciels utilisés

### Introduction

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables d'une façon générale et de l'automate choisie pour l'élaboration de l'application S7 1500 en particulier. Par la suite, un aperçu sur les logiciels utilisés TIA PORTAL et WINCC sera donné.

Les titres de ce chapitre qu'ils sont expliqué bien les automates programmables et donnent un aperçu bien détaillé sur les logiciels employés :

- 1- Définition et historique des automates programmables
- 2- Présentation de l'automate S7-1500
- 3- Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL
- 4- Introduction à la supervision
- 5- Présentation du logiciel de supervision WINCC



### 3.1 Définition et historique des automates programmables

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programme, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information. Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et les tertiaires :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.)
- Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre.

Selon la norme française EN 61131-1, un automate programmable est un: Système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues.

Pour notre cas où nous avons utilisé un automate programmable S71500 que nous détaillerons ces modules dans les paragraphes suivants.

### 3.2 Présentation de l'automate S7-1500

L'automate programmable S7-1500 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants :

- CPU (central processor unit)
- Un module d'alimentation
- Des modules d'entrées sorties (TOR ou Analogique).

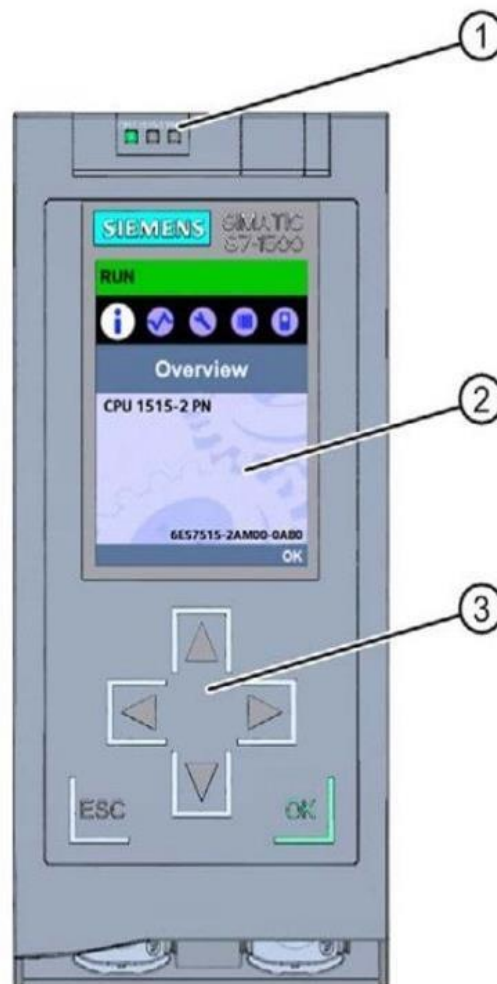
#### 3.2.1 La CPU 1515-2PN

C'est une CPU dédiée pour moyennes à grandes applications et qui possède les caractéristiques suivantes :

- CPU avec écran
- Mémoire de travail 500 Ko code et 3 Mo données
- Temps d'opération sur bits 30 ns
- Concept de sécurité à 4 niveaux
- Fonctions technologiques intégrées : Motion, Régulation, Comptage et Mesure

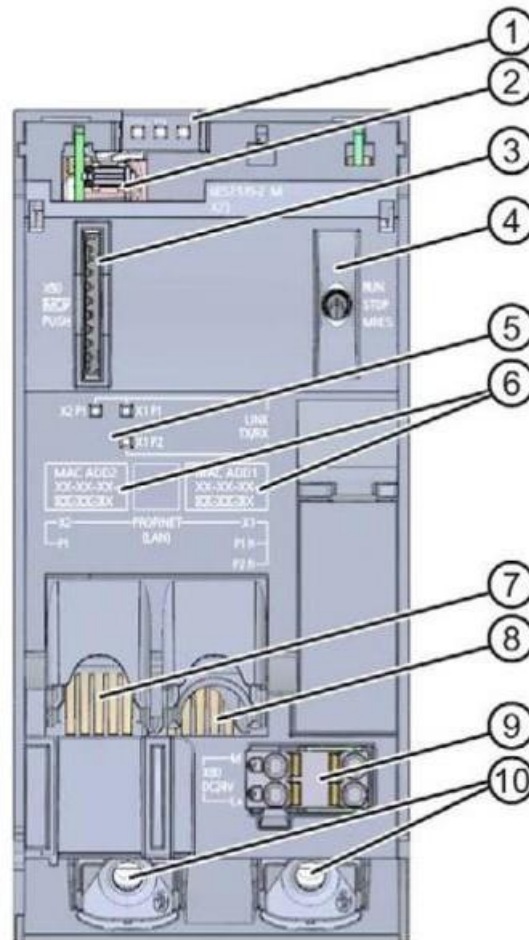
- Traçabilité intégrée
- Première interface : contrôleur PROFINET IO, prise en charge de RT/IRT, 2 ports, MRP, protocole de transport TCP/IP, communication S7, serveur Web, équidistance, routage
- Deuxième interface : services de base PROFINET, protocole de transport TCP/IP, serveur Web, routage
- Firmware V1.7

La figure 3-1 et 3-2 présente une vue de la face de CPU en deux cas :



- 1- LED de signalisation pour l'état de fonctionnement et l'état de diagnostic actuels de la CPU
- 2- Ecran
- 3- Touches de fonction

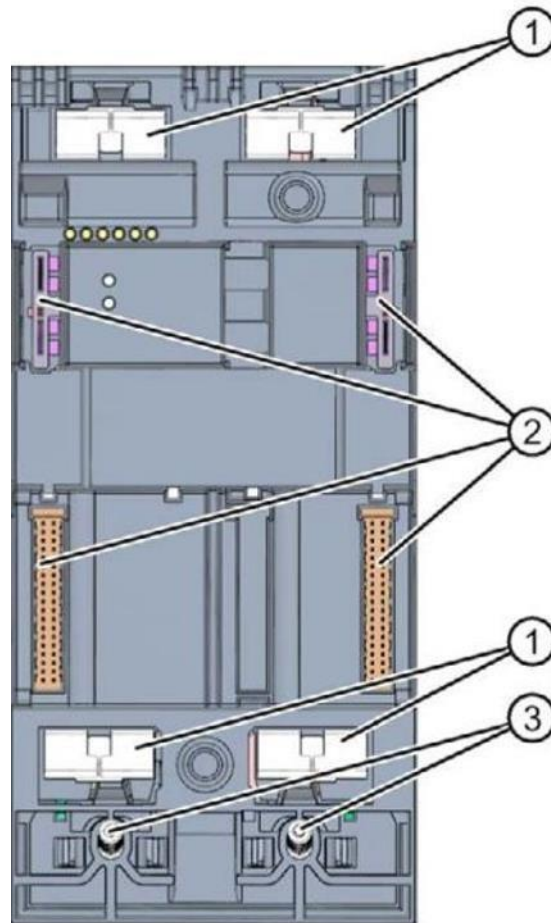
Figure 3- 1 : vue de face de la CPU avec volet frontal fermé



- 1- LED de signalisation pour l'état de fonctionnement et l'état de diagnostic actuels de la CPU
- 2- Raccordement écran
- 3- Logement de la carte mémoire SIMATIC
- 4- Sélecteur de mode
- 5- LED de signalisation pour les 3 ports des interfaces PROFINET X1 et X2
- 6- Adresses MAC des interfaces
- 7- Interface PROFINET (X2) avec 1 port
- 8- Interface PROFINET IO (X1) avec 2 port
- 9- Raccordement de la tension d'alimentation
- 10- Vis de fixation

Figure 3- 2 : vue de face de la CPU sas volet frontal































La figure 3-3 donne une vue arrière :



- 1- Surfaces de contact de blindage
- 2- Connexion enfichable de bus interne
- 3- Vis de fixation

Figure 3- 3 : vue arrière de la CPU

La fonction du figure 3-4 est éclairci la signification des LED de signalisation :

LED RUN/STOP	LED ERROR	LED MAINT	Signification
 LED désactivée	 LED désactivée	 LED désactivée	Tension d'alimentation trop faible ou manquante pour la CPU.
 LED désactivée	 LED rouge clignote	 LED désactivée	Une erreur s'est produite.
 LED s'allume en vert	 LED désactivée	 LED désactivée	La CPU est à l'état de fonctionnement RUN.
 LED s'allume en vert	 LED rouge clignote	 LED désactivée	Présence d'un événement de diagnostic.
 LED s'allume en vert	 LED désactivée	 LED s'allume en jaune	Présence d'une requête de maintenance. Le remplacement/la vérification du matériel concerné doit être effectué(e) dans un intervalle de temps court.
			Tâche de forçage permanent active Pause PROFIenergy
 LED s'allume en vert	 LED désactivée	 LED jaune clignote	Maintenance nécessaire de l'installation. Le remplacement/la vérification du matériel concerné doit être effectué(e) dans un intervalle de temps prévisible.
			Configuration erronée
 LED jaune allumée	 LED désactivée	 LED jaune clignote	Mise à jour du firmware réussie.
 LED s'allume en jaune	 LED désactivée	 LED désactivée	La CPU est à l'état de fonctionnement STOP.
 LED s'allume en jaune	 LED rouge clignote	 LED jaune clignote	Le programme sur la carte mémoire SIMATIC est à l'origine d'une erreur. CPU défectueuse
 LED jaune clignote	 LED désactivée	 LED désactivée	La CPU exécute des activités internes à l'état de fonctionnement ARRET, par ex. démarrage après arrêt du système. Chargement du programme utilisateur depuis la carte mémoire SIMATIC

 LED jaune/verte clignote	 LED désactivée	 LED désactivée	Démarrage (passage de RUN → STOP)
 LED jaune/verte clignote	 LED rouge cli- gnote	 LED jaune cli- gnote	Mise en route (démarrage de la CPU)
			Test des LED au démarrage, enfichage d'un module.
			Test de clignotement de la LED

Figure 3- 4 : signification signalisation des LED de signalisation

### 3.2.2 Module d'entrées TOR DI 32x24VDC HF (6ES7521-1BL00-0AB0)

Le module possède les caractéristiques techniques suivantes :

- 32 entrées TOR, séparation galvanique par groupes de 16 dont les voies 0 et 1 en option avec fonction de comptage
- Tension nominale d'entrée 24 V CC
- Retard à l'entrée paramétrable 0,05 ms ... 20 ms
- Diagnostic paramétrable (par voie)
- Alarme de processus paramétrable (par voie)
- Convient pour commutateurs et détecteurs de proximité 2, 3 ou 4 fils
- Compatibilité matérielle avec le module d'entrées TOR DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0)

La figure 3-5 suivante montre comment brancher le module et la correspondance entre voies et adresses (octet d'entrée a à octet d'entrée d).

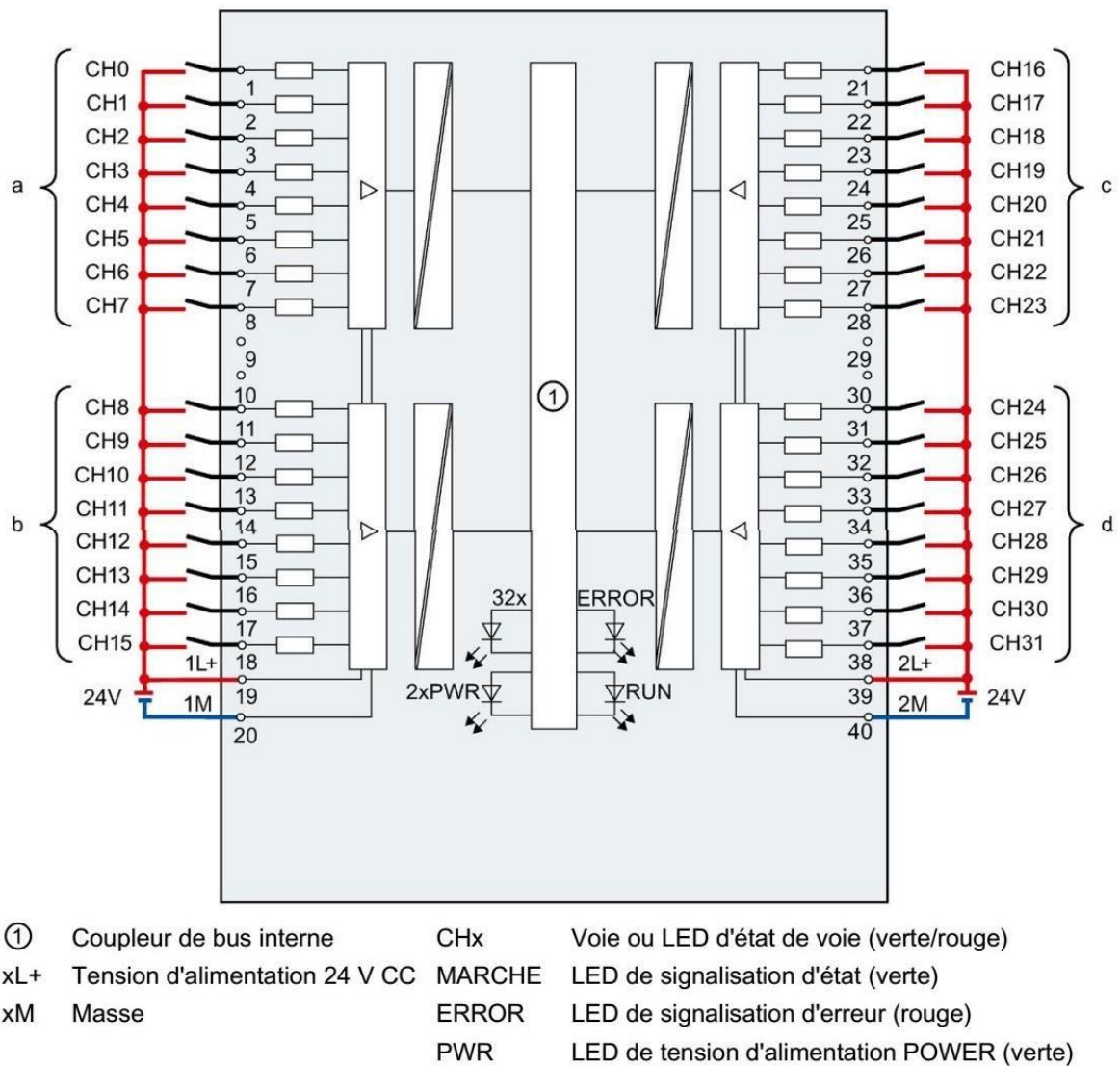


Figure 3- 5 : schéma de brochage des entrées

### 3.2.3 Module de sorties TOR DQ 32x24VDC/0.5A BA(6ES7522-1BL10-0AA0)

Le module TOR possède les caractéristiques techniques suivantes :

- 32 sorties TOR, séparation galvanique par groupes de 8
- Tension nominale de sortie 24 V CC
- Courant nominal de sortie 0,5 A par voie
- Convient pour électrovannes, contacteurs à courant continu et voyants lumineux
- Compatibilité matérielle avec le module de sorties TOR DQ 16x24VDC/0.5A BA(6ES7522-1BH10-0AA0)

La figure 3-6 montre un exemple de brochage et de correspondance entre voie et adresse (octet de sortie a à octet de sortie d).



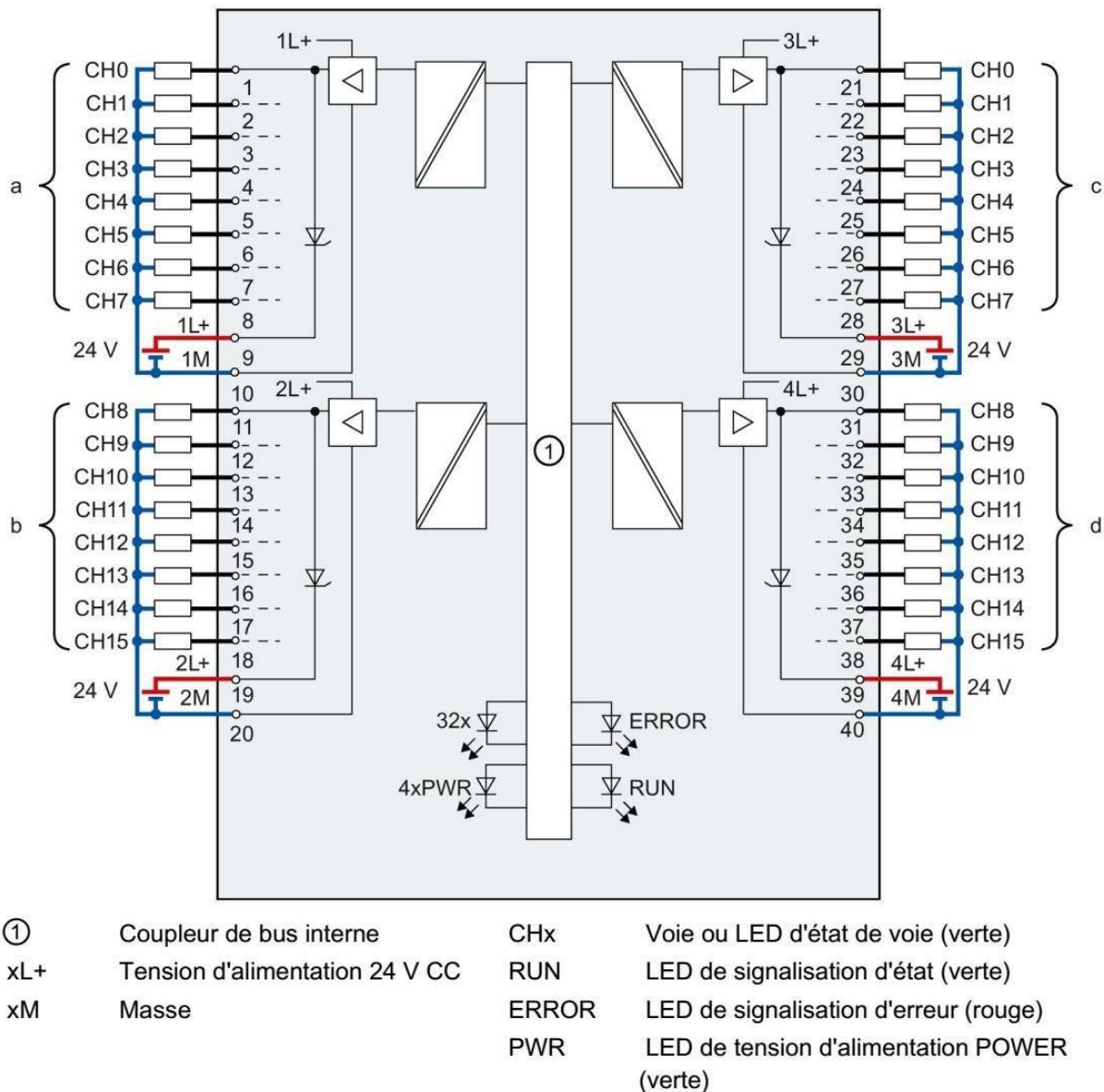


Figure 3- 6 : schéma de brochage des sorties

### 3.2.4 Module d'entrées analogiques AI 8xU/I/RTD/TC ST (6ES7531-7KF00-0AB0)

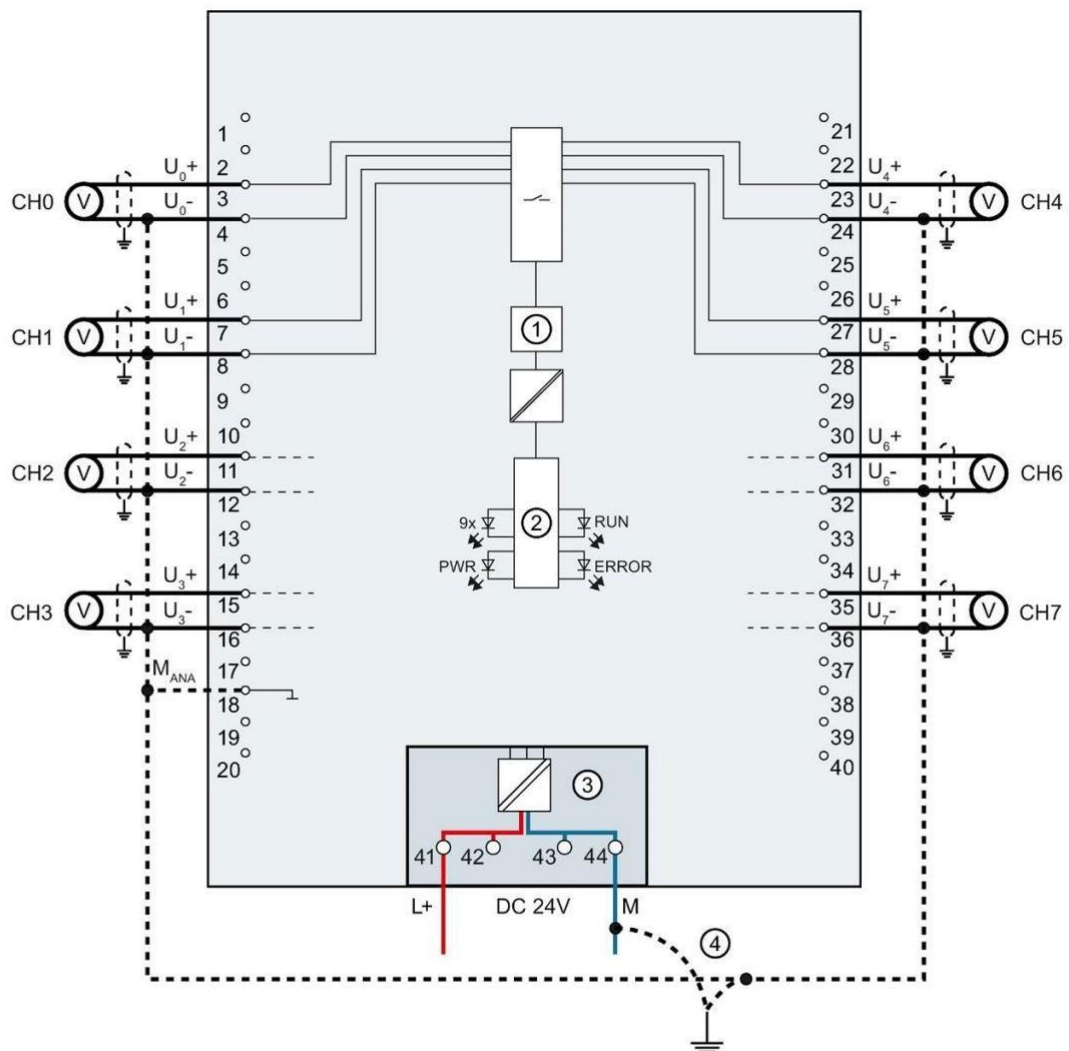
Le module possède les caractéristiques techniques suivantes :

8 entrées analogiques

- Type de mesure tension réglable pour chaque voie
- Type de mesure courant réglable pour chaque voie
- Type de mesure résistance réglable pour voie 0, 2, 4 et 6
- Type de mesure thermomètre à résistance (RTD) réglable pour voie 0, 2, 4 et 6
- Type de mesure thermocouple (TC) réglable pour chaque voie



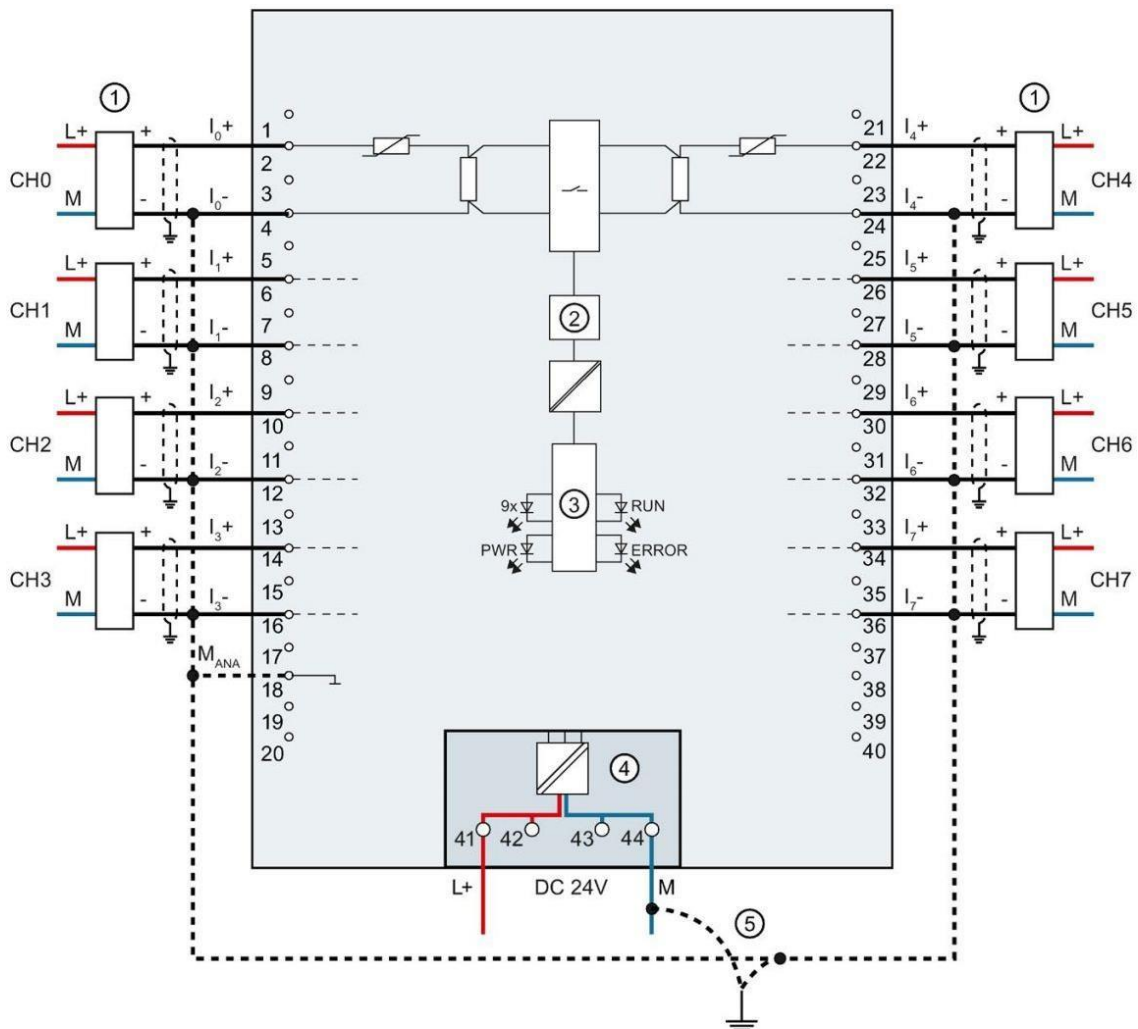
- Résolution 16 bits signe compris
  - Diagnostic paramétrable (par voie)
  - Alarme de processus en cas de dépassement de la valeur limite réglable pour chaque voie (deux limites supérieures et deux limites inférieures pour chacune d'entre elles)
- La figure 3-7 montre un exemple de brochage pour la mesure de tension.



- |   |   |       |   |
|---|---|-------|---|
| ① | Convertisseur analogique-numérique (CAN)          | CHx   | Voie ou 9 x état de voie (verte/rouge)  |
| ② | Coupleur de bus interne                           | RUN   | LED de visualisation d'état (verte)     |
| ③ | Tension d'alimentation via l'unité d'alimentation | ERROR | LED de signalisation d'erreur (rouge)   |
| ④ | Ligne équipotentielle (en option)                 | PWR   | LED pour tension d'alimentation (verte) |

Figure 3- 7 : Schéma de brochage pour la mesure de tension

La figure 3-8 montre un exemple de brochage pour la mesure de courant aumoyen d'un transducteur de mesure 4 fils.



- |   |       |   |
|---|-------|---|
| ① Connexion transducteur de mesure 4 fils           | CHx   | Voie ou 9 x état de voie (verte/rouge)  |
| ② Convertisseur analogique-numérique (CAN)          | RUN   | LED de visualisation d'état (verte)     |
| ③ Coupleur de bus interne                           | ERROR | LED de signalisation d'erreur (rouge)   |
| ④ Tension d'alimentation via l'unité d'alimentation | PWR   | LED pour tension d'alimentation (verte) |
| ⑤ Ligne équipotentielle (en option)                 |       |   |

Figure 3- 8 : Schéma brochage pour la mesure de courant

La figure 3-9 montre un exemple de brochage pour la mesure de courant au moyen d'un transducteur de mesure 2 fils.

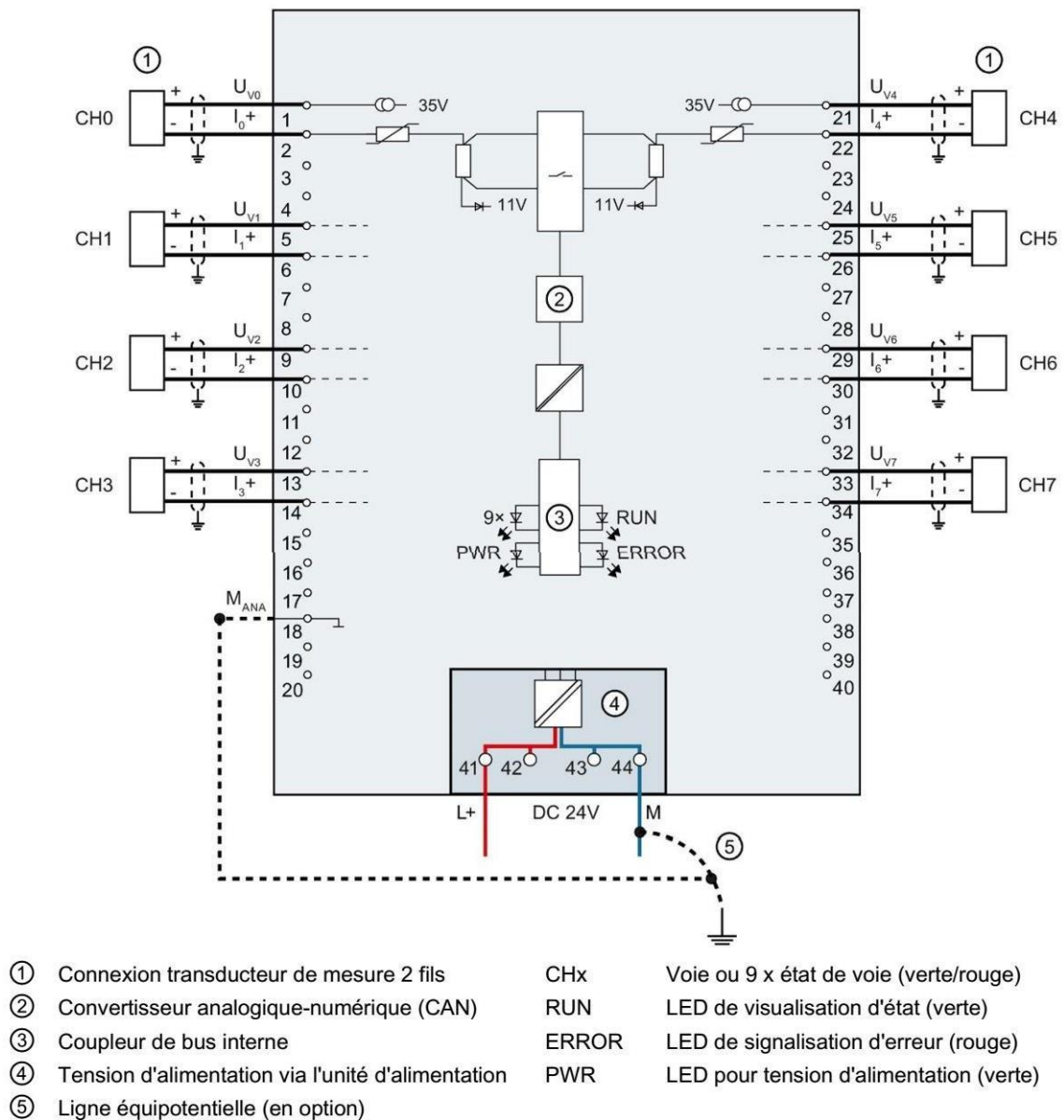


Figure 3- 9 : Schéma brochage pour la mesure de courant

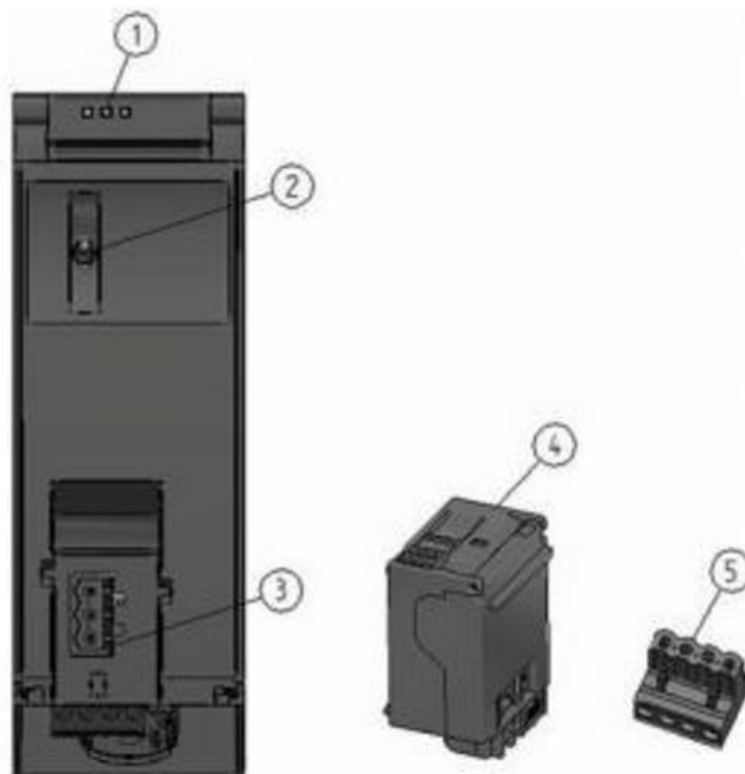
### 3.2.5 Module d'alimentation externe PM 70 W 120/230 V AC (6EP1332-4BA00)

Le module d'alimentation externe PM 70 W 120/230 V CA alimente les circuits électriques d'entrée et de sortie (circuits de charge) ainsi que les capteurs et les actionneurs. Le module d'alimentation externe a les propriétés suivantes :

- Tension nominale d'entrée 120/230 V CA, 50/60 Hz

- Commutation automatique de la plage de tension
- Tension nominale de sortie 24 V CC
- Courant nominal de sortie 3 A
- Puissance de sortie 70 W
- Tolérance aux microcoupures

La figure 3-10 montre les éléments de commande et de raccordement du module d'alimentation externe PM 70 W 120/230 V AC derrière le volet frontal, le connecteur de raccordement réseau et la borne de sortie 24 V CC enfichable.



- 1- Témoins LED indiquant l'état de service et l'état de diagnostic actuels du PM
- 2- Interrupteur marche/arrêt
- 3- Raccordement pour l'alimentation électrique via le connecteur de raccordement au réseau
- 4- Connecteur de raccordement au réseau, enfiché lors de la livraison
- 5- Borne de sortie 24 V CC enfichable, enfichée à la livraison

Figure 3- 10 : Vue du module d'alimentation externe PM 70 W 120/230 V AC

### 3.3 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL

La plateforme « Totally Integrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13.

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

La vue du portail : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide (Figure 3-11).

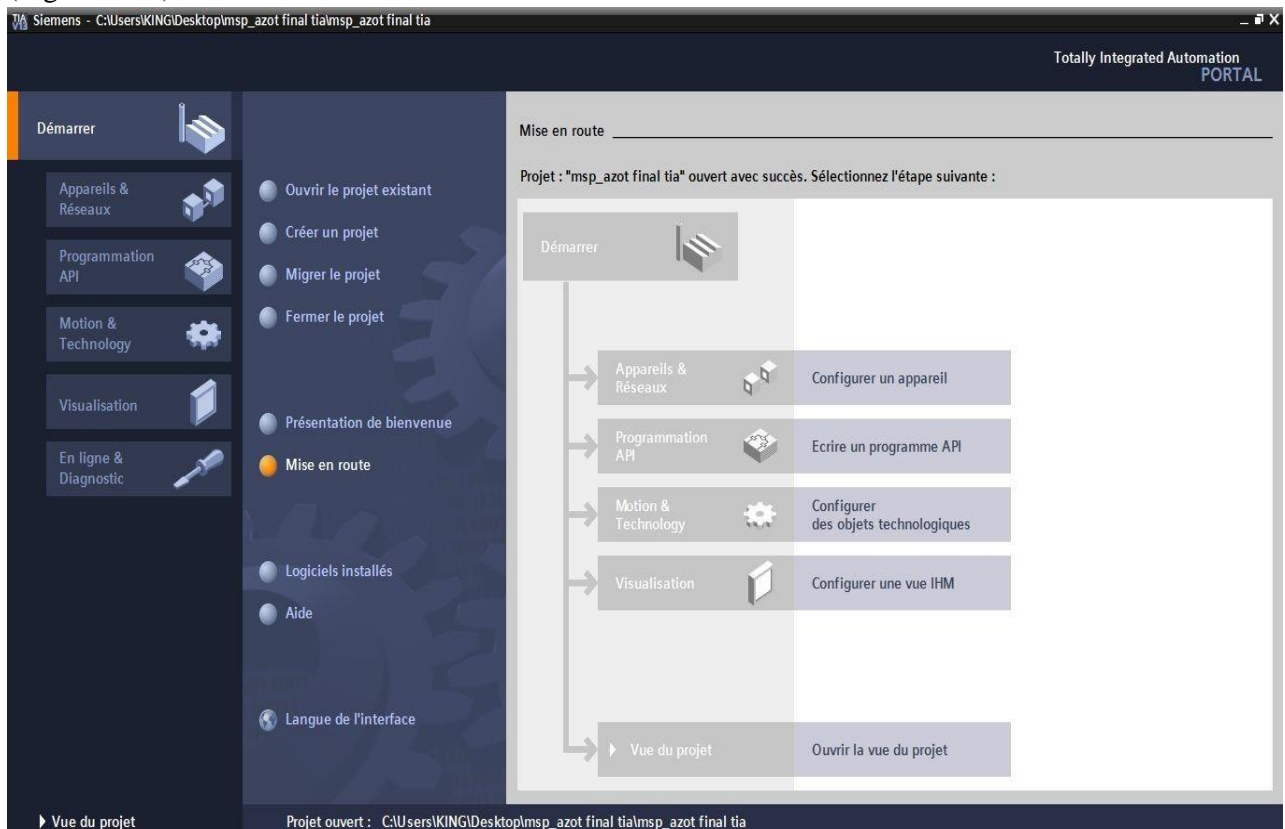


Figure 3- 11 : Vue du portail

La vue du projet : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. L'éditeur requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue comme l'indique la Figure 3-12.

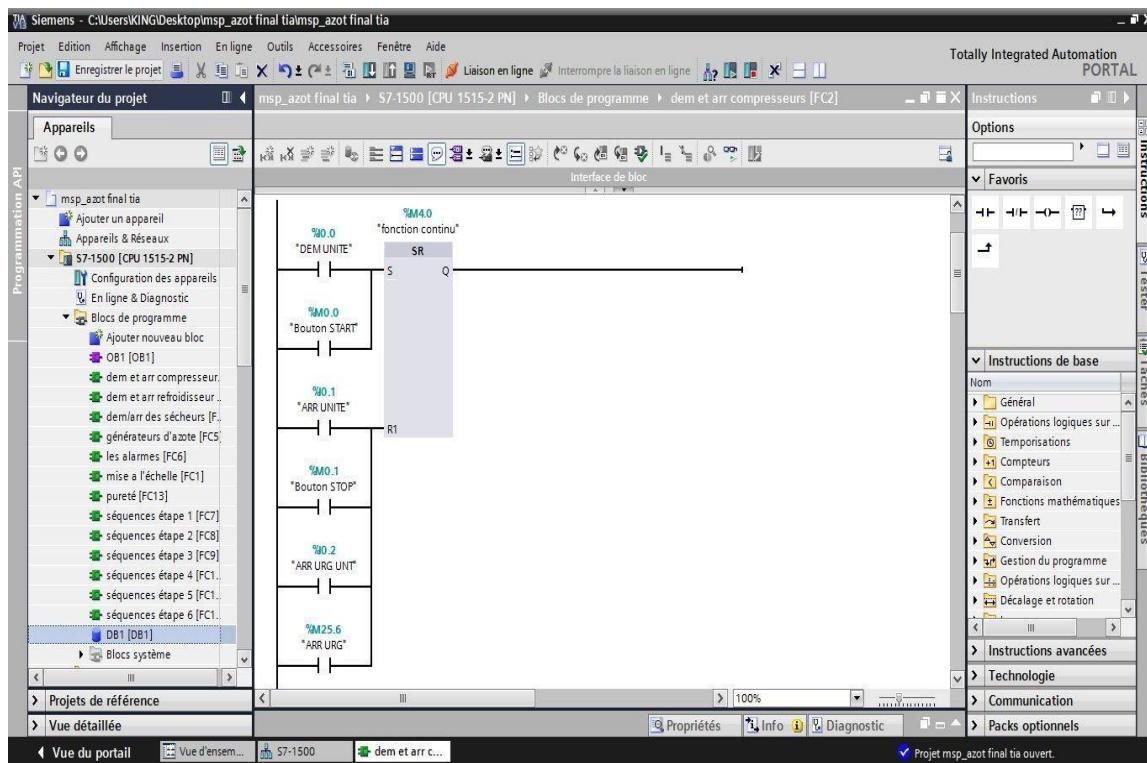


Figure 3- 12 : Vue du projet

### 3.4 Introduction à la supervision

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Un système IHM se charge des tâches suivantes :

- **Représentation du process** : le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue p. ex., l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.
- **Commande du processus** : l'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p. ex. définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.
- **Vue des alarmes** : lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, p. ex. lorsqu'une valeur limite est franchie.

### 3.5 Présentation du logiciel de supervision WINCC

C'est le logiciel utilisé pour la configuration de pupitres et de PC de supervision et de commande, la Figure 3-13 ceci :



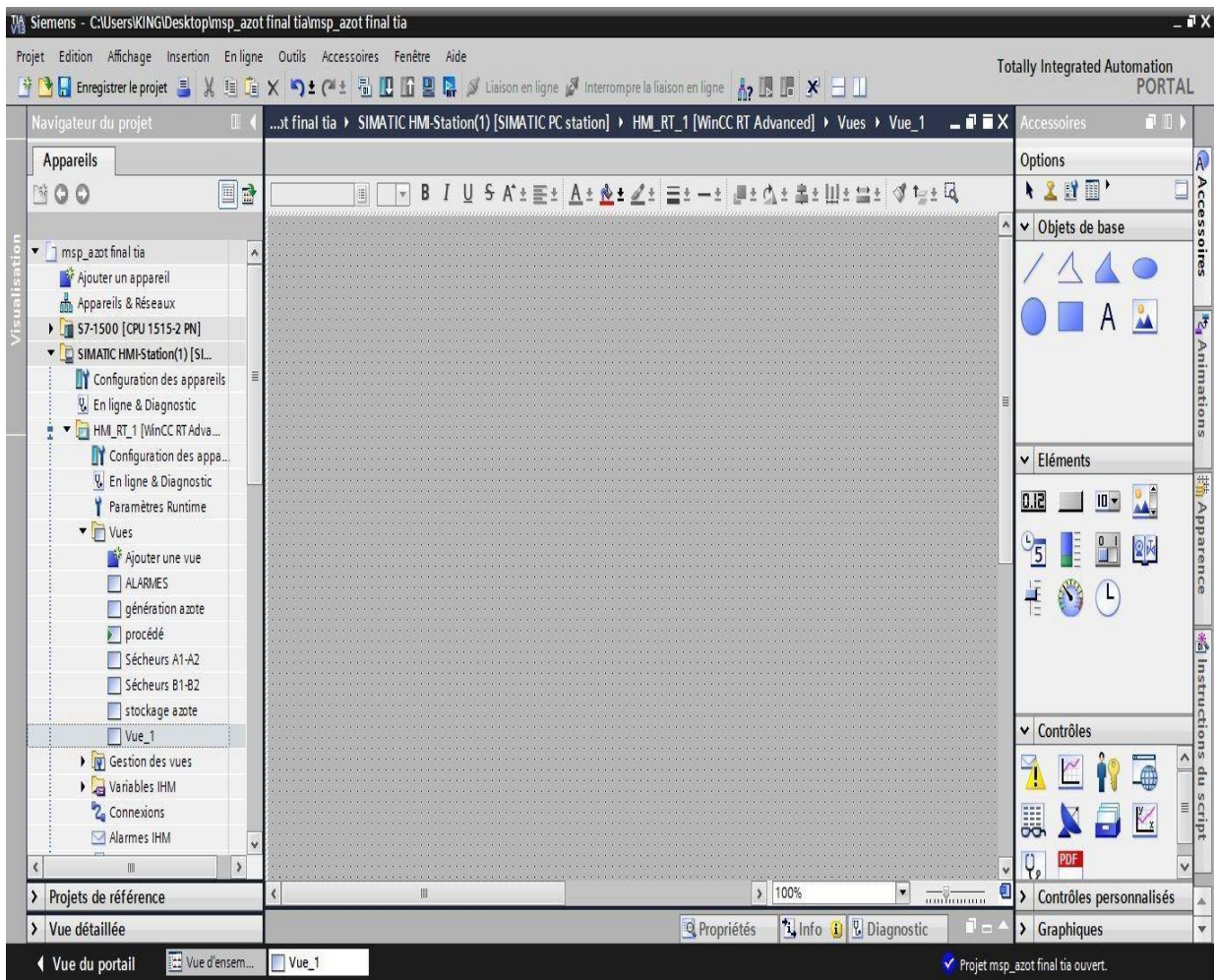


Figure 3- 13 : La vue de WinCC

## **Conclusion**

Après la présentation du matériel et logiciels utilisés, on passe dans le chapitre suivant à la programmation et la conception de l'HMI.



## **Chapitre 4 :**

# **Programmation séquentielle du déroulement des étapes process et conception de l'interface de supervision**

### **Introduction**

Ce chapitre est consacré à la description en détail du travail réalisé pour aboutir au résultat final.

Le chapitre a débuté par une analyse approfondie du travail requis, identifiant les tâches et les objectifs spécifiques à atteindre. Sur la base de cette analyse, les systèmes de contrôle de l'unité ont été sélectionnés et configurés pour répondre aux besoins du projet. Ensuite, une description détaillée des différentes séquences nécessaires au bon fonctionnement du système a été élaborée. Cette description a servi de base à la programmation des séquences dans les systèmes de contrôle, en utilisant une série de blocs fonctionnels (FC) pour assurer une exécution précise et efficace. Chaque séquence a été soigneusement programmée pour garantir sa fonctionnalité optimale. Parallèlement, une conception minutieuse de l'interface de supervision a été réalisée à l'aide de WinCC. Cette interface a été conçue pour offrir une visualisation claire et intuitive des opérations en cours, nécessitant une description détaillée des différents écrans de supervision pour assurer une surveillance efficace du système.

## 4.1 Le travail requis

Notre travail sera la programmation des séquences de démarrage et d'arrêt selon la description présentée dans le diagramme logique. Ensuite on passera à la conception d'une HMI pour la visualisation des différents paramètres ainsi que l'état des équipements de l'unité.

## 4.2 Systèmes de Contrôle de l'unité

Le système de contrôle sera formé des éléments suivants :

- PLC de contrôle siemens S7 1500.
- Écran de visualisation des données – HMI.
- Module de communications Modbus RTU pour se connecter au système de contrôle du complexe DCS.
- Modules des entrées/sorties.
- Capteurs de Process (pression-température -teneur en oxygène).
- Débitmètre.
- Détecteurs de position des vannes.

## 4.3 Description des différentes séquences

### 4.3.1 Séquence de démarrage

- Le bouton de démarrage est appuyé.
- Les compresseurs d'air démarrent seulement dans le cas que la pression d'air dans les réservoirs de stockage est inférieure à la pression de consigne.
- Démarrage des refroidisseurs d'eau lorsque les compresseurs commencent à fonctionner, la température de l'eau de refoulement augmente, ce qui entraîne le démarrage des refroidisseurs.
- Les sécheurs d'air démarrent. Si les sécheurs détectent le passage d'air comprimé, ils démarrent automatiquement.
- Les générateurs d'azote démarrent.

Seulement si la pression d'azote dans les réservoirs de stockage est inférieure à la pression de consigne.

- Après l'obtention de la pression d'air comprimé minimale pour le démarrage du générateur d'azote, les différentes phases composant chaque générateur démarrent séquentiellement.

Lorsque la pression d'azote dans le réservoir atteint la valeur de consigne, le générateur restera en stand-by jusqu'à ce que les points d'utilisation consomment d'azote de nouveau.

#### 4.3.2 Séquence d'arrêt :

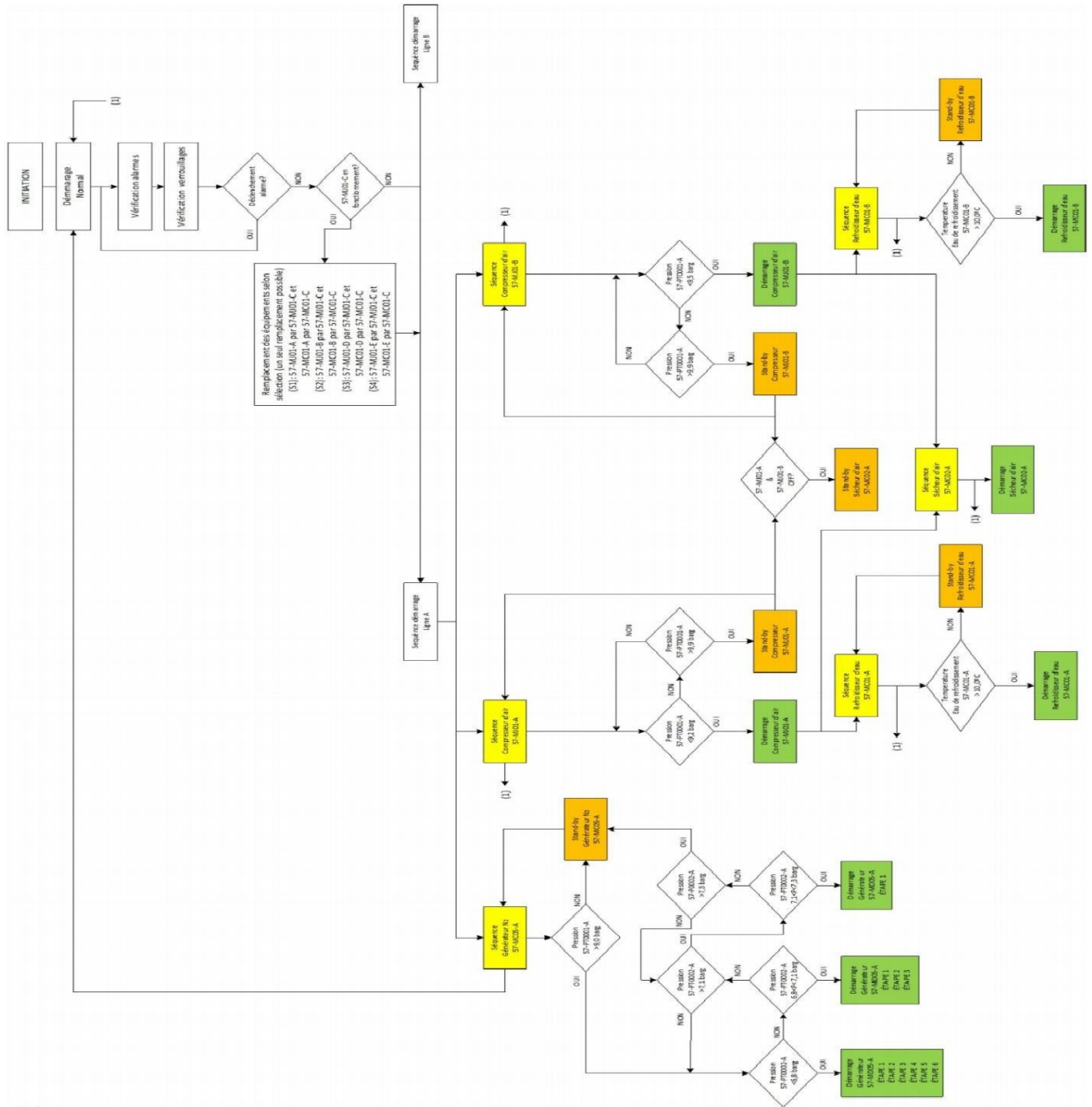
- Le bouton d'arrêt est appuyé.
- Les générateurs d'azote s'arrêtent. Les générateurs continuent à fonctionner jusqu'à l'achèvement du cycle de travail de chaque phase en fonction du numéro de phases de fonctionnement et du moment du cycle dans lequel la demande d'arrêt se produit, ce processus peut durer quelques minutes.
- Après l'arrêt des générateurs, les compresseurs continuent à fonctionner jusqu'à l'obtention de la pression d'arrêt.
- Les sécheurs s'arrêtent automatiquement s'ils ne détectent pas le passage d'air vers les réservoirs de stockage.
- Comme les compresseurs se sont arrêtés, le système ne consomme plus d'eau de refroidissement et, par conséquent, les refroidisseurs d'eau s'arrêtent lorsque de l'eau atteint la température de consigne.
- Si, lors de l'arrêt, les générateurs et les compresseurs étaient en stand-by parce qu'il n'existait pas de demande d'azote, l'arrêt de l'installation sera immédiat.

#### 4.3.3 Séquence de d'arrêt d'urgence :

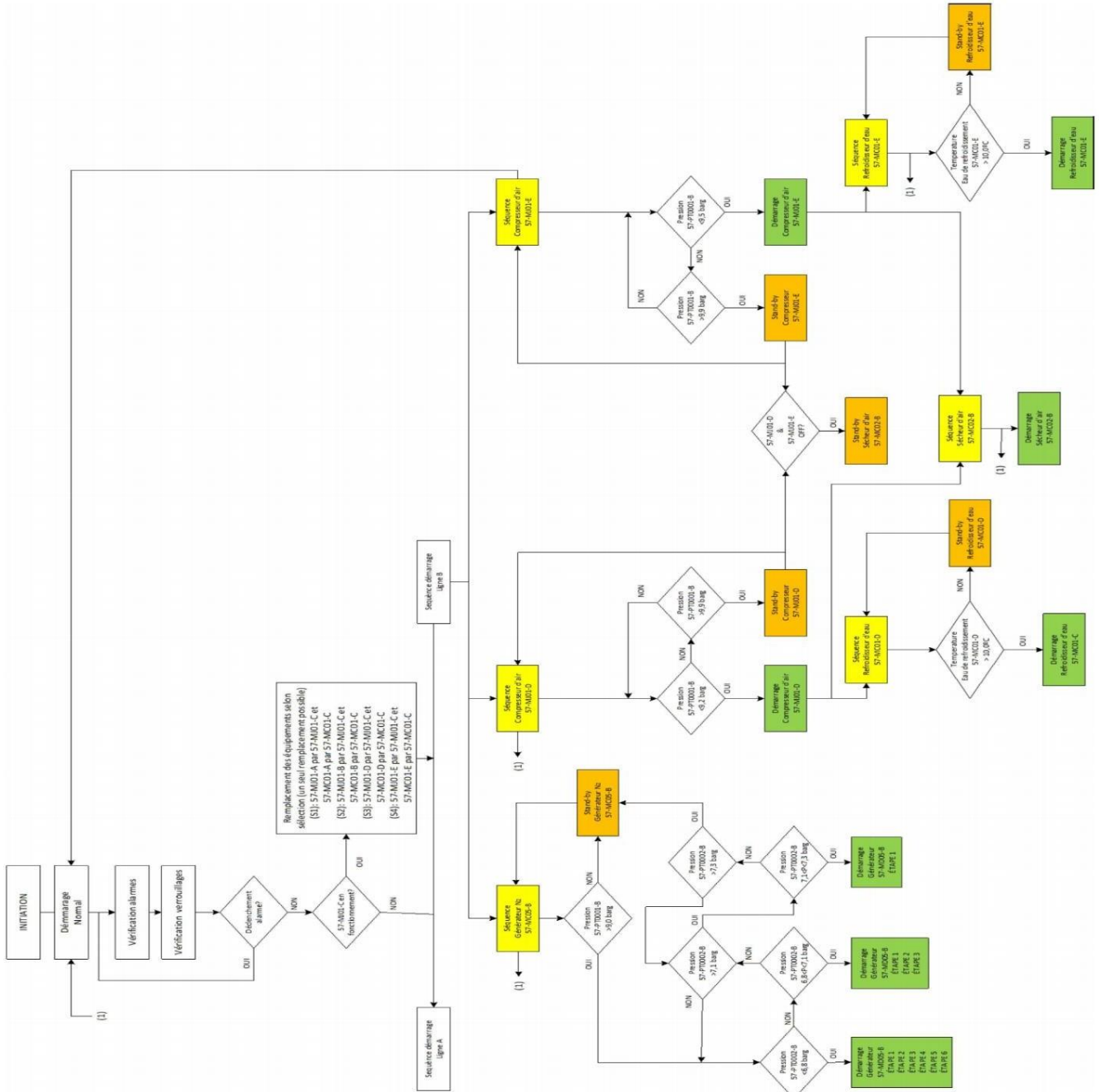
En cas d'urgence, il est possible de réaliser l'arrêt de tous les équipements du système immédiatement. Cet arrêt pourra être effectué de deux façons :

- Au niveau local
- Bouton d'arrêt d'urgence.

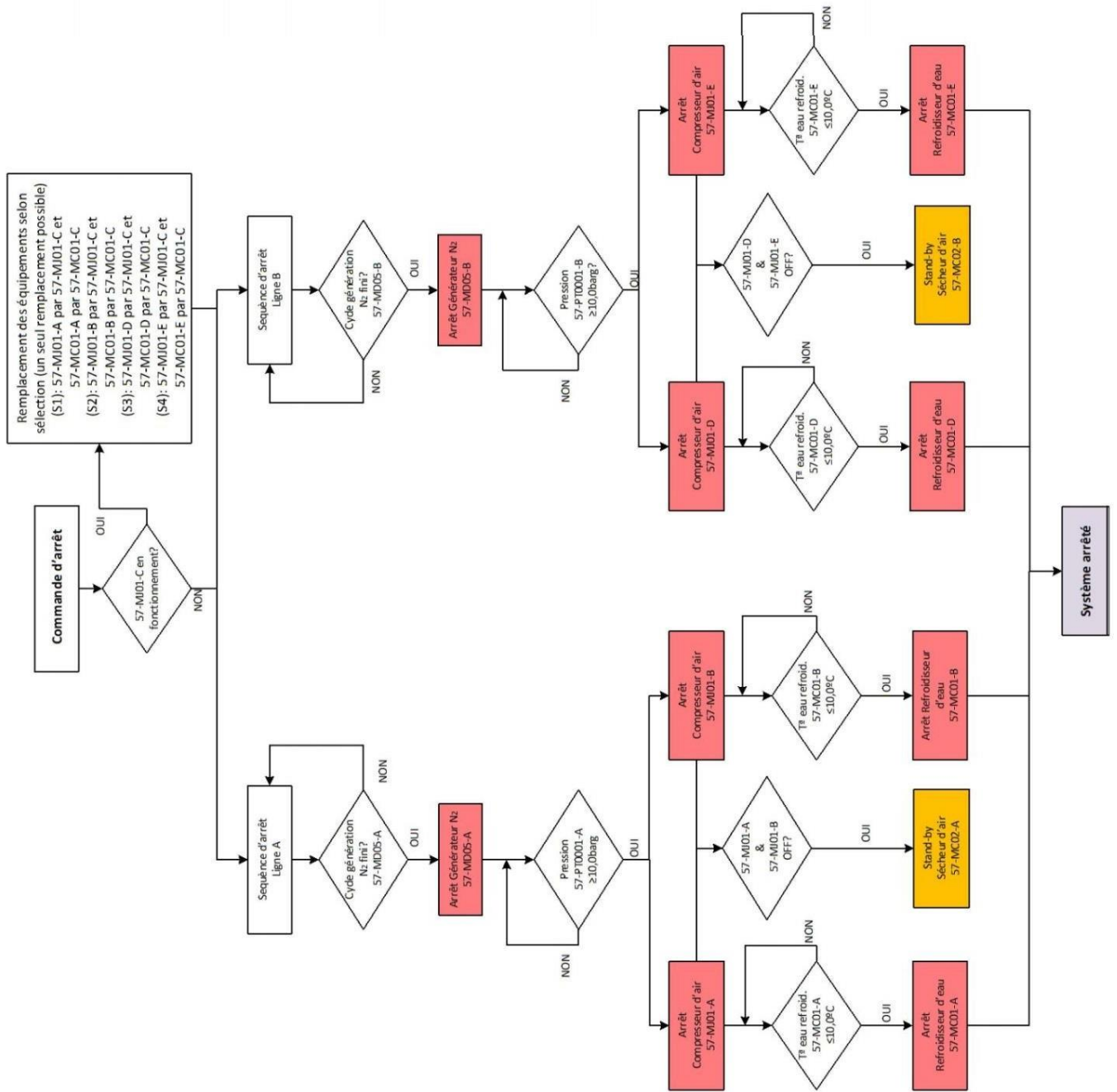
SEQUENCE DÉMARI  
LIGNE A



SEQUENCE DÉMARRAG  
LIGNE B



COMMANDE D'ARRÊT



## 4.4 Programmation des séquences

Pour la programmation des différentes séquences nous avons utilisé un automate programmable siemens de type S7 1500.

L'application sera développée sur le logiciel de programmation des automates TIAPORTAL V13. Nous avons commencé par la configuration matérielle cette configuration est basée selon la tâche qu'on veut réaliser ainsi que le nombre et le type d'entrées /sorties que nous avons besoin.

### 4.4.1 Liste des entrées /sorties

Le Tableau 4-1 donne une Liste des entrées avec des sorties :

N°	Code P&ID	Mesure	Type de signal
1	57-PT0001A	Transmetteur de pression	Analogique 4-20 mA
2	57-PT0001B	Transmetteur de pression	Analogique 4-20 mA
3	57-PT0002A	Transmetteur de pression	Analogique 4-20 mA
4	57-PT0002B	Transmetteur de pression	Analogique 4-20 mA
5	57-PT0003	Transmetteur de pression	Analogique 4-20 mA
6	57-TT0001A	Transmetteur de température	Analogique 4-20 mA
7	57-TT0001B	Transmetteur de température	Analogique 4-20 mA
8	57-TT0002A	Transmetteur de température	Analogique 4-20 mA
9	57-TT0002B	Transmetteur de température	Analogique 4-20 mA
10	57-AT0002A	Sonde à oxygène	Analogique 4-20 mA
11	57-AT0002B	Sonde à oxygène	Analogique 4-20 mA
12	Bouton de démarrage de l'installation (normal)		Entrée TOR
13	Bouton de d'arrêt de l'installation (normal)		Entrée TOR
14	Bouton de d'arrêt de l'installation (urgence)		Entrée TOR
15	57-XV0001A	Vanne automatique	Sortie TOR
16	57-XV0002A	Vanne automatique	Sortie TOR
17	57-XV0003A	Vanne automatique	Sortie TOR
18	57-XV0004A	Vanne automatique	Sortie TOR

19	57-XV0005A	Vanne automatique	Sortie TOR
20	57-XV0006A	Vanne automatique	Sortie TOR
21	57-XV0007A	Vanne automatique	Sortie TOR
22	57-XV0008A	Vanne automatique	Sortie TOR
23	57-XV0001B	Vanne automatique	Sortie TOR
24	57-XV0002B	Vanne automatique	Sortie TOR
25	57-XV0003B	Vanne automatique	Sortie TOR
26	57-XV0004B	Vanne automatique	Sortie TOR
27	57-XV0005B	Vanne automatique	Sortie TOR
28	57-XV0006B	Vanne automatique	Sortie TOR
29	57-XV0007B	Vanne automatique	Sortie TOR
30	57-XV0008B	Vanne automatique	Sortie TOR
31	57-XV0001C	Vanne automatique	Sortie TOR
32	57-XV0002C	Vanne automatique	Sortie TOR
33	57-XV0003C	Vanne automatique	Sortie TOR
34	57-XV0004C	Vanne automatique	Sortie TOR
35	57-XV0005C	Vanne automatique	Sortie TOR
36	57-XV0006C	Vanne automatique	Sortie TOR
37	57-XV0007C	Vanne automatique	Sortie TOR
38	57-XV0008C	Vanne automatique	Sortie TOR
39	57-XV0001D	Vanne automatique	Sortie TOR
40	57-XV0002D	Vanne automatique	Sortie TOR
41	57-XV0003D	Vanne automatique	Sortie TOR
42	57-XV0004D	Vanne automatique	Sortie TOR
43	57-XV0005D	Vanne automatique	Sortie TOR
44	57-XV0006D	Vanne automatique	Sortie TOR
45	57-XV0007D	Vanne automatique	Sortie TOR
46	57-XV0008D	Vanne automatique	Sortie TOR
47	57-XV0001E	Vanne automatique	Sortie TOR



48	57-XV0002E	Vanne automatique	Sortie TOR
49	57-XV0003E	Vanne automatique	Sortie TOR
50	57-XV0004E	Vanne automatique	Sortie TOR
51	57-XV0005E	Vanne automatique	Sortie TOR
52	57-XV0006E	Vanne automatique	Sortie TOR
53	57-XV0007E	Vanne automatique	Sortie TOR
54	57-XV0008E	Vanne automatique	Sortie TOR
55	57-XV0001F	Vanne automatique	Sortie TOR
56	57-XV0002F	Vanne automatique	Sortie TOR
57	57-XV0003F	Vanne automatique	Sortie TOR
58	57-XV0004F	Vanne automatique	Sortie TOR
59	57-XV0005F	Vanne automatique	Sortie TOR
60	57-XV0006F	Vanne automatique	Sortie TOR
61	57-XV0007F	Vanne automatique	Sortie TOR
62	57-XV0008F	Vanne automatique	Sortie TOR
63	V1-sécheur	Vanne automatique	Sortie TOR
64	V3-sécheur	Vanne automatique	Sortie TOR
65	V4-sécheur	Vanne automatique	Sortie TOR
66	V5-sécheur	Vanne automatique	Sortie TOR

Tableau 4- 1: Liste des entrées /sorties

#### 4.4.2 Création du projet et la configuration matérielle

Nous avons commencé par la création du projet et la configuration matérielle cette configuration est basée selon la tâche qu'on veut réaliser ainsi que le nombre et le type d'entrées/sorties que nous avons besoin.

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « Créer un projet ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer » (Figure 4-1).

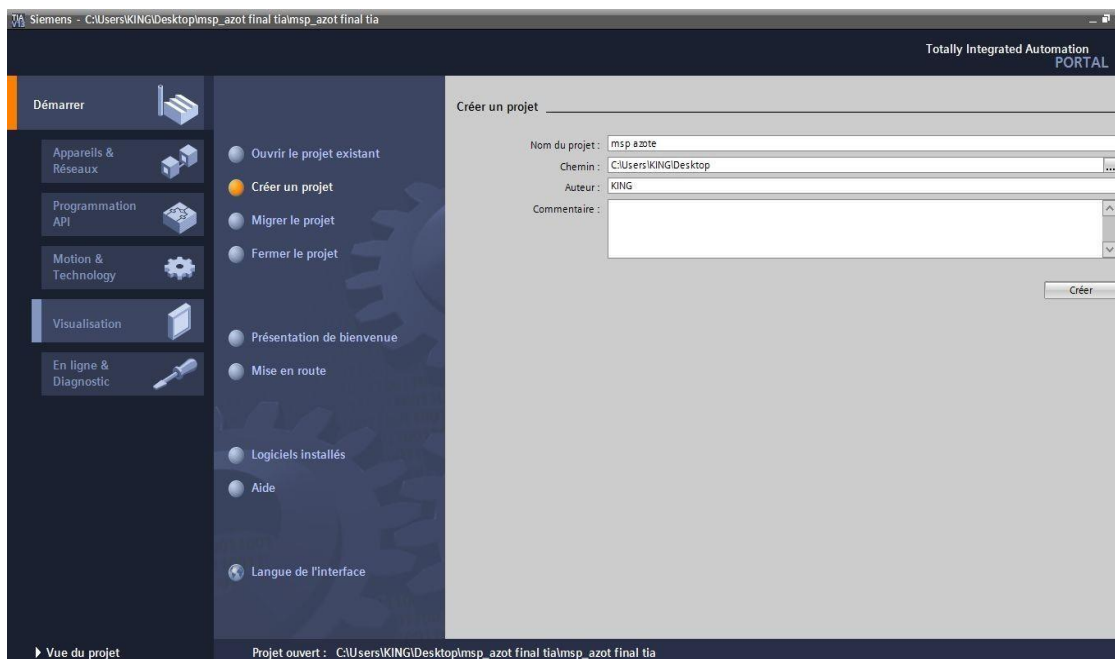


Figure 4- 1 : Création du projet

Une fois notre projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la vue du projet et cliquer sur « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet. La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i, ...). La Figure 4- 2 montre sa :

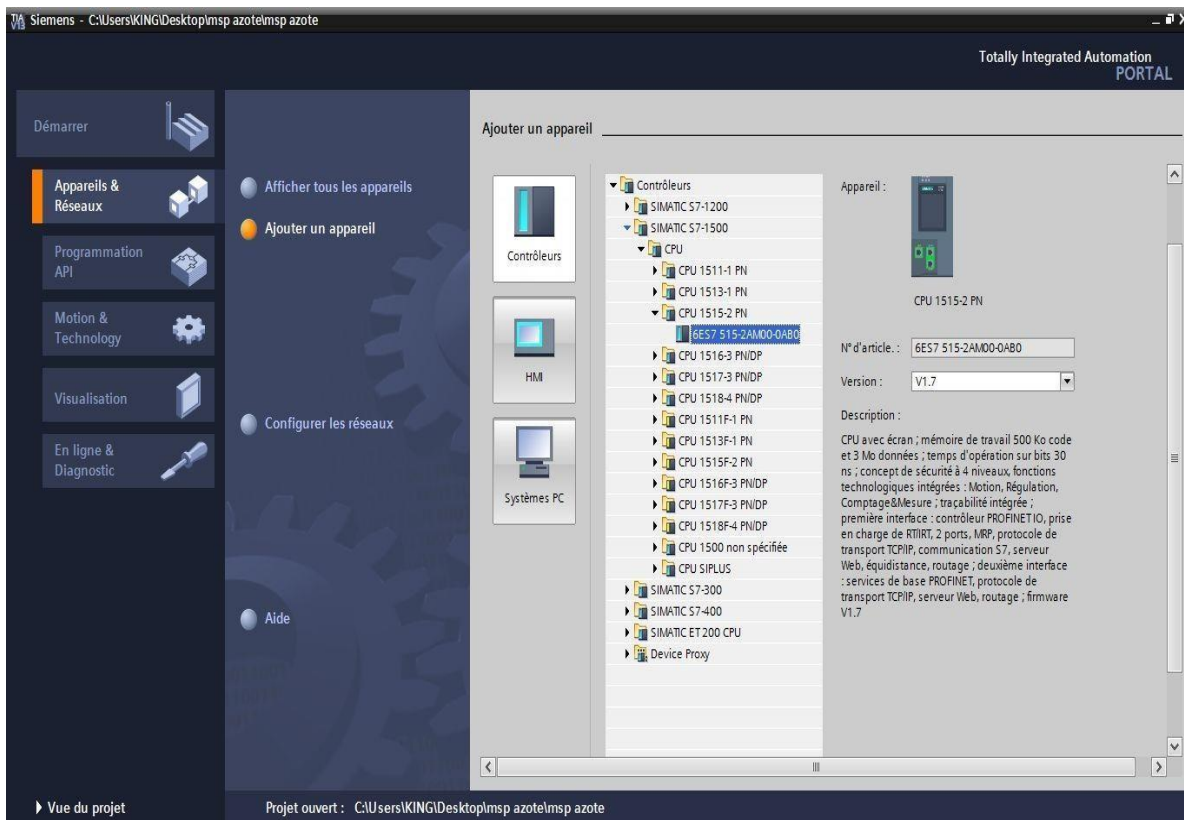


Figure 4- 2 : choix de la CPU

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information. Permet d'avoir une information sur le matériel sélectionné (figure 4-3).

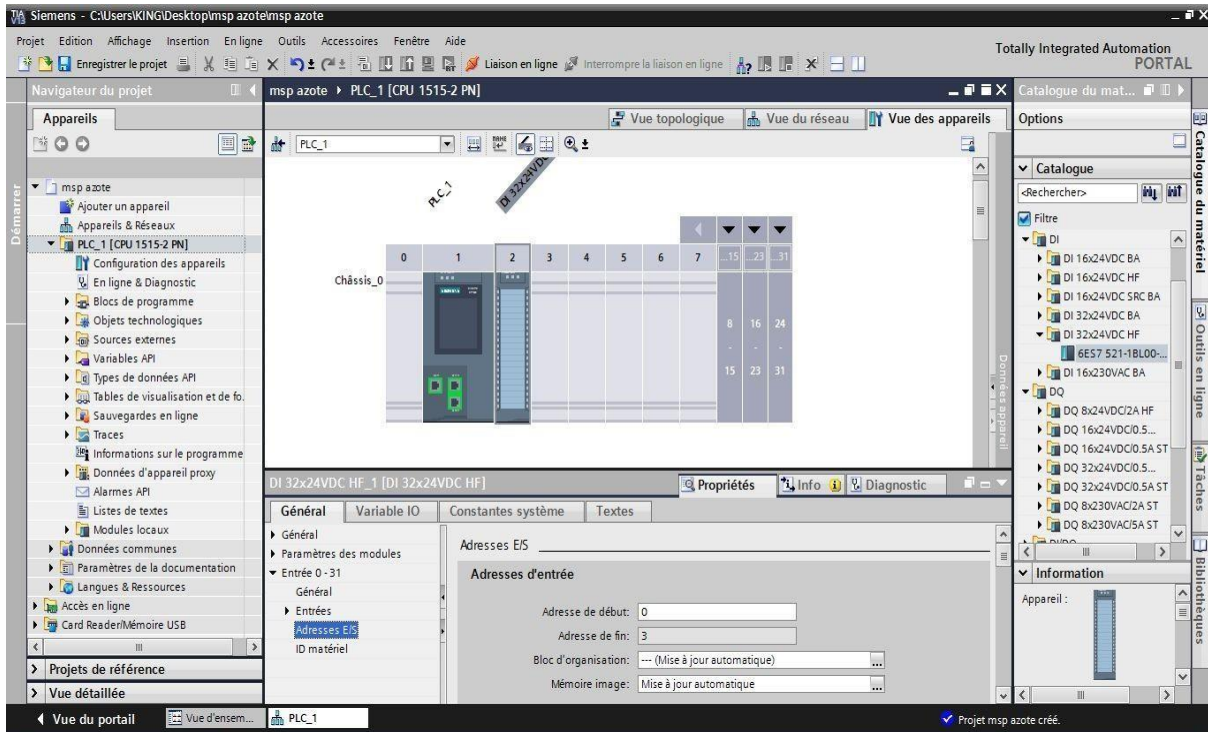


Figure 4- 3 : ajout des modules entrées/sorties

#### 4.4.3 Création de la table des mnémoniques

Pour améliorer la lisibilité et la clarté de notre programme, nous avons utilisé des mnémoniques à la place des adresses absolues. Pour cela nous avons créé une table de mnémoniques dans laquelle nous avons défini pour chaque opérande utilisée un nom

D'adresse absolue, le type de données ainsi qu'un commentaire. Les mnémoniques ainsi définies pourront être utilisées dans l'ensemble du programme. A savoir la Figure 4-4.

Le tableau suivant représente la table des mnémoniques qu'on a utilisées dans notre programme, Ensuite pour des raisons de simplification de programmation et de diagnostics de l'application par la suite, nous avons subdivisé le programme en plusieurs blocs (FC). À la fin nous avons fait l'appel de ces blocs dans le bloc organisationnel (OB1) pour être exécuter.

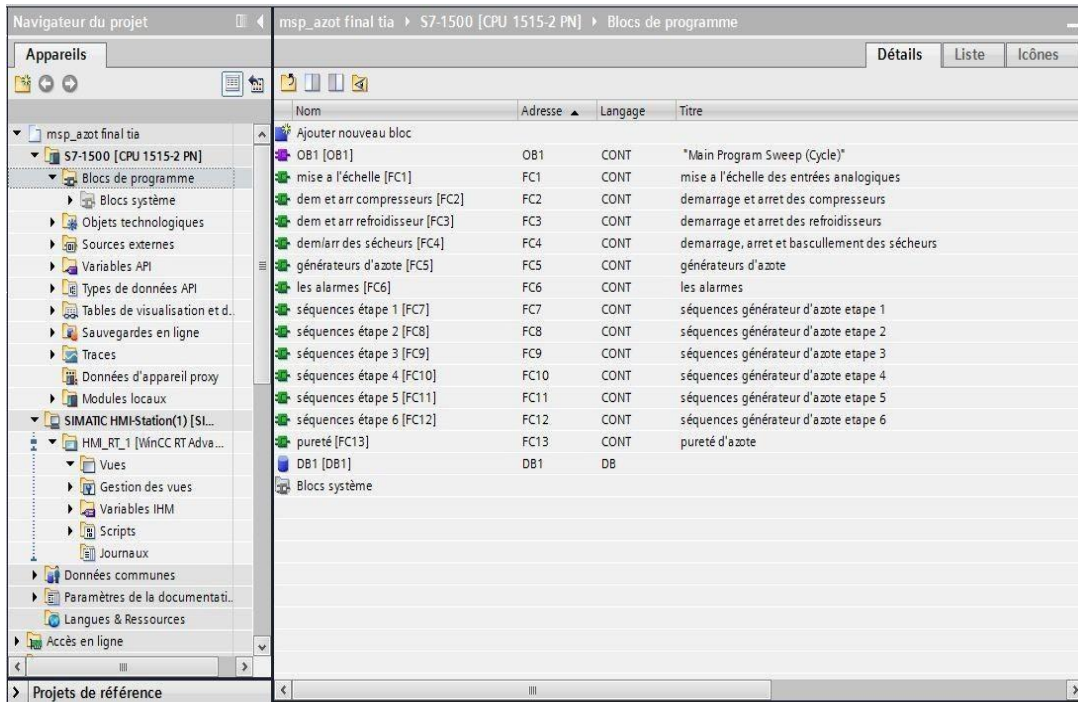


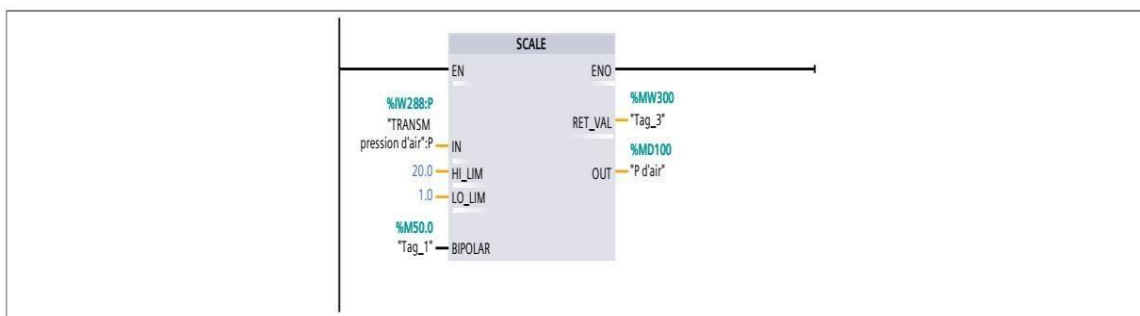
Figure 4- 4 : organisation du programme

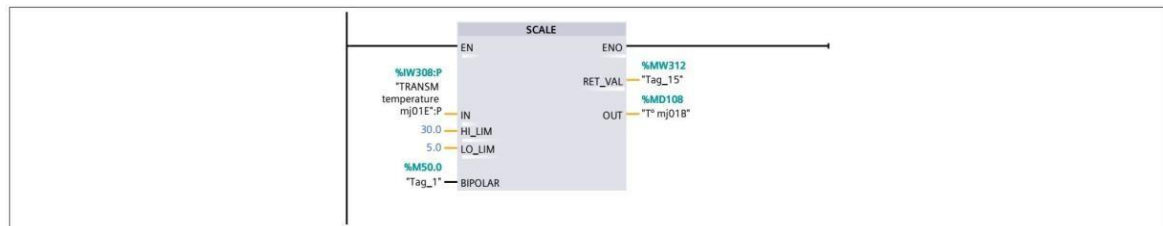
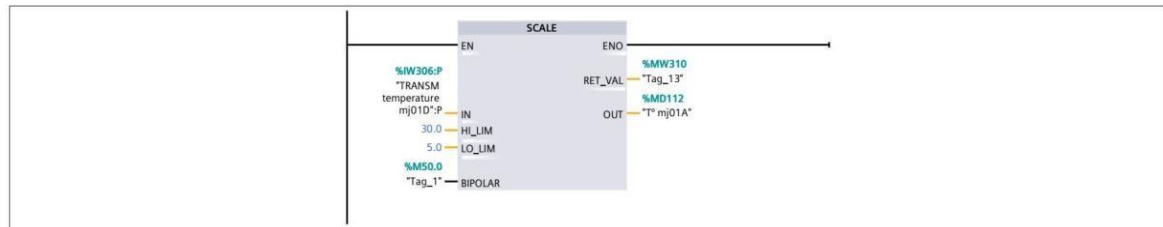
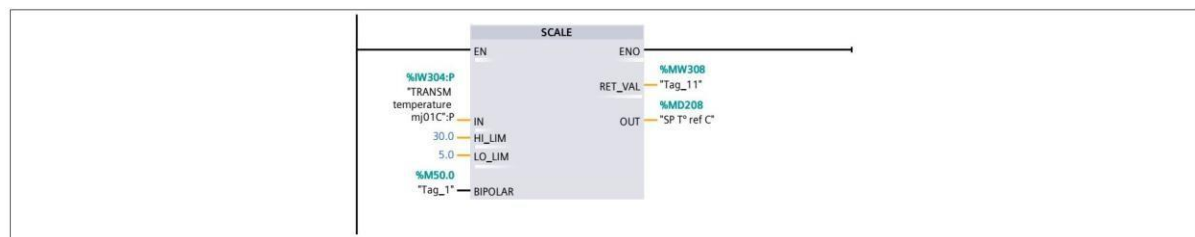
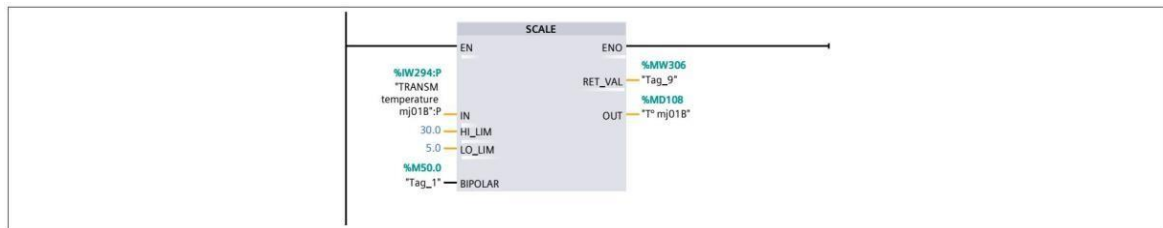
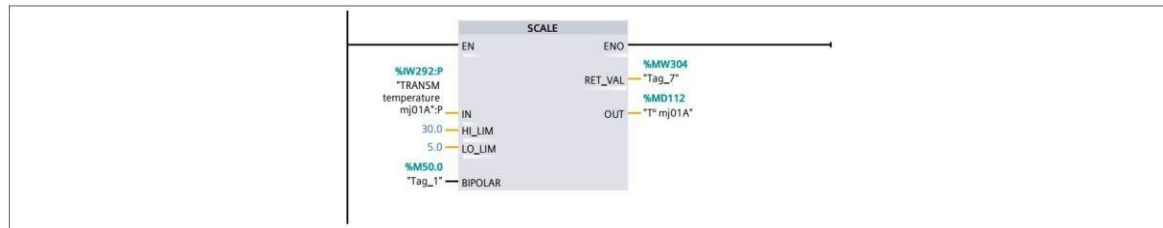
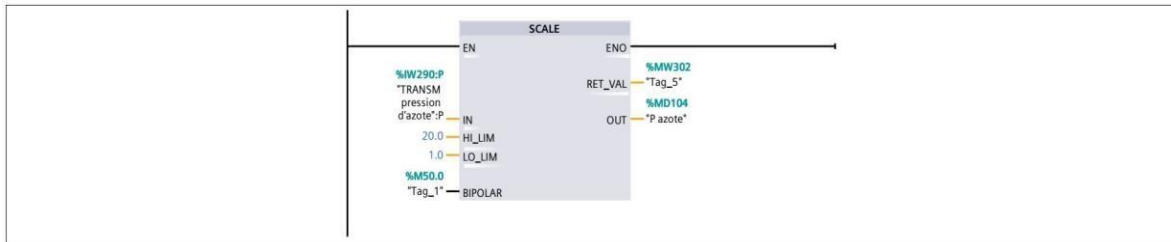
## 4.5 Description des différents blocs (FC)

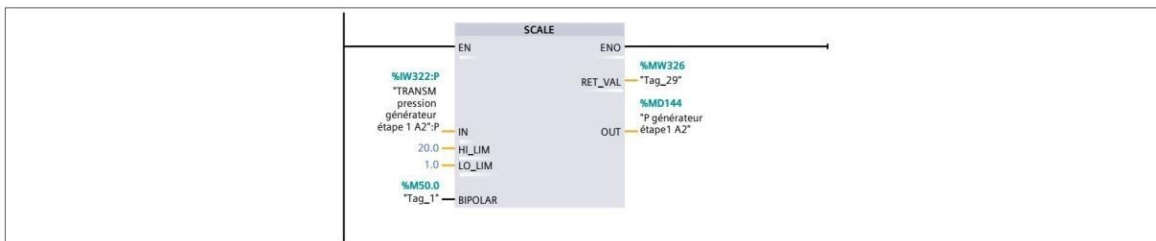
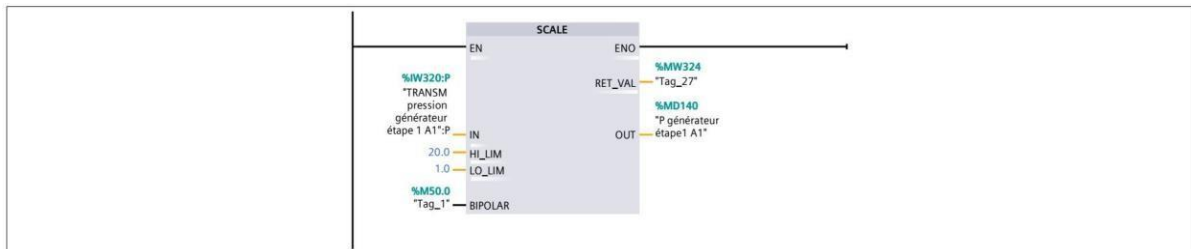
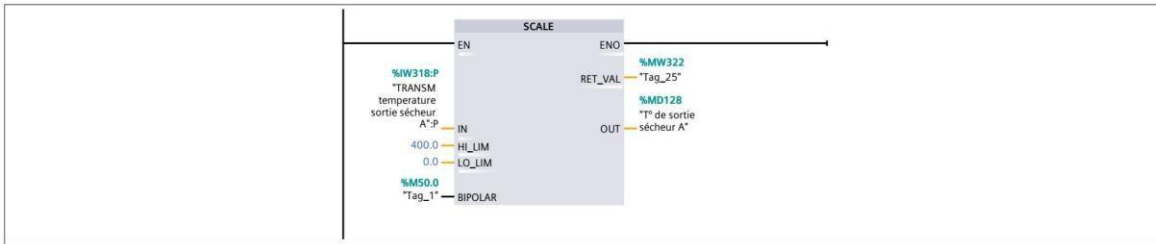
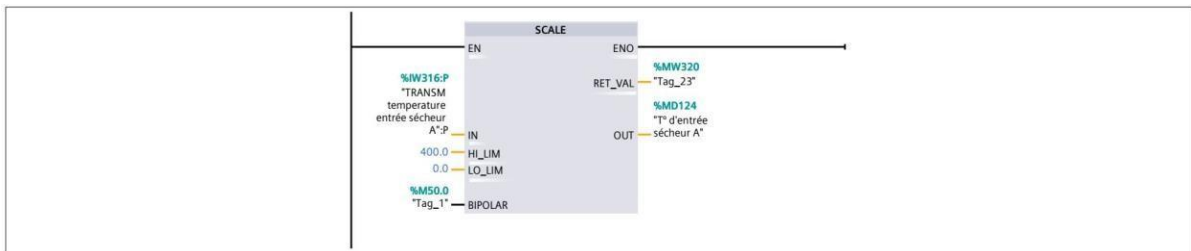
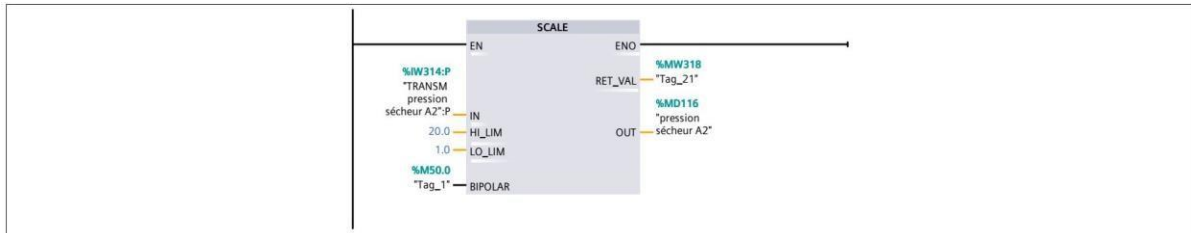
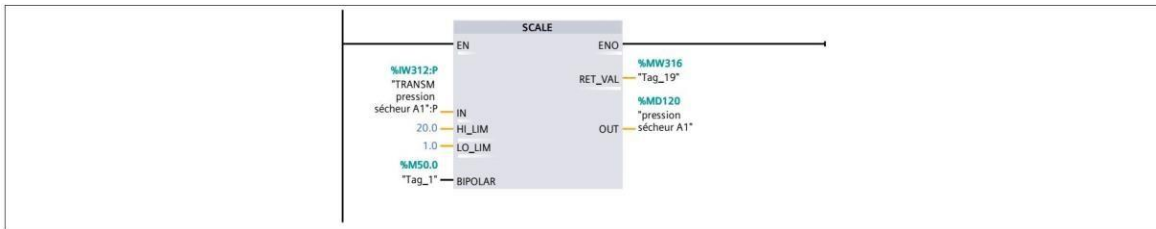
### 4.5.1 Le bloc FC1

Le bloc FC1 utilisé pour la mise à l'échelle des transmetteurs (entrées analogiques) en spécifiant l'adresse d'entrée (PEW) ; la plage de mesure ( ) ainsi que l'adresse de mémoire qui contient la valeur réelle mesurée qui va être manipulée dans le programme (MD) (Figure 4-5)

Réseau 1 : pression du réservoir d'air







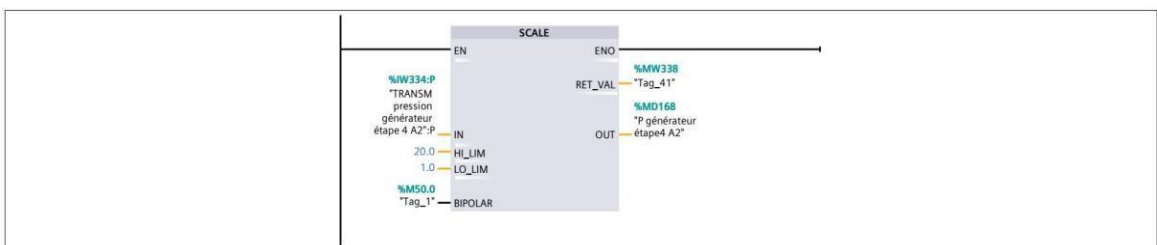
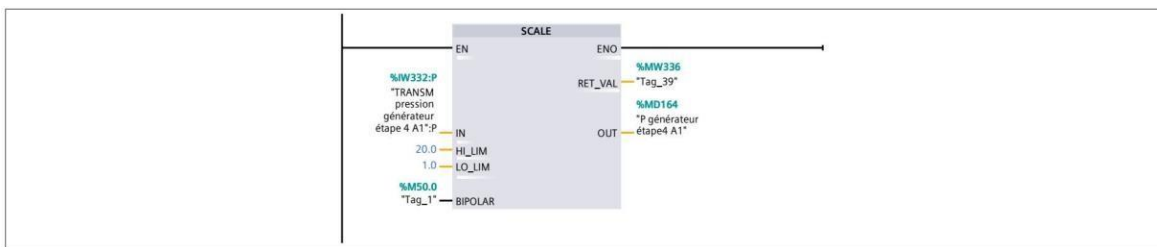
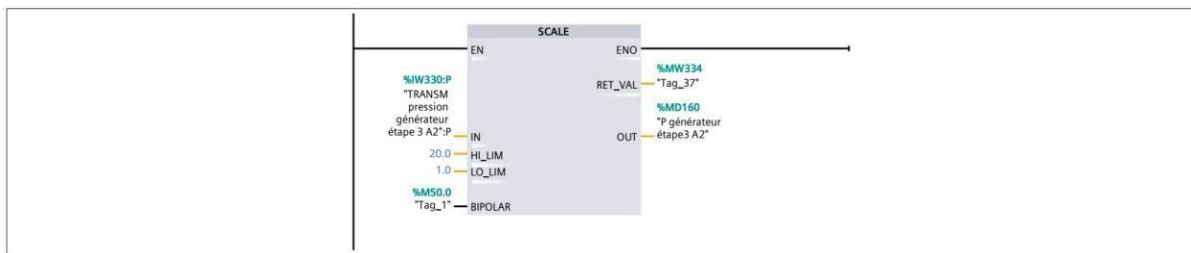
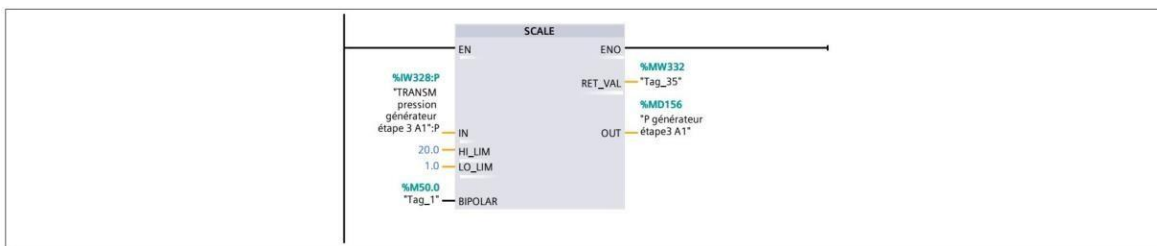
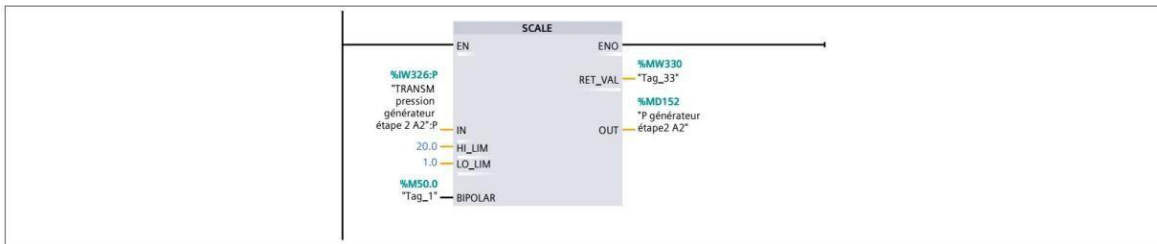
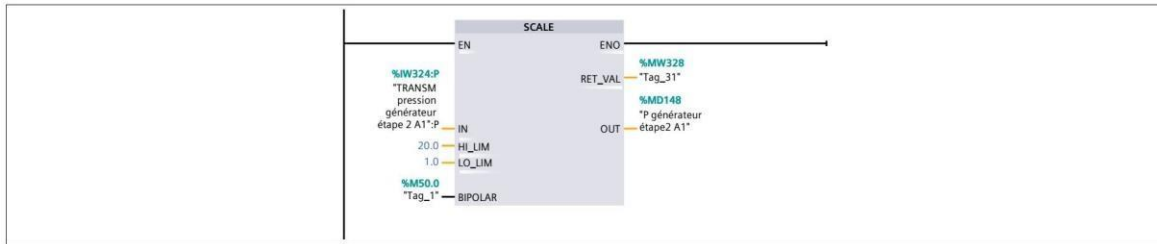






Figure 4- 5 : mise à l'échelle des entrées analogiques

### 4.5.2 Le bloc FC2

Le bloc FC2 utilisé pour le démarrage et l'arrêt des compresseurs selon la logique de contrôle (pression d'air comprimé dans le ballon ; pression d'azote dans le ballon) dans les deux modes soit Auto ou Manu en plus de sa la Figure 4- 6 montre bien même fig 4- 7 et fig 4- 8.

Réseau 5 : démarrage et arrêt du compresseur MJ01A

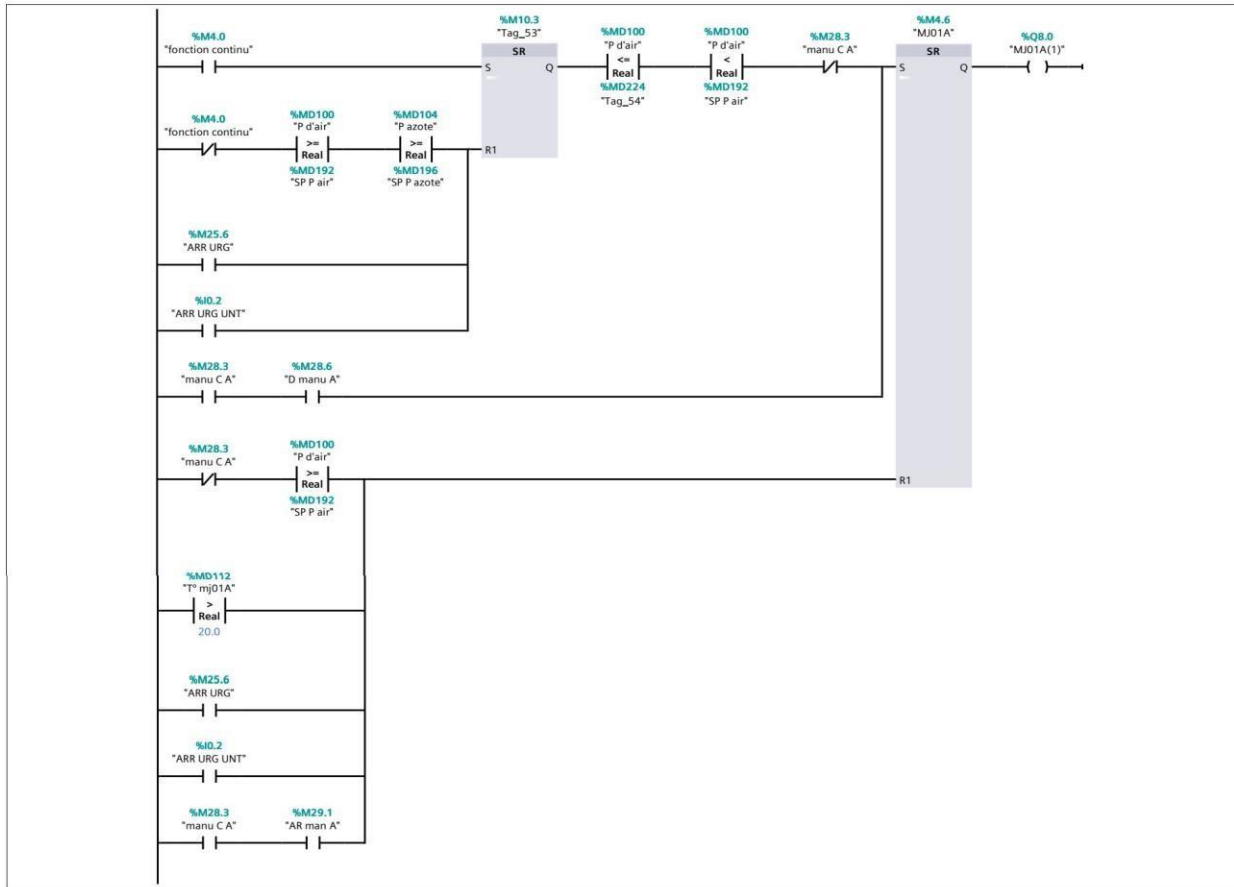


Figure 4- 6 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur A

Réseau 6 : démarrage et arrêt du compresseur MJ01B

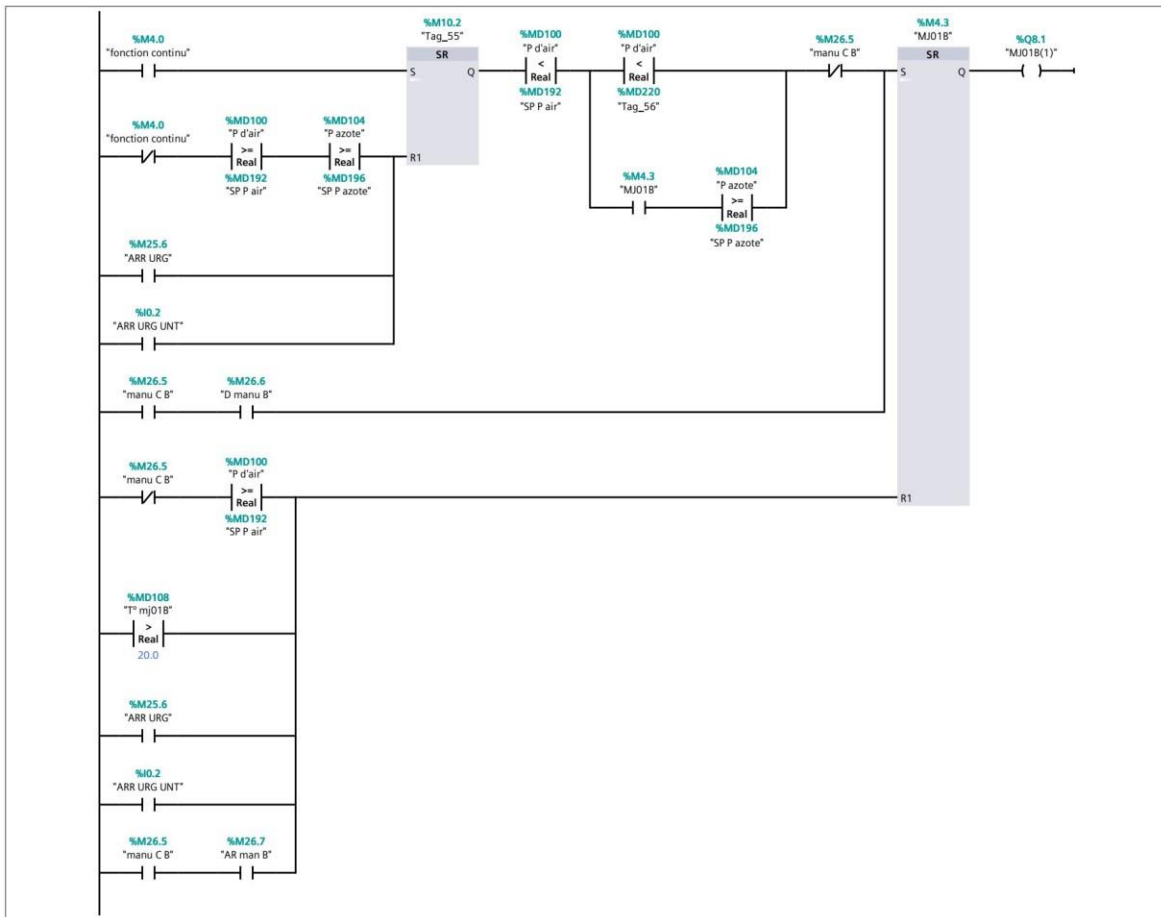


Figure 4- 7 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur B

Réseau 7 : démarrage et arrêt du compresseur MJ01C

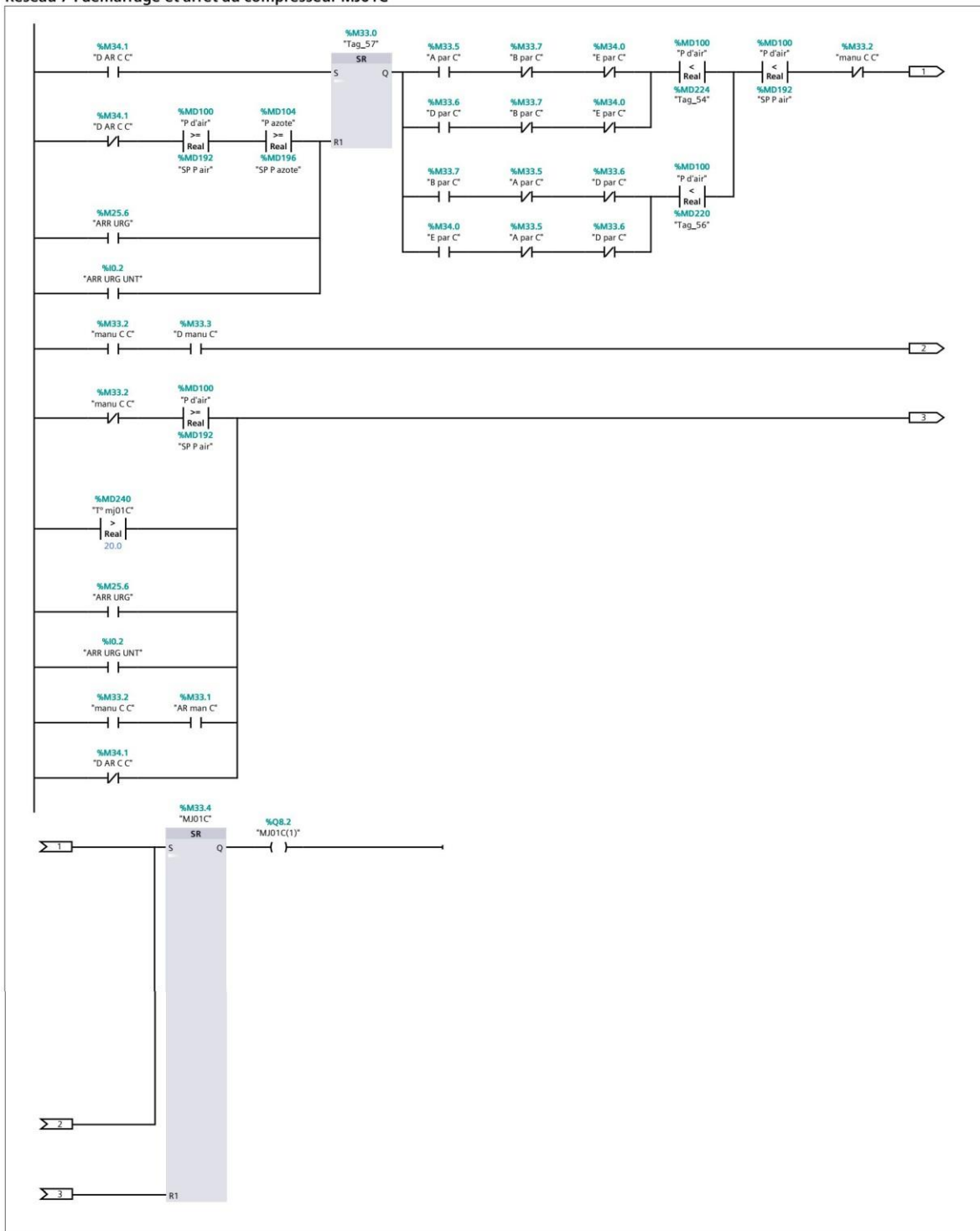


Figure 4- 8 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur C

Réseau 8 : démarrage et arrêt du compresseur MJ01D

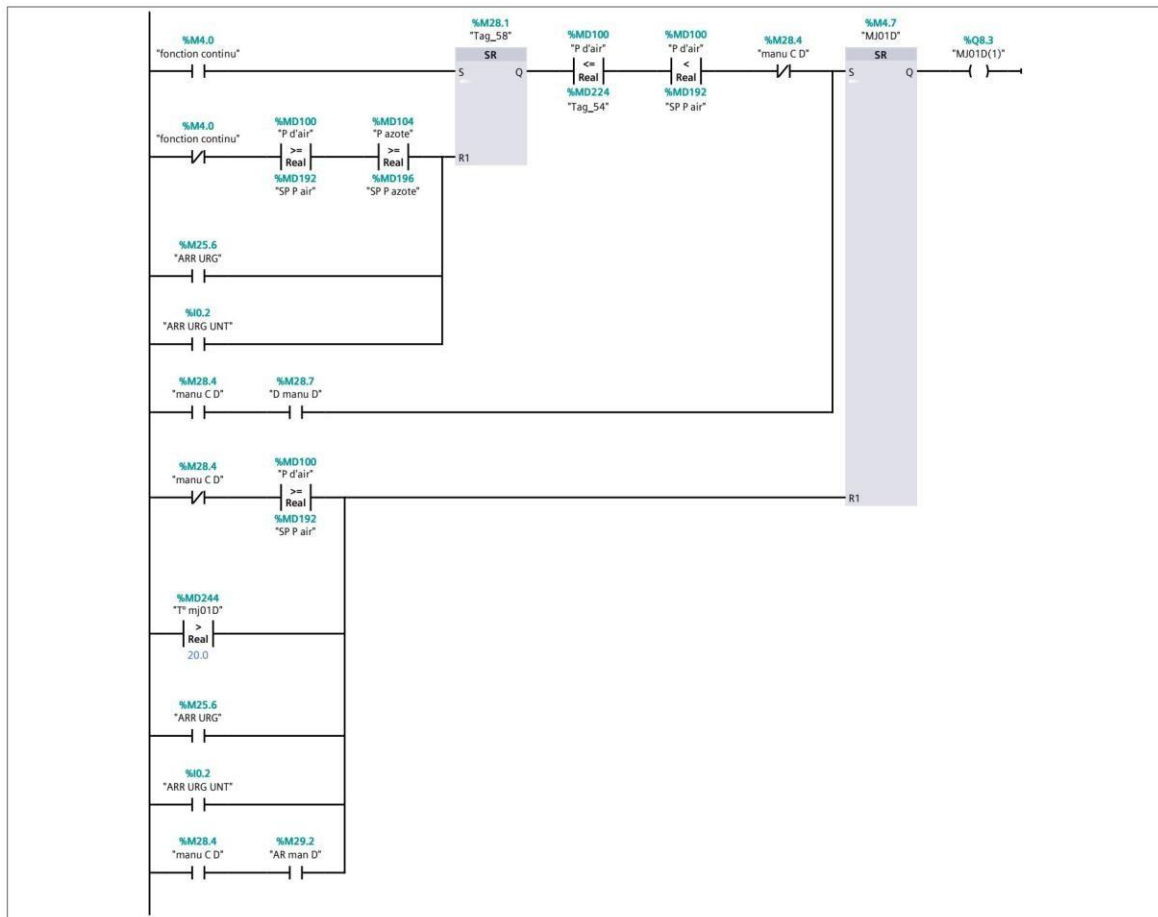


Figure 4- 9 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur D

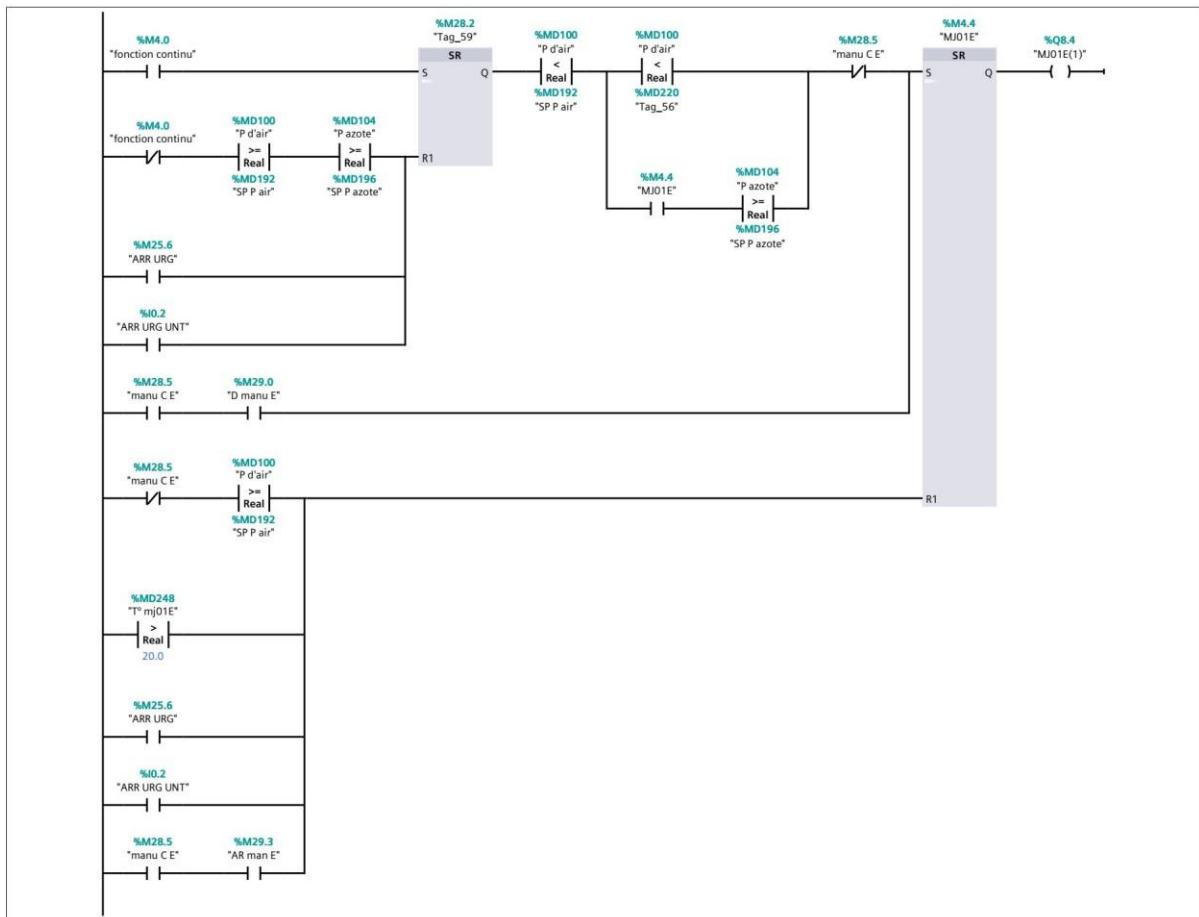


Figure 4- 10 : séquence de démarrage et d'arrêt du compresseur E

### 4.5.3 Le bloc FC3

Le bloc FC utilisé pour le démarrage et l'arrêt des refroidisseurs selon la logique de contrôle (température de l'eau en entrée ; température de l'eau en sortie) dans les deux modes soit Auto ou Manu.

Réseau 6 : démarrage et arrêt refroidisseur MC01A

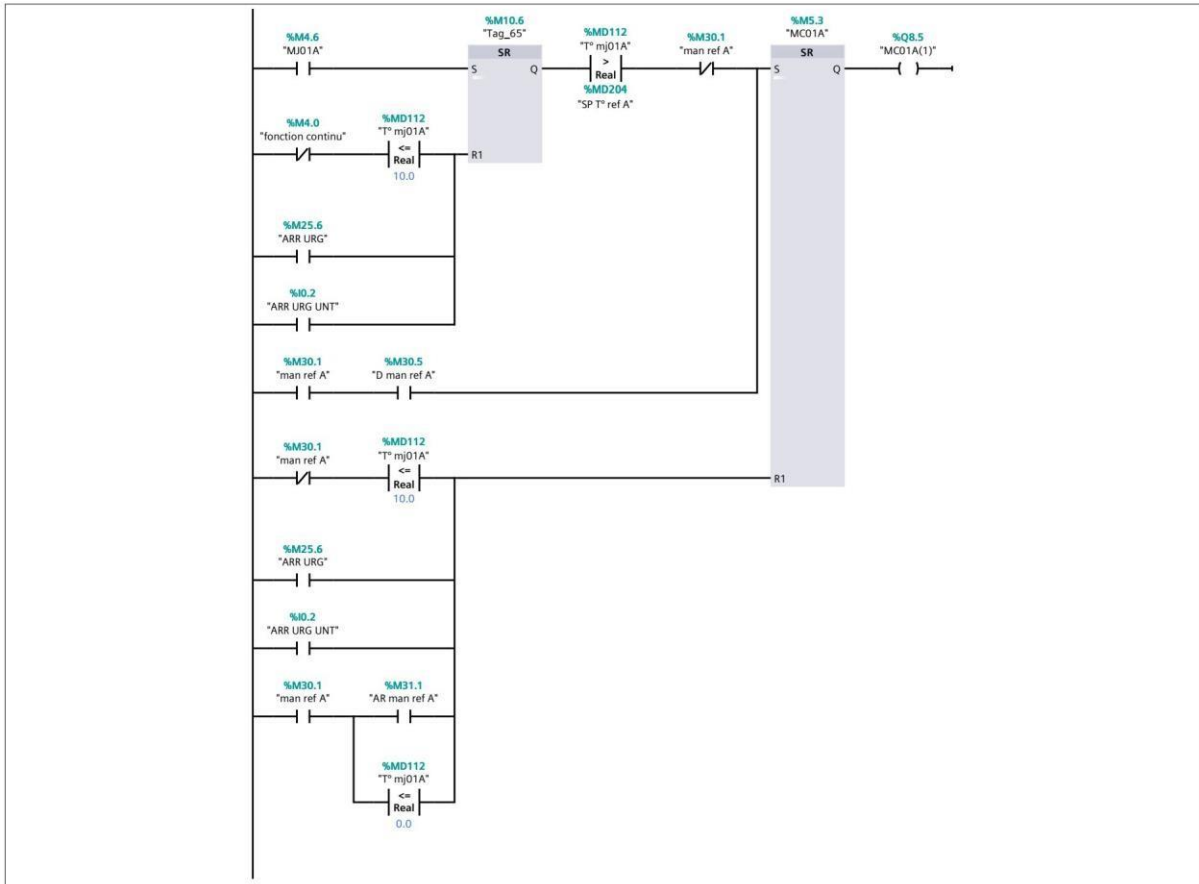


Figure 4- 11 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur A

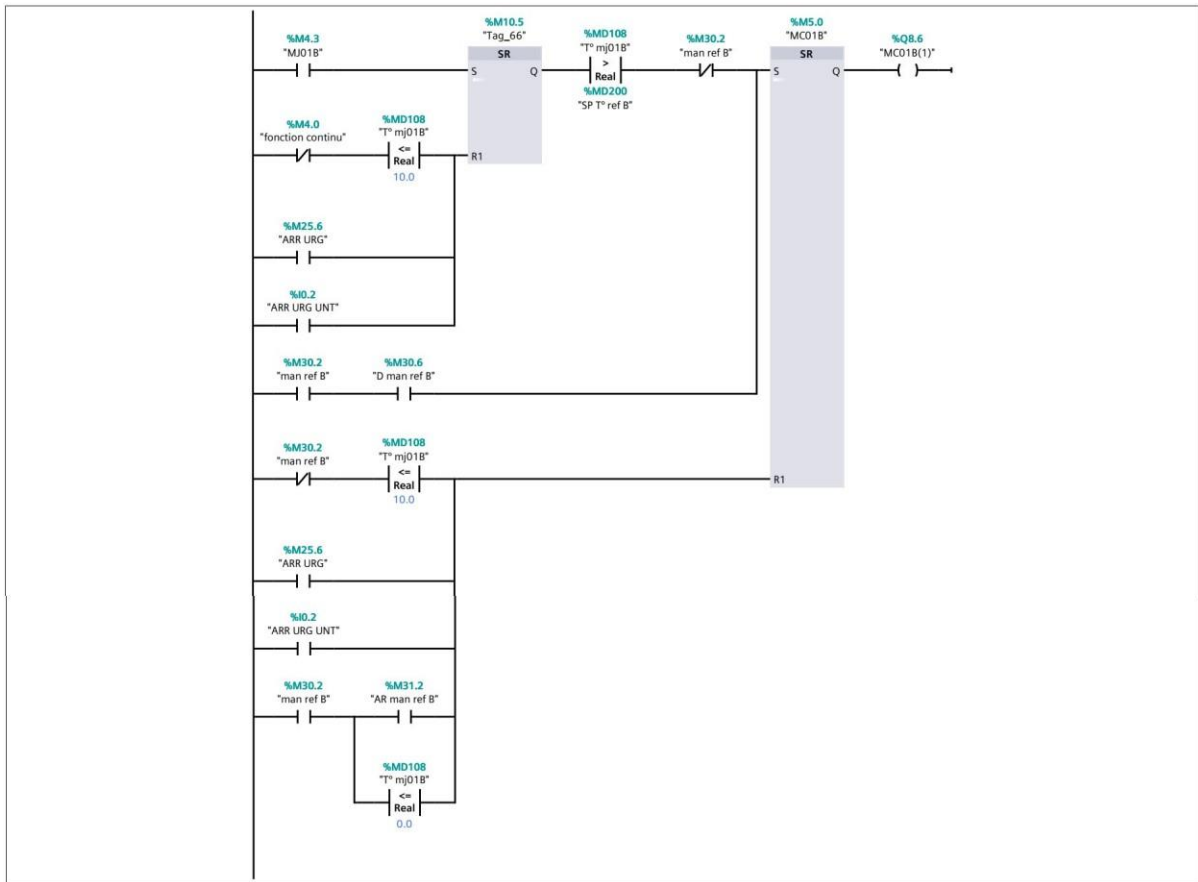


Figure 4- 12 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur B



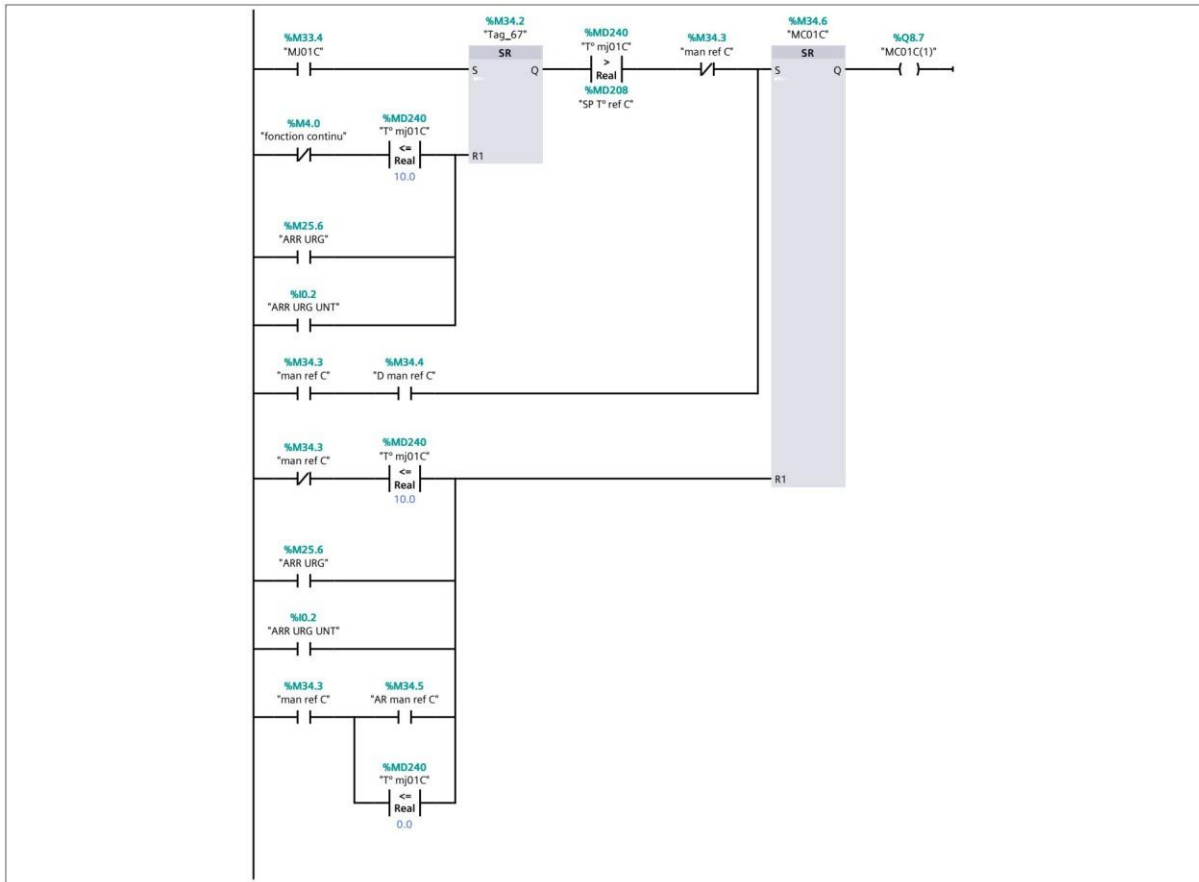


Figure 4- 13 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur C

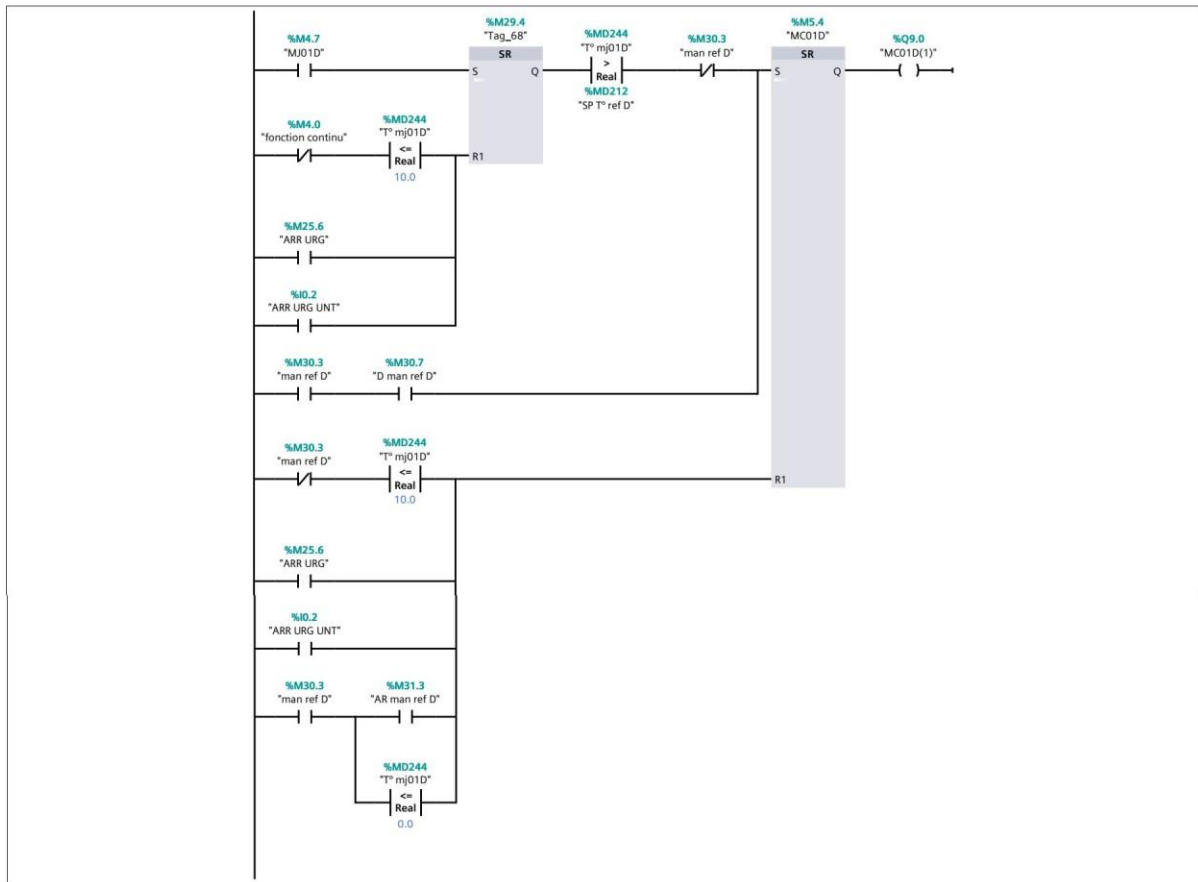


Figure 4- 14 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur D

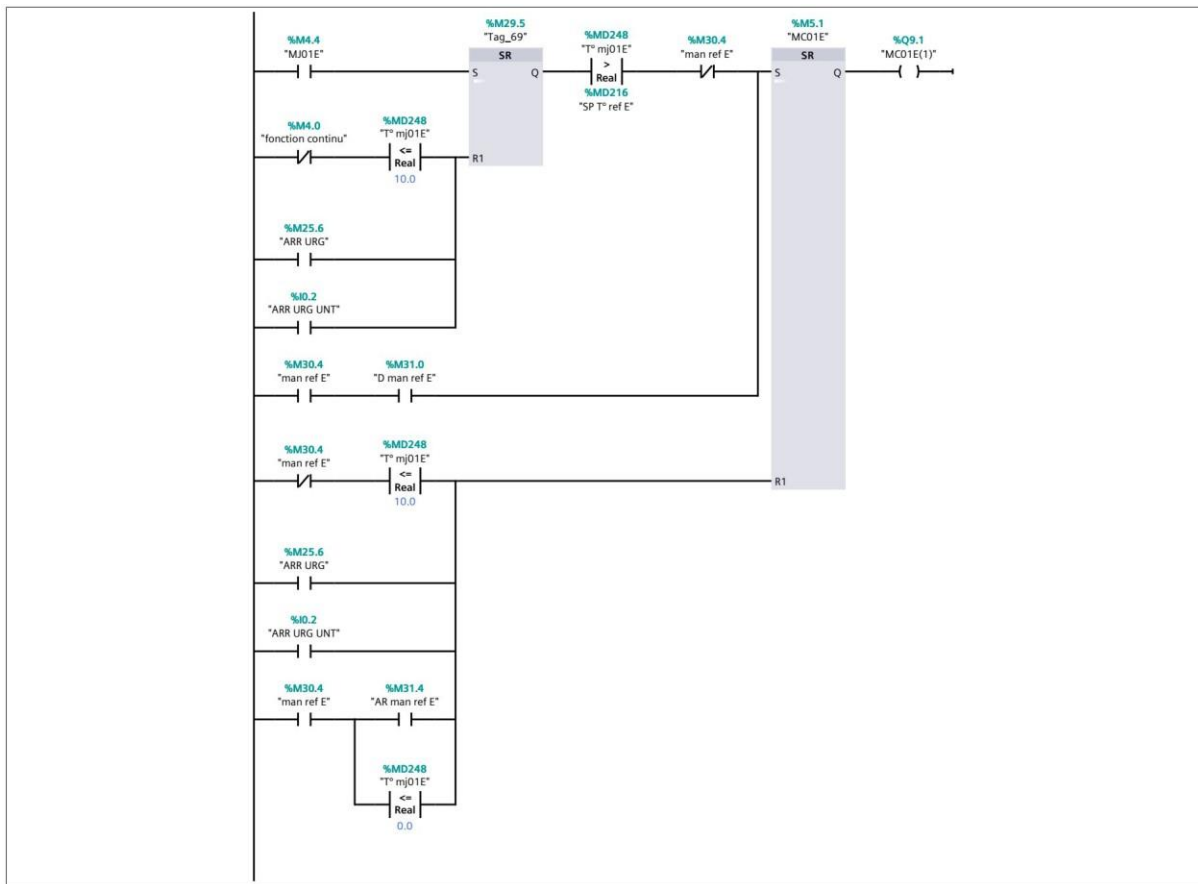


Figure 4- 15 : séquence de démarrage et d'arrêt du refroidisseur E

#### 4.5.4 Le bloc FC4

Le bloc FC4 utilisé pour le contrôle (ouverture /fermeture) des vannes pour le fonctionnement des sècheurs (phase adsorption et régénération) selon la logique de contrôle (temporisation pour chaque phase ; contrôle de température de régénération) dans les deux modes soit Auto ou Manu les ensembles des figures explique bien :

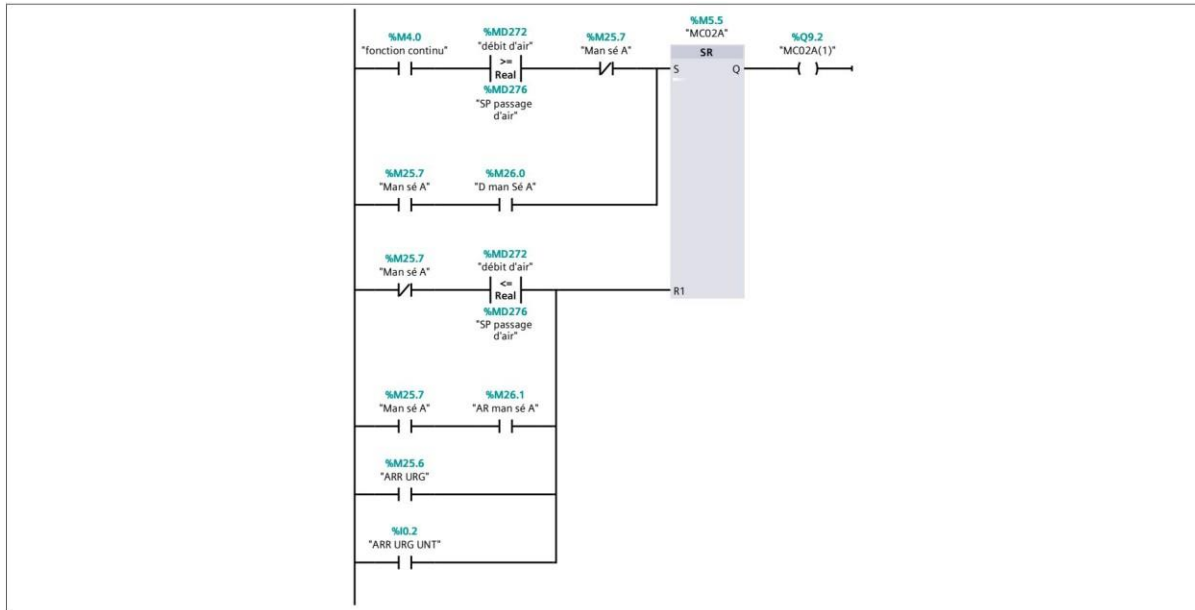


Figure 4- 16 : séquence de démarrage du sècheur ligne A

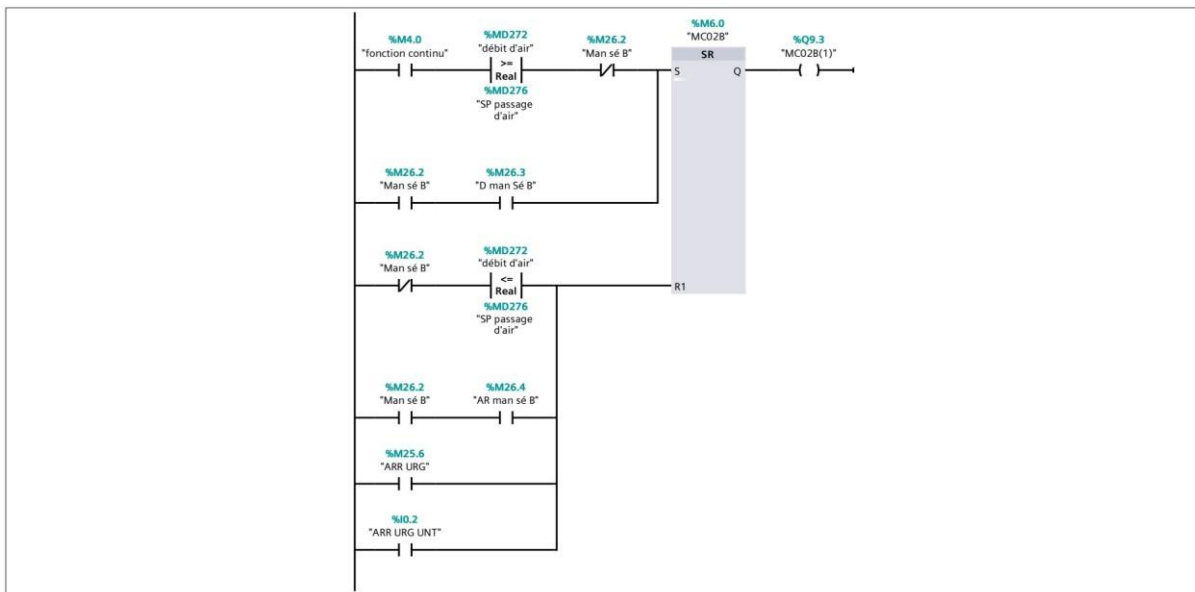


Figure 4- 17 : séquence de démarrage du sècheur ligne B

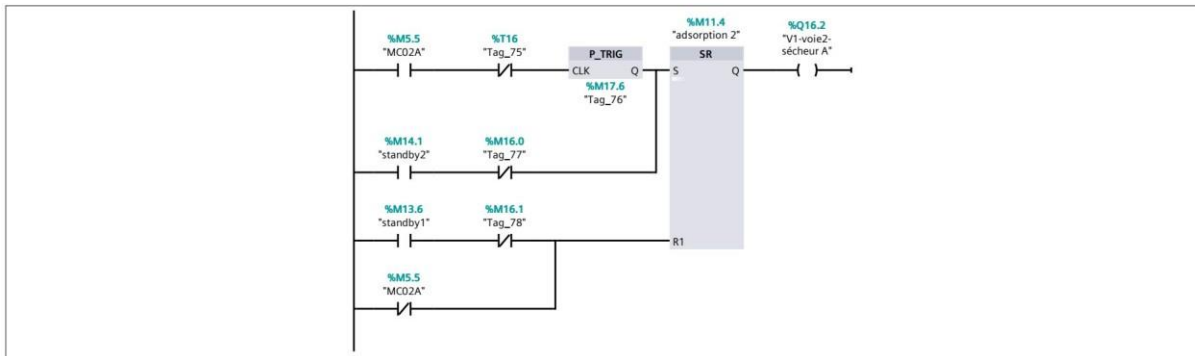


Figure 4- 18 : étape d'adsorption du sécheur ligne A(A1)

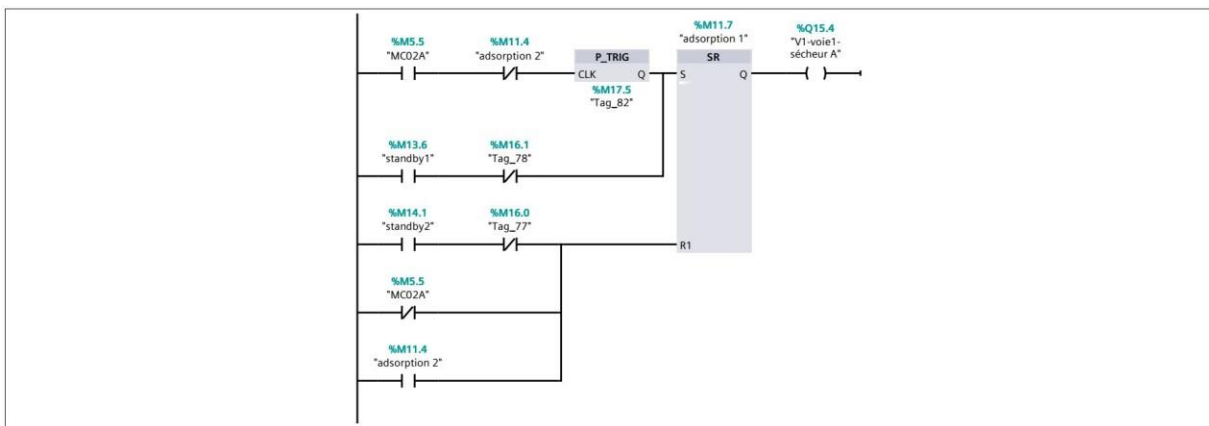


Figure 4- 19 : étape d'adsorption du sécheur ligne A(A2)

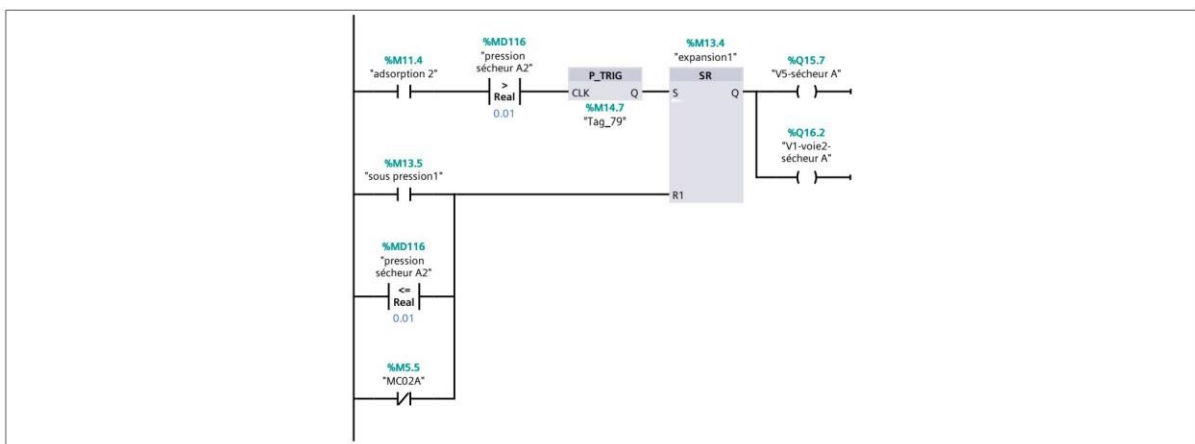


Figure 4- 20 : étape d'expansion du sécheur ligne A(A1)

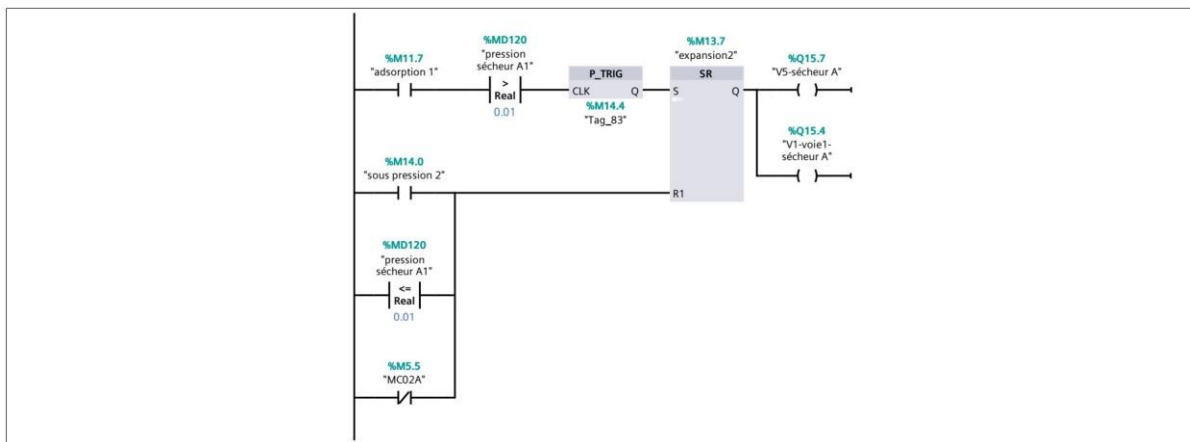


Figure 4- 21 : étape d'expansion du sécheur ligne A(A2)

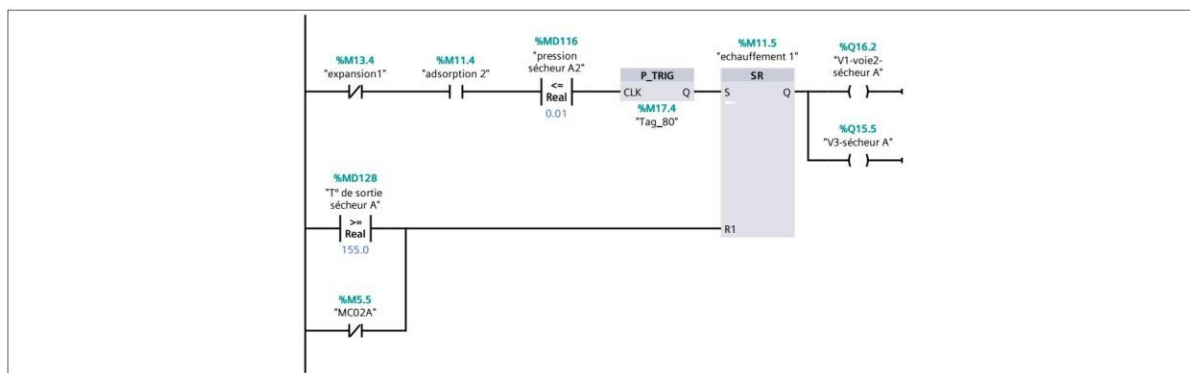


Figure 4- 22 : étape d'échauffement du sécheur ligne A(A1)

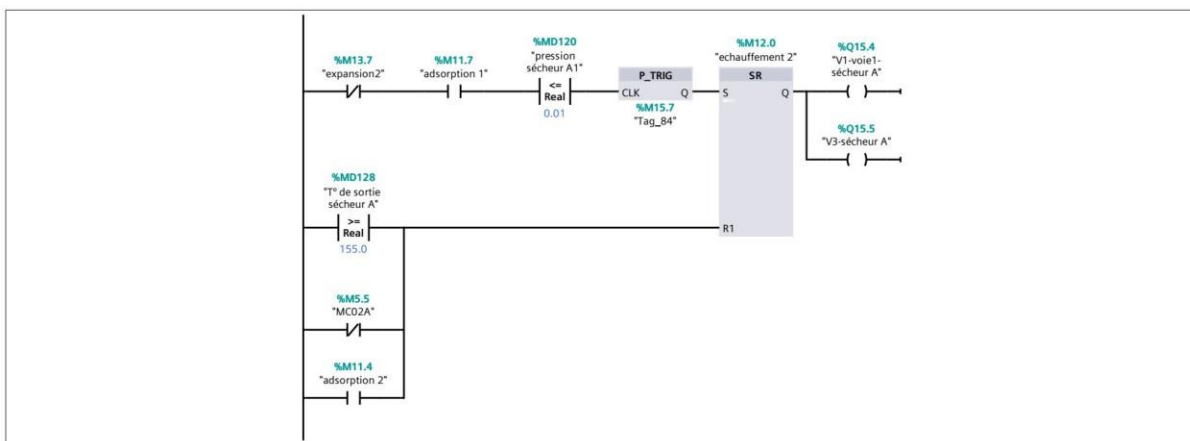


Figure 4- 23 : étape d'échauffement du sécheur ligne A(A2)

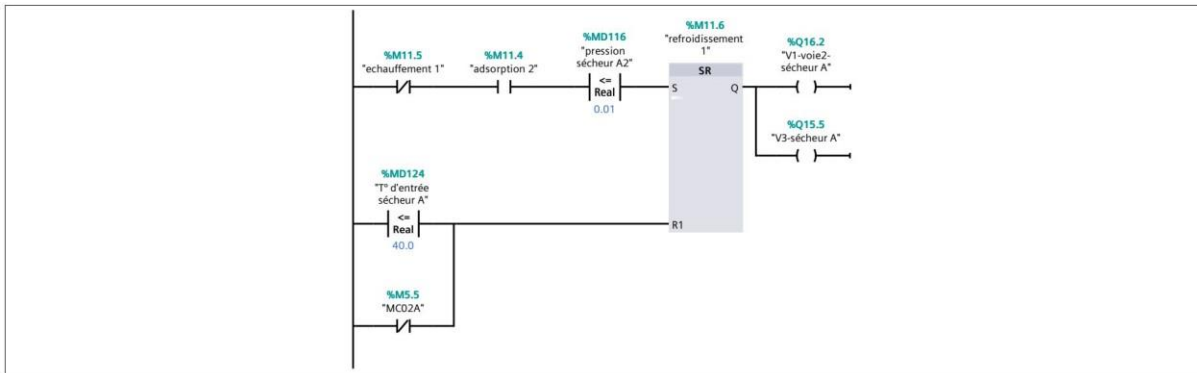


Figure 4- 24 : étape de refroidissement du sécheur ligne A(A1)

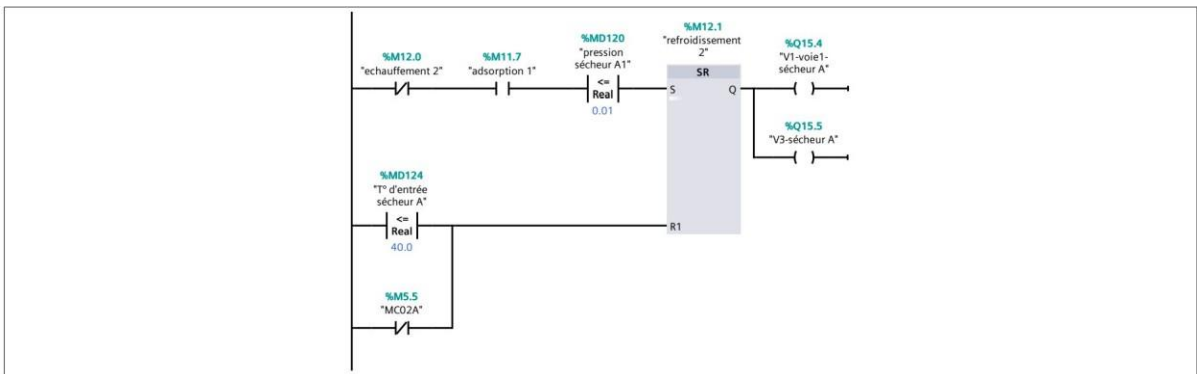


Figure 4- 25 : étape de refroidissement du sécheur ligne A(A2)

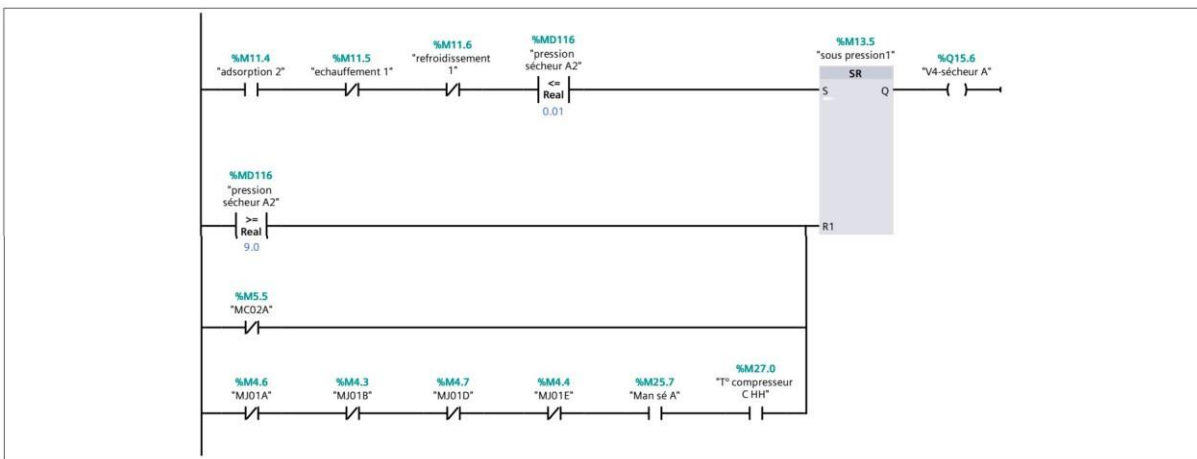


Figure 4- 26 : étape de mise sous pression du sécheur ligne A(A1)

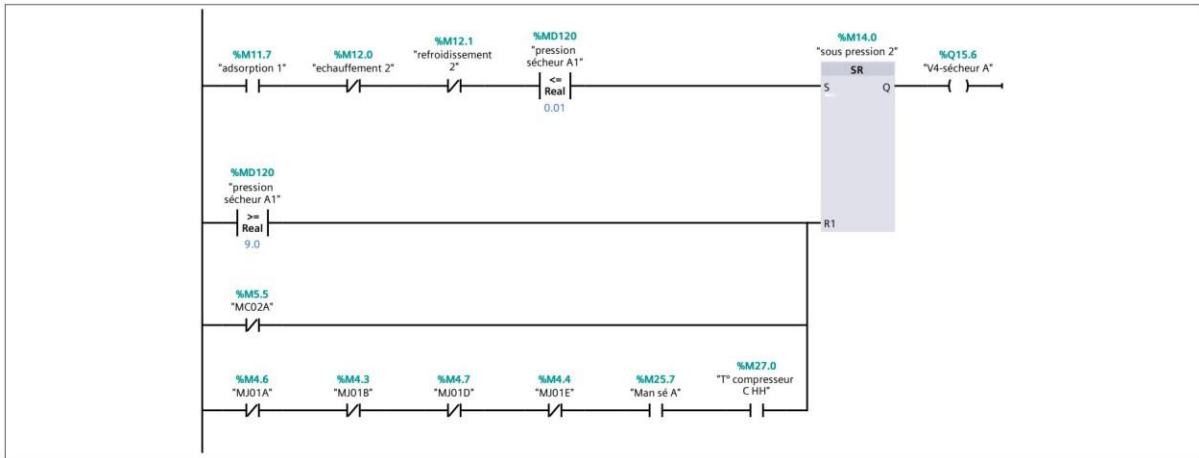


Figure 4- 27 : étape de mise sous pression du sécheur ligne A(A2)

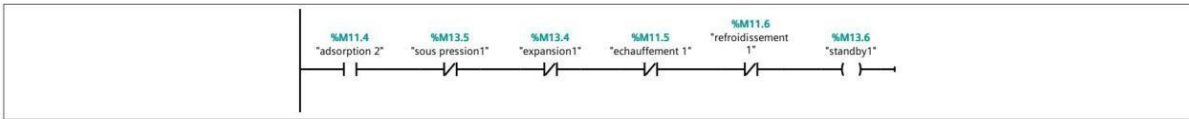


Figure 4- 28 : étape de stand-by du sécheur ligne A(A1)

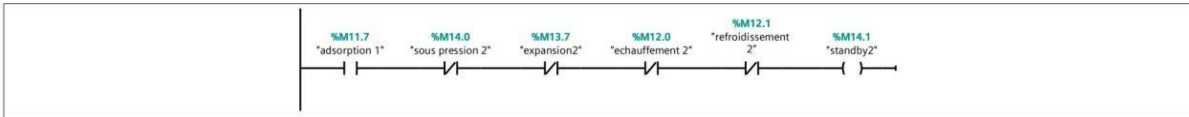


Figure 4- 29 : étape de stand-by du sécheur ligne A(A2)



### 4.5.5 Le bloc FC5

Le bloc FC5 utilisé pour le contrôle (ouverture/fermeture) des vannes pour le fonctionnement des générateurs d'azote (phase séparation et expulsion) selon la logique de contrôle (pression d'air comprimé ; teneur en oxygène) comme montre les figures :

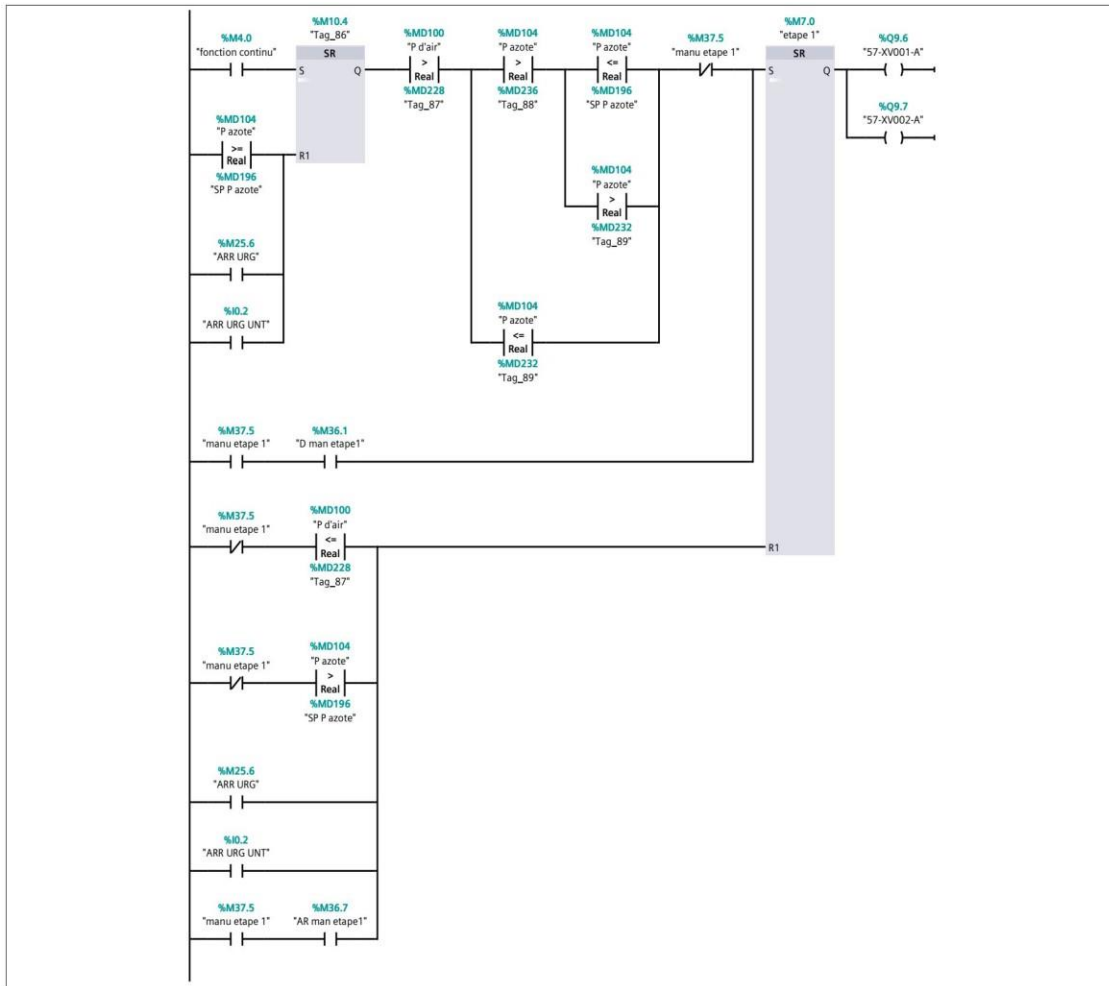


Figure 4- 30 : séquence du générateur d'azote étape 1

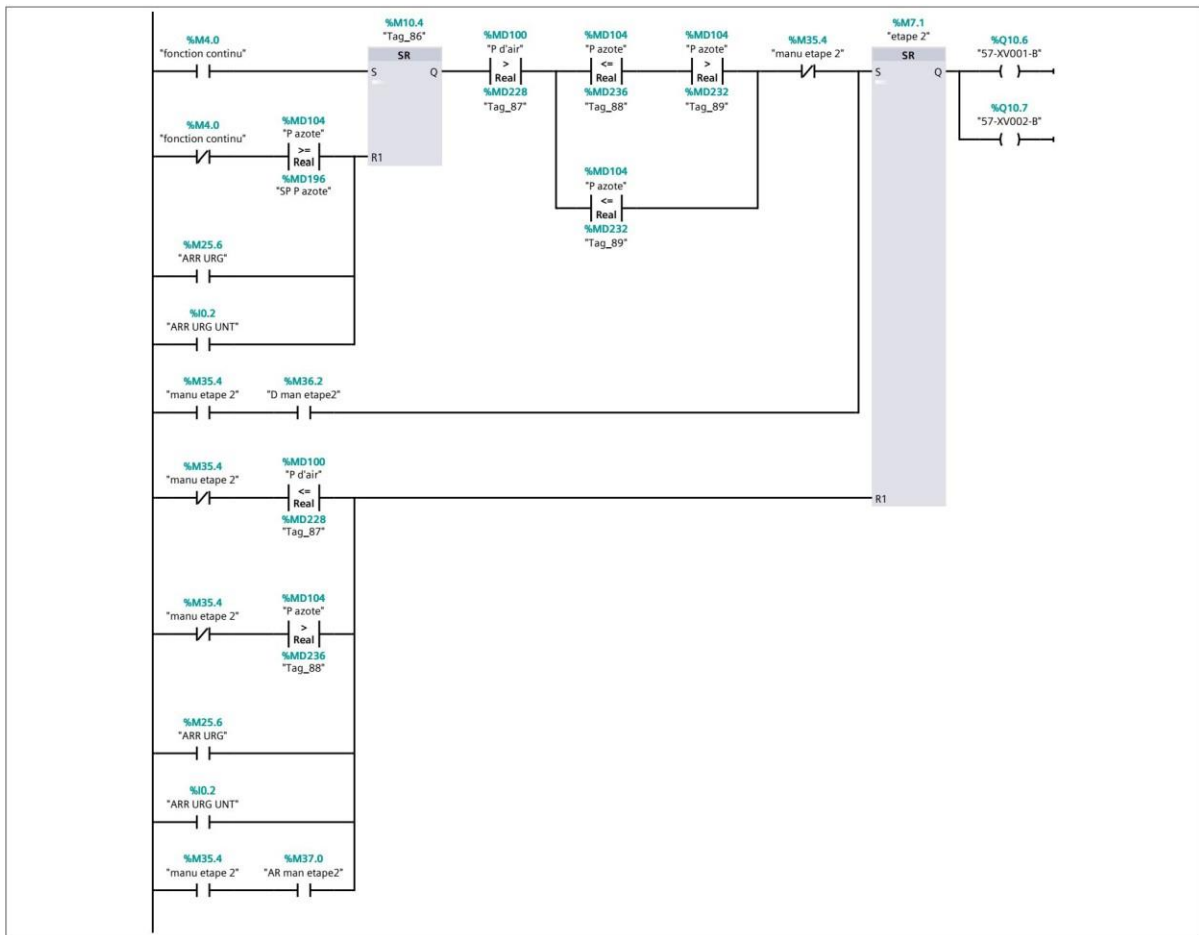


Figure 4- 31 : séquence du générateur d'azote étape 2

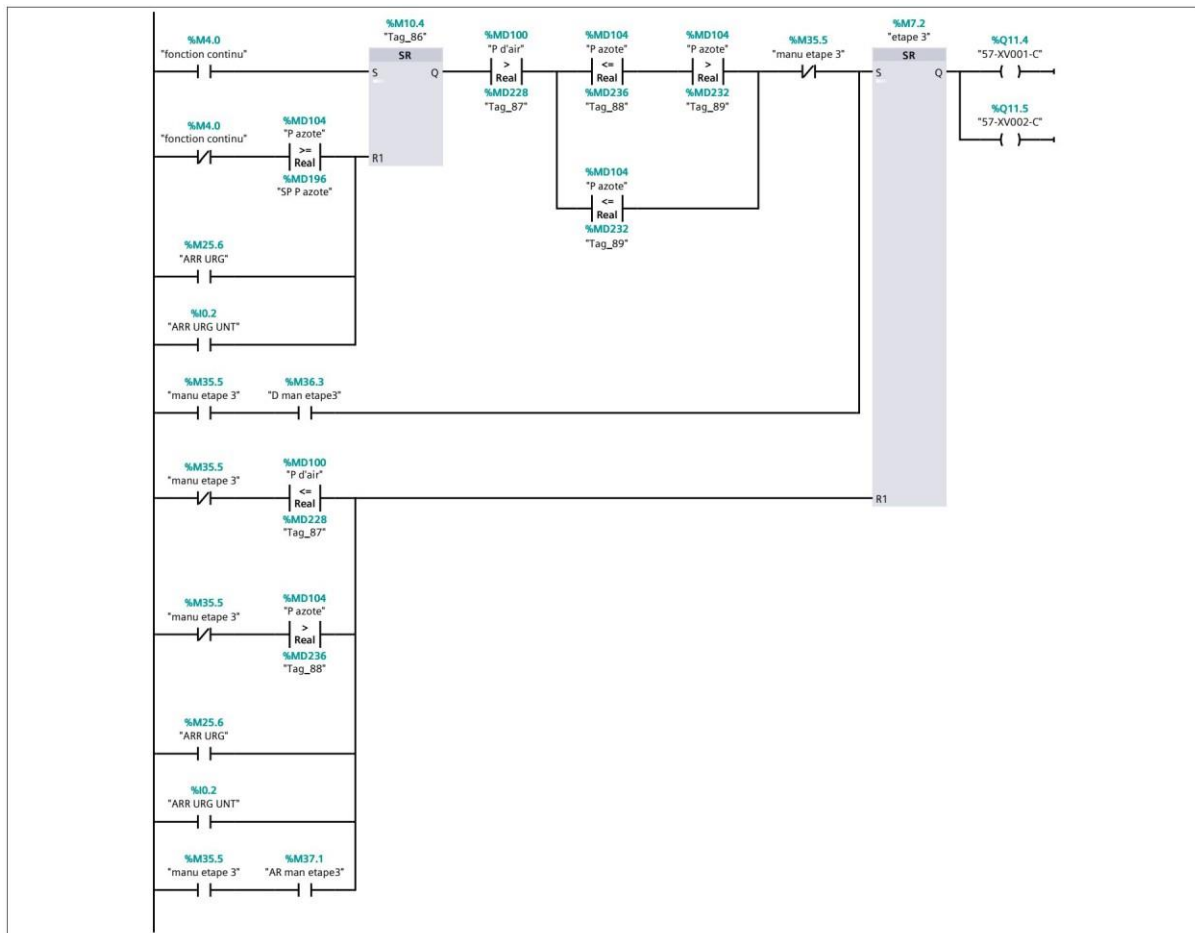


Figure 4- 32 : séquence du générateur d'azote étape 3

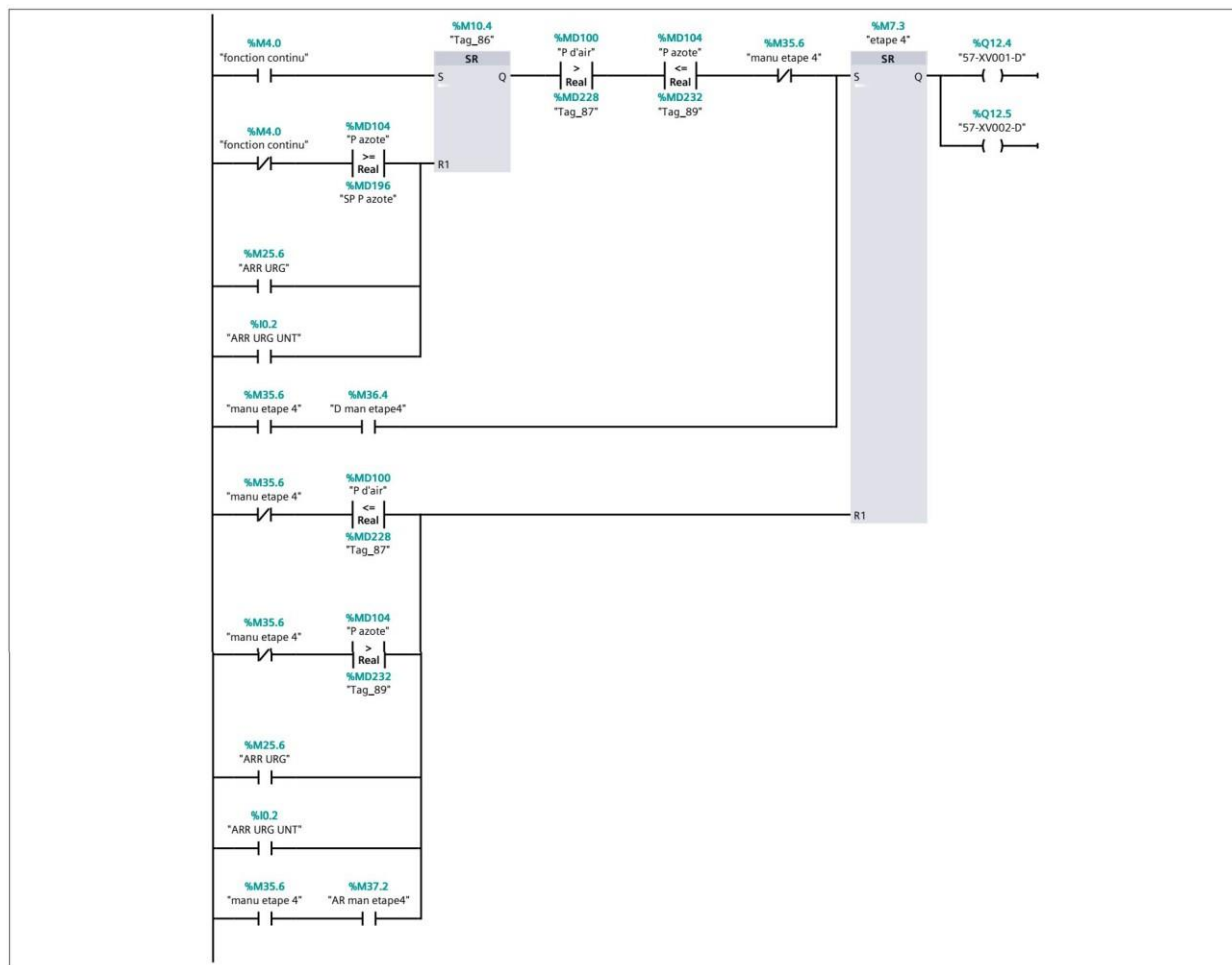


Figure 4- 33 : séquence du générateur d'azote étape 4

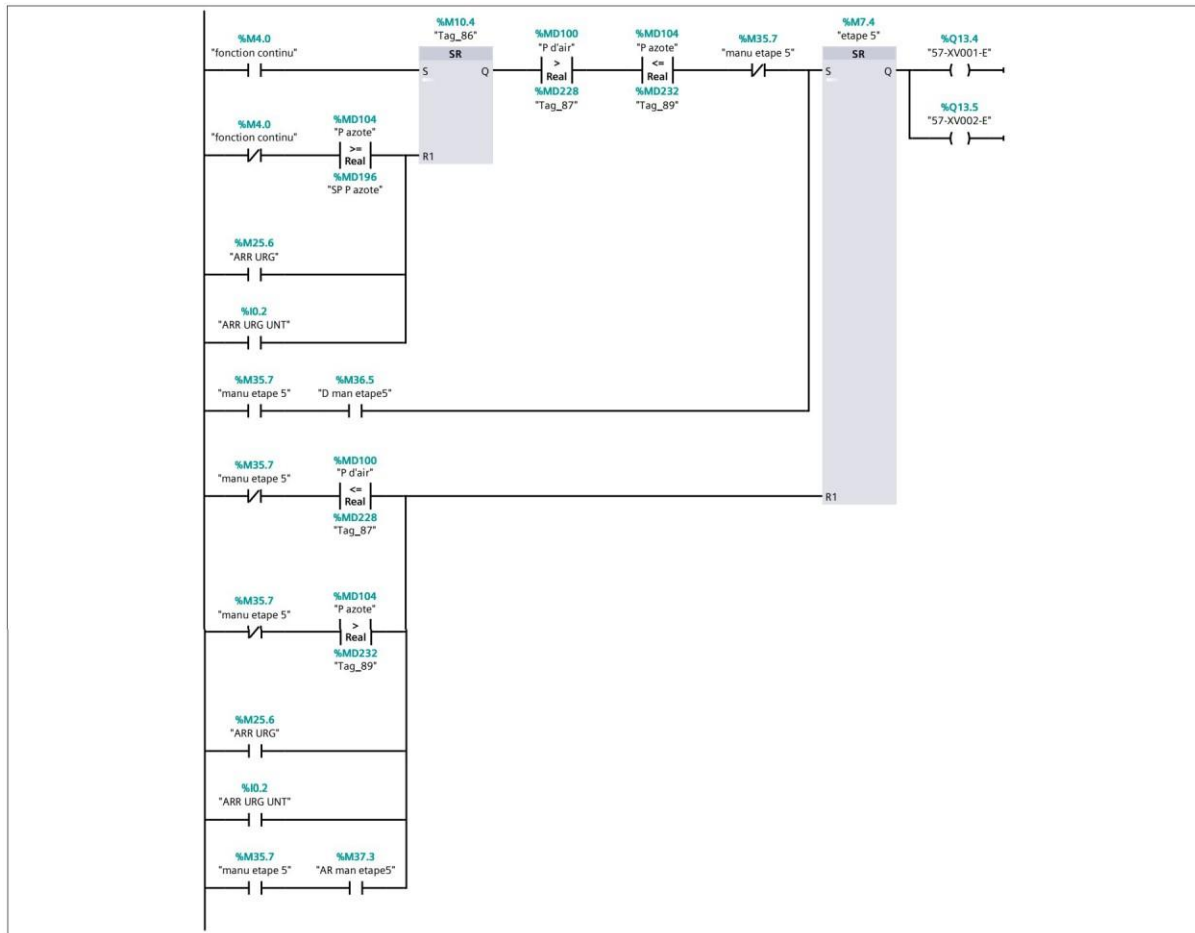


Figure 4- 34 : séquence du générateur d'azote étape 5

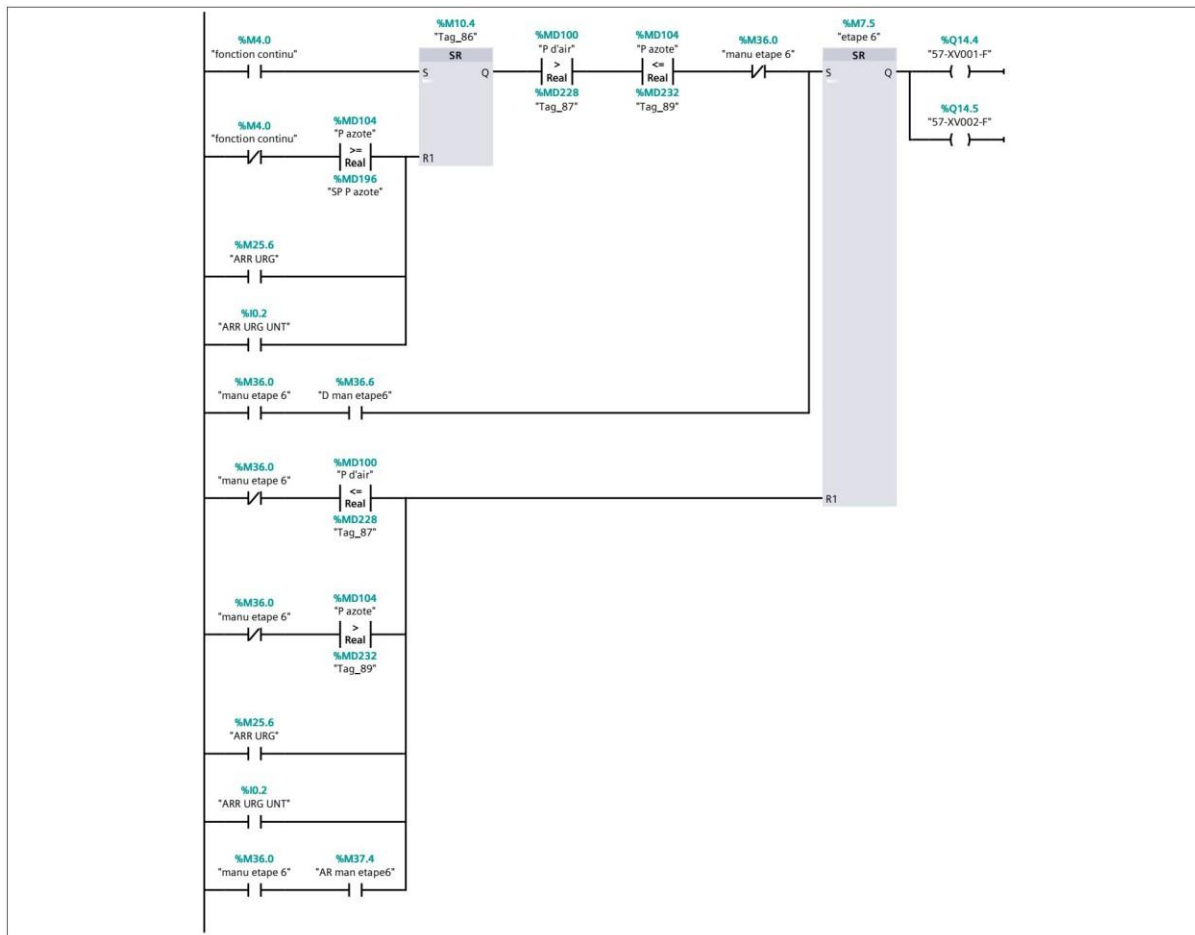


Figure 4- 35 : séquence du générateur d'azote étape 6

### 4.5.6 Le bloc FC6

Le bloc FC6 utilisé pour le contrôle (ouverture/fermeture) des vannes de connexion de l'unité de production d'azote avec le réseau d'azote du complexe ainsi que les vannes de purge d'azote vers atmosphère en cas de contamination d'azote (pureté hors spécification).

Réseau 2 : vanne vers atm

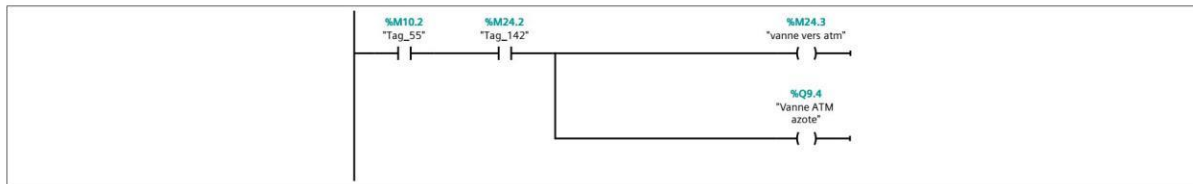


Figure 4- 36 : contrôle des vannes vers atmosphère

Réseau 3 : vanne vers reseau

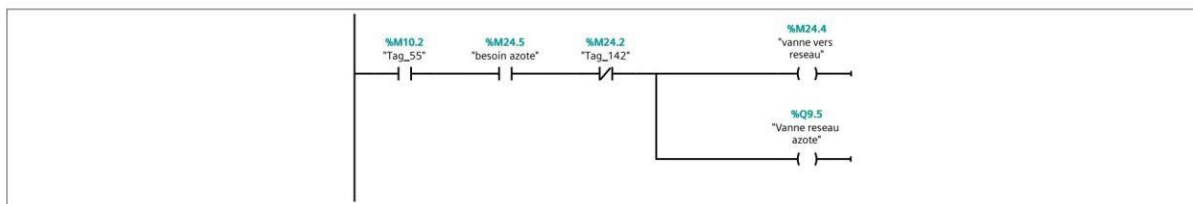


Figure 4- 37 : contrôle des vannes vers le réseau d'azote

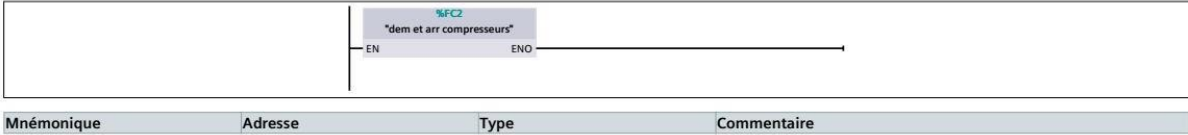
### 4.5.7 Le bloc OB1

A la fin de programmation du différent bloc FC nous avons fait l'appel de tous ces blocs dans le bloc organisationnel (fig 4- 38).

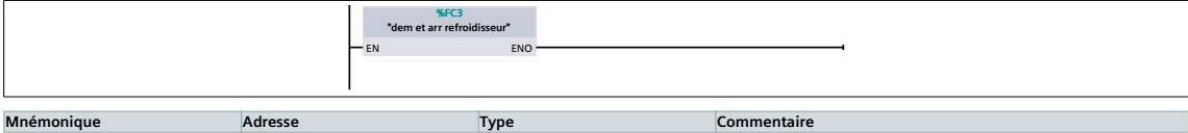
Réseau 1 :



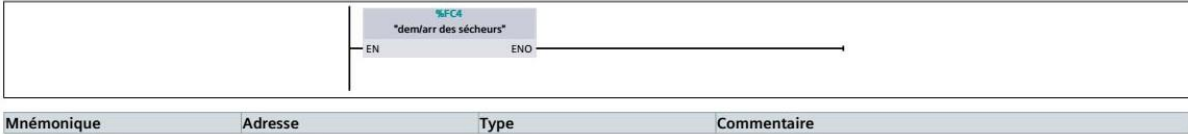
Réseau 2 :



Réseau 3 :



Réseau 4 :



Réseau 5 :





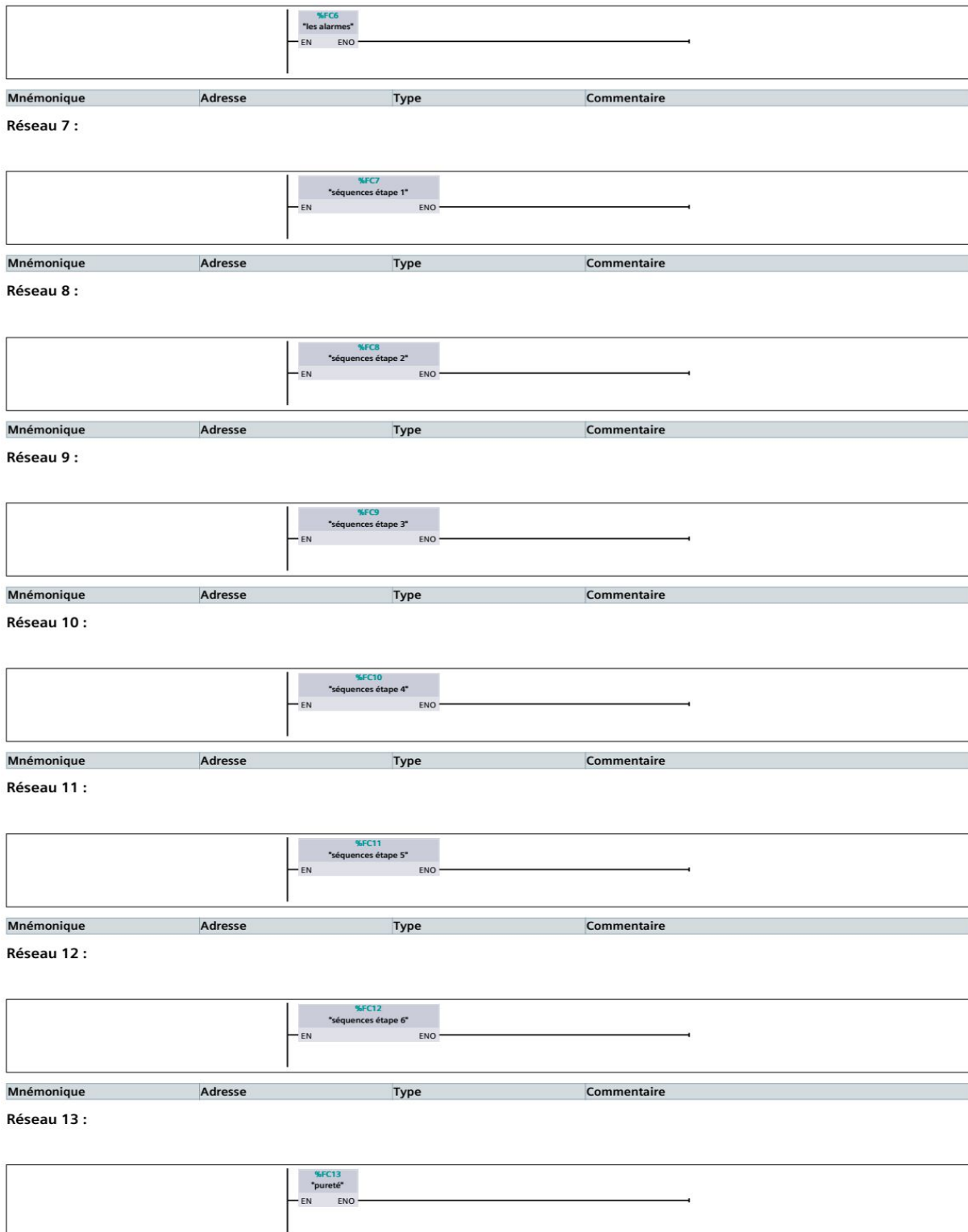


Figure 4- 38 : appel des blocs FC dans OB1

## 4.6 Conception de l'interface de supervision avec WinCC :

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage de procédés automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures-alarmes-retour d'état de fonctionnement). Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau industriel avec un ou plusieurs équipements : automate programmable industriel ; carte spécialisée. L'écran de supervision est composé d'un ensemble de pages sous la forme d'un synoptique. Cet écran assure aussi un rôle : de gestionnaires d'alarmes ; d'évènements déclenchés par des dépassements de seuils (pour attirer l'attention de l'opérateur et d'enregistrement d'historique de défauts. Pour notre projet nous avons utilisé le logiciel de supervision WinCC flexible puisque c'est le logiciel dédié pour la supervision lorsqu'on utilise l'automate programmable de Siemens.

Avant de schématiser notre synoptique il faut établir la table de variables pour réaliser une liaison entre l'automate et les schémas de supervision (figure 4- 39). Nous avons commencé par établir la liaison entre l'automate et le pc de supervision

Puis le remplissage de la table des variables afin de les exploiter dans la conception de l'HMI.

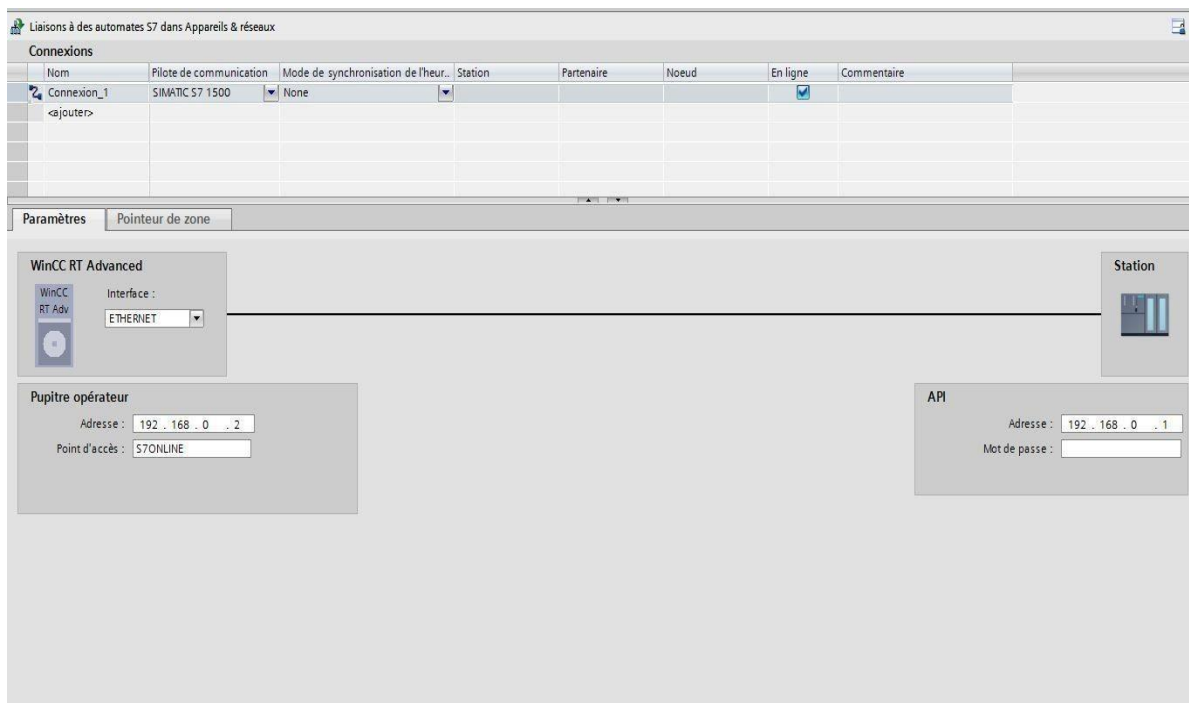


Figure 4- 39 : configuration de la liaison API-HMI

## 4.7 Description des différents écrans de supervision

### 4.7.1 Vue générale (procédé)

Qui contient la synoptique générale de l'unité (différents équipements) ; le choix du mode de contrôle (auto/manu) et les boutons de démarrage et d'arrêt de l'unité ainsi que le bouton d'arrêt d'urgence et les boutons de navigation vers les autres vues, la figure 4- 40 explique sa :

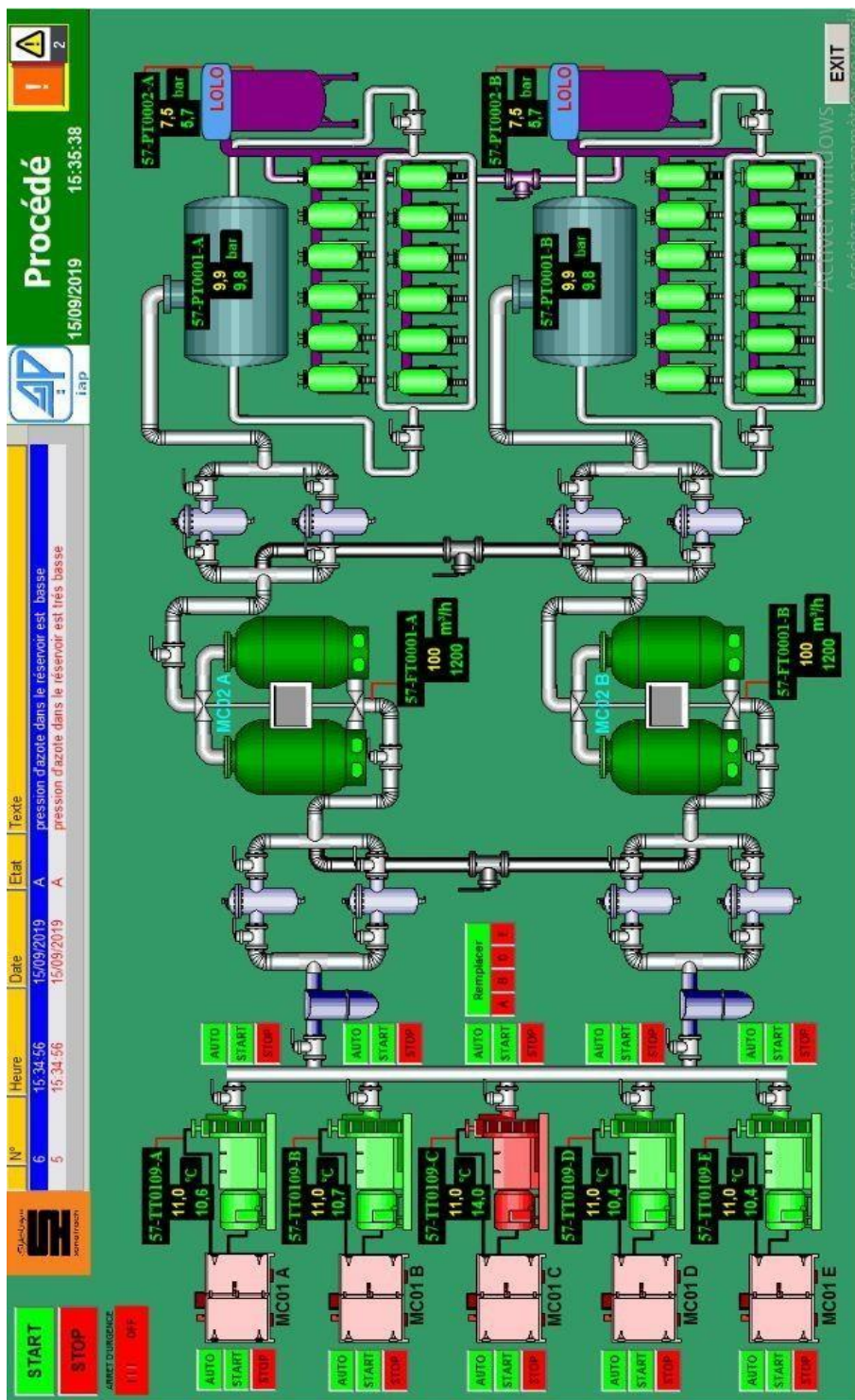


Figure 4- 40 : synoptique de la vue générale

### 4.7.2 Vue sécheur ligne A

Dans cette vue on montre l'état des différentes vannes qui contrôlent les différentes étapes.

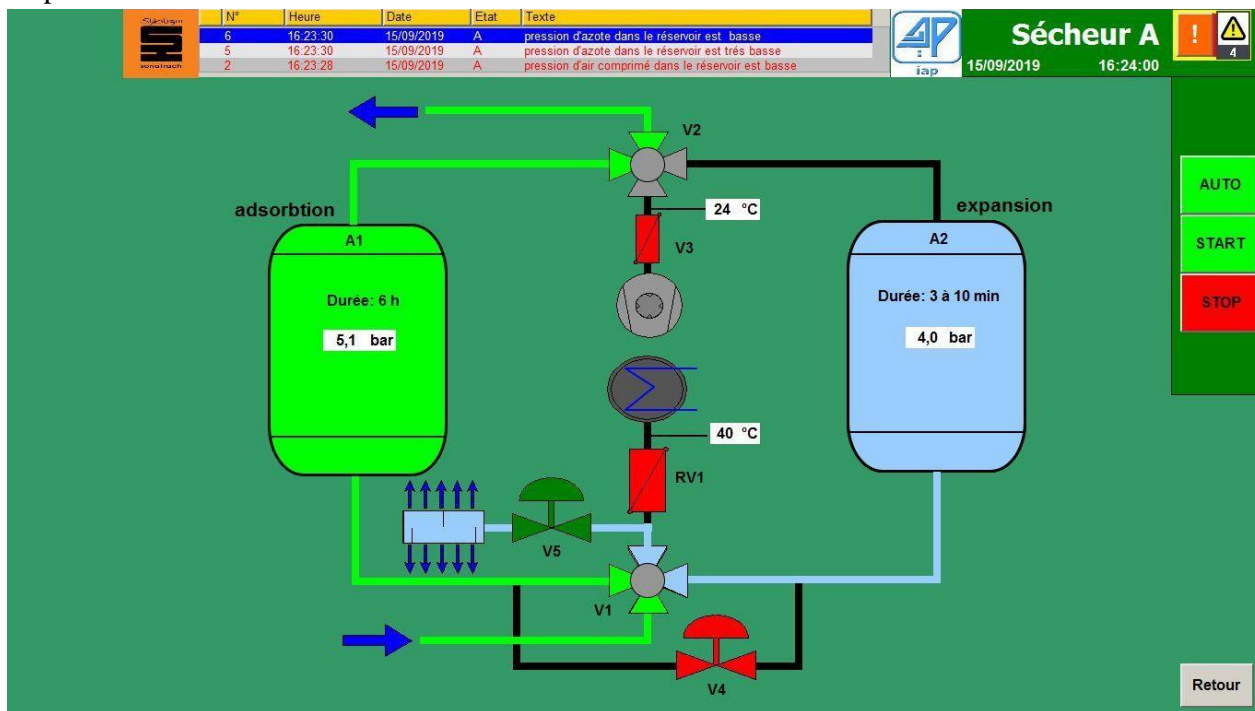


Figure 4- 41 : vue étape adsorption-expansion

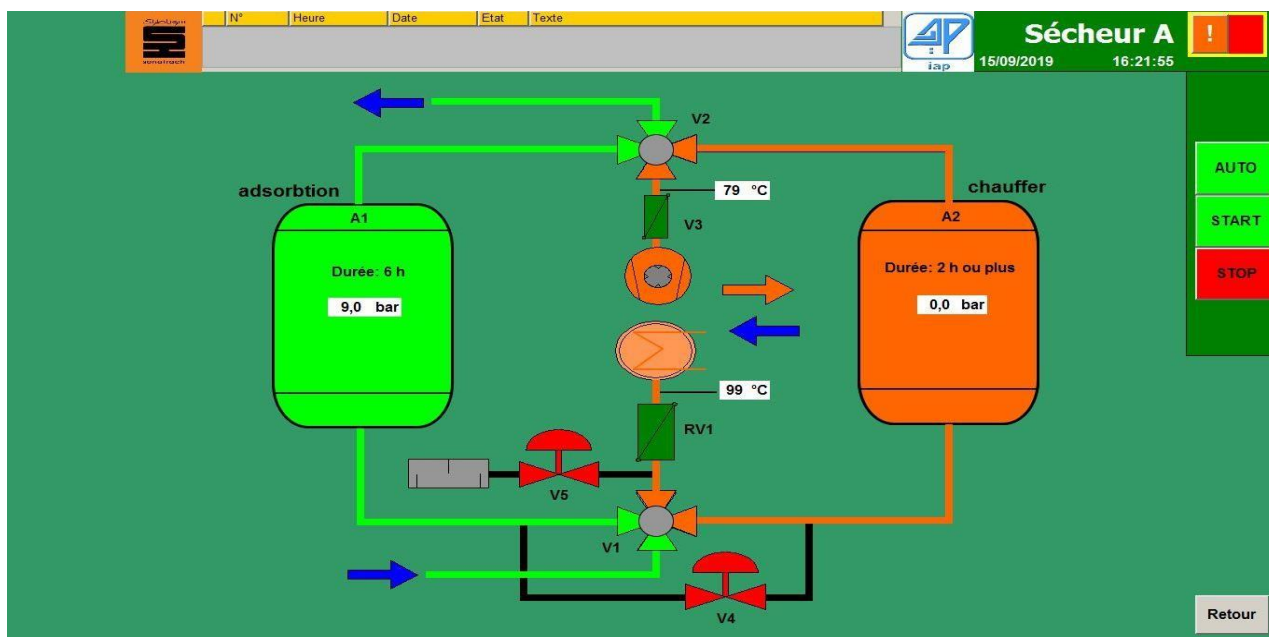


Figure 4- 42 : vue étape adsorption-échauffement

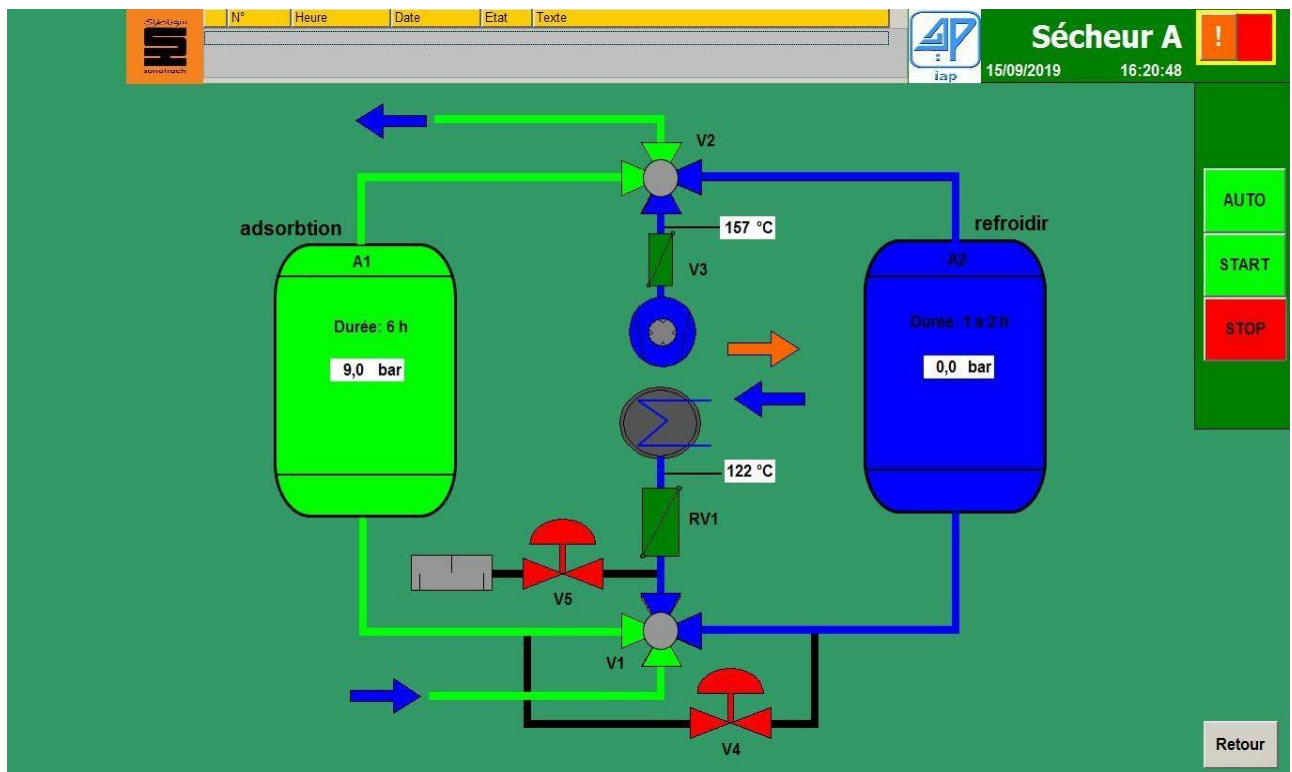


Figure 4- 43 : vue étape adsorption-refroidissement

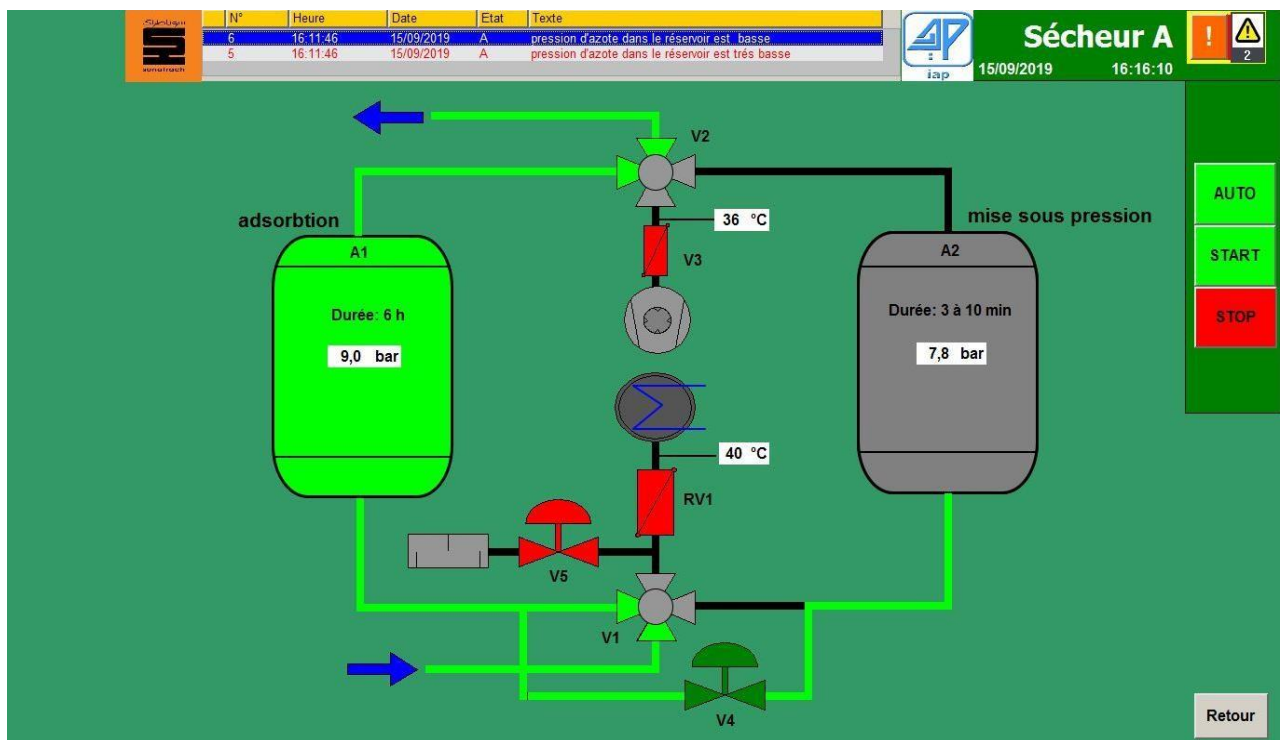


Figure 4- 44 : vue étape adsorption-mise sous pression



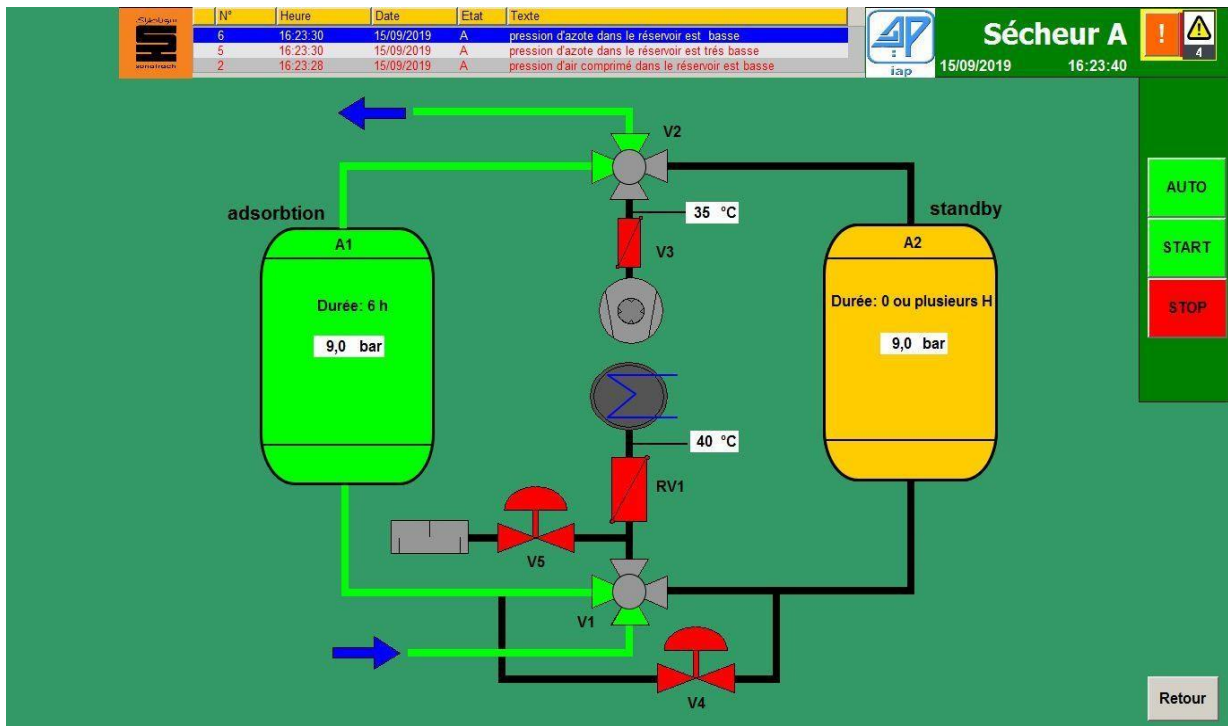


Figure 4- 45 : vue étape adsorption-stand-by

### 4.7.3 Vue générateurs d'azote :

Cette vue est la plus essentielle car à partir de cette vue on peut superviser le procédé de séparation de l'air et la production d'azote s'il marche normal (positions des vannes TOR ; les pressions), comme expliqué dans la figure 4- 46 :

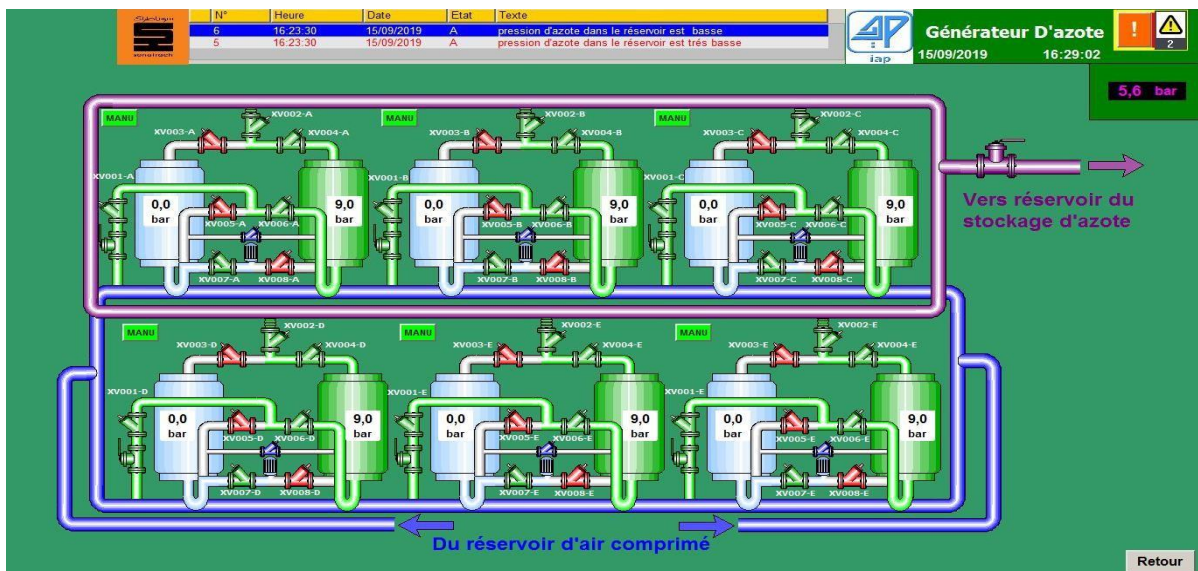


Figure 4- 46 : Vue générateurs d'azote

#### 4.7.4 Vue connexion de l'unité d'azote vers le réseau d'azote

A partir de cette vue on peut voir la pureté d'azote et on peut contrôler les vannes de connexion vers le réseau ou les vannes de purge vers l'atmosphère et c'est indiqué dans la Figure 4-47.

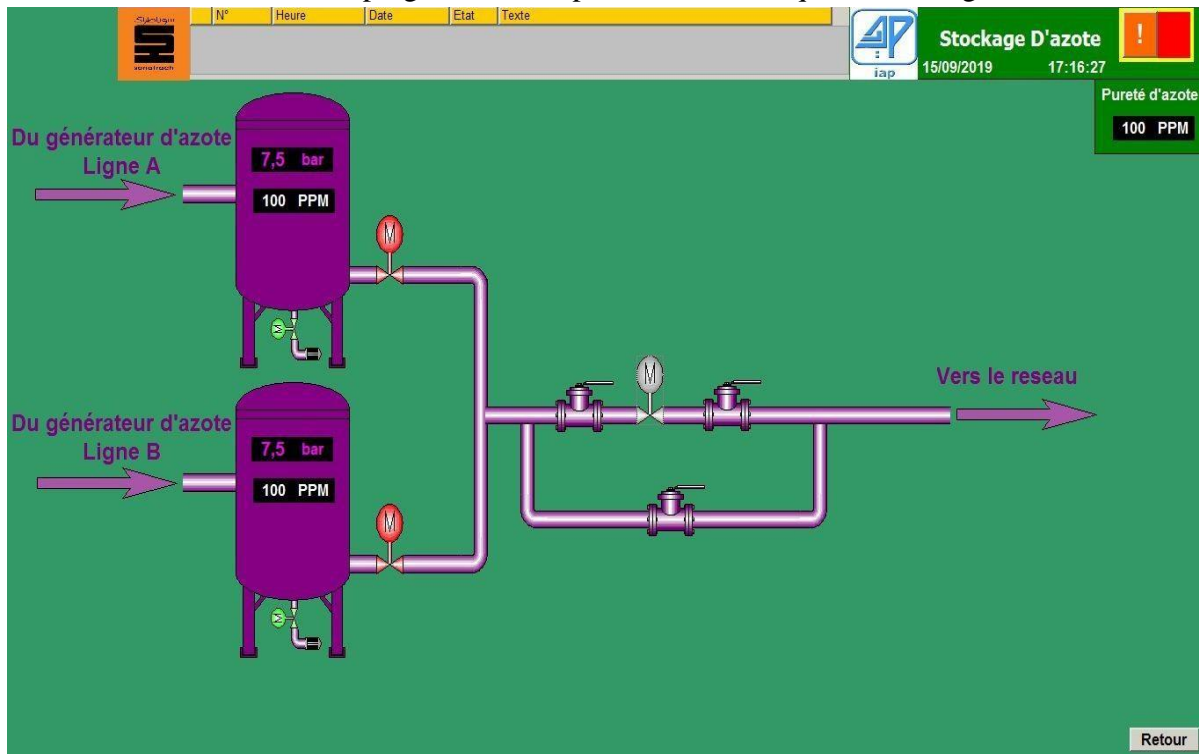


Figure 4- 47 : Vue connexion de l'unité d'azote vers le réseau d'azote

#### 4.7.5 Faceplate de compression et refroidissement

C'est une vue plus précise sur les compresseurs et les refroidisseurs avec leurs différents paramètres ( Figure 4- 48).

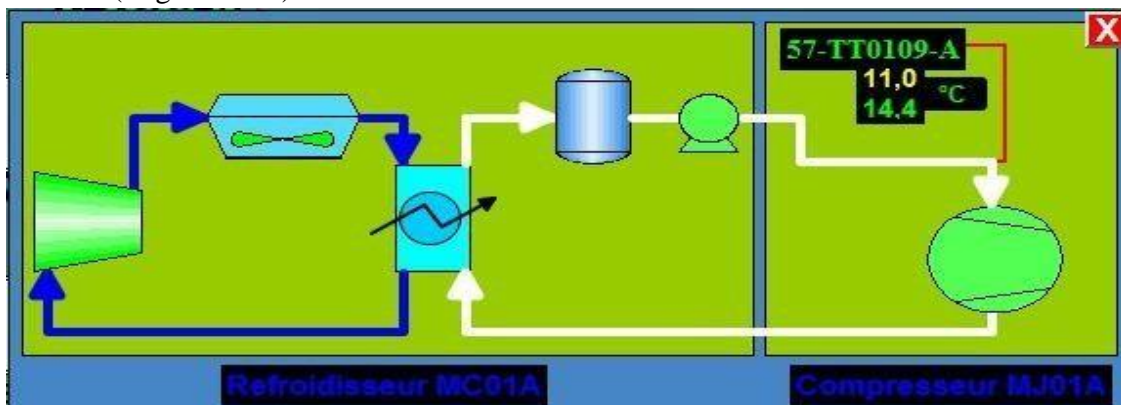


Figure 4- 48 : faceplate de refroidissement

#### 4.7.6 Vue des alarmes

C'est la vue où toutes les alarmes et les anomalies sont affichées dans la Figure 4- 49.

N°	Heure	Date	Etat	Texte	
18	17:20:41	15/09/2019	A	pureté d'azote est très mauvaise	
17	17:20:38	15/09/2019	A	pureté d'azote est mauvaise	16
16	17:20:16	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01E est très haute	0
15	17:20:16	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01E est haute	0
14	17:20:13	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01D est très haute	0
13	17:20:13	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01D est haute	0
20	17:20:11	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01C est très haute	0
19	17:20:11	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01C est haute	0
9	17:20:08	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01B est haute	0
10	17:20:08	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01B est très haute	0
11	17:20:05	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01A est haute	0
12	17:20:05	15/09/2019	A	température d'eau de refroidissement du compresseur MJ01A est très haute	0
8	17:19:55	15/09/2019	A	pression d'azote dans le réservoir est très haute	0
7	17:19:55	15/09/2019	A	pression d'azote dans le réservoir est haute	0
3	17:19:52	15/09/2019	A	pression d'air comprimé dans le réservoir est haute	0
4	17:19:52	15/09/2019	A	pression d'air comprimé dans le réservoir est très haute	0

Figure 4- 49 : Vue des alarmes



## **Conclusion générale**

Dans le cadre de notre projet de la mise en situation professionnelle nous choisis le thème d'automatisation de la nouvelle unité de production d'azote. Nous sommes passées par plusieurs étapes pour arriver à la fin à un résultat qui satisfait le cahier de charge élaboré au début de travail.

Nous sommes passées par des étapes, la première étape était l'identification des entrées / sortie puis nous sommes passées par la partie programmation des séquences de contrôle des différents équipements de l'unité.

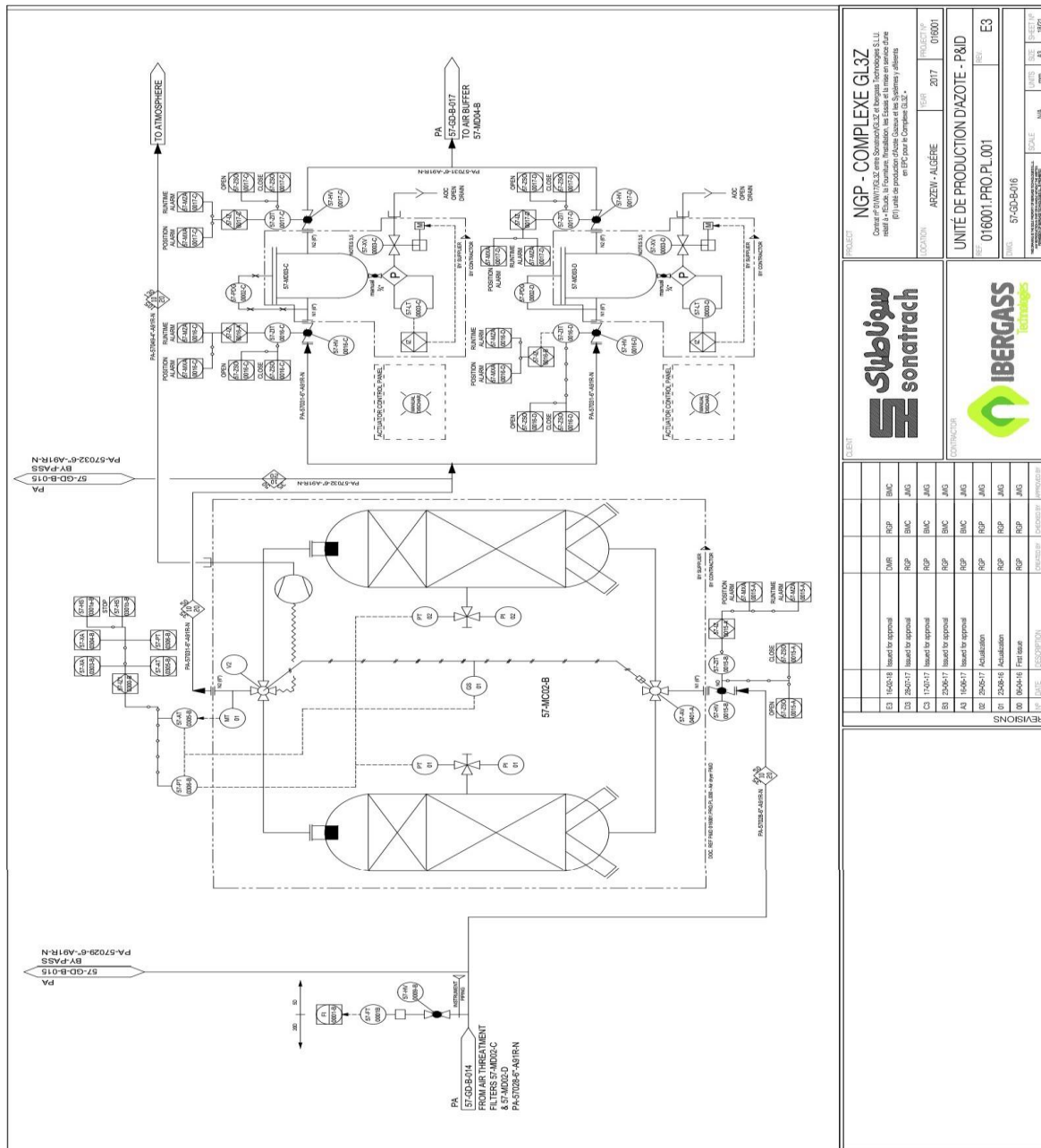
La bonne exploitation de la documentation nous a facilité la tâche pour comprendre la logique de fonctionnement de l'unité d'azote. Cette logique de fonctionnement sur laquelle nous avons basé pour élaborer l'application de contrôle de l'unité après passage par la phase de choix de matériels (automate et modules d'entrée /sorties) selon des critères (nombre et type de module) pour arriver à la fin à un résultat qui satisfait le cahier des charges élaboré au début.

Finalement nous souhaitons que ce mémoire puisse servir comme outil de travail pour le complexe GL3/Z et qu'il soit bien utilisé.

## Bibliographie

- [1] [1] SAIPEM pour SONATRACH GNL- 3Z Project « Fondamentaux de l'Instrumentation ». Document N ° 318800-GNL3Z-MU-PR-00-79011..
- [2] [2] SAIPEM pour SONATRACH GNL- 3Z Project « Principe fondamentaux du procédé et d'exploitation »..
- [3] [3] SAIPEM pour SONATRACH GNL- 3Z Project « Manuel opératoire unité 57 : système de stockage et vaporisation de l'azote »..
- [4] [4] GNL- 3Z Project « Unité de production d'azote gazeux : Document contrôle narratif ». Document N ° 016001.INS.RA.018.00..
- [5] [5] GNL- 3Z Project « Unité de production d'azote gazeux : Caractéristiques techniques de l'unité de production d'azote »..
- [6] [6] GNL- 3Z Project « Unité de production d'azote gazeux : Diagramme logique ». Document N ° 016001.INS.PL.045..
- [7] [7] GNL- 3Z Project « Unité de production d'azote gazeux : Piping and Instrumentation Diagram ». Document N ° 016001.INS.PL.045..
- [8] [8] Manuel « Utilisation Et Entretien Réfrigérateur à Eau ». Document N ° 016001.MEC.MA.006..
- [9] [9] Manuel « Utilisation Et Entretien Du Sécheur ». Document N ° 016001.MEC.MA.010..
- [10] [10] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/operations-unitaires-traitement-des-gaz-42485210/procede-psa-pour-la-production-d-azote-sur-site-j3610>.

# Annexe A : Schéma P&ID du sécheur d'air



**NGP - COMPLEXE GL37**  
 Contrat n° 016001 PRO.L001, avec Sonatrach S.L.L. et Ibergas S.L.L.  
 relatif à l'Étude, à l'Équipement, à l'Installation, à la Commission, à l'Exploitation et à la maintenance d'une  
 (P) Unité de production d'Azote - P&ID  
 en 2D (voir le plan n° 016001-PRO.L001) dans le cadre de la phase de conception préliminaire.

**Subitrat**  
sonatrach

**IBERGASS**  
Engineering

N°	DATE	DESCRIPTION	DESSINÉ	VALIDÉ	PROJÉTÉ
E3	14/02/18	Revised for approval	DWR	RFP	BMC
C2	02/02/17	Revised for approval	RFP	BMC	JMG
C3	17/01/17	Revised for approval	RFP	BMC	JMG
B3	22/06/17	Revised for approval	RFP	BMC	JMG
A5	14/06/17	Revised for approval	RFP	BMC	JMG
B2	20/02/17	Finalisation	RFP	RFP	JMG
B1	22/08/16	Actualisation	RFP	RFP	JMG
B0	16/04/16	First issue	RFP	RFP	JMG

REVISIONS	DATE	DESCRIPTION	DESSINÉ	VALIDÉ	PROJÉTÉ

UNITE DE PRODUCTION D'AZOTE - P&ID  
 016001.PRO.L001  
 57-GD-B-016

ARZEW - ALGERE 2017

SCALE: 1/100  
 SHEET: 01  
 DATE: 2017  
 DRAWN: E3

## Annexe B : communication entre l'unité d'azote et le DCS du complexe

