UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Nouvelles Technologies et de l'Information et de la Communication

Département d'Electronique et Des Télécommunications

Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Science Et Technique

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Présenté par : BENDELLA Ilyes

BELAHBIB Imad Eddine

Thème

Automatisation d'un four a gaz dans une unité de traitement de GPL

Soutenu publiquement

Lundi le 30 mai 2016

Devant le jury :

Président :	ELAGGOUNE Hocine	MAA	Université Kasdi Merbah Ouargla
Examinateur :	HAMMOUCHI Fatah	MAA	Université Kasdi merbah Ouargla
Examinateur :	BELHADRI.A	MAA	Université Kasdi Merbah Ouargla
Encadreur :	SMAHI Mokhtar	MAA	Université Kasdi Merbah Ouargla
Co-encadreur :	BELAHBIB Khaled		

Année universitaire : 2015/2016

Résumé : Le four H-651 est un four de réchauffage d'huile cylindrique vertical qui se situe au niveau de l'unité de traitement de gaz GPL-1 au sein du complexe industriel sud de Hassi Messaoud, la sécurité de ce four est contrôlé par une logique câblé qui n'assure pas le bon fonctionnement ce qui soulève beaucoup de contrainte lié a l'exploitation et la maintenance. Notre projet consiste à faire une automatisation de la séquence de démarrage de ce four et pour cela, nous avons effectué un stage pratique au sein de la société SONATRACH pour mieux comprendre le fonctionnement du four et pour acquérir les données nécessaires pour notre étude. Pour facilité la réalisation de notre notre projet nous avons divisé le travail en deux parties, une partie matériel et une partie logiciel, la partie matériel est réserver pour le choix de l'API qui est le S7-300 de siemens, connue pour capacité de traitement et de pouvoir gérer un nombre important d'E/S , La partie logiciel est consacrer a la programmation, pour cela, nous avons utiliser le logiciel de programmation de siemens TIA Portal(Totally Intergrated Automation) pour simuler le programme de la séquence de démarrage du four H-651. Cette étude nous a donné des résultats satisfaisants. En remplaçant l'ancien system par un API la qualité de control a était amélioré le bon fonctionnement a était assuré.

Mots clés : Automatisation, API, four, GPL, programmation, séquence de démarrage, Grafcet

اتمتة فرن غازي في وحدة لمعالجة غاز البترول المميع

ملخص:الفرن H-651 هو مسخن للزيت اسطواني عمودي موجود على مستوى وحدة معالجة الغاز GPL-1 التي تقع في المجمع الصناعي الجنوبي بحاسي مسعود, نظام الحماية الخاص بهذا الفرن يتحكم به المنطق السلكي الذي لا يضمن السير الحسن ما ينتج عنه العديد من المشاكل المتعلقة بالاستغلال و الصيانة. المشروع الذي قمنا به يتضمن القيام بتحويل النظام القديم إلى نظام ألي لعملية بدا تشغيل الفرن و للقيام بذلك قمنا بعملية تربص على مستوى شركة سوناطراك بهدف فهم طريقة عمل الفرن و لجمع المعلومات اللازمة للقيام بدراستنا. لتسهيل مهمتنا قمنا بتقسيم العمل إلى جزأين, جزئ للمعدات و جزئ للبرمجيات,جزئ المعدات تضمن عملية اختيار المتحكم المنطقي المبرمج حيث وقع الاختيار على S7-300 الخاص بشركة Siemens المعروف بقدرته على المعالجة و إمكانياته للتعامل مع عدد كبير من المداخل و المخارج, جزئ البرمجيات يتعلق بالبرمجة, لهذا قمنا باستخدام برنامج TIA Portal لكتابة البرنامج لعملية بدا تشغيل الفرن و محاكاته. هذا المشروع أعطانا نتائج جد مرضية. بتبديل النظام القديم بنظام جديد قمنا بتحسين جودة نظام التحكم و بضمان السير الحسن.

الكلمات المفتاحية : أتمتة, متحكم منطقي مبرمج, برمجة, غاز البترول المميع, بدا التشغيل, Grafcet

Automation of a heater in a GPL treatment unit

Abstract: The heater H-651 is a cylindrical vertical oil heater, it is located in the GPL-1 gas treatment facility which is located in the south industrial complex in Hassi Messaoud, The security system of this heater is controlled by a Hard-wired logic that doesn't insure a smooth operation of the system which poses a lot of problems related to the exploit and maintenance. Our project involves automating the startup sequence of this heater, therefore, we undertook a training period in SONATRACH company to get a better understanding of how this heater works and to collect the necessary data for our study. To make our task easy, we devised our work into two parts a hardware part and a software part, the first part is the hardware part in which we chose we chose the PLC that we worked with, the S7-300 of Siemens, known for its testament capabilities and its ability to handle a big number of I/O, the software part is reserved for the programming where we used the TIA Portal software to write a program of the startup sequence of our heater, This study has given us pleasing results, By replacing the old system with a PLC the control .quality has been improved and the smooth operating has been insured

Key words: Automation, PLC, heater, GPL, Programming, Startup sequence, Grafcet

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, Allah qui nous a donné la force Et le courage pour terminer nos études et élaborer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier toutes les personnes sans lesquelles ces années d'études n'aurait été que le pâle reflet de celles que nous avons passées.

Nos sincères remerciements à nos encadreurs ***Mr SMAHI Mokhtar, Mr BELAHBIB Khaled*** *et* ***Mr Derdour Walid*** *qui ont bien voulu nous encadrer, et de nous avoir encouragé le long de notre travail.*

Ainsi nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés dans la recherche de documentation, pour l'aide qui nous ont donné ainsi que pour leurs efforts et conseils.

Nos remerciements sont destinés également à tous nos enseignants et les responsables de l'Instrumentation pétrolière pour l'effort fourni pendant la durée des études.

Nous remercions également les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait juger ce travail.

- ***BENDELLA Ilyes***
- ***BELAHBIB Imad Eddine***

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère.

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieux les gardes et les protège.

A mes sœurs et mon frère.

A tous mes amieO avec qui j'ai eu la chance de partagé des moments uniques et formidables qui seront gravés à jamais dans ma mémoire.

A tous ceux qui me sont chères.

ILYES

Dédicace

A mes parents
Que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leur dois, pour leur bienveillance, leur affectation et leur soutien dont ils ont toujours fait preuve. Trésors de bonté, de générosité et de tendresse, en témoignage de mon profond amour et ma grande reconnaissance
«Que Dieu vous garde »

A mes frères et sœurs
Je leur dédie ce modeste travail en témoignage de mon grand amour et ma gratitude infinie.

A mes amis
Je leur dédie ce projet de fin d'étude et je les prie d'agréer l'assurance de mes meilleurs sentiments les plus sincères.

Imad Eddine

Liste des abréviations

SONATRACH : SOciété NAtionale de TRAnsport et de Commercialisation des Hydrocarbures.

BNP : Produit National Brut.

TEP : Tonnes Equivalent Pétrole.

GPL : Gaz du Pétrole Liquéfié.

GNL : GAZ Naturel Liquéfié.

CIS : Complexe Industriel Sud.

HP: Haute Pression.

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

NOx : oxydes d'azote.

API : Automate Programmable Industriel.

PLC: Programmable Logic Controller.

PS: Power Supply.

DI: Digital Input.

DO: Digital Output.

AI: Analog Input.

TIA: Totally Integrated Automation.

LD: Ladder Diagram.

FBD: Function Block Diagram.

IL : Liste d'Instructions.

ST : Structured Text.

OB : Blocs d'Organisation.

FB : Bloc Fonctionnel.

FC : Bloc Fonction.

DB : Bloc de Donnée.

SFB : Bloc Fonctionnel Système.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions.

SFC : Sequential Function Chart.

SOMMAIRE

Introduction générale : 1

CHAPITRE I : DISCRIPTION DU SITE

I.1 Introduction 3

I.2 Présentation de la société d'hydrocarbure SONATRACH 3

I.3 Présentation du champ de Hassi-Messaoud 3

I.3.1 Situation géographique et géologique 3

I.4 Organisation de la direction régionale de Hassi-Messaoud 5

I.4.1Organigramme de division production direction régionale Hassi Messaoud 6

I.4.2 Direction Maintenance 7

I.3.2.1 Organigramme de la direction maintenance 7

I.5 Présentation de l'unité GPL1 8

I.5.1 Schéma synoptique de l'unité GPL-1/Sud 9

I.5.2 Schéma PFD de l'unité GPL-1 10

I.5.3 Définition des GPL 10

I.5.4 Description des Processus reliés au four H 651 10

I.5.4.1 Déshydratation et régénération 10

I.5.4.2 Description du déethaniseur 11

I.5.4.3 Description du débutaniseur 11

I.5.4.4 Description du dépropaniseur 12

I.5.4.5 Système d'huile chaude 12

I.5.4.6 Système de fuel gaz 13

I.6 Conclusion 14

CHAPITRE II: LES FOURS INDUSTRIELS

II.1 Introduction 15

II.2 Fours industriels 15

II.2.1 Définition d'un four 15
II.2.2 Constitution d'un four 15
II.2.3 Faisceaux tubulaires 17
II.2.4 Garnissage des parois de fours 17
II.2.5 Les brûleurs 17
II.2.5.1 Types des brûleurs 17
II.2.5.2 Types des combustibles 17
II.2.6 Différents types de fours 17
II.2.6.1 Les fours cylindriques verticaux 17
II.2.6.2 Les fours «boîtes» à tubes verticaux 18
II.2.6.3 Les fours «cabines» à tubes horizontaux 18
II.2.6.4 Les fours à chauffage par murs radiant 18
II.3 Contrôle et sécurité des fours 18
II.3.1 Paramètres à contrôler 18
II.3.2 Instrumentation de four 18
II.4 Four H 651 19
II.4.1 Caractéristiques techniques du four 20
II.4.2 Caractéristiques Techniques du four (TUBES) 21
II.4.3 Description du system d'huile chaude 22
II.5 Problématique 24
II.6 Solutions 26
II.7 Travail à réaliser 27
II.7.1 Instrumentation 27
II.7.2 Automatisation 28
II.8 Conclusion 28

CHAPITRE III : PLANIFICATION D'UNE SOLUTION D'AUTOMATISATION

III.1 Introduction 29

III.2 Instrumentation 29
III.2.1 Transmetteurs (Capteur + transmetteur) 30
III.2.2 Actionneurs ajoutés 30
III.3 Conception d'une solution d'automatisation 30
III.3.1 Subdivision du processus 30
III.3.2Description des différentes zones fonctionnelles 34
III.3.2.1 Zone A (Balayage) 34
III.3.2.2 Zone B (Ligne pilotes) 34
III.3.2.3 Zone C (Ligne bruleurs) 35
III.3.2.4 Zone D (Passes d'huile) 36
III.3.3 Organe de sécurité 36
III.3.3.1 Déclenchement 1 : arrêt totale du four – mise en sécurité : 36
III.3.3.2 Déclenchement 2 : arrêt d'un pilote et de son bruleur 37
III.3.4 Les entrées/sorties 37
III.3.4.1 Entrées logique 37
III.3.4.2 Sorties logique 37
III.3.4.3 Entrées analogique 38
III.3.5 Identification des éléments de signalisation et de commande 38
III.3.5.1 Définition du poste d'opération (panneau de contrôle) 38
III.3.6 Création du schéma de contrôle 40
III.4 Choix d'automate programmable industriel 40
III.4.1 Choix de constructeur 41
III.4.2 Choix de la gamme de l'API 41
III.5 Conclusion 44

CHAPITRE IV: PROGRAMMATION

IV.1 Introduction : 45
IV.2 Généralités sur STEP 7 : 45

IV.3 Logigramme de la séquence : 45
IV.3.1 Logigrammes du test d'étanchéité : 47
IV.3.1.1 Logigramme du test d'étanchéité de la deuxième vanne de sectionnement et des vannes individuelles : 47
IV.3.1.2 Logigramme du test d'étanchéité de la première vanne de sectionnement :.....48
IV.3.1.3 Logigramme du test d'étanchéité de la vanne d'évent : 49
IV.3.2 Allumage du premier pilote et de son bruleur : 50
IV.4 Simulation en TIA PORTAL.....51
IV.4.1 Création de projet.....51
IV.4.2 La configuration matériel.....52
IV.4.3 Définition du tableau des variables :.....54
IV.4.4 Programmation :.....55
IV.4.4.1 Langages de programmation : 55
IV.4.4.2 Types de blocs de programme en STEP 7 : 56
IV.4.4.3 Ajout d'un bloc fonctionnel de programmation :.....57
IV.4.4.4 Programmation en langage GRAPH : 58
IV.5 Tests et résultats 60
IV.5.1 Premier test : Démarrage du four.....60
IV.5.2 Deuxième test : Démarrage de la soufflante 60
IV.5.3 Troisième test : Test d'étanchéité : 61
IV.5.4 Quatrième test : L'allumage du pilote et de son bruleur :.....63
IV.5.5 Cinquième test : surveillance et sécurité :.....64
IV.6 Conclusion :.....64
Conclusion générale : 65

Liste des figures

Figure I.1 Caractéristique et situation géographique du gisement de Hassi-Messaoud. 4
Figure I.2 les différents gisements de pétrole et de gaz du Sahara Algérien. 5
Figure I.3 Schéma simplifie de l'unité GPL-1 10
Figure I.4 Schéma simplifié du circuit de gaz de régénération 11
Figure I.5 Schéma simplifié du système d'huile chaude 13
Figure I.6 Schéma simplifié du circuit fuel gaz 14
Figure II.1 Représentation des différents composants d'un four 16
Figure II.2 Four H-651 20
Figure II.3 Schéma P&ID du circuit d'huile chaude. 23
Figure II.4 Vanne de sectionnement XZV 688. 24
Figure II.5 Le panneau de contrôle et le four H 651 25
Figure II.6 Représentation des différents changements apportés a l'ancienne installation. 27
Figure III.1 Représentation de la zone de balayage. 32
Figure III.2 Représentation de la zone de la ligne des pilotes. 32
Figure III.3 Représentation de la zone de la ligne des pilotes. 33
Figure III.4 Représentation de la zone de passes d'huile. 33
Figure III.5 Panneau de contrôle 39
Figure III.6 schéma de contrôle 40
Figure IV.1 Assistant de TIA Portal. 51
Figure IV.2 Créer un projet 52
Figure IV.3 Assistant de TIA Portal après la création du projet 52
Figure IV.4 Ajouter de la CPU. 53
Figure IV.5 Description de l'appareil ajouté. 53
Figure IV.6 Vue d'ensemble après la configuration. 54
Figure IV.7 Adressage des modules sélectionnés. 54
Figure IV.8 Table du module de sortie DO 16x24VDC/0.5A 55
Figure IV.9 Choix de bloc et de langage 57
Figure IV.10 Ajout d'un bloc OB 100 58
Figure VI.11 Outil de programmation en langage GRAPH. 58
Figure IV.12 Etat des entrées pour un démarrage sécurisé. 60
Figure IV.13 Passage du programme à l'étape suivante 60
Figure IV.14 Etat des entrées pour démarrer la soufflante 61

Figure IV.15 Démarrage de la soufflante 61
Figure IV.16 Insertion de la valeur 13mA au PT 667 61
Figure IV.17 Programme se poursuivre vers les autres tests. 62
Figure IV.18 Insertion de la valeur 10mA au PT 667 62
Figure IV.19 Passage vers arrêt d'urgence. 62
Figure IV.20 Non Détection de flamme. 63
Figure IV.21 Détection de flamme 63
Figure IV.22 Test surveillance et sécurité 64

Liste des tableaux

Tableau II.1 Caractéristiques techniques du four. 20
Tableau II.2 Caractéristiques techniques du four (tubes). 21
Tableau III.1 Subdivision du processus. 31
Tableau III.2 Choix des modules d'automate programmable industriel. 41

Liste des abréviations

SONATRACH : SOciété NAtionale de TRAnsport et de Commercialisation des Hydrocarbures.

BNP : Produit National Brut.

TEP : Tonnes Equivalent Pétrole.

GPL : Gaz du Pétrole Liquéfié.

GNL : GAZ Naturel Liquéfié.

CIS : Complexe Industriel Sud.

HP: Haute Pression.

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

NOx : oxydes d'azote.

API : Automate Programmable Industriel.

PLC: Programmable Logic Controller.

PS: Power Supply.

DI: Digital Input.

DO: Digital Output.

AI: Analog Input.

TIA: Totally Integrated Automation.

LD: Ladder Diagram.

FBD: Function Block Diagram.

IL : Liste d'Instructions.

ST : Structured Text.

OB : Blocs d'Organisation.

FB : Bloc Fonctionnel.

FC : Bloc Fonction.

DB : Bloc de Donnée.

SFB : Bloc Fonctionnel Système.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions.

SFC : Sequential Function Chart.

Introduction générale

Introduction générale :

Les fours à réchauffage d'huile constituent des éléments essentiels dans une installation de traitement du gaz de pétrole liquéfié.

Dans notre mémoire, on s'intéresse au four H651 qui se trouve au niveau du complexe industriel sud au service de traitement GPL-1 à Hassi Messaoud. La stratégie de l'exploitation et de la maintenance du four actuellement utilisée n'assure pas de bonnes performances de contrôle et de sécurité. Nous avons constaté plusieurs problèmes pouvant causer des coûts énormes bien qu'évitables et être lourd de conséquences pour la société et ses clients, à savoir :

- L'utilisation d'un système de sécurité non convenable aux normes de sécurité de nos jours.
- Inexistence des exigences de sécurité et des tests pour assurer le bon fonctionnement du four et de l'unité.
- Intervention humaine dans des opérations dangereuses.

Afin de résoudre ces types de problèmes, nous avons choisi la notion de l'automatisation à l'aide d'un automate programmable industriel, ce choix est motivé par sa généralité, ses nombreux avantages et sa facilité de mise en œuvre.

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé partie commande. [10]

Le but de notre mémoire était de parvenir à automatiser le four à gaz qui fonctionne pour le moment avec la logique câblé en intégrant un automate programmable de type S7-300 tout en améliorant le mode de fonctionnement.

Le stage de fin d'étude a été l'opportunité pour nous d'appréhender l'environnement de travail en milieu industriel, de savoir comment répondre aux besoins d'une entreprise, les normes de sécurités et les risques encourus.

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre présente le groupe de Sonatrach, le champ Hassi Messaoud, la direction Maintenance suivie par une description de l'unité GPL-1.

Le deuxième chapitre présente des généralités sur les fours de l'industrie pétrolière et une description du four H651 suivie d'une problématique et sa solution.

Le troisième chapitre aborde la planification d'une solution d'automatisation du four et mettre en œuvre les solutions.

Le quatrième chapitre est consacré sur la partie logicielle de l'automatisation, concernant la programmation et les résultats obtenus.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale suivie de perspectives.

CHPITRE I

DESCRIPTION DU SITE

I.1 Introduction

L'une des principales applications industrielles est le système de réchauffage d'huile du four H651 de l'entreprise SONATRACH situé à Hassi Messaoud. Ce système est responsable de fournir la température nécessaire pour le traitement du gaz de pétrole liquéfié.

Ce chapitre présente le groupe de Sonatrach, le champ Hassi Messaoud, la direction Maintenance suivie par une description de l'unité GPL-1.

I.2 Présentation de la société d'hydrocarbure SONATRACH [1]

Sonatrach est une entreprise nationale algérienne d'envergure internationale, créée le 31 décembre 1963, c'est la clé de voûte de l'économie algérienne, elle intervient dans l'exploitation, la production, le transport par canalisation, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle se développe également dans les activités de pétrochimie, de génération électrique, d'énergies nouvelles et renouvelables, de dessalement d'eau de mer et d'exploitation minière.

Sonatrach est une multinationale, elle opère en Algérie et dans plusieurs régions du monde, notamment en Afrique (Mali, Tunisie, Niger, Libye, Egypte, Mauritanie), en Europe (Espagne, Italie, Grande-Bretagne, France, Portugal), en Amérique latine (Pérou) et au Etats-Unis.

Elle emploie 41204 salariés (12000 avec ses filiales), génère 30% du PNB de l'Algérie. En 2005, sa production a atteint prés de 232.3 millions de TEP, dont 11,7% destiné au marché interne du pays, elle est par ailleurs le 12e groupe pétrolier au niveau mondial, le premier en Afrique et dans le bassin méditerranéen, le 4e exportateur de GNL, le 3e exportateur de GPL.

I.3 Présentation du champ de Hassi-Messaoud [1]

I.3.1 Situation géographique et géologique

Le champ de Hassi-Messaoud se situe à 850 Km au sud-est d'Alger et à 300 Km des frontières Tunisienne et à 80 Km à l'Est de Ouargla, il occupe la partie centrale de la province triasique. De par sa superficie et ces réserves, s'étendant sur prés de 4200 Km^2 de superficie, il

est de ce fait le plus grand gisement de pétrole d'Algérie et de tout le continent africain.il est limité :

- Au Nord-Ouest par le gisement d'Ouargla (Gellala, Ben Kahla et Houd Berkaoui).
- Au Sud-ouest par le gisement d'El-Gassi, Zotti et Agreb.
- Au Sud-est par le gisement Rhoude El Baguel et Mesdar.

Géologiquement, il est limité :

- A l'Ouest, par la dépression d'Oued Mya.
- Au sud par le haut-fond d'Amguid-El Biod.
- Au Nord par la structure Djamaa-Touggourt.
- A l'Est par les dépressions de Dahar, Rhoude El Baguel et de Ghadames.

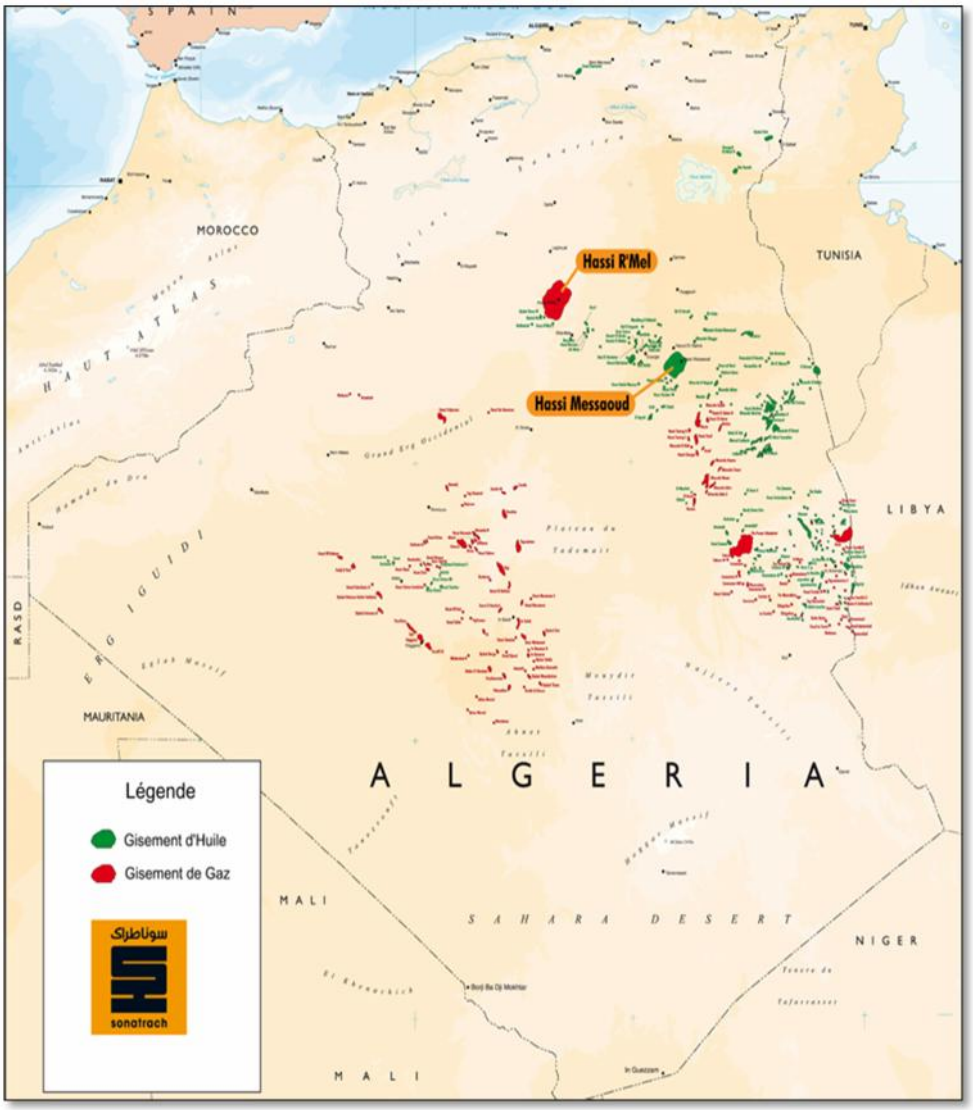


Figure I.1 Caractéristique et situation géographique du gisement de Hassi-Messaoud.

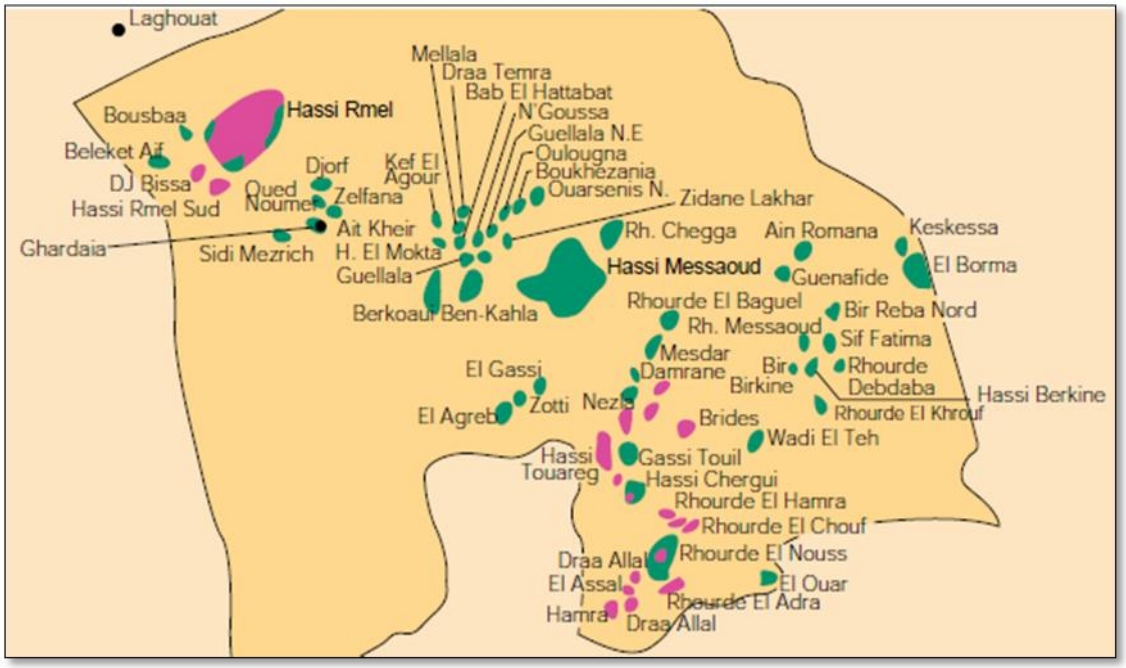


Figure I.2 les différents gisements de pétrole et de gaz du Sahara Algérien.

I.4 Organisation de la direction régionale de Hassi-Messaoud [1]

La direction régionale de Hassi-Messaoud dispose de deux complexes industriels, le complexe industriel sud (CIS) et le complexe industriel Naili Abdelhalim (CINA) :

➢ **Complexe industriel sud (CIS) :**

Situé au sud du champ d'exploitation, il est composé de :

- 05 unités de séparation et traitement d'huile.
- 03 unités d'extraction de GPL et condensat.
- 11 stations de réinjection de gaz.

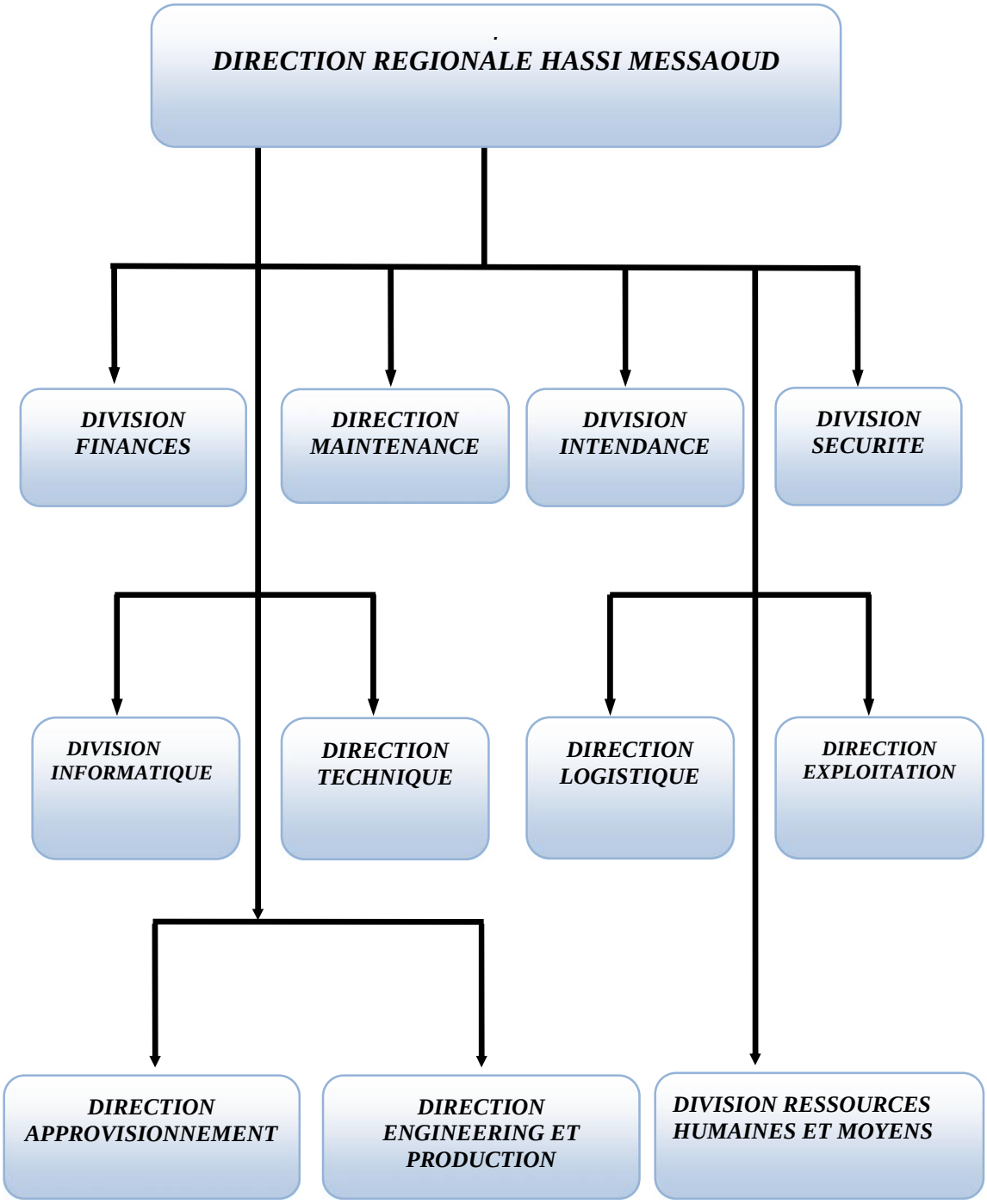
➢ **Complexe industriel Naili Abdelhalim (CINA) :**

Situé au nord du champ d'exploitation, il est composé de :

- 03 unités de séparation et traitement de brut.
- 21 lignes de boosting (moto-turbo compresseur).
- 01 unité GPL.
- 02 stations de réinjection de gaz.
- 02 stations de réinjection d'eau (09 lignes).
- 02 unités d'azotes.

Chacun des deux complexes cités ci-dessus est relié à des unités de séparation et de compression sur champ appelées « Unités Satellites ».

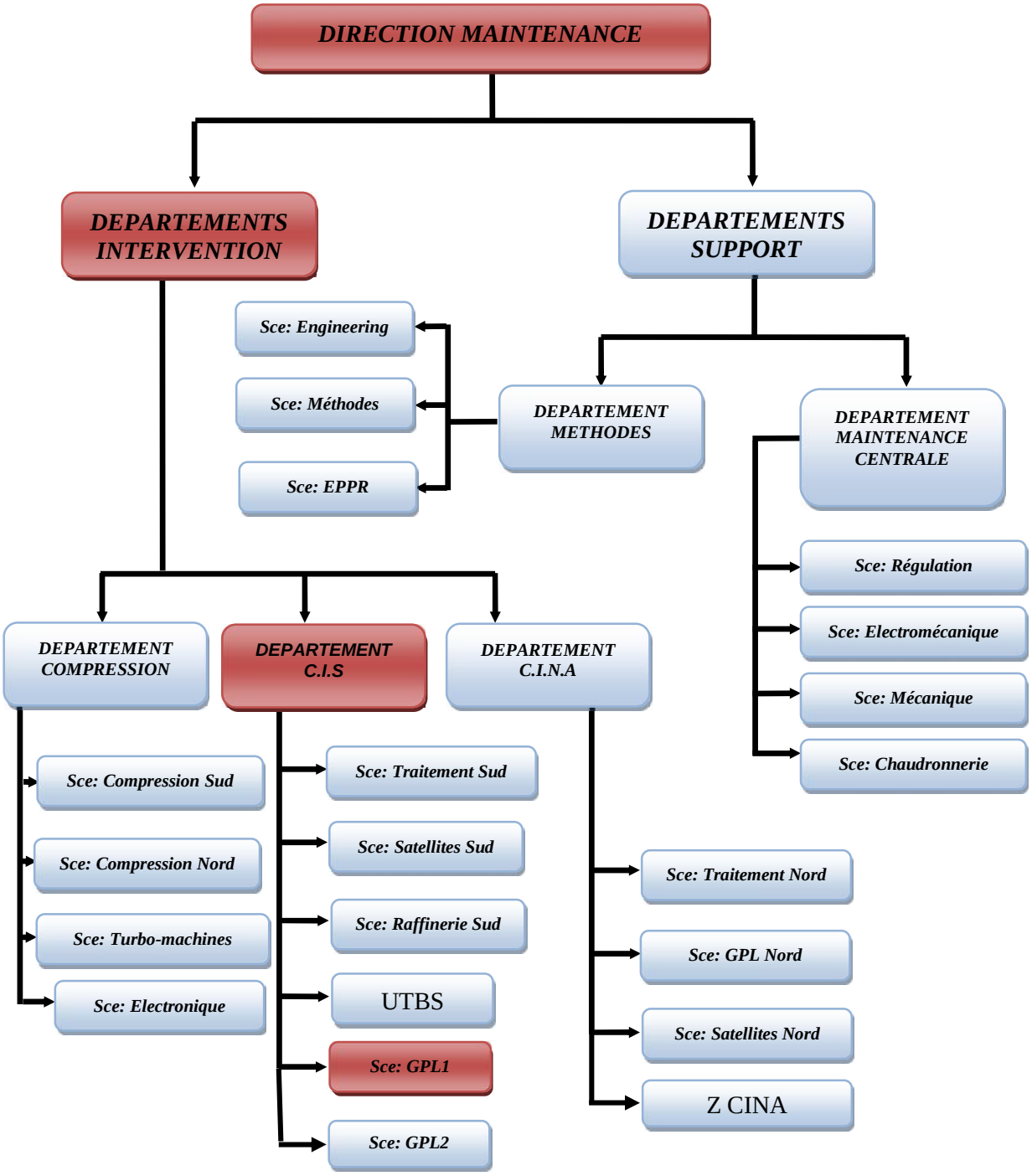
I.4.1Organigramme de division production direction régionale Hassi Messaoud



I.4.2 Direction Maintenance

La direction maintenance est une structure chargée de la maintenance (préventive, curative et systématique) et l'entretien des équipements des unités opérationnelles des deux complexes (CIS, CINA) et les unités satellites.

I.3.2.1 Organigramme de la direction maintenance [1]



I.5 Présentation de l'unité GPL1 [2]

L'unité GPL1 du complexe industriel sud a été mise en service en 1973 par la firme anglaise FLUOR-ENGLAND-LTD dans le but de récupérer le propane et le butane présent dans les gaz de séparation et de stabilisation du pétrole brut au niveau du complexe industriel sud.

L'unité a été conçue pour traité deux gaz différents à savoir :

- 4,63 millions de Nm^3/Jour de gaz (HP) de séparation du brut provenant des unités de séparation sur champ ainsi que celui de la séparation au niveau de l'unité traitement du brut/sud, ce gaz contenant 13,5% de propane et de butane, est disponible à 27 Kg/cm^2 et 70°C aux limites de l'unité ;

- 0,8137 millions de Nm^3/Jour de gaz (stable) de tête de la colonne de stabilisation du brut de l'unité traitement/sud. Ce gaz plus riche en GPL contient 40,85% de propane et de butane est disponible aux limites de l'unité à 18,8 Kg/cm^2 et 35°C.

Tous les hydrocarbures liquides récupérés sont déthanisés tandis que les C3+ (supérieure au propane) sont traités de nouveau dans un débutaniseur et un dépropaniseur afin de produire du GPL du propane et du butane commercial.

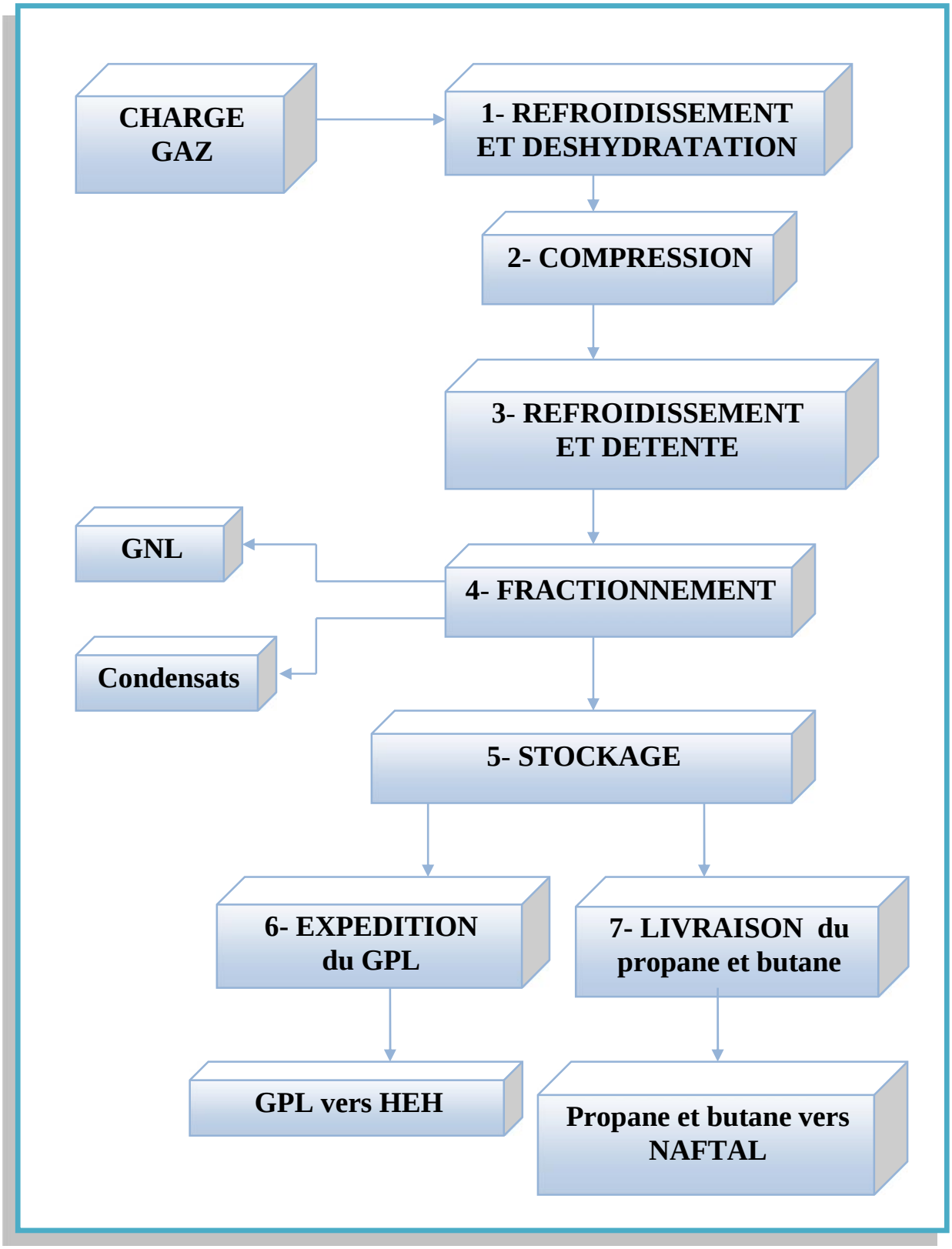
Le gaz résiduel de l'unité est pressurisé à 28,6 $Kg/cm^{2,}$ recyclé vers les stations de compression du complexe sud pour être comprimé avec d'autres gaz jusqu'à 420 bars, puis réinjecté dans les gisements afin de maintenir sa pression.

Les condensats (les essences légères C5+) sont mélangés avec le brut expédié vers Haoud El Hamra.

L'objectif principal de l'unité GPL1 est de produire :

- **1330 T/J du GPL (C3/C4).**
- **300 T/J de propane commercial.**
- **150 T/J de butane commercial.**

I.5.1 Schéma synoptique de l'unité GPL-1/Sud



I.5.2 Schéma PFD[1] de l'unité GPL-1

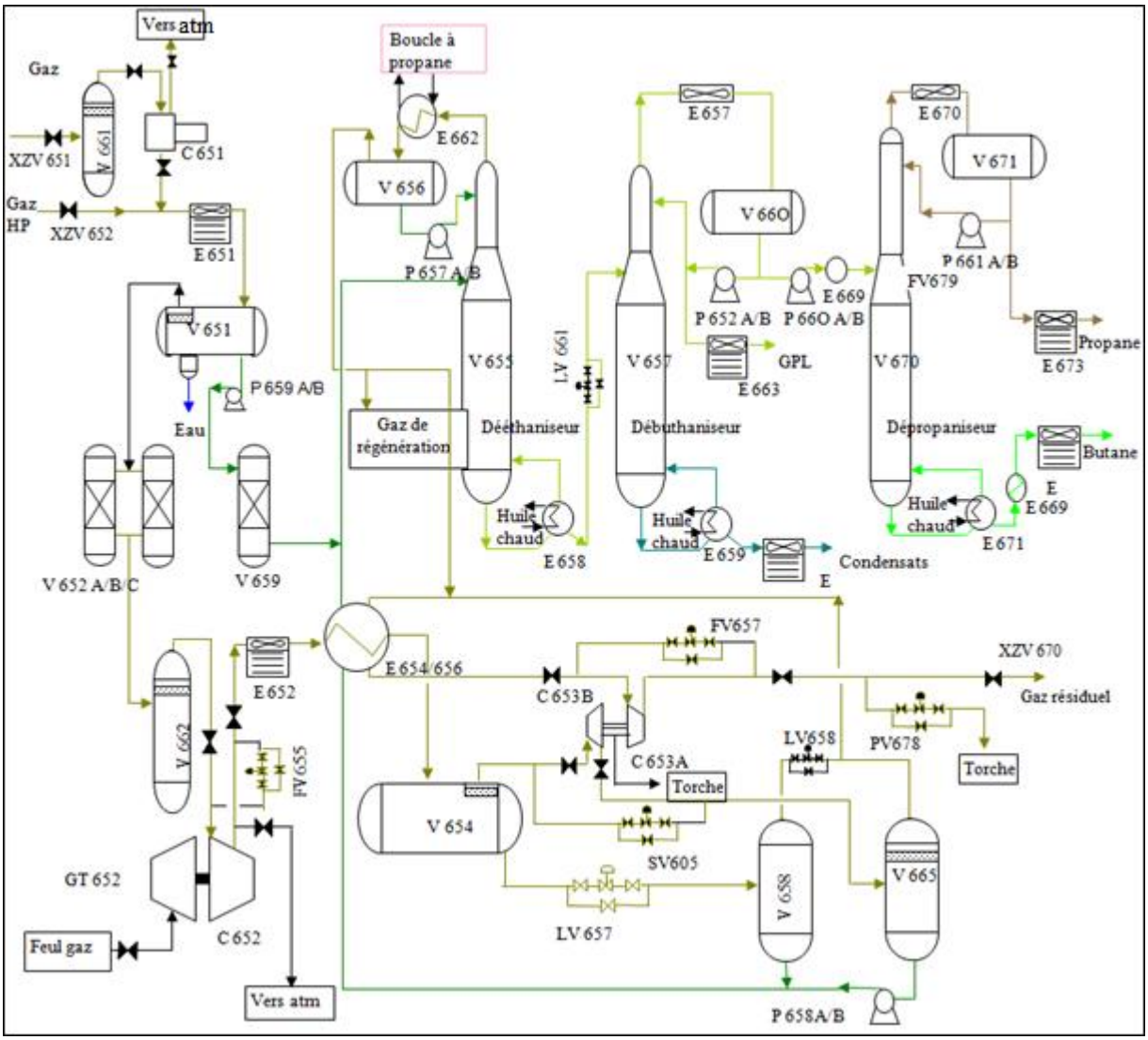


Figure I.3 Schéma simplifie de l'unité GPL-1[3]

I.5.3 Définition des GPL

Le terme **GPL** signifie **G**az du **P**étrole **L**iquéfié, mélange de propane et du butane.

I.5.4 Description des Processus reliés au four H 651

I.5.4.1 Déshydratation et régénération

Afin d'éviter la formation des hydrates dans la section froide le liquide hydrocarbure du V651 est pompé par les P659 a/b vers les déshydrateurs liquide V659 a/b renfermant un déssicant du type tamis moléculaire **4**Ångstrom. Les condensats déshydratés rejoint ensuite

[1] Un schéma de procédé (process flow diagram ou **PFD** en anglais) est un diagramme utilisé en ingénierie pour décrire les flux de matières et équipements principaux d'un procédé. Seuls les équipements en contact direct avec les produits chimiques ainsi les moyens de transport de ceux-ci (pompes ; tuyaux ;…etc)

les condensats en provenance des refroidisseurs de gaz pour former l'alimentation du déethaniseur **V655**. Le deuxième déshydrateur est régénéré simultanément.

Le gaz de régénération est d'abord préchauffé dans le préchauffeur de gaz de régénération E654 par échange de chaleur avec le gaz d'alimentation d'arrivé, il est ensuite réchauffé jusqu'à **274**°C dans le réchauffeur de gaz de régénération E653 a/b qui utilise un circuit d'huile chaude à **299**°C comme fluide de réchauffage, le gaz utilisé dans la phase de refroidissement est le même que le gaz de réchauffage si ce n'est qu'il conteur E653 a/b.

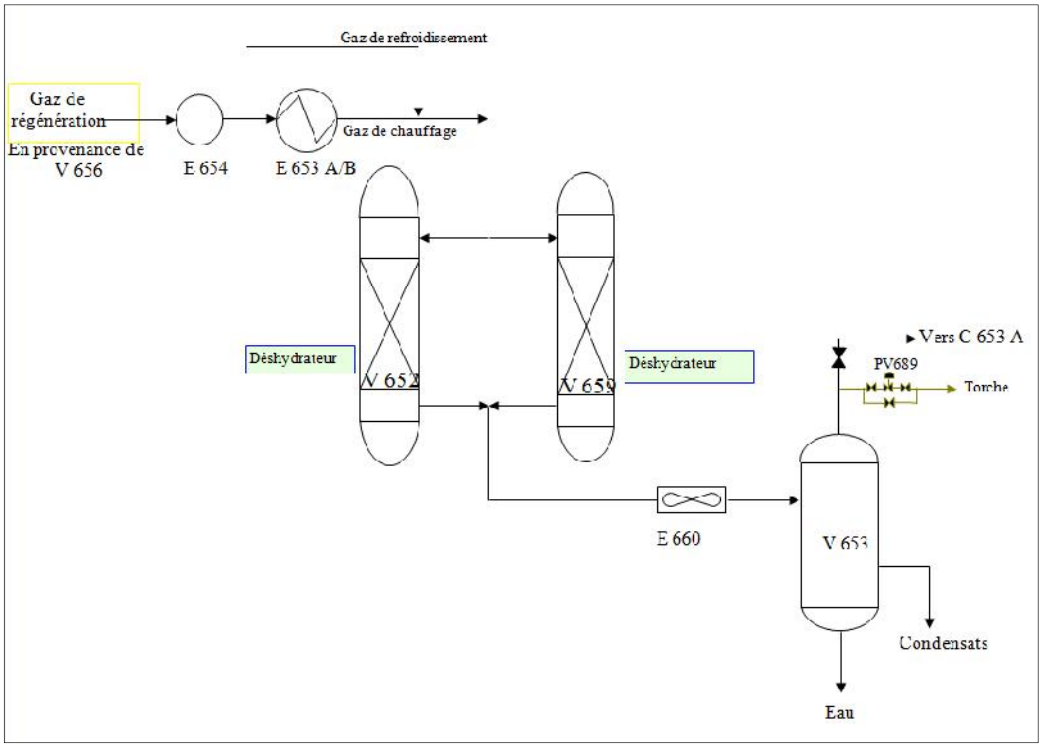


Figure I.4 Schéma simplifié du circuit de gaz de régénération [3]

I.5.4.2 Description du déethaniseur

Le déetaniseur colonne constituée de 35 plateaux fonctionne à une pression de 30 bar et elle est dimensionnée pour donnée un produit de fond, cette colone sépare (C1+C2) et $C3^+$ du gaz.

La colonne est rebouillie par un rebouilleur du type 'KEETLE'**E658**. La chaleur nécessaire au rebouillage est assurée par un système de circulation d'huile chaude comme agent caloporteur à une température de 299°C.

I.5.4.3 Description du débutaniseur

Le débutaniseur est une colonne de 37 plateaux fonctionnant à une pression de 17 bars, cette colonne est conçue pour séparé les produits de fond du déethaniseur $\mathbf{C_3^+}$ en deux parties :

- Produit de tête : GPL (propane + butane)
- Produit de fond : essence légère C_5^+

La colonne est rebouillie par un rebouilleur du type 'KEETLE'**E659**. La chaleur nécessaire au rebouillage est assurée par un système de circulation d'huile chaude comme agent caloporteur à une température de 299°C.

I.5.4.4 Description du dépropaniseur

Le dépropaniseur est une colonne de 43 plateaux qui fonctionne à une pression de 22 bars, elle a été conçue pour traiter une charge de GPL en la séparant en propane et en butane commercial.

La colonne est rebouilli par le même type de rebouilleur que ceux des autres colonnes. Le produit butane de fond est envoyé vers stockage après refroidissement.

I.5.4.5 Système d'huile chaude

Le système utilise une huile calo porteuse 'torada 55' pour le rebouillage des trois colonnes ainsi que pour le réchauffage du gaz de régénération des déshydrateurs.

L'huile est aspirée d'un ballon tampon puis dégazée avant d'être pompée vers le four par deux pompes en parallèle **P655** A /B/C.

Le four **H651** est un four cylindrique à tubes verticaux chauffé au gaz à l'aide de 12 brûleurs ; La température de sortie est maintenue proche de 299°C en agissant sur la pression du fuel gaz.

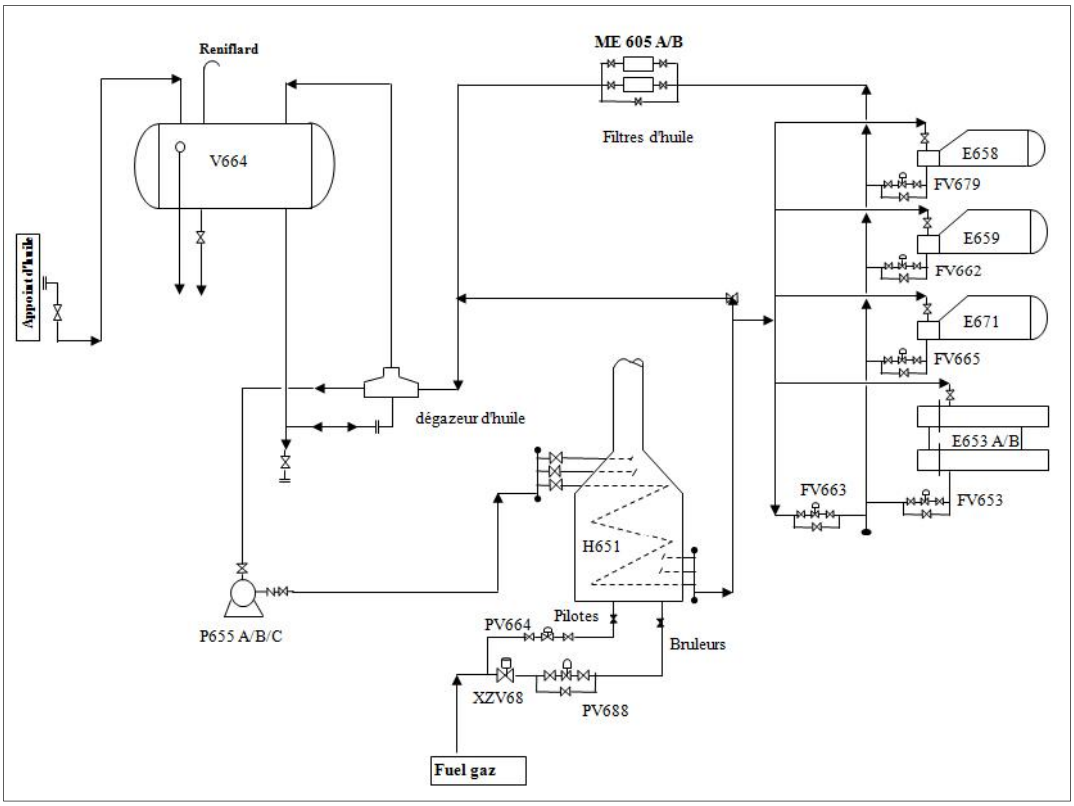


Figure I.5 Schéma simplifié du système d'huile chaude [3]

I.5.4.6 Système de fuel gaz

Le fuel gaz de l'unité provient du gaz résiduel, il alimente :

- Le four d'huile chaude H651.
- Le turbo-jet GT652.
- Le réseau de pressurisation de la zone de stockage.

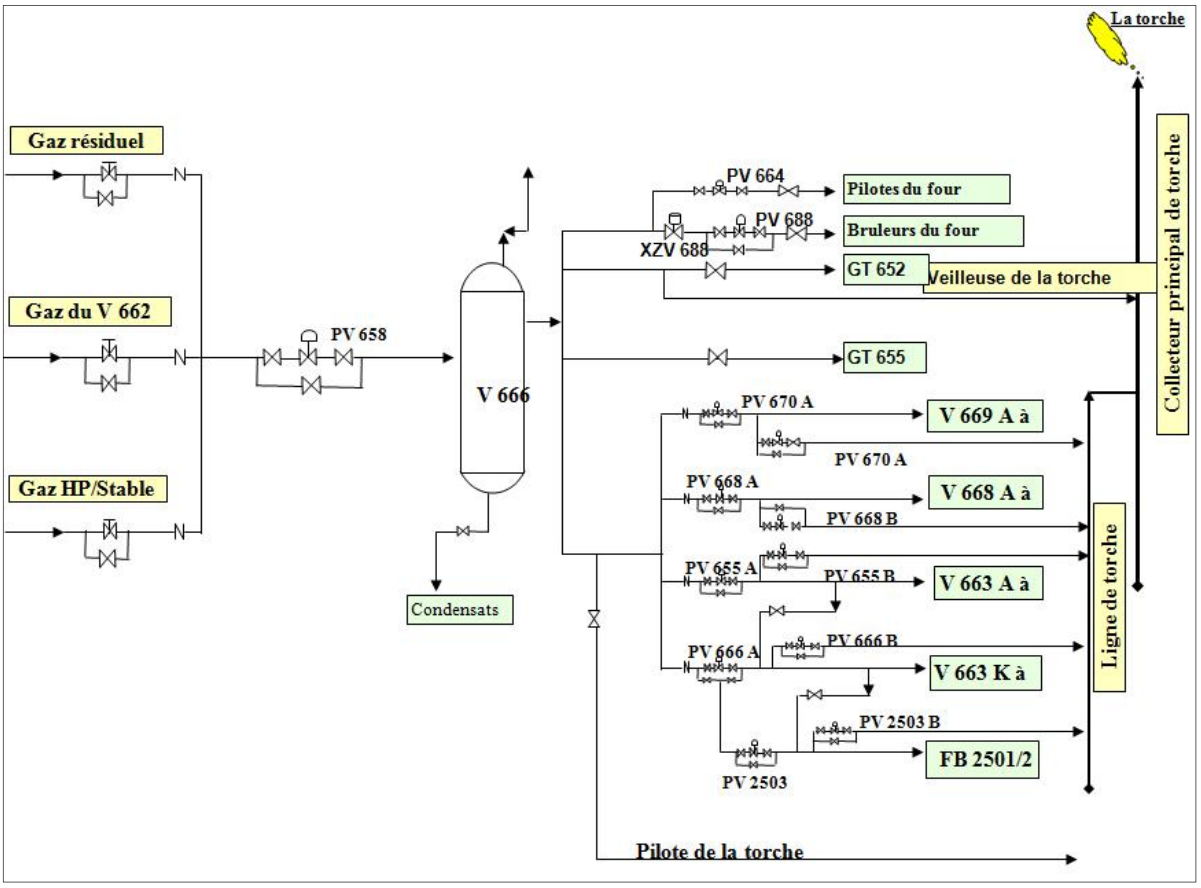


Figure I.6 Schéma simplifié du circuit fuel gaz [3]

I.6 Conclusion

Apres avoir donné une présentation sur le groupe de SONATRACH et l'unité GPL-1 en comprend que la production du gaz GPL consiste à l'utilisation des équipements et des paramètres applicables.

Parmi ces équipements en trouve le four à gaz qui peut fournir et changer le paramètre physique de température, la température nous permet de séparer les gaz secs (Ethane et Méthane), GPL (Propane et Butane) et les condensats (C5+).

CHAPITRE II

LES FOURS INDUSTRIELS

II.1 Introduction

Dans la plupart des unités de traitement de gaz naturel, la qualité de traitement dépend de l'énergie thermique. Cette énergie thermique permet au produit traité (le gaz) de se débarrasser d'autres composants. L'apport de cette énergie thermique requise par le procédé se fait par l'intermédiaire d'un four.

La première partie de ce chapitre présente des généralités sur les fours de l'industrie pétrolière. Quant à la deuxième, elle est consacrée à la description du four H-651, objet de notre étude.

II.2 Fours industriels [4]

II.2.1 Définition d'un four

Les fours, sont des appareils, dans lesquels le chauffage des fluides s'effectue par les fumes produites par la combustion d'un combustible liquide ou gazeux. Ils sont dits à chauffage direct, car la chaleur des fumées est cédée directement au fluide froid qui circule dans un serpentin tubulaire.

Ces fours sont distincts des fours à chauffage indirect, dans lesquels le fluide à réchauffer circule dans un faisceau tubulaire baignant dans un fluide chaud, lui-même chauffé directement par les fumées du combustible.

II.2.2 Constitution d'un four

D'une façon générale, les fours comportent les parties principales suivantes :

- **Une zone dite radiation** : Constituée essentiellement d'une chambre de combustion, dans laquelle des tubes sont disposés. Les tubes, non jointifs, sont relies entre eux par des coudes.

Le fluide à chauffer circule à l'intérieur de ce faisceau de tubes. La transmission de chaleur s'effectue principalement par radiation. Une fraction de l'échange se fait également par convection entre les fumées et les tubes.

- **Zone dite convection :** Afin de récupérer la chaleur sensible des fumées, ces derniers circulent à vitesse élevée à travers un faisceau de tubes, où l'échange s'effectue principalement par convection. Ces tubes peuvent être garnis d'aiguilles, afin d'augmenter la surface d'échange du côté des fumées.

Le rendement d'un four avec zone de convection est, bien entendu, supérieur à celui d'un four ne comportant qu'une zone de radiation. Le rendement dépend de la température du fluide chauffé, mais également de l'importance de la surface d'échange que l'on a installée.

- **Une cheminée d'évacuation des fumées**.

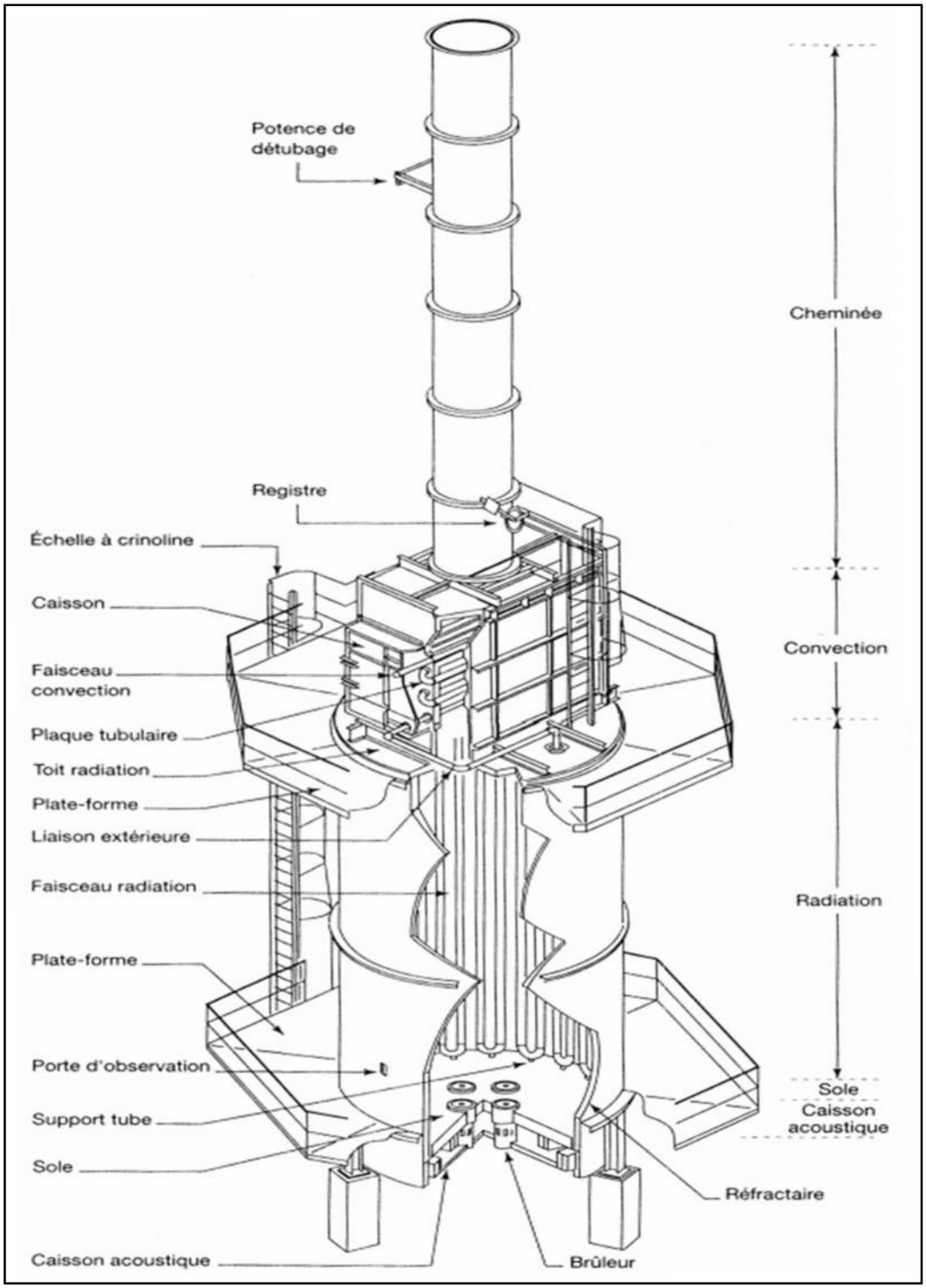


Figure II.1 Représentation des différents composants d'un four cylindrique verticale

II.2.3 Faisceaux tubulaires

Les faisceaux tubulaires sont généralement constitués de tubes droits, sans soudure, relies entre eux :

- Par des coudes à 180° soudés sur les tubes ou
- Par des liaisons spéciales, appelées boites de retour.

II.2.4 Garnissage des parois de fours

L'enveloppe des fours (chambre de combustion, zone de convection, cheminée) est constituée d'une paroi métallique revêtue intérieurement d'un garnissage isolant et réfractaire a pour rôle d'accroitre la résistance thermique à la chaleur.

II.2.5 Les brûleurs

Les brûleurs ont pour fonction de réaliser la combustion et donc d'assurer :

- Le mélange du combustible et du comburant, de façon à ce que chaque molécule de l'un puisse trouver la ou les molécules de l'autre, auxquelles elle va s'associer
- L'inflammation du mélange
- La stabilité de la combustion (combustion complète).

II.2.5.1 Types des brûleurs

- Brûleurs soufflé : l'air est introduit par un ventilateur
- Brûleurs à tirage naturel : l'air est introduit par le tirage naturel du four.
- Brûleurs à pré-mélange : l'air est introduit par cession de quantité de mouvement.

II.2.5.2 Types des combustibles

- Liquides : nécessitent une pulvérisation.
- Gazeux

II.2.6 Différents types de fours [4]

Il existe de nombreuses dispositions des tubes, dans les zones de radiation et de convection, et d'une zone par rapport à l'autre. Il en résulte de nombreux types de fours. On peut, toutefois, distinguer les différentes catégories suivantes:

II.2.6.1 Les fours cylindriques verticaux

La zone de radiation se présente sous la forme d'un cylindre à axe vertical. Les brûleurs sont placés sur la sole, à la base du cylindre. Le surface d'échange couvre les parois verticales et présentes donc une symétrie circulaire par rapport au groupe de chauffage

II.2.6.2 Les fours «boîtes» à tubes verticaux

Dans ces fours, la forme générale de la zone de radiation est celle d'un parallélépipède. Les brûleurs sont situés sur la sole, la surface d'échange couvre les parois verticales latérales.

II.2.6.3 Les fours «cabines» à tubes horizontaux

Dans ces fours la forme générale de la zone de radiation est celle d'un parallélépipède, dont la plus grande longueur est horizontale. Les tubes sont placés horizontalement le long des parois latérales. Les brûleurs sont situés sur la sole, ou sur la partie inférieure des murs latéraux

II.2.6.4 Les fours à chauffage par murs radiant

La surface d'échange est placée dans le plan médian de la chambre de combustion. Les brûleurs sont répartis sur les parois latérales longitudinales.

II.3 Contrôle et sécurité des fours [5,6]

II.3.1 Paramètres à contrôler

Quel que soit le matériel utilisé, le système de contrôle de processus est nécessaire pour répondre à un ou plusieurs des objectifs suivants:

- Optimisation de la capacité de production du four.
- Assurer une qualité satisfaisante des produits.
- Minimiser la consommation de carburant.
- minimiser les émissions.

Le système de contrôle du four essaie généralement d'atteindre ces objectifs en contrôlant l'un ou plusieurs des paramètres suivants:

- Le débit de carburant.
- Rapport air/gaz combustible.
- La température du four.
- La composition de gaz en sortie du four.
- La température de gaz en sortie du four.
- La composition physique et chimique des matières premières dans le four.
- Température du produit en sortie.

II.3.2 Instrumentation de four

L’instrumentation est une composante essentielle du système de contrôle du four. Les techniques de mesure des paramètres les plus importants sont discutées ci-dessous.

a- Mesure de la température :

La température du four peut être mesurée par un certain nombre de contacts et des dispositifs sans contact, y compris:

- Thermocouples.
- Les RTD.

b- Détermination de l'excès d'air :

Pour de nombreux fours, l'excès d'air a un effet important sur l'efficacité du four et est donc l'un des paramètres importants dans le contrôle du four.

De très petites variations en dehors de la plage de la valeur l'optimum entraînent des réductions significatives de l'efficacité de combustion, ainsi, la précision de la détermination de l'excès d'air est importante. Trois techniques sont couramment utilisées :

- Mesure de l'écoulement de combustible et de l'air avec le calcul de rapport air/carburant ou l'excès d'air.
- L'analyse des fumées pour un excès d'oxygène avec option de calcul d'excès d'air.
- Mesure de l'écoulement de combustible et de l'air avec le calcul de rapport air /carburant et une correction basé sur l'analyse des fumées à l'aide de la concentration d'O_2 ou de CO.

II.4 Four H 651[7]

Le four d'huile chaude **H-651** est une unité à tubes verticaux d'une hauteur de 40m chauffés au gaz avec trois passages parallèles en tube de 6 pouces dans une enveloppe à revêtement réfractaire. La figure II.2 représente une image du four H-651.

Le service de ce four est le rebouillage d'huile stabilisée provenant du ballon d'huile **V-664,** il est conçu pour bruler du gaz combustible.

La zone de radiation est équipée de 12 bruleurs fonctionnant en tirage naturel est de 12 pilotes permanant.

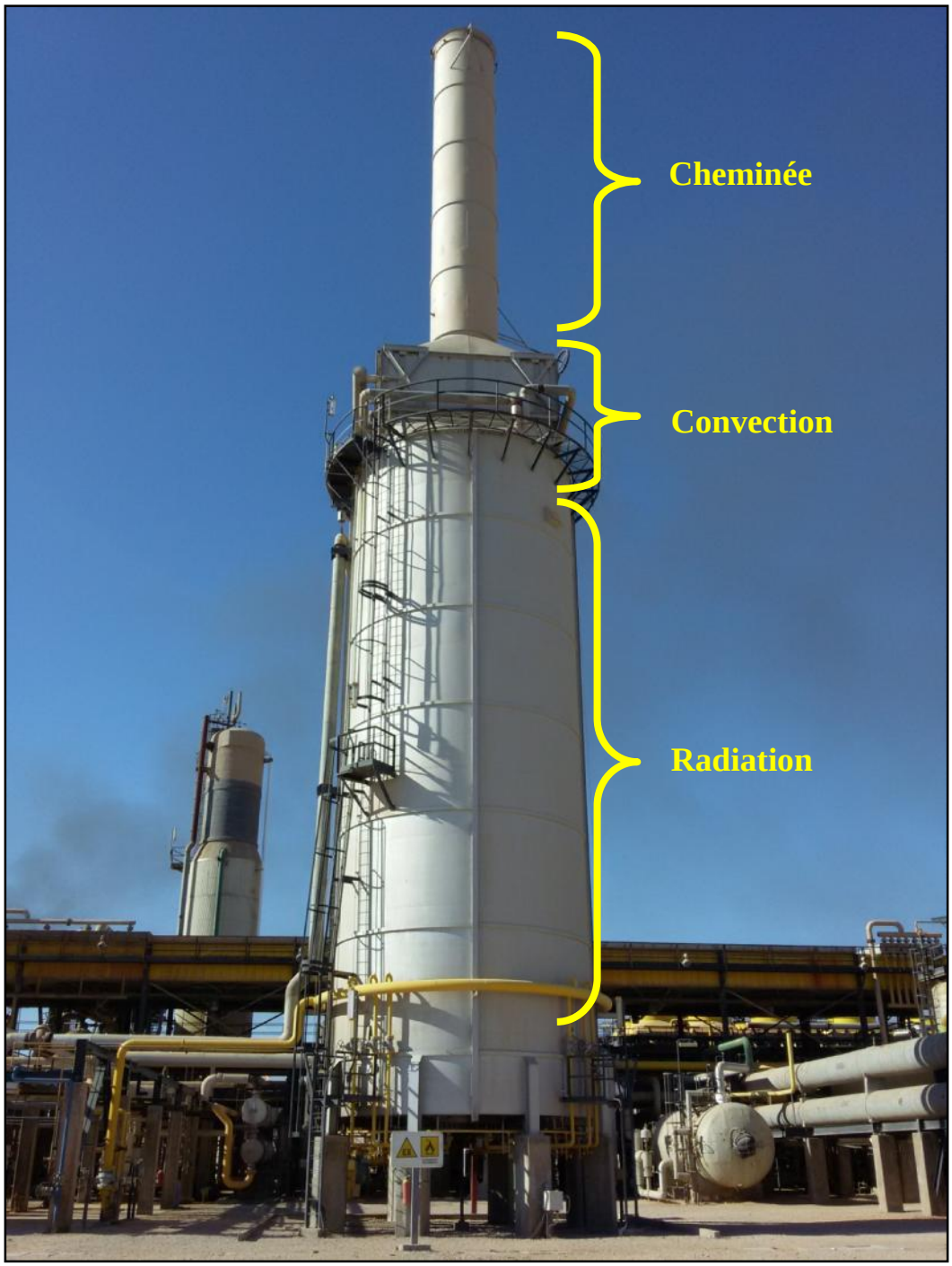


Figure II.2 Four H-651

II.4.1 Caractéristiques techniques du four

Constructeur	BORN HEATERS LTD
Repère de l'appareil	H651
Année de construction	1970
Nature du fluide contenu	Huile Torada TC 32
Code de construction	ASME

Année de fabrication	1970
Nombre de bruleurs	12
Volume du four	2700m^3
Pression de calcule	16.5 bars
Pression de service d'entrée	10.5 bars
Pression de service de sortie	6.6 bars
Pression d'épreuve	26.4 bars
Température de calcul entrée	358°C
Température de service entrée	197°C
Température de service sortie	299°C
Débit d'huile	427735 L/h

Tableau II.1 Caractéristiques techniques du four**.**

- **Pression de calcul :** c'est la pression sur laquelle tous les choix de conception du four ont été basés pour savoir les valeurs de design (en pression).
- **Pression d'épreuve :** c'est la pression maximale que peut supporter le four, utilisée pour les tests d'inspection, au delà de laquelle l'exploitation du four est impossible.
- **Température de calcule :** c'est la température sur laquelle tous les choix de conception du four ont été basés pour avoir les valeurs de design (pour la température).

II.4.2 Caractéristiques Techniques du four (TUBES)

Zone	Zone de radiation	Zone de Convection
Nombres de passes	3	3
Nombres de tubes par passe	22	32
Nombre total de tubes	66	96
Diamètre des tubes	6''	6''
Epaisseur tubes	7.11mm	7.11mm
Longueur du tube	18898mm	4724mm

Tableau II.2 Caractéristiques techniques du four (tubes).

II.4.3 Description du system d'huile chaude

L'huile entre par une section de convection pour partir ensuite vers la section radiante. Le fuel-gaz arrive dans douze bruleurs principaux situé à la base du réchauffeur. Des veilleuses continue sont également montées. Le courant d'air est contrôlé par un registre dans la cheminée du four. Un indicateur de tirage est monté a coté de la commande de registre **PI 681**

Le système d'huile chaude utilise du **Torada TC 32** comme fluide de transfert de chaleur. L'huile chaude est utilisée dans les rebouilleurs de chacune des trois colonnes de fractionnement ainsi que dans le réchauffeur de gaz de régénération pour les dés-hydrateurs.

Le système est rempli par une ligne partant du point de chargement dans le ballon tampon d'huile chaude **V 664**. Le ballon ne doit pas être trop rempli au départ étant donné que la dilatation entrainerait une perte d'huile dans le trop-plein en direction de la vidange, Le ballon d'huile **V 664** est ventile vers l'atmosphère en passant par un filtre.

La température d'huile quittant le four est contrôlé aux environs de la température de service de 229C par le régulateur de température de **TIC 657**. Ce régulateur réenclenche la valeur de service du régulateur de pression de fuel gaz **PIC 688** qui commande la vanne **PV 688**

Lorsque peu de chaleur est requise, le débit d'huile chaude doit être maintenu au-dessus d'un niveau minimum pour empêcher la formation de points chauds dans le four. Ceci est normalement réalisé par le régulateur de débit de by-pass **FIC 663** er la vanne **FV 663**.

L'huile chaude est pompé a travers le circuit par deux pompes **P 655 A, B** et **C**. La troisième pompe, en réserve peu démarrer automatiquement lorsque l'interrupteur de bas débit **FSL 663** indique que le débit passant par les tubes du four est tombé plus bas que le minimum requis. Etant donné que la pompe de réserve doit démarrer automatiquement, les vannes d'aspiration et de refoulement des pompes doivent être normalement laissées ouvertes.

En outre une vanne de by-pass a pointeau de ½ pouce est montée autour de la vanne de non-retour de refoulement de chaque pompe de façon que suffisamment d'huile soit retournée vers la pompe de réserve pour maintenir la température

Le système est protégé par divers alarmes et dispositifs d'arrêt.

Tout cela est représenté dans le schéma P&ID[1] ci-dessous

[1] Un schéma tuyauterie et instrumentation (en anglais piping and instrumentation diagram ou process and instrumentation diagram, abrégé P&ID) est un diagramme qui définit les éléments d'un procédé industriel. Il est le schéma le plus précis et le plus complet utilisé par les ingénieurs pour la description d'un procédé.

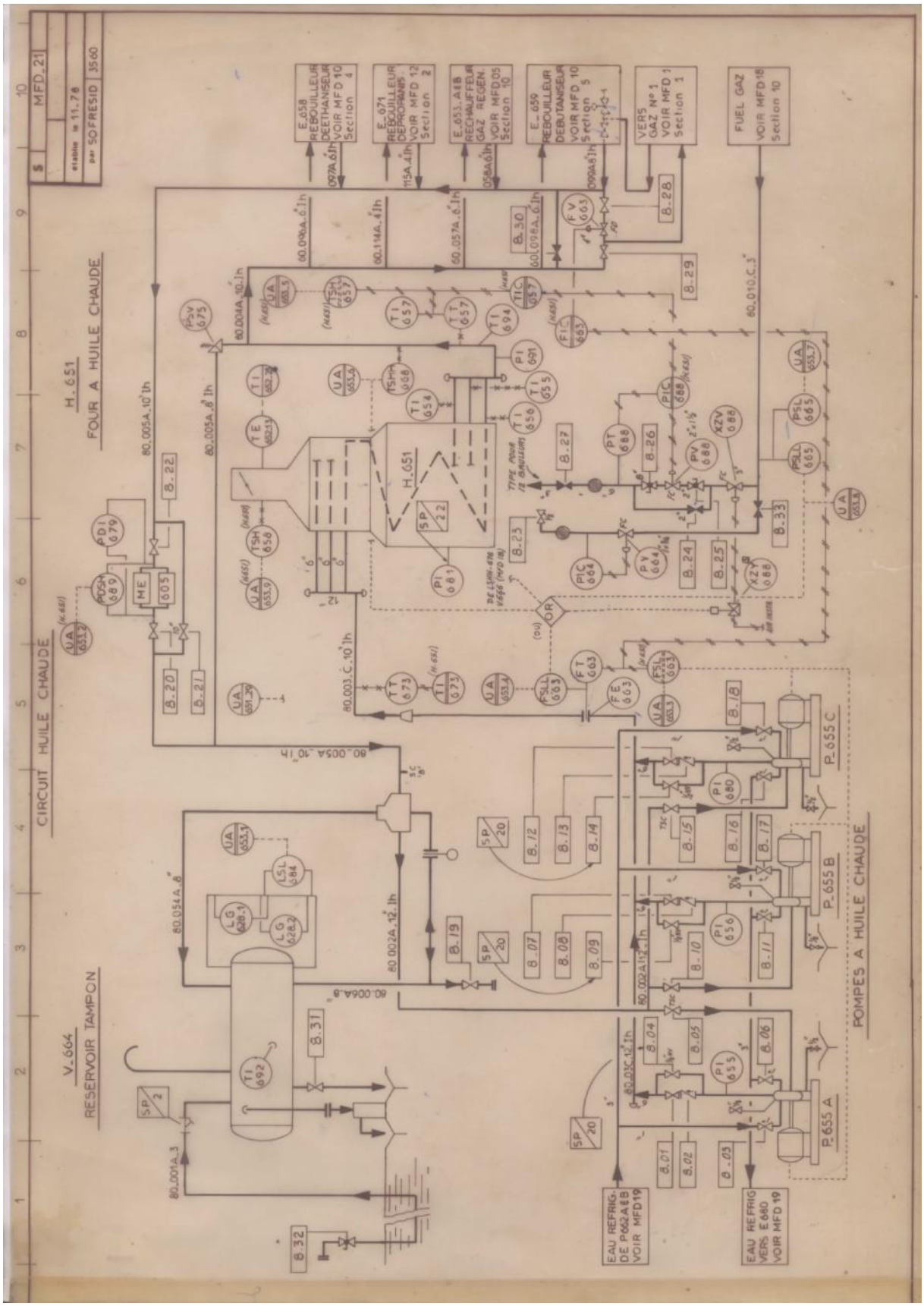


Figure II.3 Schéma P&ID du circuit d'huile chaude.

II.5 Problématique

Plusieurs causes peuvent être à l'origine des différentes anomalies rencontrées sur l'actuelle installation à savoir que cette dernière (H651 et accessoires) a été conçue et construite il y a une quarantaine d'années (depuis 1971), ceci soulève de nombreuses contraintes liées à l'exploitation et à la maintenance du four ainsi que les normes de sécurité qui ne sont pas conforme aux nouvelles recommandations HSE (Health Safety Envirennement).

On trouvera les principales défaillances constatées sur l'actuel système :

1- Un système de purge inexistant, ainsi que l'opération de purge qui ne s'effectue pas malgré son extrême importance et qui permet d'évacuer toute présence de gaz et d'excès d'oxygène pouvant provoquer un allumage dangereux (dans les situations les plus critiques une éventuelle explosion).

2- Allumage manuel à l'aide d'une torche utilisée par l'operateur lui-même pour la mise en service des bruleurs, cette opération est très dangereuse pour l'être humain et pour l'installation surtout en cas de retour de flamme.

3- Le système de sécurité possède une seule vanne de sectionnement XZV 688 qui interrompt le passage du fuel gaz vers les bruleurs en cas de déclenchement de la séquence d'arrêt, cette situation présente un risque en cas de mauvaise fermeture et ne coupe pas complètement le passage du fuel gaz.

En plus de ça en cas d'un arrêt d'urgence les pilotes restent toujours allumés (alimenté en fuel gaz) ce qui présente un grand danger en cas d'une fuite de gaz aux alentours du four.

Figure II.4 Vanne de sectionnement XZV 688.

4- Le panneau de contrôles est situé localement à proximité du four qui en cas de présence d'alarme nécessite le déplacement de l'operateur sur site pour pouvoir identifier la nature du problème puisque en salle de contrôle seule une alarme commune sera affichée.

Figure II.5 Le panneau de contrôle et le four H 651.

5- La séquence d'arrêt d'urgence est contrôlée à l'aide d'une ancienne technologie basée sur la logique câblée (reliage) qui rend la maintenance assez difficile notamment dans l'absence de repérage et l'indisponibilité de relais de rechange.

II.6 Solutions

1- Afin de remédier au problème de purge inexistant sur l'actuelle. On propose la mise en place d'une soufflante qui sera installée au niveau de la partie intérieure du four et qui permettra de chasser l'air et les gaz présents à l'intérieure du four a travers une trappe (en haut du four).

Cette opération de purge s'effectue avant chaque mise en service du four et permet d'obtenir le pré allumage.

2- L'allumage manuel à l'aide d'une torche sera remplacé par un système automatique permettant d'abord la mise en service de tous les pilotes en première phase. Apres celle des bruleurs qui s'effectuera dans un ordre bien défini.

L'ordre d'allumage se fait dans un ordre diagonal pour les quatre premiers bruleurs ce qui nous permettra d'obtenir le pré-exploitation via des détecteurs de flammes pour délivrer immédiatement et précisément un signal tout en conservant leur immunité contre les fausse alarmes dont la foudre, la soudure à l'arc, les objets chauds et sources de radiation parasites.

3- L'installation de nouvelles vannes de sectionnement selon les nouvelles normes de sécurité et HSE ce qui permettra d'isoler complètement le four en cas d'arrêt d'urgence. L'ordre de positionnement des vannes de sectionnement se fait comme suite :

- Deux vannes installées en série sur la ligne d'alimentation en fuel gaz des **pilotes** et une troisième vanne de purge pour décomprimer la ligne après isolement.
- Deux vannes installées en série sur la ligne d'alimentation en fuel gaz des **bruleurs** et une troisième vanne de purge pour décomprimer la ligne après isolement.

4- Pour une meilleure sécurité on intègre un nouveau paramètre d'alarme pour la différence de température entre les trois passes du four, cela nous permettra de détecter des éventuels bouchages sur les lignes de passage d'huile.

5- L'ancien système de reliage sera complètement remplacé par un automate programmable industriel siemens avec un nouveau câblage repéré à partir des capteurs installés sur le site vers l'API.

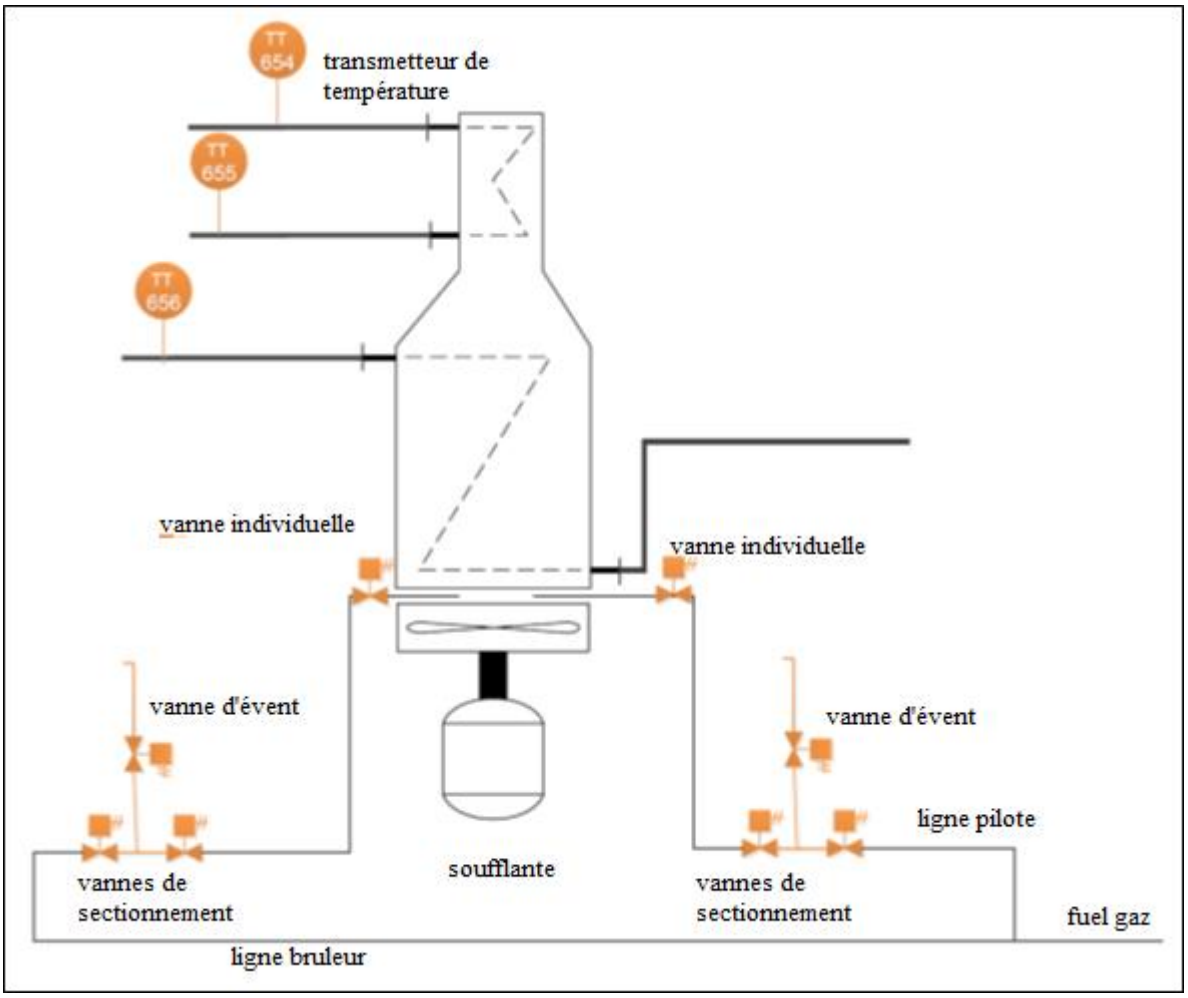


Figure II.6 Représentation des différents changements apportés à l'ancienne installation.

II.7 Travail à réaliser

II.7.1 Instrumentation

- L'installation de deux vannes de sécurité et une vanne de purge vers l'atmosphère pour les deux lignes pilotes et bruleurs, en plus d'une vanne automatique pour chaque pilote et chaque bruleur pour plus de sécurité.
- L'installation d'une soufflante.
- L'installation de trois transmetteurs de température a l'entrée des trois passes d'huile.
- L'installation d'un transmetteur de pression sur les deux lignes pilotes et bruleurs.

II.7.2 Automatisation [8]

- Conception d'automatisation :
  - Subdivision des processus.
  - Description des différentes zones fonctionnelles.
  - Définition des exigences en matière de sécurité.
  - Description des éléments de signalisation et de commande requis.
  - Création du schéma de configuration.
- Choix d'automate programmable.
- Configuration du matériel en TIA PORTAL.
- Définition du tableau des variables
- Programmation.

II.8 Conclusion

Il existe plusieurs types de fours dans l'industrie pétrolière mais ils ont tous presque le même rôle c'est d'assurer au produit traiter la température nécessaire pour son traitement.

Nous avons constatés que le four n'est non seulement pas sécurisé, mais aussi il manque même de fiabilité et de flexibilité. Alors l'implantation d'un système de contrôle et de commande est la solution utile et compatible pour ce four.

Le chapitre qui suit présente notre solution d'automatisation à fin d'installer un système de contrôle et de commande plus sure, sécurisé, flexible et fiable en respectant une démarche bien structuré.

CHAPITRE III

PLANIFICATION D'UNE SOLUTION D'AUTOMATISATION

III.1 Introduction

Les systèmes automatisés sont de plus en plus présents dans notre environnement. En effet, ils accomplissent les tâches pénibles et répétitives à notre place. Dans l'industrie, ils remplacent les ouvriers et effectuent des tâches de production, de manutention, de contrôle, de montage, etc. Ce qui a pour effet de diminuer les coûts de production. Ils interviennent aussi dans des lieux inaccessibles ou dangereux, etc. [12]

Parmi l'ensemble des systèmes automatisés, nous nous intéressons, dans ce mémoire, plus particulièrement aux systèmes automatisés pilotés par des Automates Programmables Industriels (API). Un API est un dispositif électronique programmable destiné à commander en temps réel des procédés industriels. Ils sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile en développant des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués. [13]

Dans ce chapitre, nous présentons les instruments a ajouter au système, ainsi que les différentes taches pour une conception d'une solution d'automatisation par un automate programmable industriel.

III.2 Instrumentation

L'instrumentation est un domaine comprenant les méthodes d'implantation, de réglages et d'exploitation de tous les appareils de mesure, de calcul et d'action nécessaires à la maîtrise du processus industriel, y compris les aspects de protection et de sécurité. [9]

L'instrumentation liée à l'observation est assurée par les capteurs, transmetteurs et indicateurs qui fournissent les mesures continues et les détecteurs délivrant une information binaire. [9]

L'instrumentation permettant l'action concerne les organes de réglage tels que les vannes régulatrices, les ventilateurs, les pompes, les résistances de puissance électrique, et les pré-actionneurs comme les convertisseurs de signaux, les positionneurs, et les variateurs de vitesse. [9]

Toutes les cartes d'entrées et de sorties des régulateurs et des automates programmables industriels (API) font partie de l'instrumentation.

Afin de rendre le four H651 plus sécurisé et plus fiable au démarrage, l'installation de plusieurs instruments est nécessaire pour convenir aux normes de sécurité de nos jours.

III.2.1 Transmetteurs (Capteur + transmetteur)

- Trois transmetteurs de température : un transmetteur pour chaque passe de circulation d'huile.
- Deux transmetteurs de pression : un pour la ligne de FUEL GAZ des bruleurs et l'autre pour la ligne des pilotes.
- Détecteur de flamme pour chaque pilote.

III.2.2 Actionneurs ajoutés

- Quatre vannes de sectionnement : deux pour la ligne des bruleurs et deux pour la ligne des pilots.
- Deux vannes d'évent : une pour la ligne des bruleurs et l'autre pour la ligne des pilotes.
- Vint-quatre (24) vannes automatiques : une vanne pour chaque bruleur et une autre pour chaque pilote.
- Moteur : un moteur qui alimente une hélice ou un ventilateur.
- Electrode d'allumage pour chaque pilote.

III.3 Conception d'une solution d'automatisation

III.3.1 Subdivision du processus

Un processus d'automatisation est constitué de différentes tâches. Il est possible de définir même le processus le plus complexe en déterminant des zones cohérentes au sein du processus et en subdivisant ces dernières en tâches partielles plus petites. [8]

Donc, nous pouvons identifier quatre (4) zones dont les équipements de chaque zone sont illustrés sur le tableau suivant:

Zones fonctionnelles	Equipements associés
Zone A: Balayage	Moteur + ventilateur
Zone B: Ligne pilotes	Deux (2) vannes de sectionnement
	Une vanne d'évent
	Un transmetteur de pression
	12 vannes individuelles automatiques
	12 électrodes d'allumage
	12 détecteurs de flammes
Zone C: Ligne bruleurs	Deux (2) vannes de sectionnement
	Une vanne d'évent
	Un transmetteur de pression
	12 vannes individuelles automatiques
Zone D : Passes d'huile	Trois (3) transmetteurs de température

Tableau III.1 Subdivision du processus.

Chaque zone à une représentation ci-dessous :

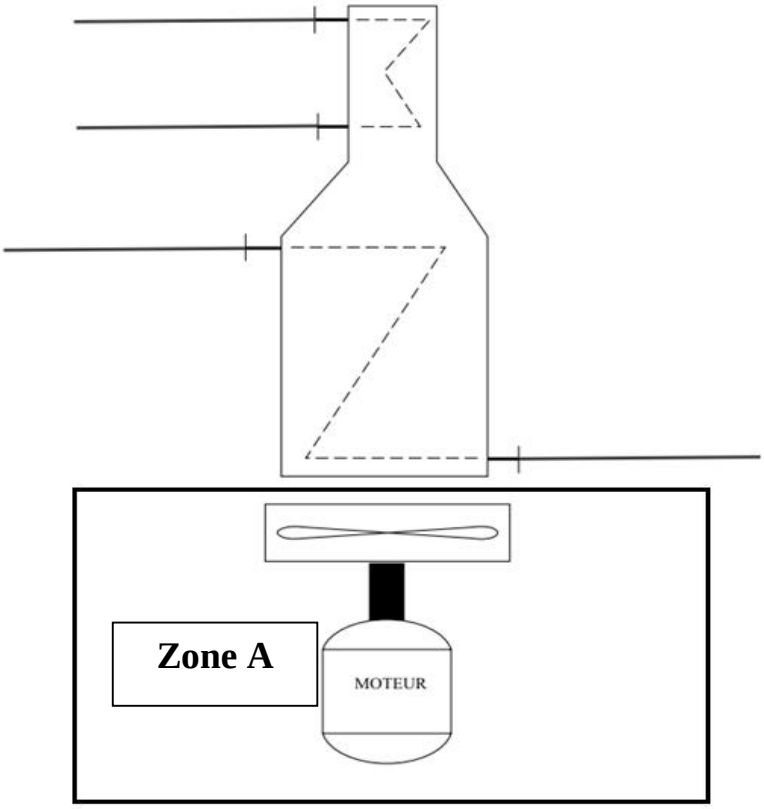


Figure III.1 Représentation de la zone de balayage.

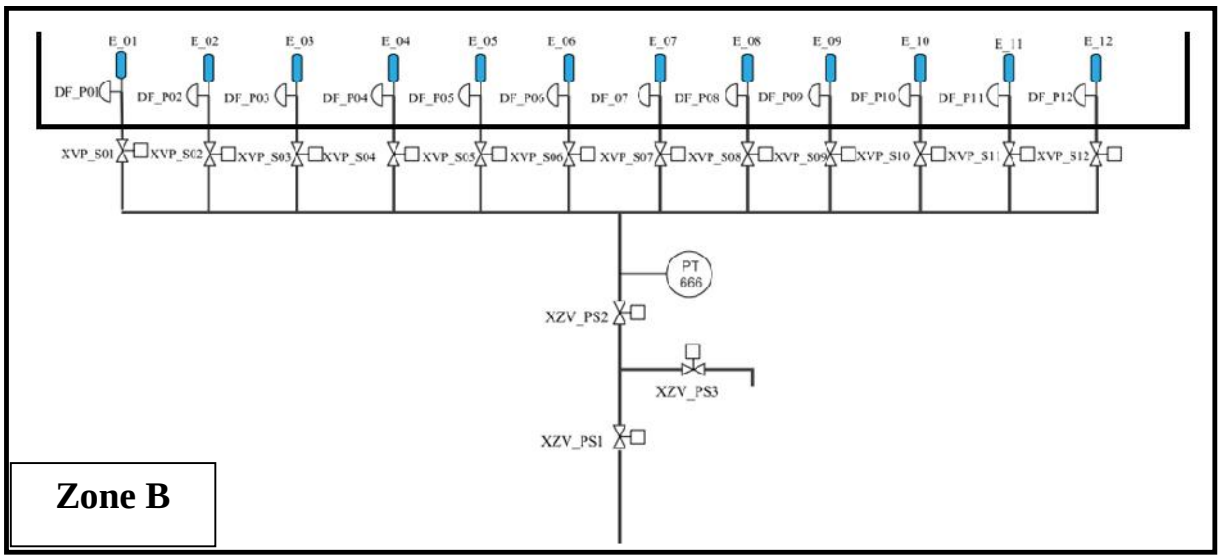


Figure III.2 Représentation de la zone de la ligne des pilotes.

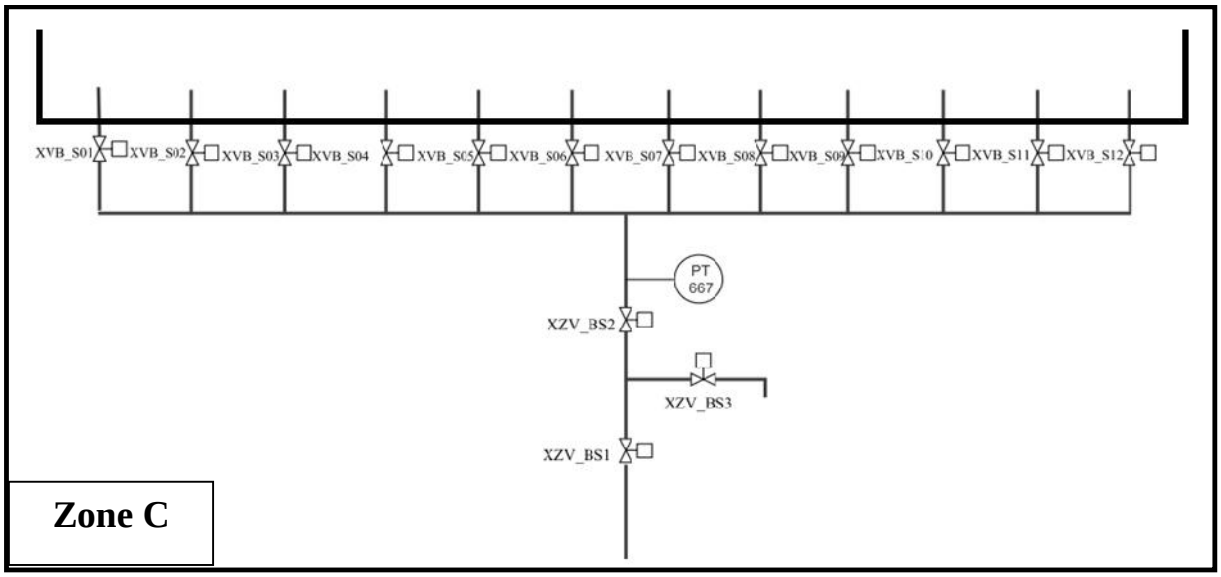


Figure III.3 Représentation de la zone de la ligne des pilotes.

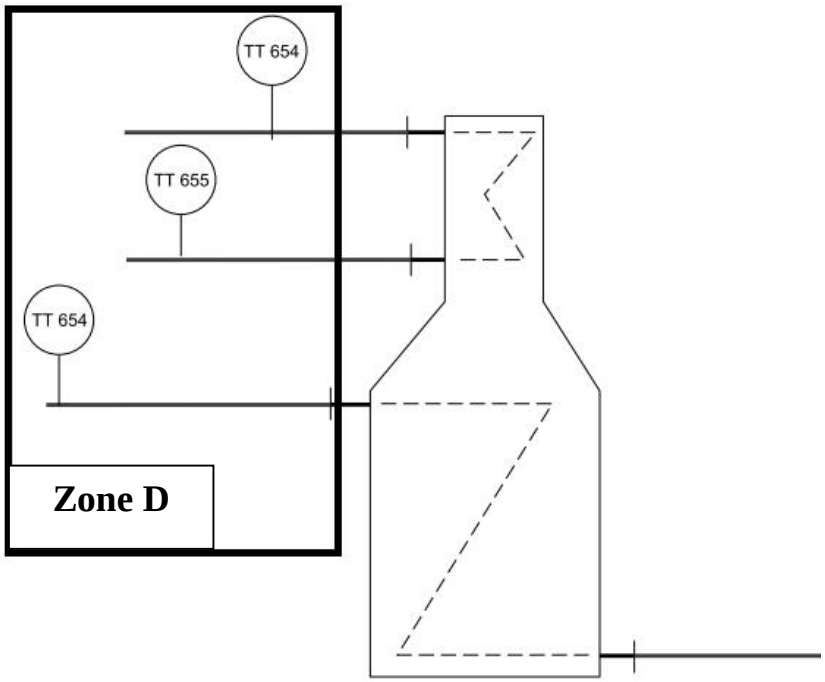


Figure III.4 Représentation de la zone de passes d'huile.

III.3.2Description des différentes zones fonctionnelles

III.3.2.1 Zone A (Balayage)

Le balayage a pour but de purger le four du gaz inflammable susceptible de s'accumuler pendant l'arrêt ou au cours d'un démarrage ou une marche interrompue.

L'efficacité du balayage dans la zone de radiation peut être vérifiée avec un détecteur de gaz portable par un agent de sécurité.

Séquence de balayage :

- Démarrage de balayage :

Dans la mesure ou aucun gaz n'est détecté, l'operateur lance le balayage par un sélecteur qui se trouve sur le panneau de contrôle en le positionnant a la position de marche, une lampe verte au panneau de contrôle s'allumé pendant la durée du balayage, le balayage sera actif pour une durée de 5 minute.

- Fin de balayage :

Lorsque le temps de balayage est écoulé, le moteur à courant continue sera arrêté et la lampe verte de balayage s'éteint, ce qui donne une autorisation pour démarrer le test d'étanchéité.

III.3.2.2 Zone B (Ligne pilotes)

La zone de pilote contient 15 vannes, 12 détecteur de flammes, 12 électrodes un transmetteur de pression.

Le système est composé de deux vannes de sectionnement automatique, de classe A, a action rapide, montées en série et munies d'une vanne automatique d'évent a l'atmosphère. Sur cette ligne, les vanne de sectionnement portent les numéros XZV_PS1 et XZV_PS2 et celle d'évent, le numéro XZV_PS3.

Chaque pilote sur cette ligne se dispose une vanne automatique, les douze vannes portent les numéros de XVP_S01/02/03/…./12. Ces quinze (15) vannes automatiques sont équipées de fins de course sur l'ouverture et la fermeture de celle-ci.

Chacune de ces vannes a une position de sécurité :

- Les vannes de sectionnement automatiques ont pour position de sécurité la position fermées.

- La vanne d'évent a pour position de sécurité la position ouverte à l'atmosphère.
- Les vannes individuelles automatiques ont pour position de sécurité la position fermées.

Si les vannes ne sont pas dans les positions attendues le four ne démarrera pas.

La position des vannes pendant le fonctionnement :

- Pendant le fonctionnement du four les vannes de sectionnement automatiques ont pour la position ouvertes. La vanne d'évent a pour position fermée.
- Les vannes individuelle ont la position celons les besoins du fonctionnement du four.

Le transmetteur de pression nous est installé après la deuxième vanne de sectionnement afin de pouvoir tester l'étanchéité des 15 vannes.

A la fin de ligne en trouve 12 pilote a gaz permanent et a air induit, chacun de ces pilotes est équipé de électrode d'allumage et un détecteur de présence de flamme.

Les électrodes d'allumage (E_01/02/…/12) des flammes pilotes reliées à l'API et commandés par des boutons (BP_01/02/…/12) sur le panneau de contrôle.

Les détecteurs (DF_01/02/…/12) par ionisation des flammes pilotes reliés à L'API et dont l'information est reportée par des voyants (L_P1/2/../12) sur le panneau de contrôle.

III.3.2.3 Zone C (Ligne bruleurs)

La zone de bruleurs contient aussi 15 vannes, un transmetteur de pression et de 12 bruleurs.

La ligne de passage de FUEL GAZ des bruleurs est composé aussi de deux vannes de sectionnement automatique, de classe A, a action rapide, montées en série et munies d'une vanne automatique d'évent a l'atmosphère.

Les vannes de sectionnement portent les numéros XZV_BS1 et XZV_BS2 et celle d'évent, le numéro XZV_BS3.

Comme la ligne des pilotes, pour chaque bruleur sur cette ligne se dispose une vanne automatique, les douze vannes portent les numéros de XVB_S01/02/03/…./12.

Ces quinze (15) vannes automatiques sont équipées de fins de course sur l'ouverture et la fermeture de celle-ci.

Chacune de ces vannes a une position de sécurité :

- Les vannes de sectionnement automatiques ont pour position de sécurité la position fermées.
- La vanne d'évent a pour position de sécurité la position ouverte à l'atmosphère.
- Les vannes individuelles automatiques ont pour position de sécurité la position fermées.

Si les vannes ne sont pas dans les positions attendues le four ne démarrera pas.

La position des vannes pendant le fonctionnement :

- Pendant le fonctionnement du four les vannes de sectionnement automatiques ont pour la position ouvertes. La vanne d'évent a pour position fermée.
- Les vannes individuelle ont la position celons les besoins du fonctionnement du four.

Le transmetteur de pression nous est installé après la deuxième vanne de sectionnement afin de pouvoir tester l'étanchéité des 15 vannes.

Les bruleurs sont de type flamme ronde à bas NOx fonctionnant en tirage naturel.

III.3.2.4 Zone D (Passes d'huile)

Trois transmetteurs de température de plage de 0 a 400°C sont installés sur chaque passe d'huile a l'entrée du four, a travers la comparaison entre les 3 mesures de température, cela nous permet de trouver un bouchage et le dépister.

Une alarme se déclenche si l'écart de température est de 5% pour une passe par rapport à l'autre.

III.3.3 Organe de sécurité

III.3.3.1 Déclenchement 1 : arrêt totale du four – mise en sécurité :

Les causes de mise en arrêt total du four sont les suivantes :

- Arrêt d'urgence déclenché depuis le panneau de contrôle (BP_AU).
- Pression très basse du fuel gaz (PSLL 665)
- Température très haute d'huile a la sortie du four (TSHH 668)
- Débit très bas d'huile a l'entrée du four (FSLL 633).
- Niveau très haut pour le ballon de FUEL GAZ V 666 (LSHH 676).

L'action de l'une de ces sécurités provoque :

La coupure de la ligne pilote, en suivant les étapes suivantes :

1- Les fermetures des vannes individuelles pilotes (XVP_01/../12) et de la première vanne de sectionnement XZV_BS1 de la ligne pilote.
2- Une fois que ces vannes ont été détectées fermées, la vanne d'évent XZV_BS3 est ouverte.
3- Une fois que la vanne d'évent a été détectée comme ouverte, la deuxième vanne de sectionnement XZV_BS2 de la ligne pilote est fermée.

III.3.3.2 Déclenchement 2 : arrêt d'un pilote et de son bruleur

La cause d'arrêt d'un pilote et de son bruleur est la suivante

- Détection de la perte d'une flamme pilote correspondant (DF_01/02/…/12).

L'action de l'une de ces sécurités provoque :

- La fermeture de la vanne individuelle automatique correspondante (XVP_S1/S2/../S12) de la ligne de pilote.
- La fermeture de la vanne individuelle automatique correspondante (XVB_S1/S2/…/S12) de la ligne de bruleur.

III.3.4 Les entrées/sorties

Le nombre d'entrées sortie dans notre système est de 171, dont 97 entrées logiques, 69 sorties logiques et 5 entrées analogiques.

III.3.4.1 Entrées logique

- Soixante (60) fins de course des vannes : Trente (30) pour l'état ouvert des vannes automatiques et trente (30) pour l'état fermé.
- Trois (3) sélecteurs.
- Quatorze (14) boutons de poussoirs.
- Huit (8) Contacteur pour alarme.
- Douze (12) détecteurs de flamme.

III.3.4.2 Sorties logique

- Trente (30) vannes automatiques TOR.
- Douze (12) électrodes d'allumage des pilotes.
- Vingt-six (26) lampes :
  - Douze (12) de couleur verte pour détection de flamme.

- Neuf (9) lampes d'alarmes de couleur rouge.
- Une lampe verte pour l'état marche du four et rouge pour l'état arrêté.
- Une lampe verte pour l'état marche du test d'étanchéité et rouge pour l'échec du teste.
- Une lampe verte pour l'état de marche du balayage.

- Un moteur a courant continue.

III.3.4.3 Entrées analogique

- Cinq transmetteurs : trois transmetteurs de température, un pour chaque passe d'huile, deux transmetteurs de pression, un pour la ligne de FUEL GAZ de bruleur et l'autre pour la ligne de pilote.

III.3.5 Identification des éléments de signalisation et de commande

Tout processus nécessite un système de contrôle et de commande permettant à l'homme d'intervenir dans le processus. La mise au point de ce poste d'opération fait aussi partie des spécifications de conception. [8]

III.3.5.1 Définition du poste d'opération (panneau de contrôle)

La mise en marche du process est faite par des sélecteurs et des boutons, ces derniers se trouvent dans un panneau de contrôle mené par l'operateur.

Ce panneau comporte aussi des indicateurs montrant l'état du fonctionnement.

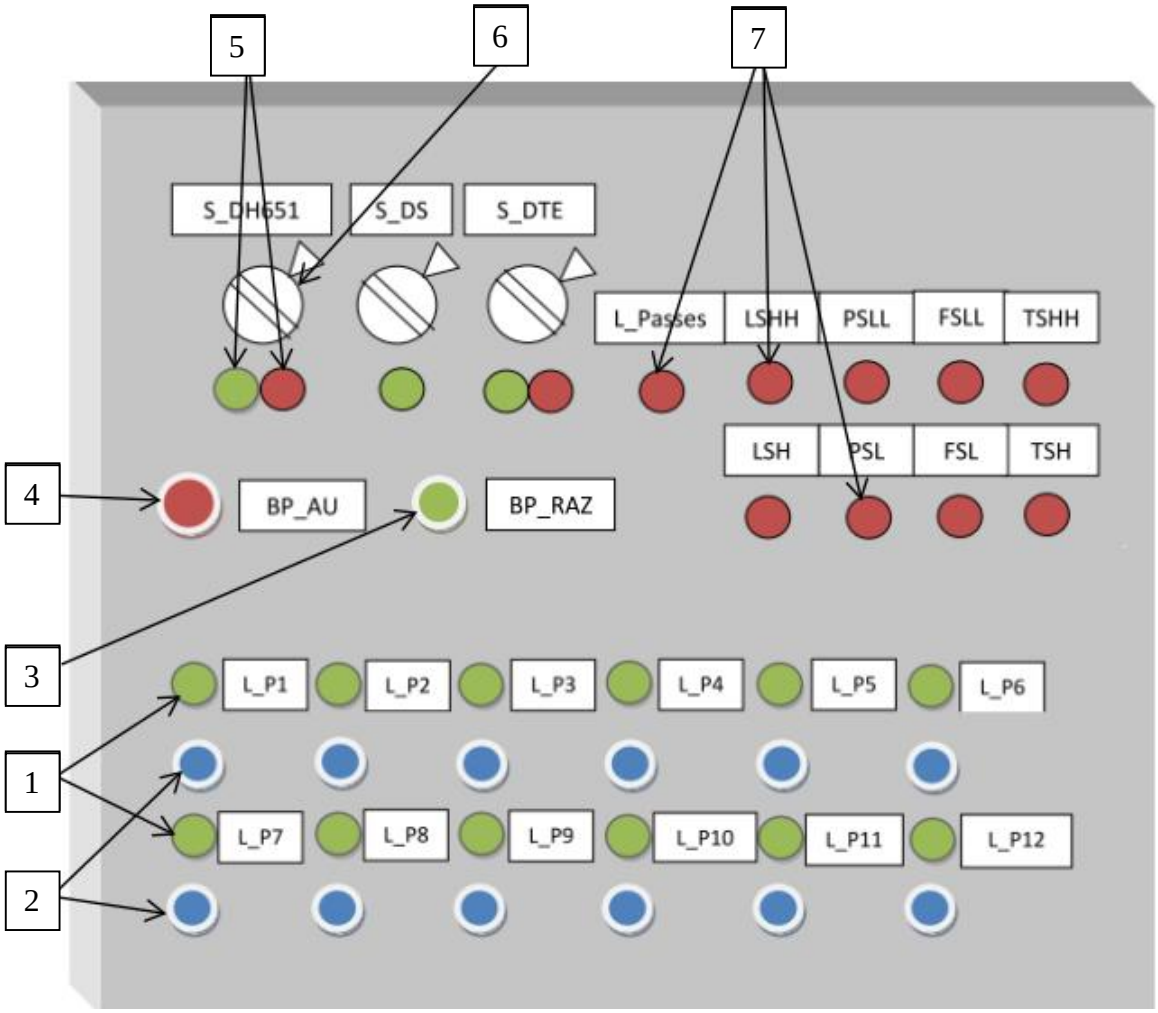


Figure III.5 Panneau de contrôle.

1 : lampes vertes pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant.

2 : bouton poussoir pour allumage de pilote et de son bruleur.

3 : bouton poussoir pour acquittements des alarmes et des temporisateurs lors l'arrêt de four.

4 : bouton poussoir d'arrêt d'urgence.

5 : lampe verte pour marche et rouge pour arrêté.

6 : sélecteur.

7 : lampes rouges d'alarme.

III.3.6 Création du schéma de contrôle

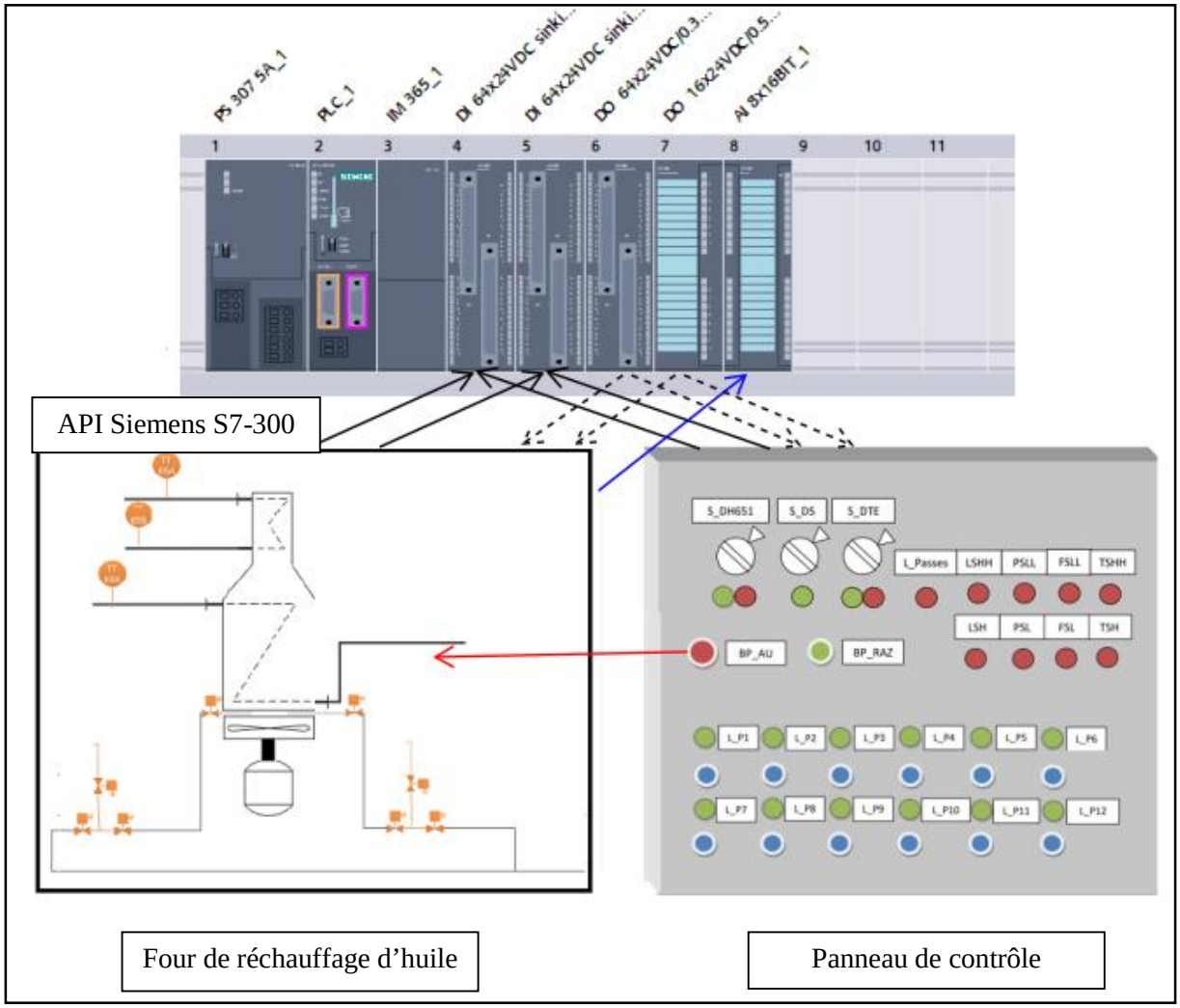


Figure III.6 schéma de contrôle

: Entrés logique.

: Sortie logique.

: Entrés analogique.

III.4 Choix d'automate programmable industriel [10]

Les critères de choix essentiels d'un automate programmable industriel sont :

- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opérations, temps réel...).
- Le type des entrées/sorties nécessaire.
- Le nombre d'entrées/sorties nécessaire.
- La qualité du service après-vente.

- Les compétences/expériences de l'équipe d'automaticiens en mise en œuvre et en programmation de la gamme d'automate.

III.4.1 Choix du constructeur [11]

Siemens est un groupe international d'origine allemand spécialisé dans les hautes technologies et présent dans les secteurs de l'industrie, de l'énergie et de la santé. Il a été fondé en 1847 par Werner Von Siemens. Le groupe, dont le siège est à Munich, est le premier employeur privé d'Allemagne, et la plus grande société d'ingénierie en Europe.

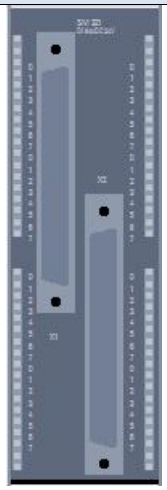
Siemens est l'une des concepteurs d'automate programmable industriel les plus réputées aux monde, le groupe Siemens est présent en Algérie depuis 1962.

III.4.2 Choix de la gamme de l'API

Dans notre cas, nous avons porté notre choix sur l'automate programmable industriel « SIMATIC S7-300 ». Ce choix est justifié par les capacités de SIMATIC S7-300 de gérer un grand nombre d'entrées/sorties et d'exécuter des instructions à grande vitesse.

L'automate S7-300 est constitué d'une alimentation, d'un CPU, des modules d'entrées et des modules de sorties. A ceux-ci peuvent s'ajouter des processeurs de communication et des modules de fonction qui se chargeront de fonctions spéciales. Comme tout API, l'automate S7-300 est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme de modules suivants :

Désignation	Module d'alimentation	
Modèle	PS 307-5A	
N° de référence	6ES7 307-1EA01-0AA0	
Nombre	1	
Description	- Alimentation externe AC120/230V : DC24V/2A	
Désignation	Unité centrale (CPU)	
Modèle	CPU 315-2 DP	
N° de référence	6ES7 315-2AG10-0AB0	

Nombre	1	
Description	- Mémoire de travail de 128 ko. - 1000 instructions par 0,1 ms. - Interface MPI + DP (maître DP ou esclave DP). - Configuration multi-rangée pouvant comporter jusqu'à 32 modules.	
Désignation	Coupleur	
Modèle	IM 365	
N° de référence	6ES7 365-0BA01-0AA0	
Nombre	1	
Description	- Coupleur pour châssis d'extension, câble de 1 m. - Disponible comme module SIPLUS référence 6AG1 365-0BA01-2AA0.	
Désignation	Modules d'entrées logiques	
Modèle	DI 64x24VDC sinking/souring	
N° de référence	6ES7 321-1BP00-0AA0	
Nombre	2	
Description	- Module d'entrées TOR DI64 x DC24V, type P/M - Par groupes de 16	

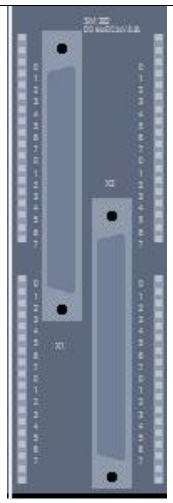
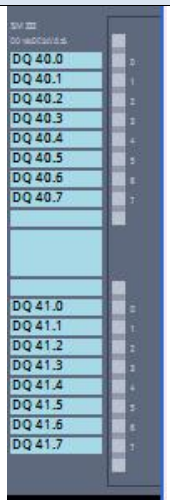
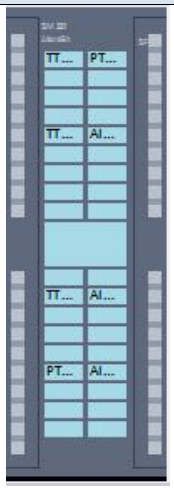
Désignation	Modules de sorties logiques	
Modèle	DO 64x24VDC/0.3A sinking_1	
N° de référence	6ES7 322-1BP50-0AA0	
Nombre	1	
Description	- Module de sorties TOR DO64 x DC24V/0,3A, type M - Par groupes de 16. - 2A par groupe	
Désignation	Modules de sorties logiques	
Modèle	DO 16x24VDC/0.5A	
N° de référence	6ES7 322-1BH01-0AA0	
Nombre	1	
Description	- Module de sorties TOR DO16 x DC24V/0,5A ; - Par groupes de 8. - 4A par groupe. - Connecteur frontal à 20 points.	
Désignation	Module d'entrées analogiques	
Modèle	AI 8x16BIT	
N° de référence	6ES7 331-7NF00-0AB0	
Nombre	1	
Description	- Module d'entrées analogiques AI8 x U/I 16 bits. - Précision env. 0,3% ; - Par groupes de 8 ; - Tension de mode commun env. DC50V. - Connecteur frontal à 40 points.	

Tableau III.2 Choix des modules d'automate programmable industriel.

III.5 Conclusion

D'après ce qui précède, nous pouvons dire que nous avons réalisé la moitié de la solution proposée puisque la partie matérielle de notre projet a été atteinte.

Après l'analyse de la partie matérielle, notre système est important vis-à-vis le nombre d'entrées/sortie et le fonctionnement du four. Nous avons choisis un API très puissant pour facilité la gestion d'E/S et exécuter des applications difficiles.

La partie logicielle de notre projet est une complétion pour notre solution, elle permet la mise en œuvre de l'application en gérant la partie matérielle. Nous la présenterons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV

PROGRAMMATION

IV.1 Introduction

Après avoir terminé la partie matérielle de notre solution d'automatisation ce chapitre sera consacré à la partie logicielle, notre choix d'automate S7-300, grâce au logiciel de conception de programmes de systèmes d'automatisation TIA-Portal nous allons compléter notre projet.

Ce chapitre présente la partie logicielle, concernant la configuration du matérielle, définition des variable, programmation du four et le test de notre solution. Ces derniers seront le cœur de cette partie.

IV.2 Généralités sur STEP 7

Dans notre travail, on a utilisé logiciel TIA-Portal (Totally Integrated Automation) pour la programmation de l'automate. STEP 7 TIA-Portal est le logiciel d'ingénierie pour la configuration des familles d'automates SIMATIC S7.

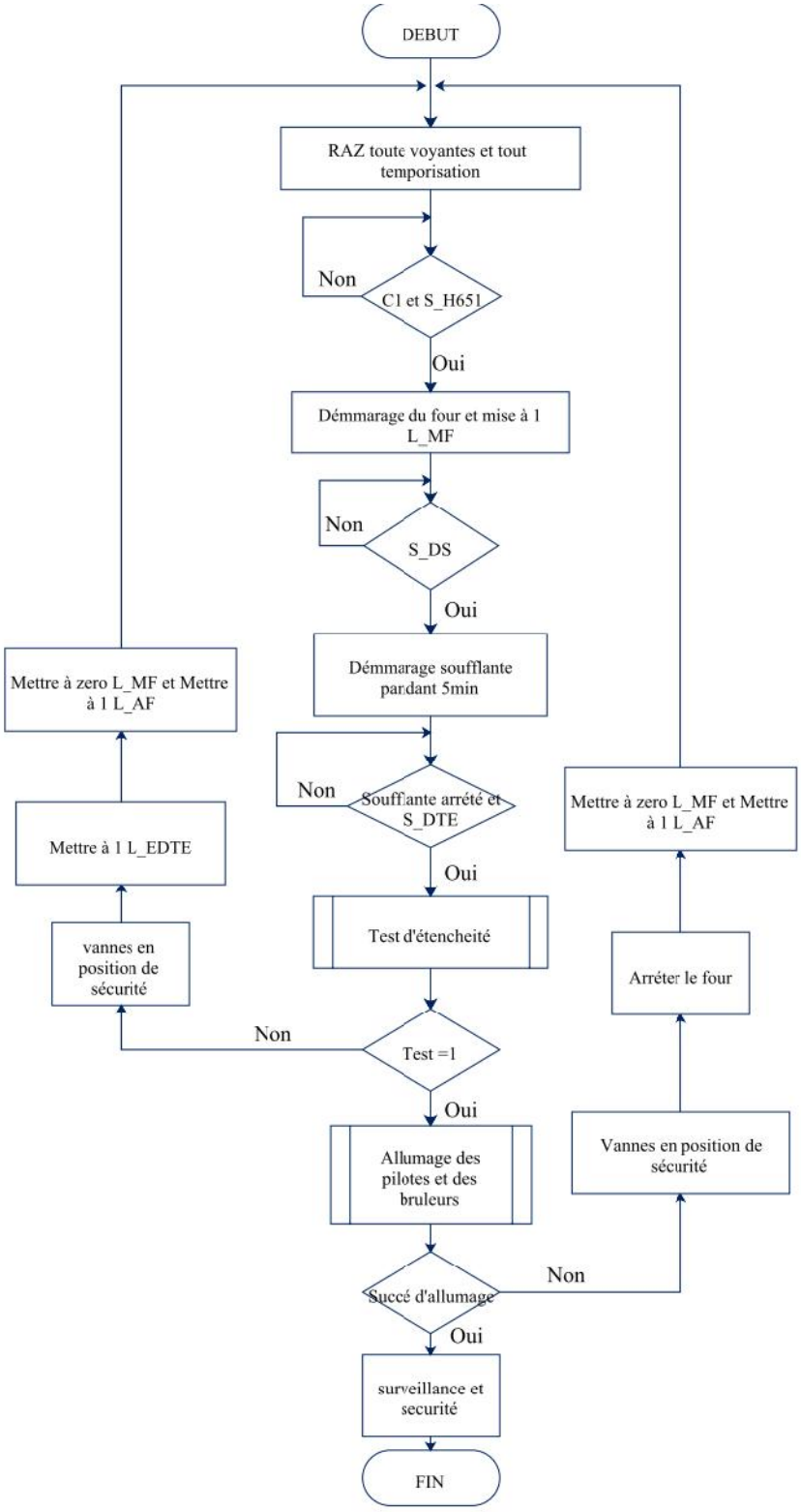
Totally Integrated Automation, comme son nom le dit, il intègre tous les fonctions de SIMATIC et Win CC, ce logiciel apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes

TIA Portal est un environnement d'ingénierie graphique puissant, le seul logiciel à fonctionner avec une interface utilisateur uniforme.

Avec TIA Portal, la gestion des variables est une tâche rapide à accomplir. Il suffit de définir une variable une fois, elle est alors disponible directement dans tous les éditeurs. Il en résulte une cohérence et une transparence maximales des données dans l'ensemble du projet

IV.3 Logigramme de la séquence

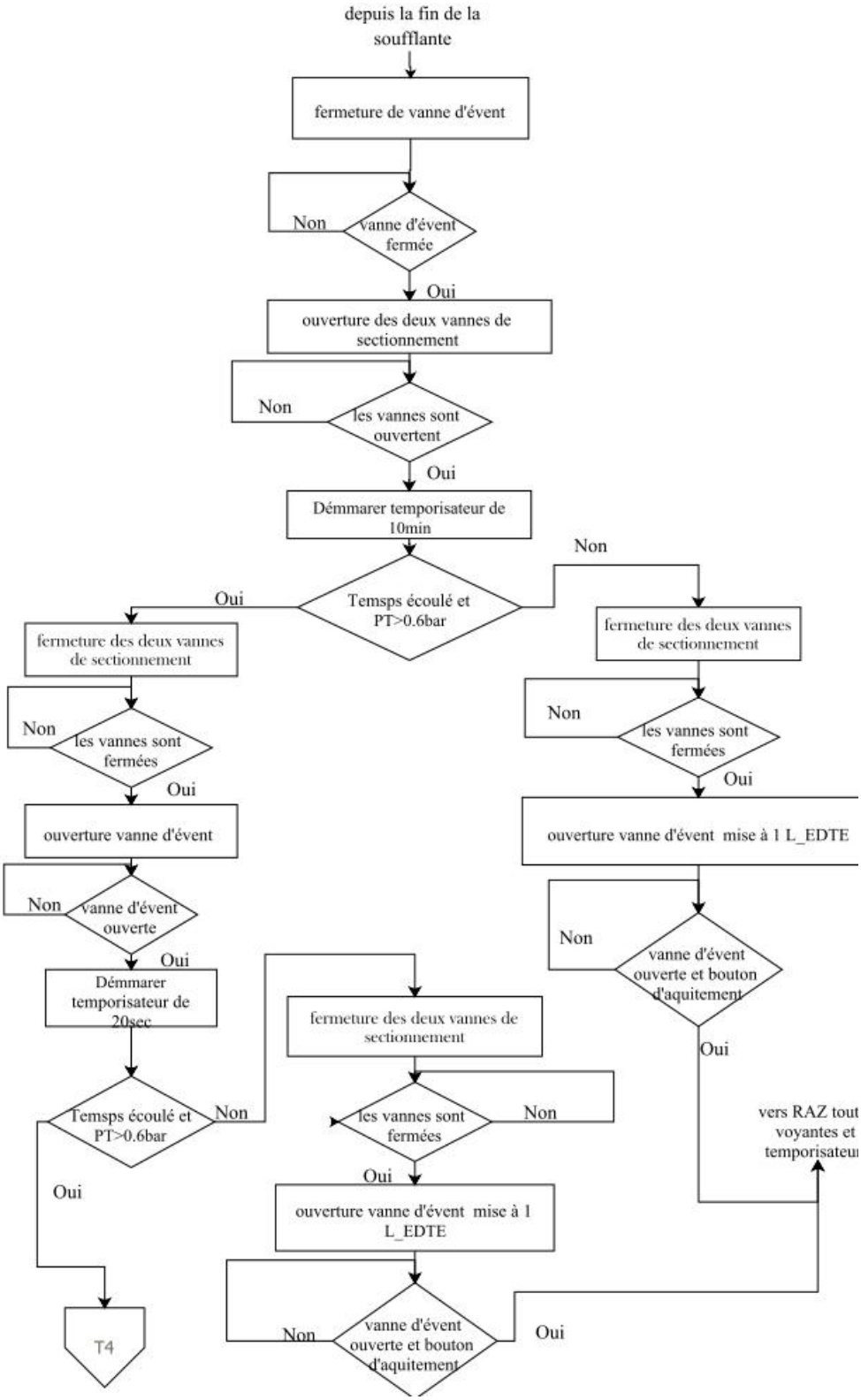
Le logigramme suivant explique le déroulement de la séquence du démarrage du four H 651, y compris la mise en marche de la soufflante, le test d'étanchéité, l'allumage du pilote et de son bruleur et a la fin la surveillance et sécurité.



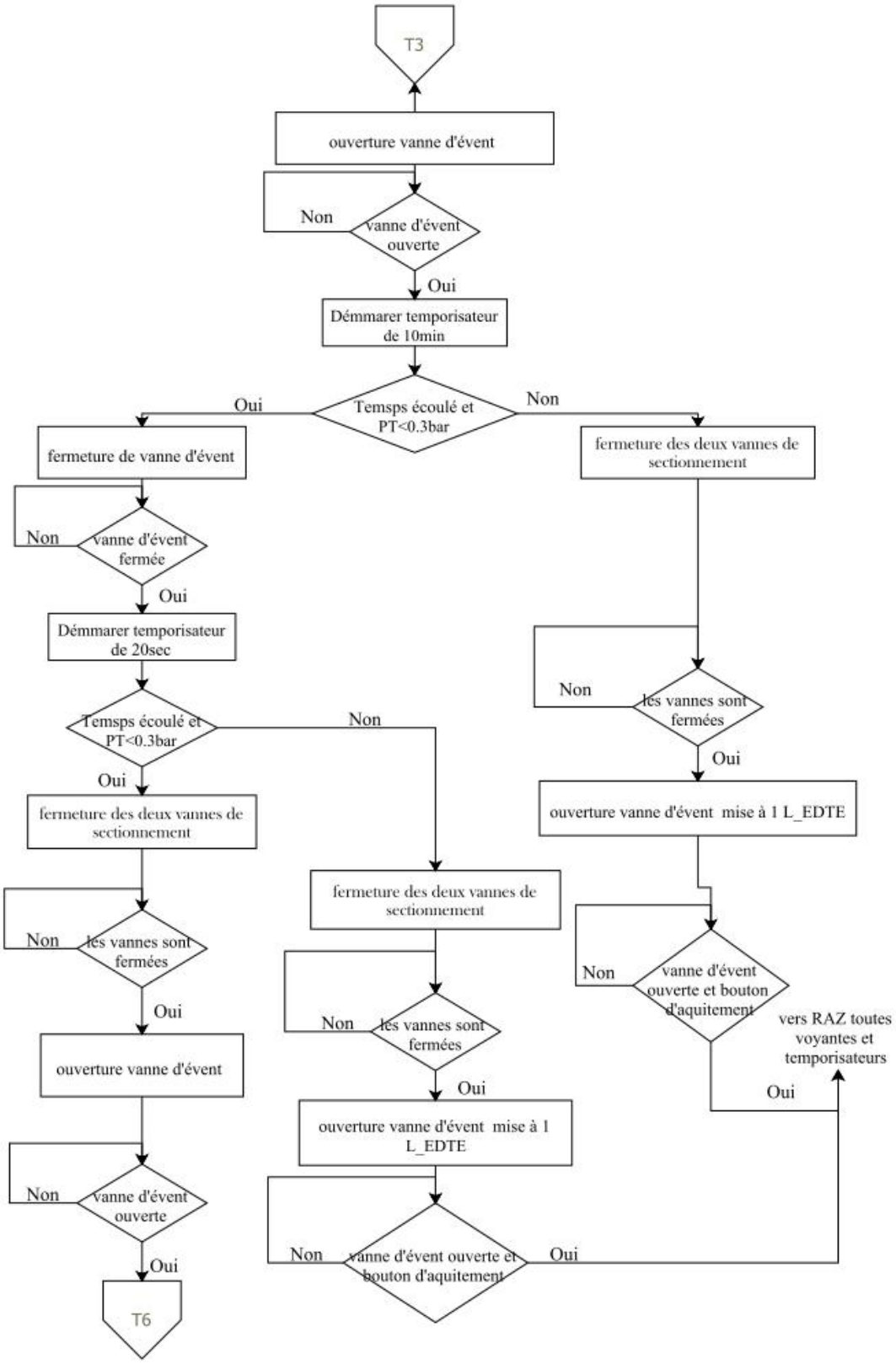
C1 : toutes les vannes en position de sécurité et aucune flamme détectée.

IV.3.1 Logigrammes du test d'étanchéité

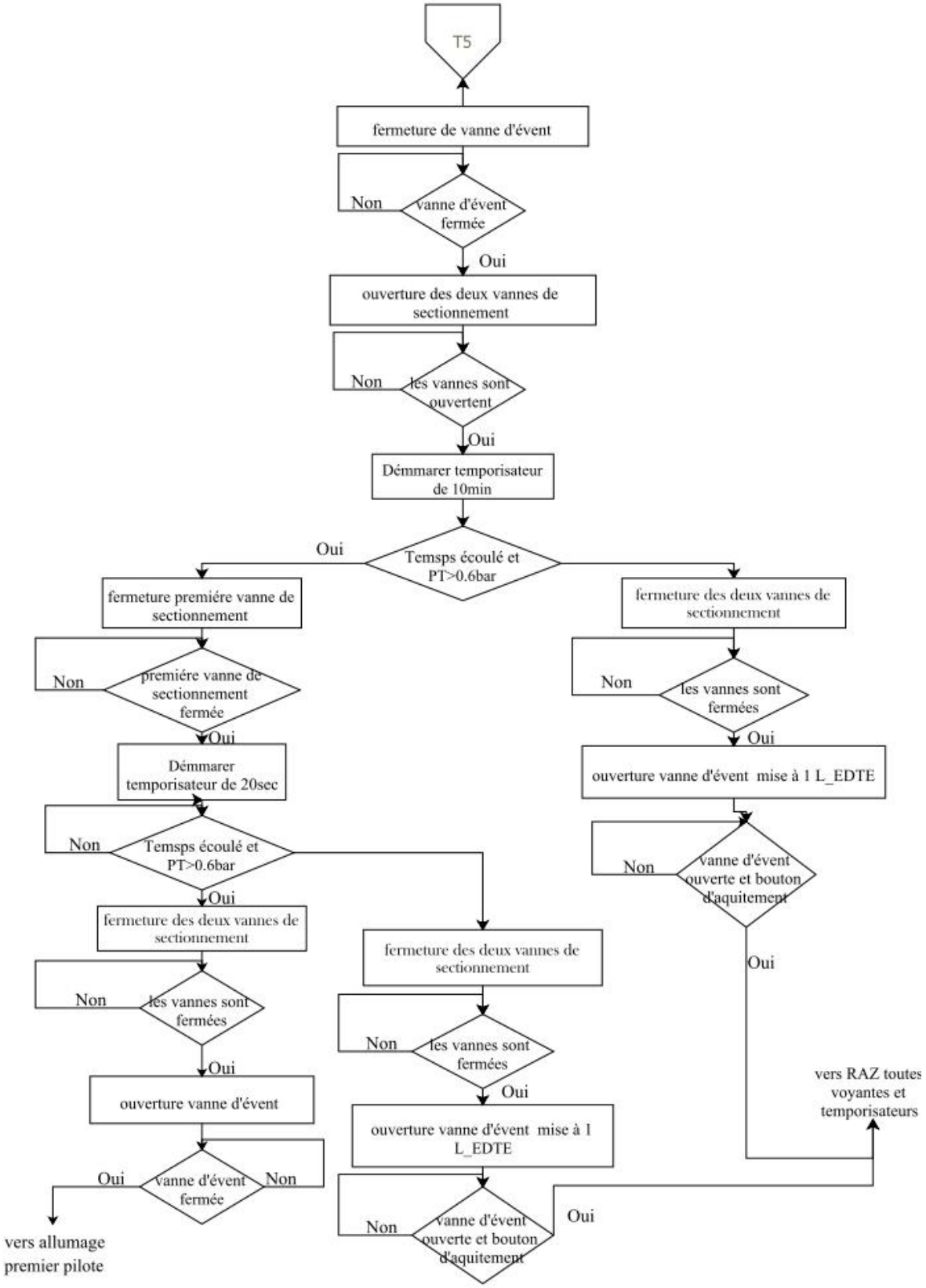
IV.3.1.1 Logigramme du test d'étanchéité de la deuxième vanne de sectionnement et des vannes individuelles



IV.3.1.2 Logigramme du test d'étanchéité de la première vanne de sectionnement

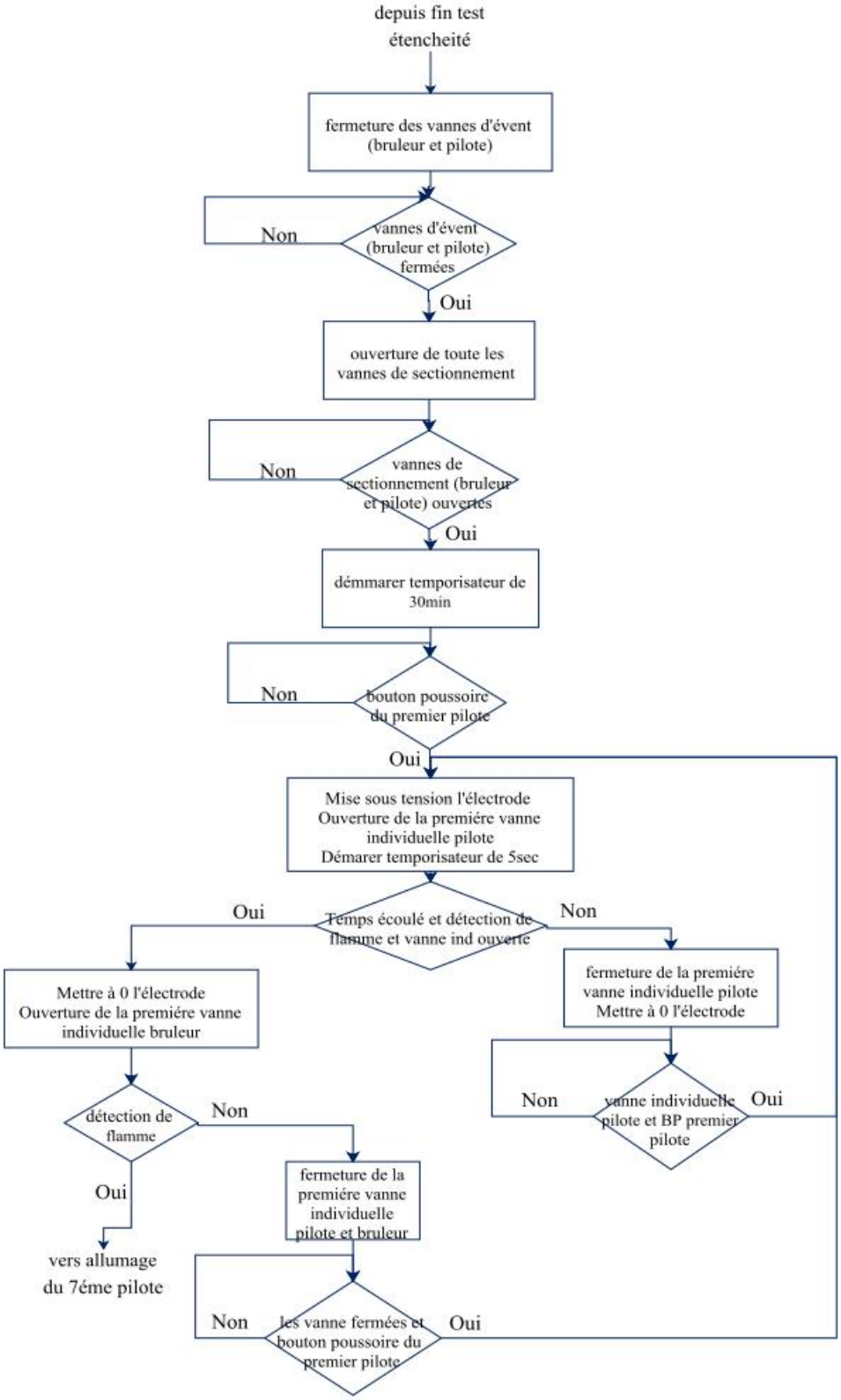


IV.3.1.3 Logigramme du test d'étanchéité de la vanne d'évent



Remarque : les séquences de tests d'étanchéité pour les vannes bruleurs et pilotes sont identiques

IV.3.2 Allumage du premier pilote et de son bruleur



Remarque : L'allumage ce fait comme suite :

- Allumage du premier pilote et son bruleur ensuite le septième pilote et son bruleur.
- Allumage du quatrième pilote et son bruleur ensuite le dixième pilote et son bruleur
- Allumage du troisième pilote et son bruleur ensuite le neuvième pilote et son bruleur
- Allumage du deuxième pilote et son bruleur ensuite le huitième pilote et son bruleur
- Allumage du cinquième pilote et son bruleur ensuite le onzième pilote et son bruleur

Les séquences d'allumage de tous les pilotes sont identiques.

IV.4 Simulation en TIA PORTAL

IV.4.1 Création de projet

Un projet contient la description complète de notre automatisation. Il comporte donc deux grandes parties: la configuration du matériel, et la description du fonctionnement (le programme).

En entrant dans TIA portal, il peut y avoir un assistant qui vous propose de créer un nouveau projet comme la montre la figure ci-dessous.

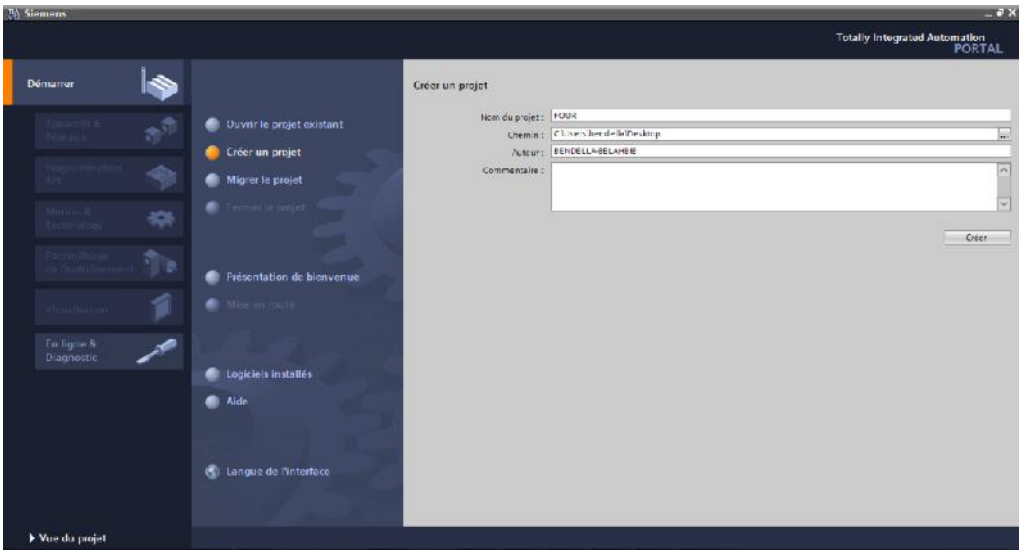


Figure IV.1 Assistant de TIA Portal.

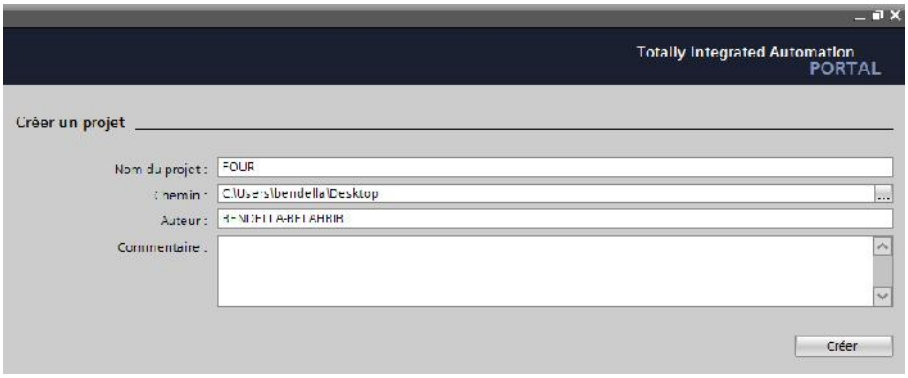


Figure IV.2 Créer un projet.

La fenêtre suivante s'affiche en cliquant sur la touche crée

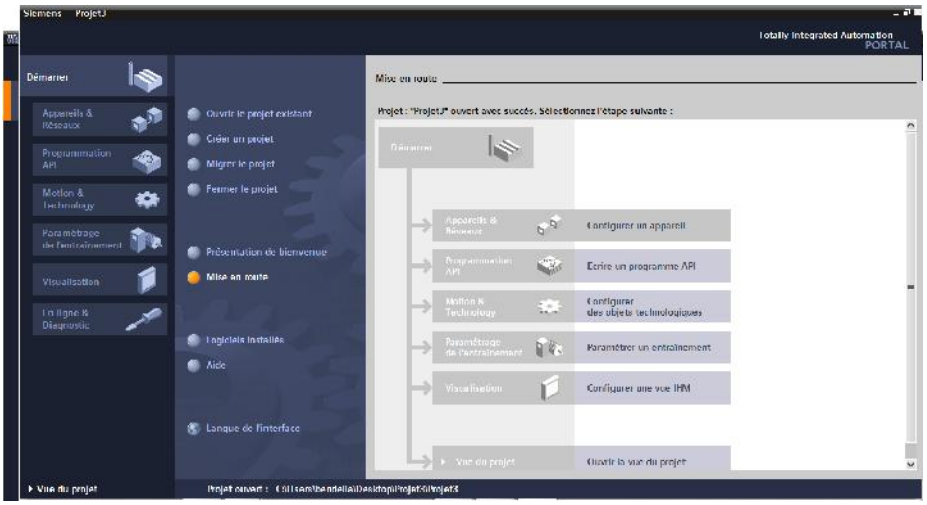


Figure IV.3 Assistant de TIA Portal après la création du projet.

L'assistant de TIA PORTAL nous permet de créer rapidement un projet. Nous pouvons choisir la configuration CPU, les blocs et le langage de programmation pour les blocs choisis.

IV.4.2 La configuration matériel

Avant de programmer le fonctionnement de notre four, le STEP 7 exige la configuration matériel, cette configuration veut dire l'introduction dans le projet en TIA Portal tous les modules de l'API et leurs arrangement comme ils sont installé en réalité.

Pour ajouter un appareil, nous sélectionnons Appareil & Réseaux cela nous permet de construire notre API à base des modules de ce dernier.

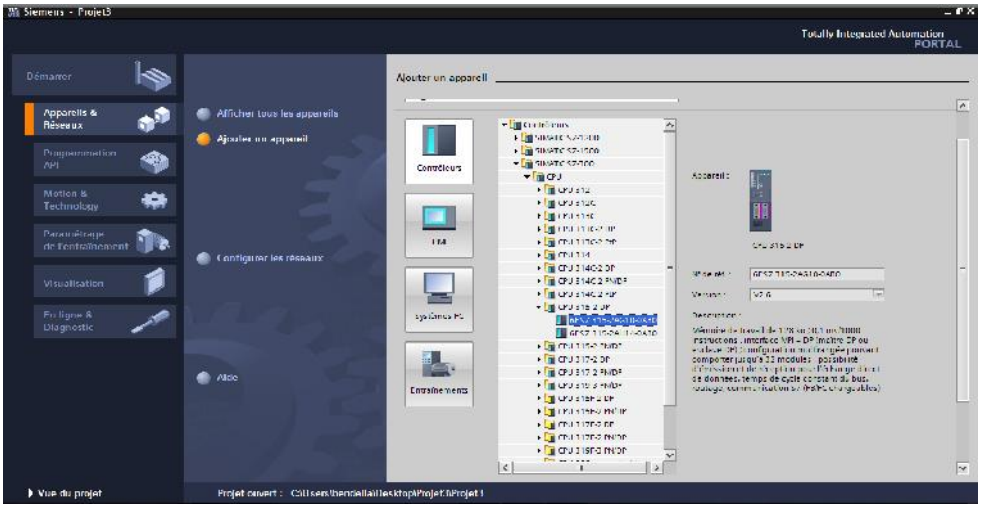


Figure IV.4 Ajouter de la CPU.

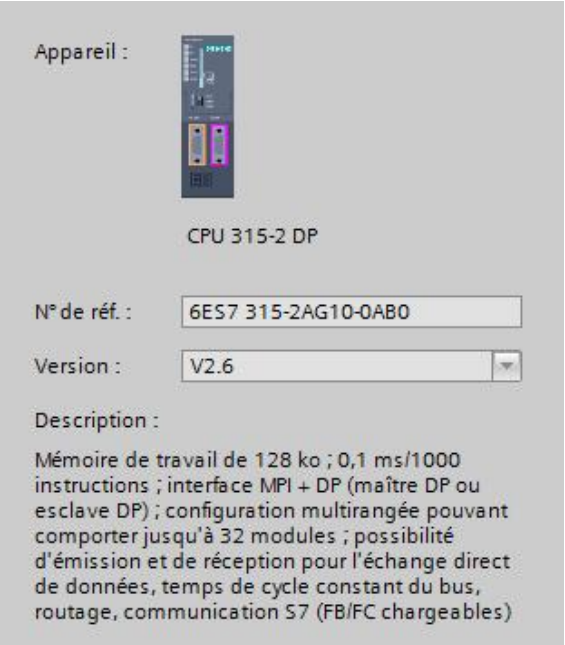


Figure IV.5 Description de l'appareil ajouté.

Nous avons choisis SIMATIC S7-300 CPU 315-2DP version 2,6. Apres cela nous avons chois aussi les module E/S, l'alimentation et le coupleur comme ci-dessous :

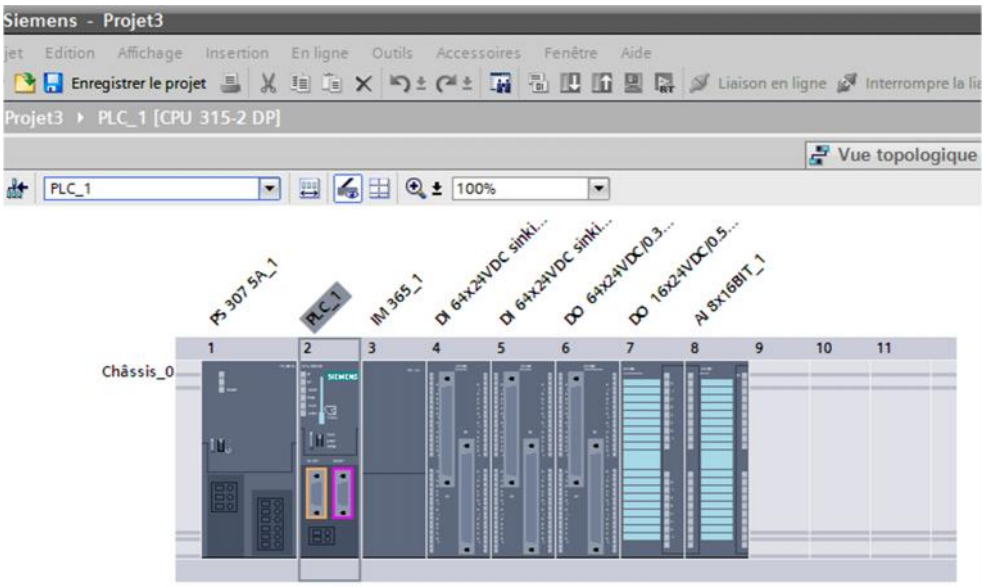


Figure IV.6 Vue d'ensemble après la configuration.

Après avoir terminé l'intégration des modules d'API, une phase d'adressage de ces modules est indispensable pour la complétion de la configuration, la figure ci-dessous montre ces adresses.

Vue d'ensemble des appareils

Module	Châssis	Empla..	Adresse I	Adresse...	Type	N° de réf. :	Firmware
PS 307 5A_1	0	1			PS 307 5A	6ES7 307-1EA01-0AA0	
PLC_1	0	2			CPU 315-2 DP	6ES7 315-2AG10-0AB0	V2.6
Interface MPI_1	0	2 X1			Interface MPI		
Interface DP_1	0	2 X2	2047*		Interface DP		
IM 365_1	0	3	2000		IM 365	6ES7 365-0BA01-0AA0	
Interface d'émission/réce..	0	3 1			Interface d'émissio...	6ES7 365-0BA00-0AA0	
DI 64x24VDC sinking/sourin...	0	4	0...7		DI 64x24VDC sinki...	6ES7 321-1BP00-0AA0	
DI 64x24VDC sinking/sourin...	0	5	8...15		DI 64x24VDC sinki...	6ES7 321-1BP00-0AA0	
DO 64x24VDC/0.3A sourcin...	0	6		8...15	DO 64x24VDC/0.3...	6ES7 322-1BP00-0AA0	
DO 16x24VDC/0.5A_1	0	7		16...17	DO 16x24VDC/0.5A	6ES7 322-1BH01-0AA0	
AI 8x16BIT_1	0	8	320...335		AI 8x16BIT	6ES7 331-7NF00-0AB0	
	0	9					
	0	10					

Figure IV.7 Adressage des modules sélectionnés.

IV.4.3 Définition du tableau des variables

A fin de facilité la lecture de programme, une affectation des noms formels aux adresses effectives est réalisé par la définition d'un tableau de variables d'entrées, de sorties et de variables internes

La déclaration des E/S ce fait au niveau de la partie Appareil & Réseaux en sélectionnant le module d'entrées ou de sortie, en faisant un double clique dessus, ensuite aller au Variable IO et a la fin déclarer les entrées ou les sorties.

La figure suivante montre la déclaration des entrées logiques dans le module DO 16x24VDC/0.5A :

DO 16x24VDC/0.5A_1 [DO16 x 24VDC / 0.5A] — Propriétés | Info | Diagnostic

Général | Variable IO | Constantes système | Textes

Nom	Type	Adresse	Table de variabl...	Commentaire
L_DTE	Bool	DQ 16.0	Table de variabl...	Lampe de démarage de test d'étencheité
L_EDTE	Bool	DQ 16.1	Table de variabl...	Lampe d'echec de test d'étencheité
L_S	Bool	DQ 16.2	Table de variabl...	Lampe de démarage de la soufflante
L_MF	Bool	DQ 16.3	Table de variabl...	Lampe de l'etat marche du four
L_AF	Bool	DQ 16.4	Table de variabl...	Lampe de l'etat arréter du four
Moteur	Bool	DQ 16.5	Table de variabl...	moteur a courant continue
L_passes	Bool	DQ 16.6	Table de variabl...	Alarme de difference entre la temperature des passes
LSH	Bool	DQ 16.7	Table de variabl...	Alarme du haut niveau du balon de fuel-gaz
FSL	Bool	DQ 17.0	Table de variabl...	Alarme du bas débit d'huile
PSL	Bool	DQ 17.1	Table de variabl...	Alarme du haute pression du fuel gaz
TSH	Bool	DQ 17.2	Table de variabl...	Alarme du haute temperature d'huile
LSHH	Bool	DQ 17.3	Table de variabl...	Alarme du trés haut niveau du balon de fuel-gaz
FSLL	Bool	DQ 17.4	Table de variabl...	Alarme du trés bas débit d'huile
PSLL	Bool	DQ 17.5	Table de variabl...	Alarme du trés haute pression du fuel gaz
TSHH	Bool	DQ 17.6	Table de variabl...	Alarme du trés haute temperature d'huile
	Bool	DQ 17.7		

Figure IV.8 Table du module de sortie DO 16x24VDC/0.5A

Les tables de mnémoniques sont a l'annexe A

IV.4.4 Programmation

Une programmation est définie comme l'utilisation d'un ensemble logique de tous les éléments et constructions des langages de programmation nécessaires pour le traitement des signaux destinés à commander une machine ou un processus.

IV.4.4.1 Langages de programmation

Il existe 5 langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3:

Langages graphiques

- le langage à contacts sous le sigle **LD** (Ladder Diagram)
- le langage en blocs fonctionnels sous le sigle **FBD** (Function Block Diagram).

Langages littéraux

- le langage à liste d'instruction sous le sigle **IL** (Instruction List)
- le langage littéral structuré sous le sigle **ST** (Structured Text).

GRAFCET

Par ailleurs, c'est le GRAFCET, normalisé sous le sigle **SFC** (Sequential Function Chart), qui constitue l'outil de base pour la structuration des commandes de nature séquentielle.

Dans ce mémoire nous avons choisis le langage de programmation GRAFCET. Le langage de programmation GRAFCET s'ajoute à l'éventail des fonctions de TIA-Portal. Il permet de programmer graphiquement les commandes séquentielles.

Avec GRAFCET, nous programmerons aisément et rapidement des commandes séquentielles que nous souhaitons piloter avec un système d'automatisation SIMATIC. Le processus est subdivisé en étapes au nombre de fonctions limité, la séquence est représentée graphiquement et peut être documentée par des vues et des textes.

Les actions à exécuter sont associées aux étapes, tandis que des transitions règlent l'évolution entre deux étapes successives (réceptivités). Pour définir les réceptivités des transitions ainsi que les verrouillages ou les surveillances d'étape, nous aurons à utiliser un nombre restreint d'éléments du langage de programmation en LD et en FBD. Nous avons aussi utilisé le langage LD pour définir les sécurités et les voyants dans notre panneau de contrôle.

IV.4.4.2 Types de blocs de programme en STEP 7

L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC.

- Blocs d'organisation (OB) : Les blocs d'organisations gèrent le programme utilisateur.
- Blocs fonctionnels (FB) : Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.
- Fonctions (FC) : Les FC contiennent des routines de programmes pour les fonctions fréquemment utilisées. Les fonctions sont des blocs de code sans mémoire.
- Blocs de données (DB) : Les blocs de données (DB) sont des zones de données dans le programme utilisateur qui contiennent des données utilisateur.

- Blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC) : Les SFB et SFC sont intégrés à la CPU S7, ils permettent de réaliser quelques fonctions systèmes importantes.

L'utilisation du block d'organisation (OB), block fonctionnel (FB) et (DB) nous a permis de réalisé la programmation en langage GRAFCET.

IV.4.4.3 Ajout d'un bloc fonctionnel de programmation

En sélectionnant Programmation API sur la fenêtre de TIA portale et en cliquant sur ajouter nouveau bloc, la fenêtre suivante s'affichera, ensuite en choisissant Bloc fonctionnel à gauche et langage GRAPH (GRAFCET).

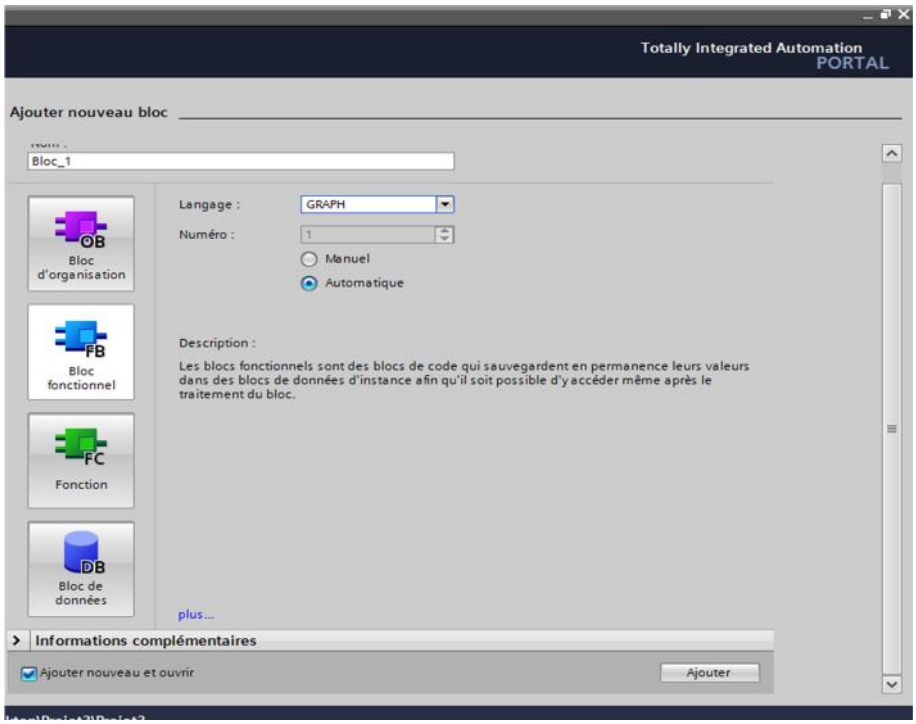


Figure IV.9 Choix de bloc et de langage

Les blocs choisis sont :

- **Main [OB] (OB01) :** Les OB cycliques sont des blocs de code de niveau supérieur dans le programme, dans lesquels on peut appeler d'autres blocs.

Dans ce bloc ce trouve tous les réseaux qui sont exécuté en temps cycliques (ex : alarme, sécurité)

- **FB :** La programmation en langage GRAFCET ce fait seulement par des blocs fonctionnels, l'exécution de ces dernier ce fait par les blocs d'organisation.

En glissant le bloc FB vers le réseau du bloc OB dans la fenêtre d'assistant de programmation en API.

- **OB de démarrage (OB 100) :** Ils sont traités une seule fois, lorsque le mode de fonctionnement passe de STOP à RUN. Après le traitement de l'OB de démarrage, c'est le traitement de l'OB cyclique qui démarre.

Ce bloc contient l'exécution du bloc fonctionnel du démarrage du four puisque on l'exécute une fois.

Figure IV.10 Ajout d'un bloc OB 100

IV.4.4.4 Programmation en langage GRAPH

Apres l'ajout de bloc la fenêtre suivante se forme, cette interface nous permet de construire notre programme à l'aide des étapes et des transitions.

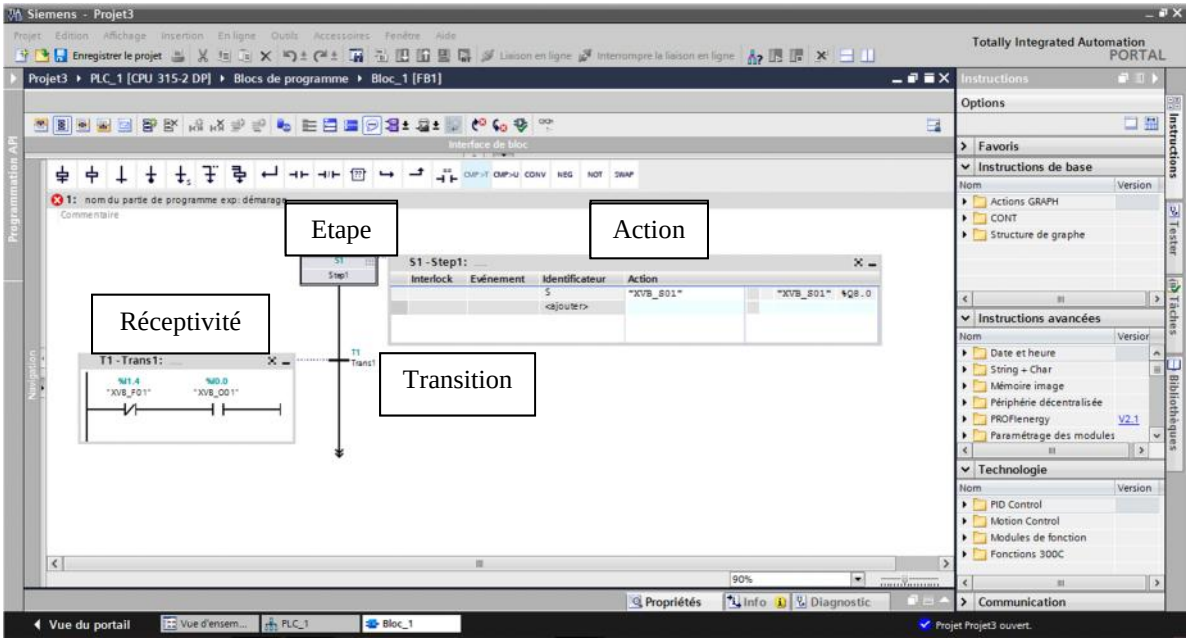


Figure VI.11 Outil de programmation en langage GRAPH.

Dans le langage GRAFCET on trouve :

- Des éléments graphiques de base: étapes, transitions, liaisons orientées, etc.
- Une interprétation associant des expressions logiques :
  - Les actions associées aux étapes.
  - Les réceptivités associées aux transitions.

A l'aide de la barre d'éléments GRAPH située sur le côté haut de l'écran, on peut commencer notre programme par ajout des étapes et transitions, la branche OU et le saut, etc.

L'étape contient l'action et l'identificateur, les identificateurs d'actions sont plusieurs, comme :

- N : Mettre à 1 si l'étape est activé.
- S : Mettre à 1.
- R: Mettre à 0.
- D : Retard à la montée.
- L : Mettre à 1 pendant une durée limité.
- CD : Décomptage.
- CR : Réinitialiser le compteur.
- CS : Définir valeur initiale du compteur.
- CU : Comptage.
- OFF: Désactiver l'étape.
- ON: Activer l'étape.

Le programme en GRAPH est dans l'annexe B.

IV.5 Tests et résultats

IV.5.1 Premier test : Démarrage du four

Avant la mise en marche du four on doits s'assurer que tous les voyant et les temporisateurs sont inactif et que toutes les vannes sont en position de sécurité, on doit s'assurer aussi qu'aucune flamme est détecté et le sélecteur S_DH651 doit être a l'état 1, comme il est montré dans la figure ci-dessous :

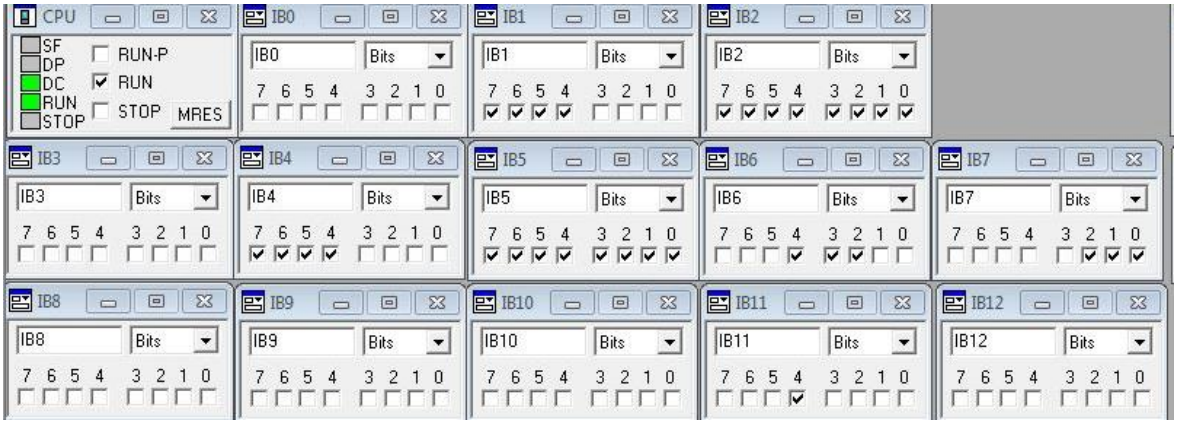


Figure IV.12 Etat des entrées pour un démarrage sécurisé.

On peut voir dans la figure ci-dessous que le programme a passé à l'étape suivante après avoir coché les exigences de démarrage du four.

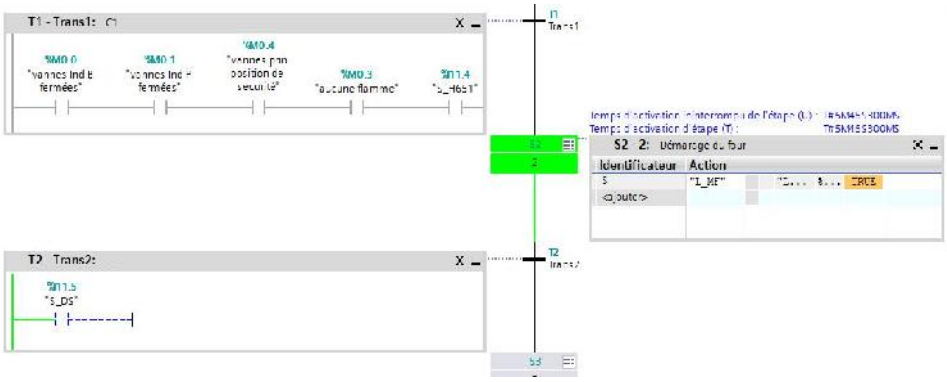


Figure IV.13 Passage du programme à l'étape suivante

IV.5.2 Deuxième test : Démarrage de la soufflante

La mise à 1 du sélecteur S_DS est suffisante pour démarrer la soufflante.

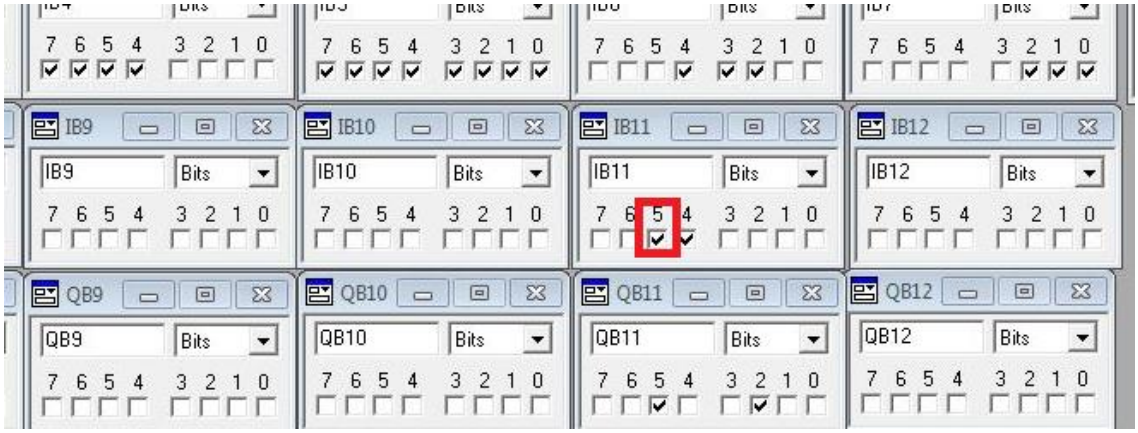


Figure IV.14 Etat des entrées pour démarrer la soufflante

La soufflante est mise en marche pour une duré de 5min.

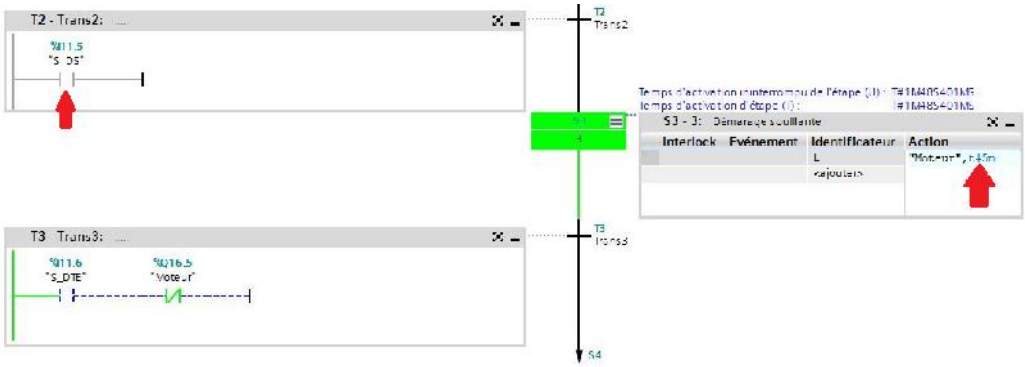


Figure IV.15 Démarrage de la soufflante

IV.5.3 Troisième test : Test d'étanchéité

Apres la mise en pression de la ligne bruleurs on peut avoir deux cas, un cas ou la pression mesurer par le transmetteur est supérieur a 0.6bar (12mA) et un cas ou elle est inferieur.

1er cas : On remarque que le transmetteur affiche une valeur de 13mA

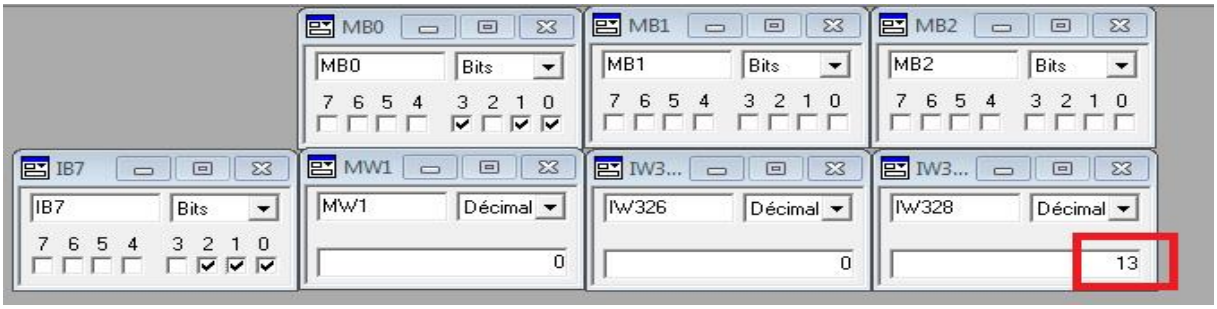


Figure IV.16 Insertion de la valeur 13mA au PT 667

Si la pression est supérieure a la valeur requise le programme passe à l'arrêt comme on le voit dans la figure ci-dessous :

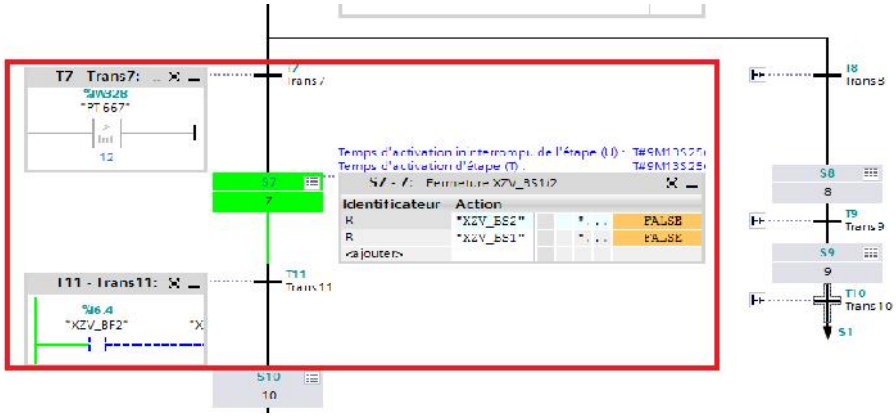


Figure IV.17 Programme se poursuivre vers les autres tests.

2ème cas : On remarque que le transmetteur affiche une valeur de 10mA

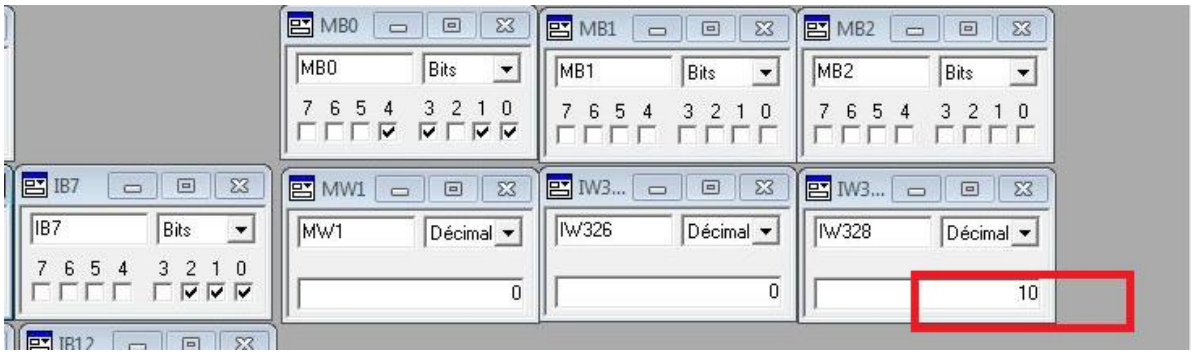


Figure IV.18 Insertion de la valeur 10mA au PT 667

Si la pression est inférieure de l'exigence le programme passe à l'arrêt comme on le voit dans la figure ci-dessous :

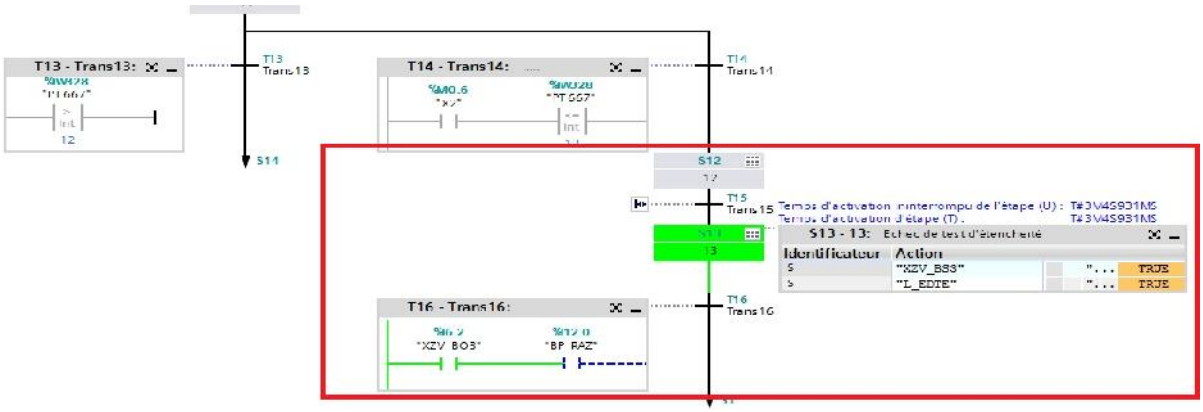


Figure IV.19 Passage vers arrêt d'urgence.

Le saut vers la première étape ne se déroulera pas seulement si le bouton d'acquittement sera actif.

IV.5.4 Quatrième test : L'allumage du pilote et de son bruleur

Apres 5 secondes de la mise en tension de l'électrode d'allumage et l'ouverture de la vanne individuelle du pilote correspondant on obtient deux cas :

1er cas : Non détection de la flamme

On remarque que le programme passe au déclanchement 2 (CHAPITRE III)

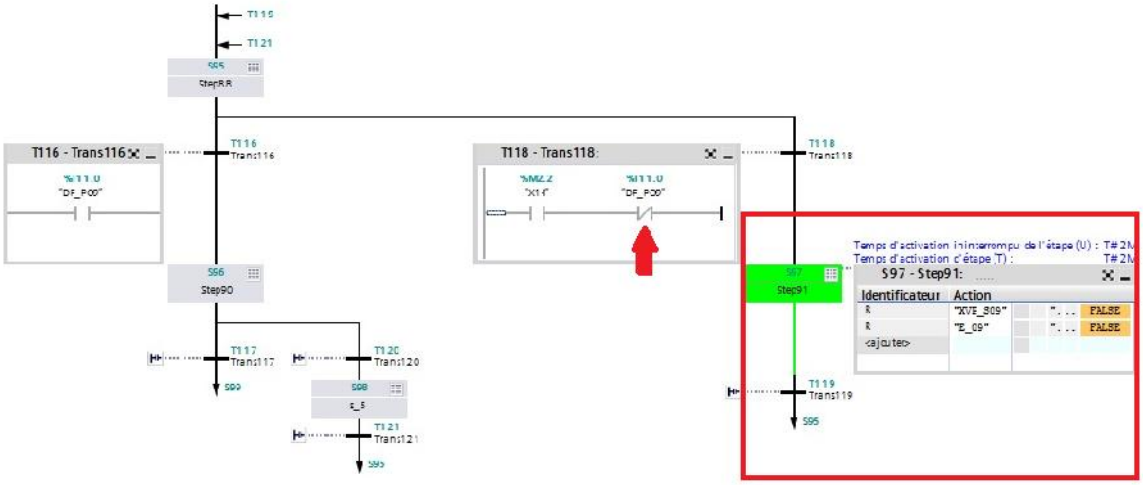


Figure IV.20 Non Détection de flamme.

2eme cas : Détection de flamme

Le programme passe à l'ouverture de la vanne du bruleur correspondant.

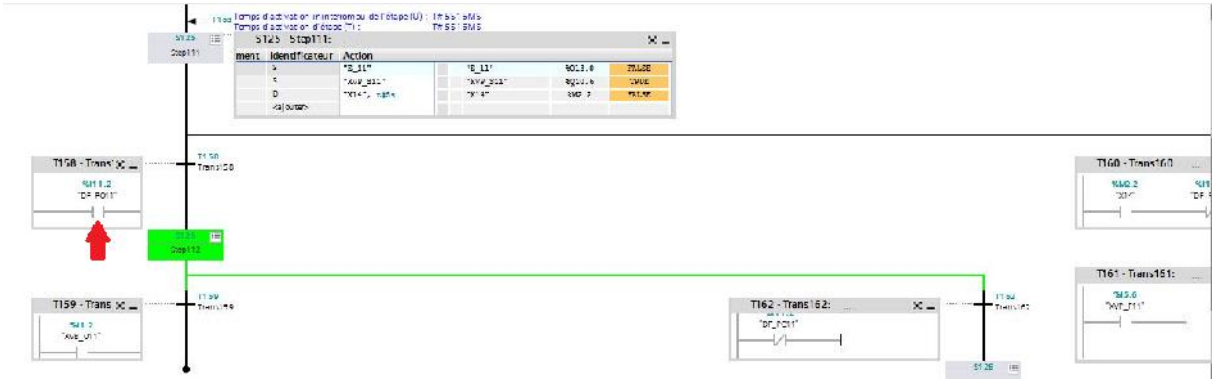


Figure IV.21 Détection de flamme

IV.5.5 Cinquième test : surveillance et sécurité

Si l'une des sécurités ou le bouton d'arrêt seront activé le programme déclenche l'arrêt total du four.

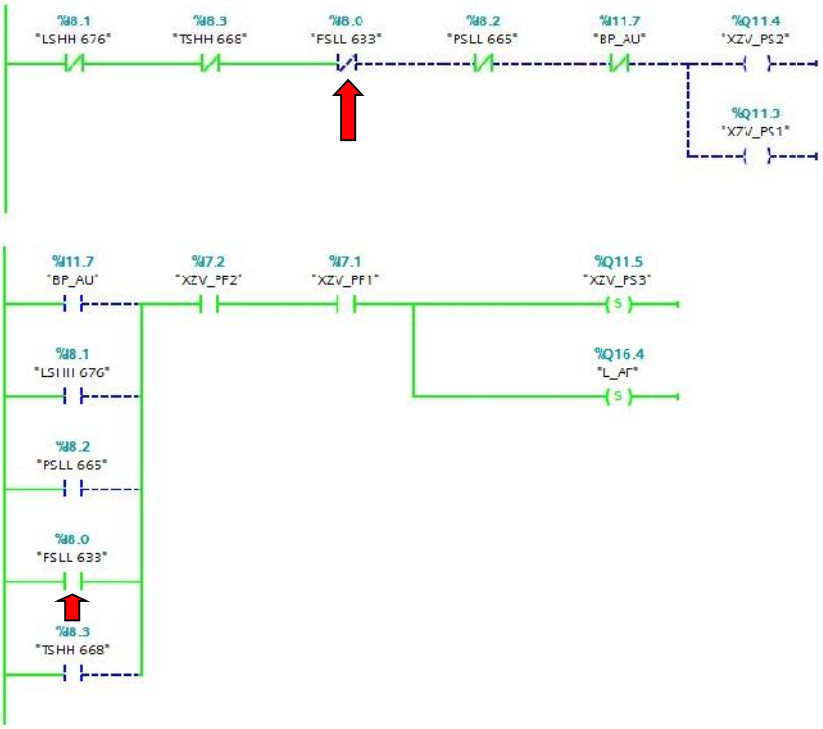


Figure IV.22 Test surveillance et sécurité

IV.6 Conclusion

Le TIA Portale à état un grand aide pour la simulation du fonctionnement de four. La configuration matérielle, la définition de la table des variables et la programmation sont vérifiées par la réalisation des tests bien choisis celons les résultats affichés.

Ces tests affirment la crédibilité et le succès du programme partiellement, et la complétion la partie logicielle globalement, ce qui signifie que la solution proposé par nous est finalement terminé.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Au terme de ce travail « Automatisation d'un four à gaz dans une unité de GPL » et au regard des résultats obtenus, on peut en tirer que l'objectif fixé a été atteint.

En faisant ce mémoire et a l'aide d'un stage de fin d'études au sein de la société SONATRACH, Direction de Maintenance, service GPL-1, nous avons pu accumuler une expérience et compréhension adéquates en automatisation des systèmes industriels, et apprendre des notions sur les fours industriels, dont le four H651 qui soulève de nombreuses contraintes liées à l'exploitation, la maintenance et la sécurité qui ne sont pas conformes aux nouvelles recommandations. L'automatisation, une nécessité pour l'industrie de nos jours, permet de réduire le nombre des opérateurs et de minimiser les coûts d'une société tout en aboutissant à un système ou équipement plus sécurisé.

L'exécution de la planification d'une solution d'automatisation, nous a facilité la compréhension des démarches à prendre pour réaliser les systèmes d'automatisation.

Le travail que nous avons présenté montre qu'il est possible d'implémenter une séquence de démarrage de notre processus, une surveillance, et des sécurités sur un automate programmable industriel.

Cette réalisation met en lumière la possibilité de développer, en local, des entreprises d'installation des systèmes d'automatisation en vue de la politique de l'état envers l'encouragement du produit national, sachant que 90% des entreprises d'automatisation en Algérie sont étrangères.

Notre travail peut se poursuivre par une création d'une interface Homme/Machine à fin de faciliter la conduite du four.

Bibliographie :

[1] S.Hinana "Rapport de stage", Sonatrach, Hassi Messaoud, 2014.

[2] Document interne Sonatrach "Description du procédé GPL1".

[3] Document interne Sonatrach "Schéma du procédé GPL1".

[4] C. Bonnet, Le Raffinage du Pétrole : Matériels et Équipements, Technip, Institut français du pétrole. Paris, 1999, Tome 4.

[5] B. Jenkins, P. Mullinger. “Industrial and Process Furnaces: Principles, Design and Operation”, Elsevier, Butterworth-Heinemann, 2008.

[6] A. KESMIA "Etude et Mise en Œuvre d’une Commande Prédictive Adaptative d’un Four de Chauffage d'Huile" IAP, 2013.

[7] Document interne Sonatrach "Manuel d’exploitation du four H651"

[8] Aide de Logiciel STEP 7 TIA-Portal de Siemens.

[9] P. Prouvost : "Instrumentation et régulation en 30 Fiches" Dunod, Paris, 2010.

[10] P.LE BRUN "Automates programmables industriels", Lycée Louis ARMAND, Strasbourg, 1999.

[11] Le Figaro « Siemens va créer 10 000 emplois en 2007 », 9 août 2007.

[12]http://pedagogie2.ac-reunion.fr/cologunonp/automatisme4eme/synthese/automatismes5_synthese.htm février 2016

[13] www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/les-automates-programmables-industriels-API.htm février 2016

ANNEXE A

Liste des entrées/sorties :

Entrées logiques :

Module DI 64x24VDC sinking/souring_1

DI 64x24VDC sinking/souring_1 [DI64 x 24VDC] — Propriétés | Info | Diagnostic

Général | Variable IO | Constantes système | Textes

Nom	Type	Adresse	Table de variabl...	Commentaire
XVB_O01	Bool	DI 0.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O02	Bool	DI 0.1	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O03	Bool	DI 0.2	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O04	Bool	DI 0.3	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O05	Bool	DI 0.4	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O06	Bool	DI 0.5	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O07	Bool	DI 0.6	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O08	Bool	DI 0.7	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O09	Bool	DI 1.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O10	Bool	DI 1.1	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O11	Bool	DI 1.2	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_O12	Bool	DI 1.3	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F01	Bool	DI 1.4	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F02	Bool	DI 1.5	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F03	Bool	DI 1.6	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F04	Bool	DI 1.7	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F05	Bool	DI 2.0	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F06	Bool	DI 2.1	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F07	Bool	DI 2.2	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F08	Bool	DI 2.3	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F09	Bool	DI 2.4	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F10	Bool	DI 2.5	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F11	Bool	DI 2.6	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVB_F12	Bool	DI 2.7	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde bruleurs)
XVP_O01	Bool	DI 3.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O02	Bool	DI 3.1	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O03	Bool	DI 3.2	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O04	Bool	DI 3.3	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O05	Bool	DI 3.4	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O06	Bool	DI 3.5	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O07	Bool	DI 3.6	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O08	Bool	DI 3.7	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O09	Bool	DI 4.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O10	Bool	DI 4.1	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O11	Bool	DI 4.2	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_O12	Bool	DI 4.3	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes)
XVP_F01	Bool	DI 4.4	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F02	Bool	DI 4.5	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F03	Bool	DI 4.6	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F04	Bool	DI 4.7	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F05	Bool	DI 5.0	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F06	Bool	DI 5.1	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F07	Bool	DI 5.2	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F08	Bool	DI 5.3	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F09	Bool	DI 5.4	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F10	Bool	DI 5.5	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F11	Bool	DI 5.6	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XVP_F12	Bool	DI 5.7	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' des vannes automatiques individuelles (alimentation en fuel-gazde pilotes
XZV_BO1	Bool	DI 6.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne d'urgence bruleur
XZV_BO2	Bool	DI 6.1	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne d'urgence bruleur
XZV_BO3	Bool	DI 6.2	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne de purge bruleur
XZV_BF1	Bool	DI 6.3	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne d'urgence bruleur
XZV_BF2	Bool	DI 6.4	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne d'urgence bruleur
XZV_BF3	Bool	DI 6.5	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne de purge bruleur
XZV_PO1	Bool	DI 6.6	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne d'urgence pilote
XZV_PO2	Bool	DI 6.7	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne d'urgence pilote
XZV_PO3	Bool	DI 7.0	Table de variabl...	Fin de course 'ouvert' vanne de purge pilote
XZV_PF1	Bool	DI 7.1	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne d'urgence pilote
XZV_PF2	Bool	DI 7.2	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne d'urgence pilote
XZV_PF3	Bool	DI 7.3	Table de variabl...	Fin de course 'fermer' vanne de purge pilote
FSL 663	Bool	DI 7.4	Table de variabl...	Contacteur pour alarme (bas débit)
PSL 665	Bool	DI 7.5	Table de variabl...	Contacteur pour alarme (basse pression)
TSH 657	Bool	DI 7.6	Table de variabl...	Contacteur pour alarme (haut niveau)
LSH 684	Bool	DI 7.7	Table de variabl...	Contacteur pour alarme (haut niveau)

Module DI 64x24VDC sinking/souring_2

DI 64x24VDC sinking/souring_2 [DI64 x 24VDC] — Propriétés | Info | Diagnostic

Général | Variable IO | Constantes système | Textes

	Nom	Type	Adresse	Table de variabl...	Commentaire
	FSLL 633	Bool	DI 8.0	Table de variabl...	Contacteur pour sécurité (très bas débit)
	LSHH 676	Bool	DI 8.1	Table de variabl...	Contacteur pour sécurité (très haut niveau)
	PSLL 665	Bool	DI 8.2	Table de variabl...	Contacteur pour sécurité (très basse pression)
	TSHH 668	Bool	DI 8.3	Table de variabl...	Contacteur pour sécurité (très haute température)
	BP_P01	Bool	DI 8.4	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P02	Bool	DI 8.5	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P03	Bool	DI 8.6	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P04	Bool	DI 8.7	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P05	Bool	DI 9.0	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P06	Bool	DI 9.1	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P07	Bool	DI 9.2	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P08	Bool	DI 9.3	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P09	Bool	DI 9.4	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P10	Bool	DI 9.5	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P11	Bool	DI 9.6	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	BP_P12	Bool	DI 9.7	Table de variabl...	Bouton poussoir pour allumage des pilotes
	DF_PO1	Bool	DI 10.0	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO2	Bool	DI 10.1	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO3	Bool	DI 10.2	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO4	Bool	DI 10.3	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO5	Bool	DI 10.4	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO6	Bool	DI 10.5	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO7	Bool	DI 10.6	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO8	Bool	DI 10.7	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO9	Bool	DI 11.0	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO10	Bool	DI 11.1	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO11	Bool	DI 11.2	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	DF_PO12	Bool	DI 11.3	Table de variabl...	Détecteur de flamme de pilote
	S_H651	Bool	DI 11.4	Table de variabl...	Selecteur de démarage du four
	S_DS	Bool	DI 11.5	Table de variabl...	Selecteur de démarage de la soufflante
	S_DTE	Bool	DI 11.6	Table de variabl...	Selecteur de démarage du test d'étenche té
	BP_AU	Bool	DI 11.7	Table de variabl...	Bouton poussoir d'arrêt d'urgence
	BP_RA7	Bool	DI 12.0	Table de variabl...	Bouton poussoir d'aquitement
		Bool	DI 12.1		

Sorties logiques :

Module DO 16x24VDC/0.5A

DO 16x24VDC/0.5A_1 [DO16 x 24VDC / 0.5A] — Propriétés | Info | Diagnostic

Général | Variable IO | Constantes système | Textes

	Nom	Type	Adresse	Table de variabl...	Commentaire
	L_DTE	Bool	DQ 16.0	Table de variabl...	Lampe de démarage de test d'étencheité
	L_EDTE	Bool	DQ 16.1	Table de variabl...	Lampe d'echec de test d'étencheité
	L_S	Bool	DQ 16.2	Table de variabl...	Lampe de démarage de la soufflante
	L_MF	Bool	DQ 16.3	Table de variabl...	Lampe de l'etat marche du four
	L_AF	Bool	DQ 16.4	Table de variabl...	Lampe de l'etat arréter du four
	Moteur	Bool	DQ 16.5	Table de variabl...	moteur a courant continue
	L_passes	Bool	DQ 16.6	Table de variabl...	Alarme de difference entre la temperature des passes
	LSH	Bool	DQ 16.7	Table de variabl...	Alarme du haut niveau du balon de fuel-gaz
	FSL	Bool	DQ 17.0	Table de variabl...	Alarme du bas débit d'huile
	PSL	Bool	DQ 17.1	Table de variabl...	Alarme du haute pression du fuel gaz
	TSH	Bool	DQ 17.2	Table de variabl...	Alarme du haute temperature d'huile
	LSHH	Bool	DQ 17.3	Table de variabl...	Alarme du trés haut niveau du balon de fuel-gaz
	FSLL	Bool	DQ 17.4	Table de variabl...	Alarme du trés bas débit d'huile
	PSLL	Bool	DQ 17.5	Table de variabl...	Alarme du trés haute pression du fuel gaz
	TSHH	Bool	DQ 17.6	Table de variabl...	Alarme du trés haute temperature d'huile
		Bool	DQ 17.7		

Module Do 64X24VDC souring

DO 64x24VDC/0.3A sourcing_1 [DO64 x 24VDC / 0.3A, P]

Propriétés | Info | Diagnostic

Général | **Variable IO** | Constantes système | Textes

Nom	Type	Adresse	Table de variabl..	Commentaire
XVB_S01	Bool	DQ 8.0	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S02	Bool	DQ 8.1	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S03	Bool	DQ 8.2	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S04	Bool	DQ 8.3	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S05	Bool	DQ 8.4	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S06	Bool	DQ 8.5	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S07	Bool	DQ 8.6	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S08	Bool	DQ 8.7	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S09	Bool	DQ 9.0	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S10	Bool	DQ 9.1	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S11	Bool	DQ 9.2	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVB_S12	Bool	DQ 9.3	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles bruleurs
XVP_S01	Bool	DQ 9.4	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S02	Bool	DQ 9.5	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S03	Bool	DQ 9.6	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S04	Bool	DQ 9.7	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S05	Bool	DQ 10.0	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S06	Bool	DQ 10.1	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S07	Bool	DQ 10.2	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S08	Bool	DQ 10.3	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S09	Bool	DQ 10.4	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S10	Bool	DQ 10.5	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S11	Bool	DQ 10.6	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XVP_S12	Bool	DQ 10.7	Table de variabl...	Vannes automatiques individuelles pilotes
XZV_BS1	Bool	DQ 11.0	Table de variabl...	Vannes d'arrêt d'urgence bruleurs
XZV_BS2	Bool	DQ 11.1	Table de variabl...	Vannes d'arrêt d'urgence bruleurs
XZV_BS3	Bool	DQ 11.2	Table de variabl...	Vanne de purge bruleurs
XZV_PS1	Bool	DQ 11.3	Table de variabl...	Vannes d'arrêt d'urgence pilotes
XZV_PS2	Bool	DQ 11.4	Table de variabl...	Vannes d'arrêt d'urgence pilotes
XZV_PS3	Bool	DQ 11.5	Table de variabl...	Vanne de purge pilotes
E_01	Bool	DQ 11.6	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_02	Bool	DQ 11.7	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_03	Bool	DQ 12.0	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_04	Bool	DQ 12.1	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_05	Bool	DQ 12.2	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_06	Bool	DQ 12.3	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_07	Bool	DQ 12.4	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_08	Bool	DQ 12.5	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_09	Bool	DQ 12.6	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_10	Bool	DQ 12.7	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_11	Bool	DQ 13.0	Table de variabl...	Electrode pour allumage
E_12	Bool	DQ 13.1	Table de variabl...	Electrode pour allumage
L_P1	Bool	DQ 13.2	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P2	Bool	DQ 13.3	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P3	Bool	DQ 13.4	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P4	Bool	DQ 13.5	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P5	Bool	DQ 13.6	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P6	Bool	DQ 13.7	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P7	Bool	DQ 14.0	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P8	Bool	DQ 14.1	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P9	Bool	DQ 14.2	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P10	Bool	DQ 14.3	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P11	Bool	DQ 14.4	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
L_P12	Bool	DQ 14.5	Table de variabl...	Lampe pour signaler la présence de flamme au pilote correspondant
	Bool	DQ 14.6		

Entrées analogiques :

Module AI 8x16BIT

AI 8x16BIT_1 [AI8 x 16 bits]

Propriétés | Info | Diagnostic

Général | **Variable IO** | Constantes système | Textes

Nom	Type	Adresse	Table de variabl	Commentaire
TT654	rr	AI 320	Table de variab	Transmetteurs température de chaque passe
TT655	rr	AI 322	Table de variab	Transmetteurs température de chaque passe
TT656	rr	AI 324	Table de variab	Transmetteurs température de chaque passe
PT666	rr	AI 326	Table de variab	Pression fuel-gaz entre les vannes individuelles et XZV_BS2
PT667	rr	AI 328	Table de variab	Pression fuel-gaz entre les vannes individuelles et XZV_BS2
	rr	AI 330		
	rr	AI 332		
	rr	AI 334		

ogue du matériel

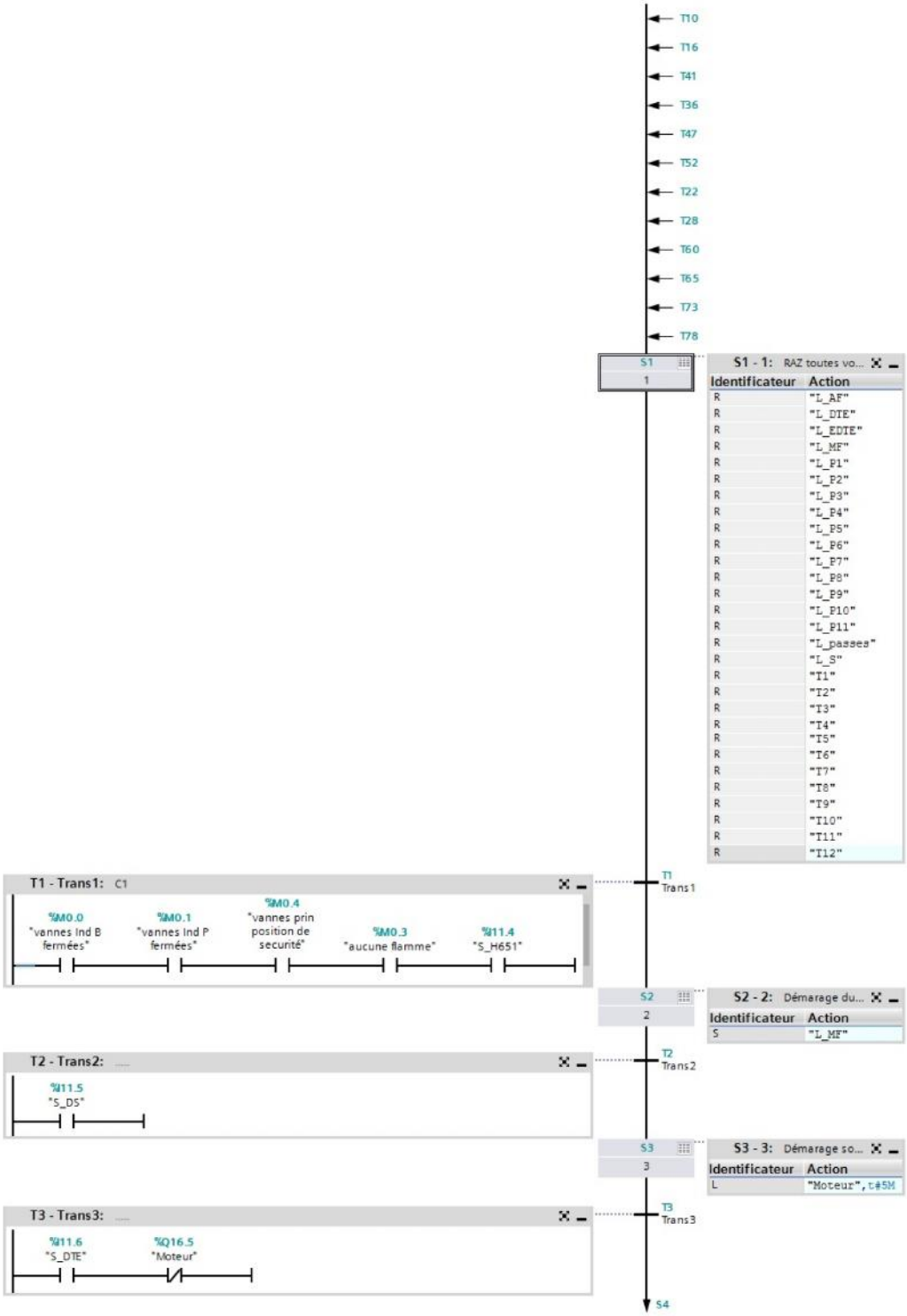
Outils en lig

Variables internes :

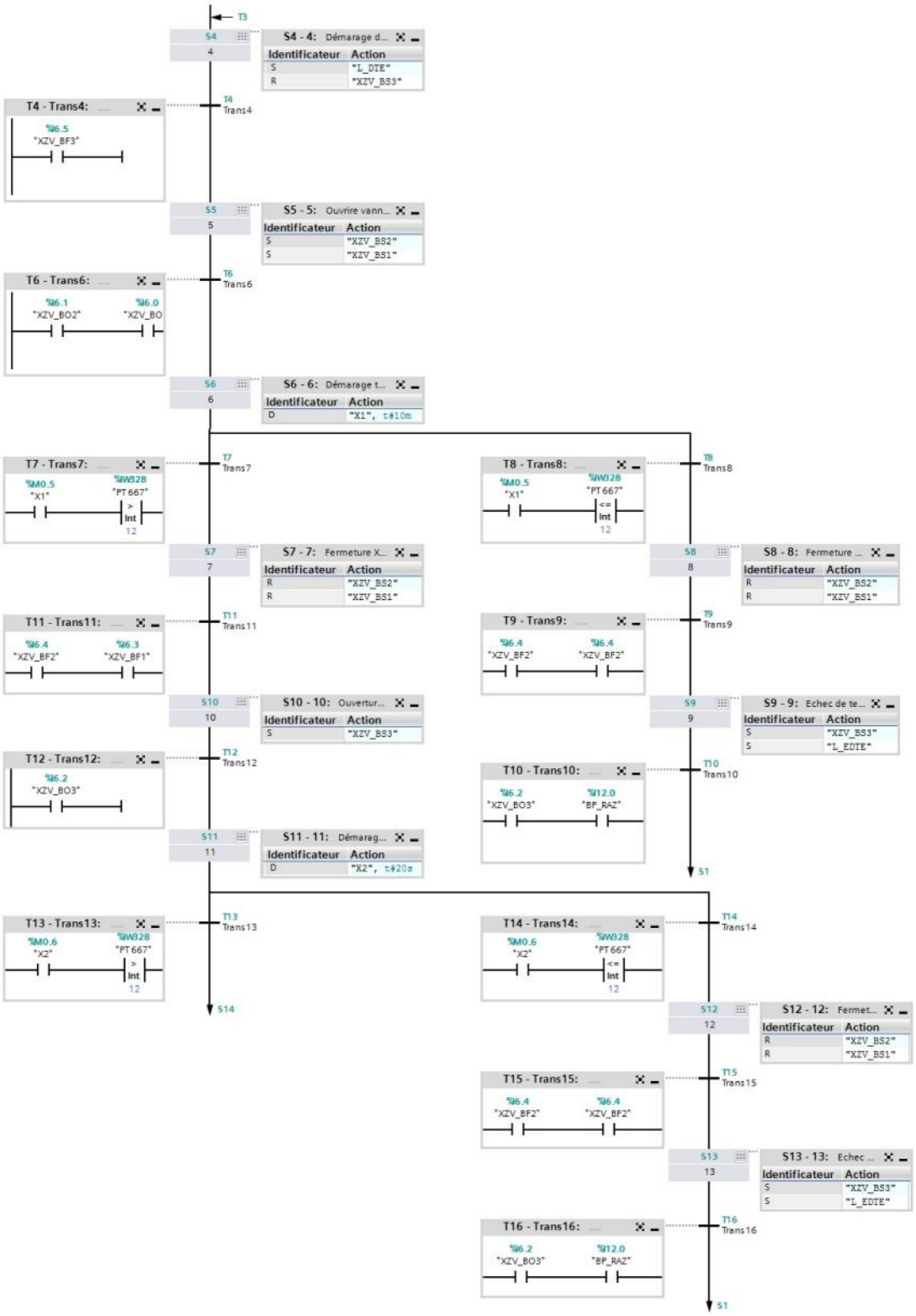
		Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...
1		Compteur 12	Int	%MW12		☑	☑
2		Compteur 11	Int	%MW11		☑	☑
3		Compteur 10	Int	%MW10		☑	☑
4		Compteur 9	Int	%MW9		☑	☑
5		Compteur 8	Int	%MW8		☑	☑
6		Compteur 7	Int	%MW7		☑	☑
7		Compteur 6	Int	%MW6		☑	☑
8		Compteur 5	Int	%MW5		☑	☑
9		Arret	Bool	%M4.2		☑	☑
10		Compteur 4	Int	%MW4		☑	☑
11		Compteur 3	Int	%MW3		☑	☑
12		X14	Bool	%M2.2		☑	☑
13		X13	Bool	%M2.1		☑	☑
14		X12	Bool	%M2.0		☑	☑
15		Compteur 2	Int	%MW2		☑	☑
16		X11	Bool	%M1.7		☑	☑
17		X10	Bool	%M1.6		☑	☑
18		X9	Bool	%M1.5		☑	☑
19		X8	Bool	%M1.4		☑	☑
20		X7	Bool	%M1.3		☑	☑
21		X6	Bool	%M1.2		☑	☑
22		X5	Bool	%M1.1		☑	☑
23		X4	Bool	%M1.0		☑	☑
24		Compteur 1	Int	%MW1		☑	☑
25		X3	Bool	%M0.7		☑	☑
26		X2	Bool	%M0.6		☑	☑
27		X1	Bool	%M0.5		☑	☑
28		vannes prin position de securité	Bool	%M0.4		☑	☑
29		aucune flamme	Bool	%M0.3		☑	☑
30		vannes Ind P fermées	Bool	%M0.1		☑	☑
31		vannes Ind B fermées	Bool	%M0.0		☑	☑

ANNEXE B

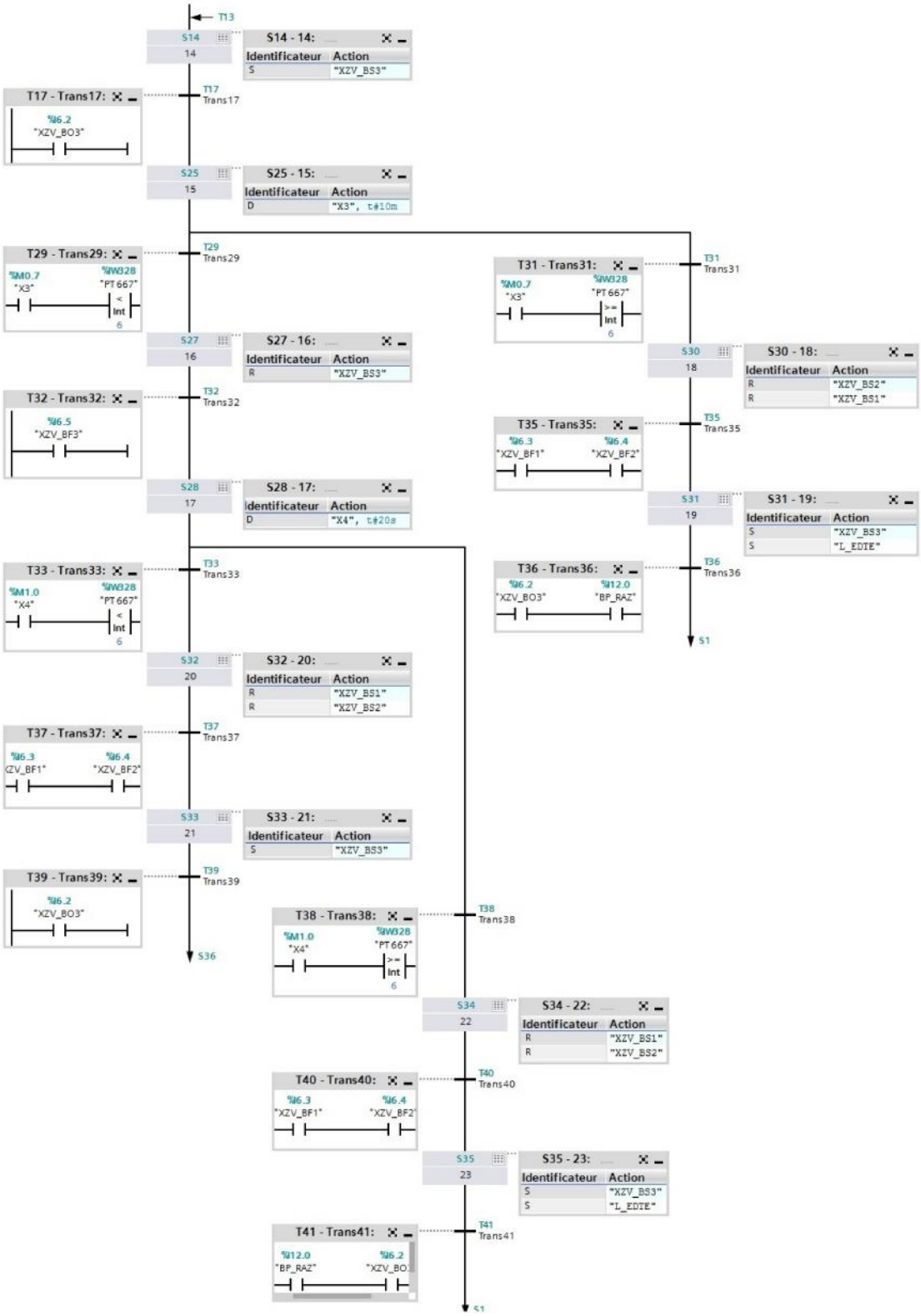
Démarrage du four et de la soufflante:



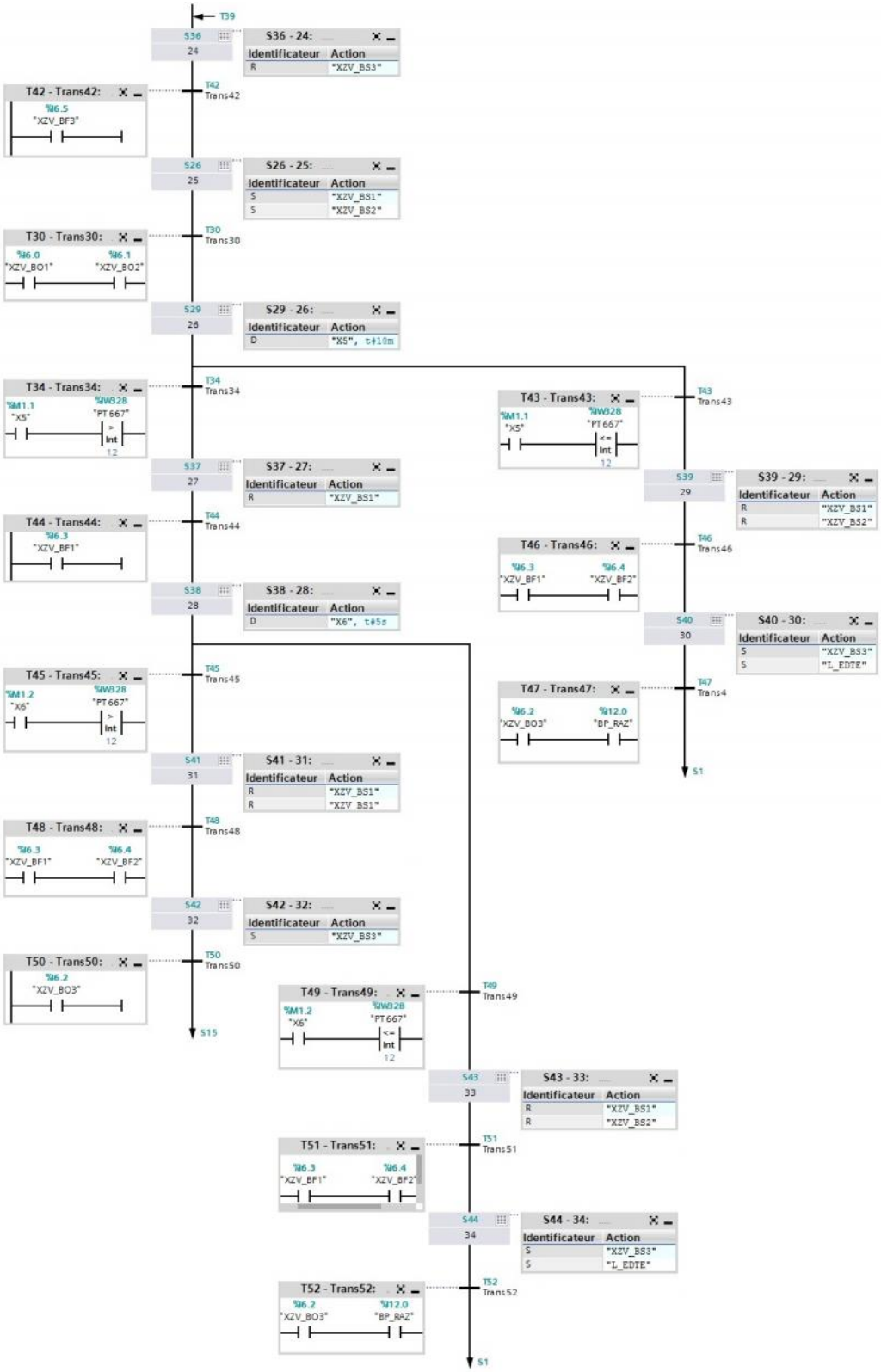
Test d’étanchéité de la 2éme vanne de sectionnement et les vannes individuelles (ligne bruleur)



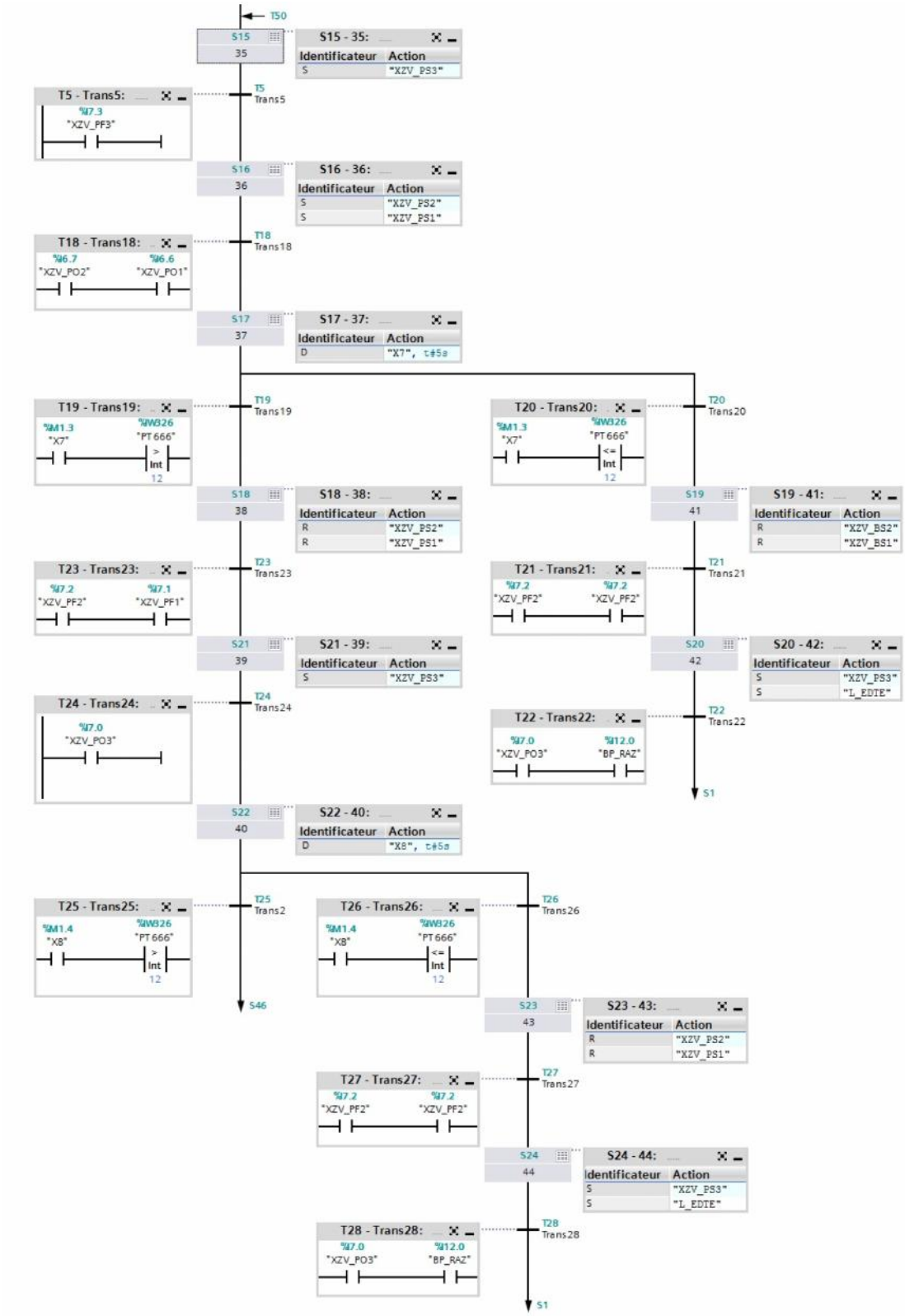
Test d’étanchéité de la 1ère vanne de sectionnement (ligne bruleur)



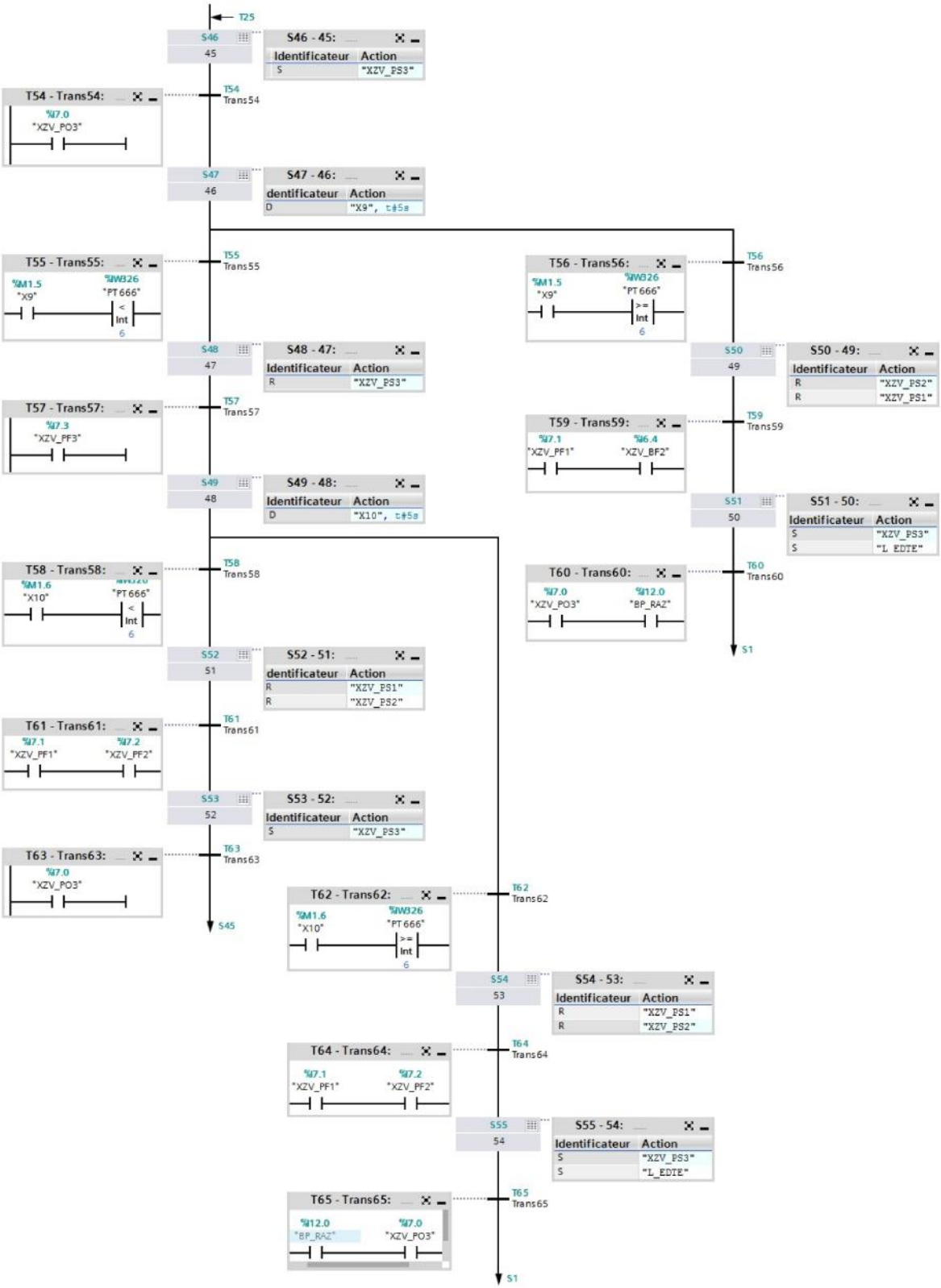
Test d’étanchéité de la vanne d’évent (ligne bruleur)



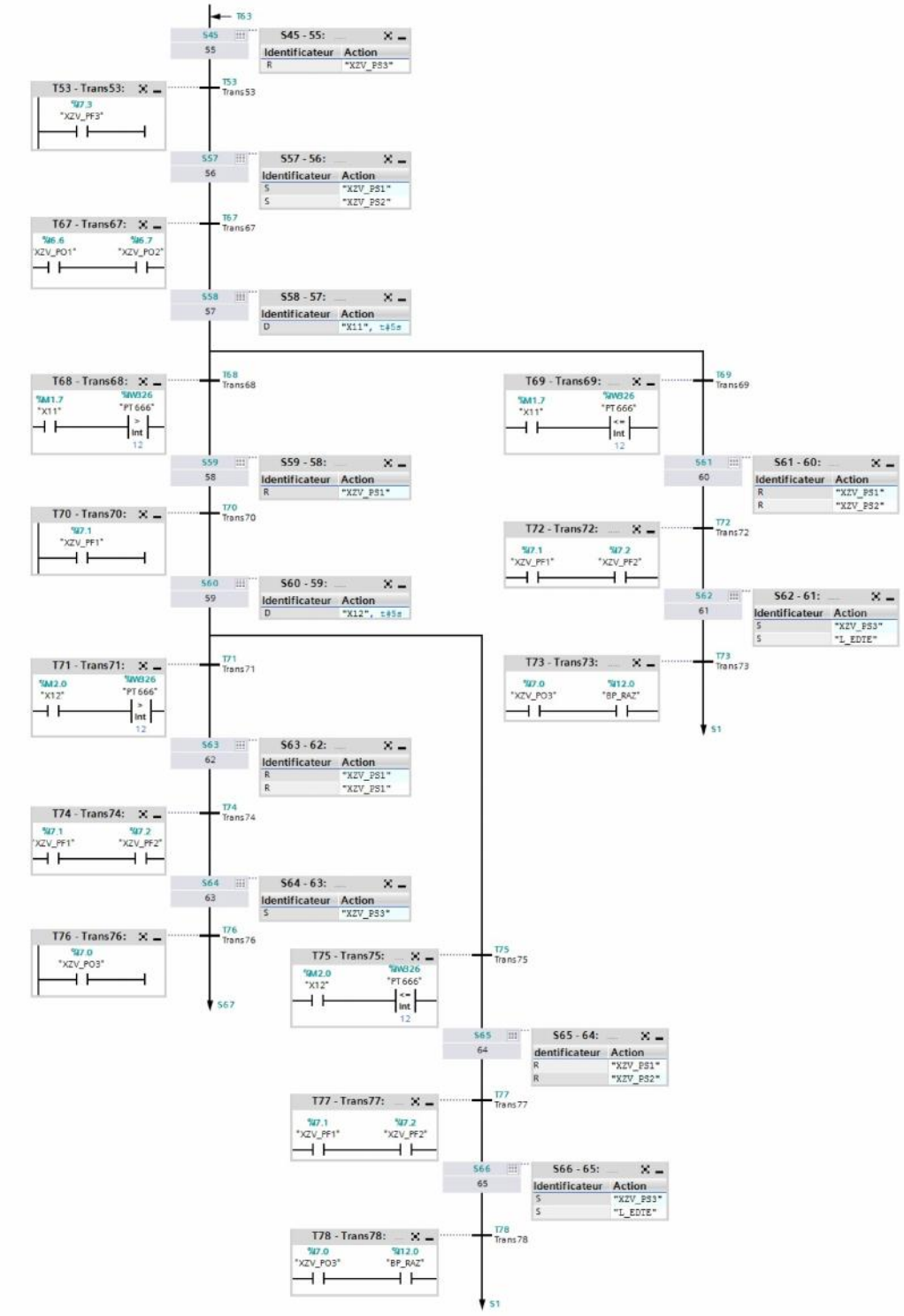
Test d’étanchéité de la 2éme vanne de sectionnement et les vannes individuelles (ligne pilote)



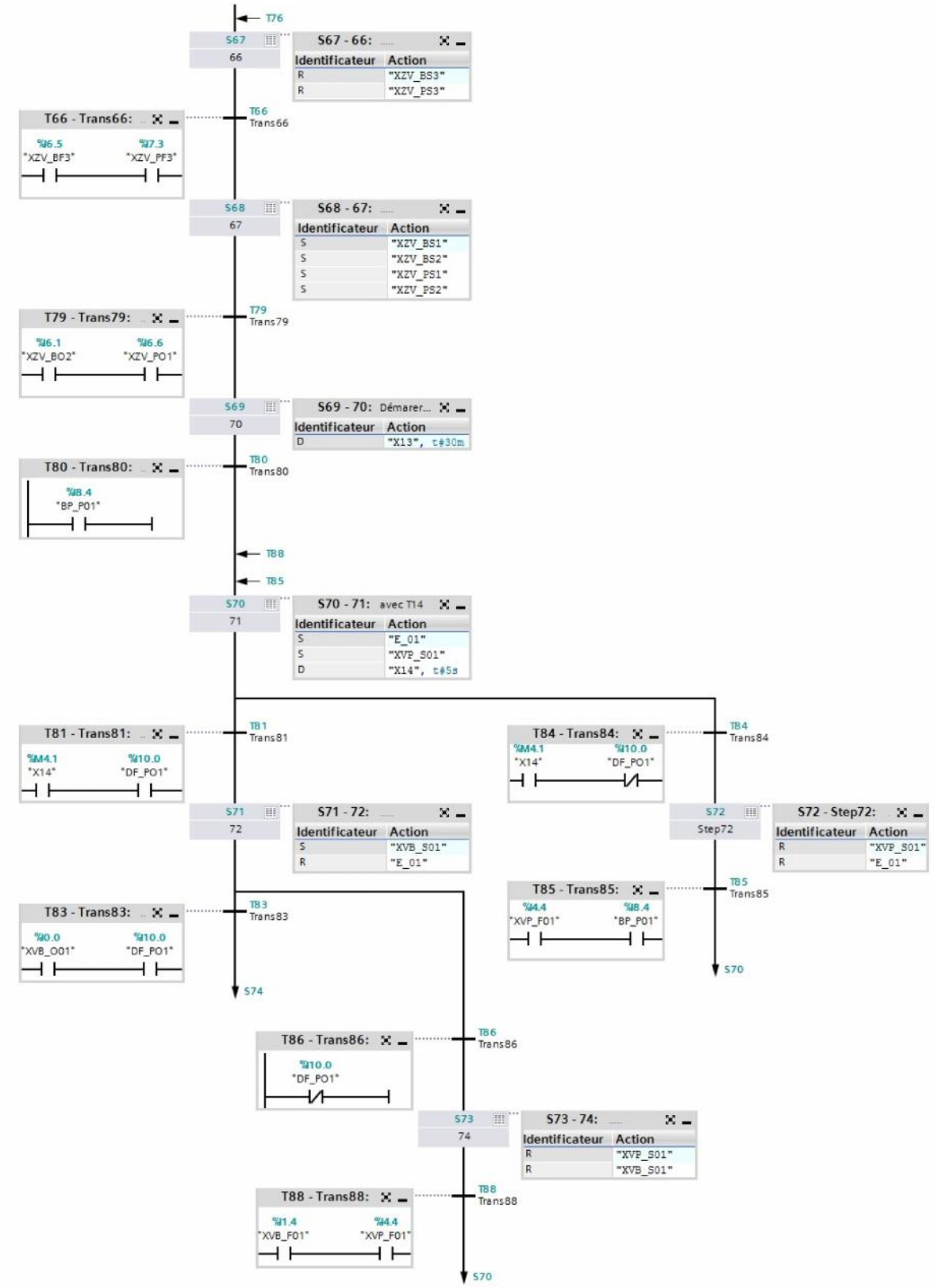
Test d’étanchéité de la 1ère vanne de sectionnement (ligne pilote)



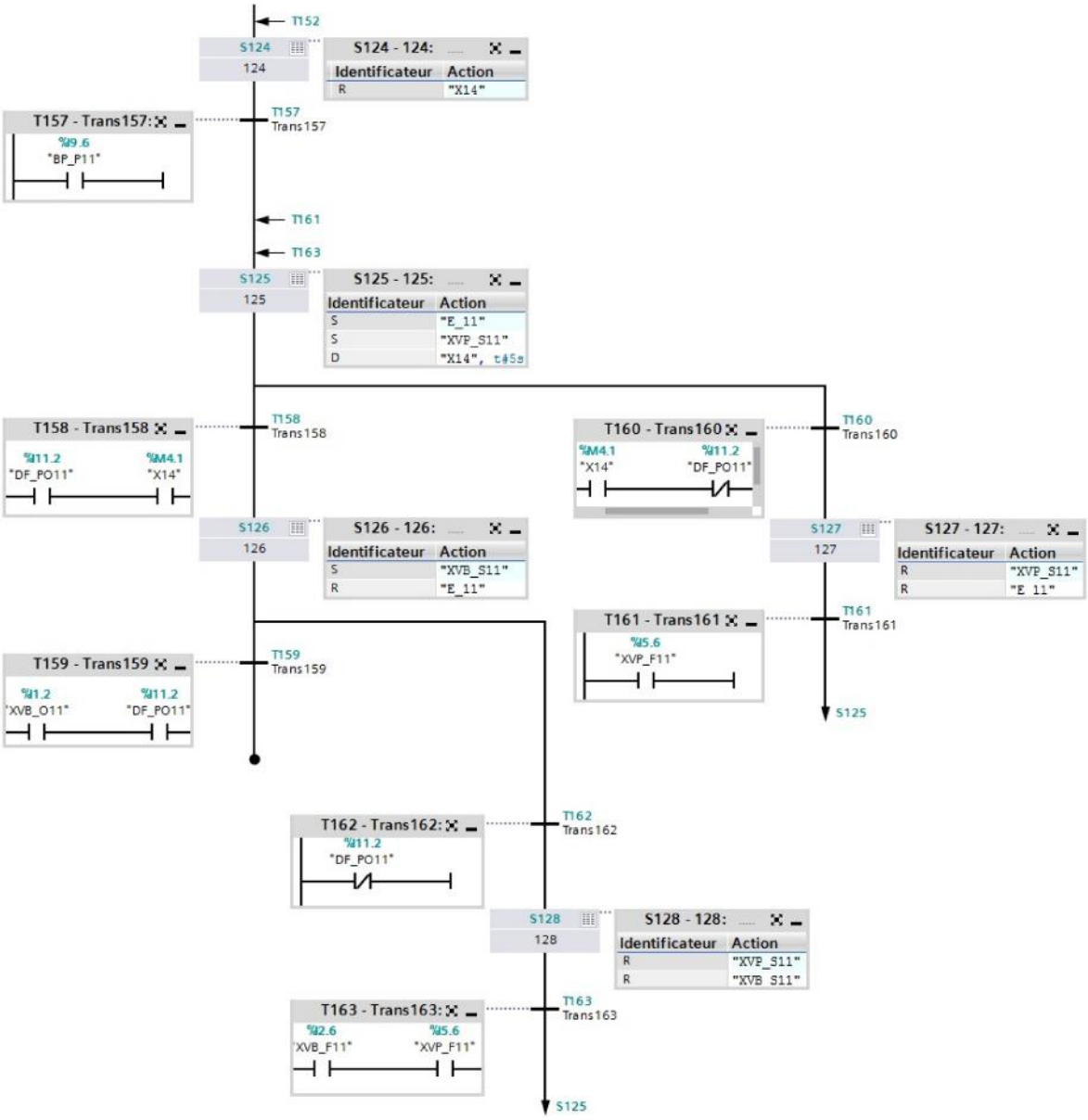
Test d’étanchéité de la vanne d’évent (ligne pilote)



Allumage du premier pilote et son bruleur :



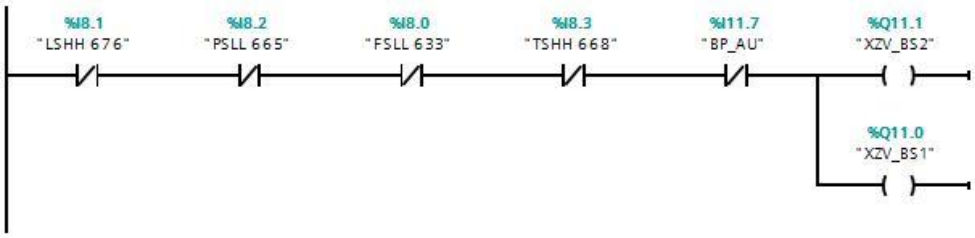
Allumage du 11éme pilote et son bruleur (dernière étape d’allumage)

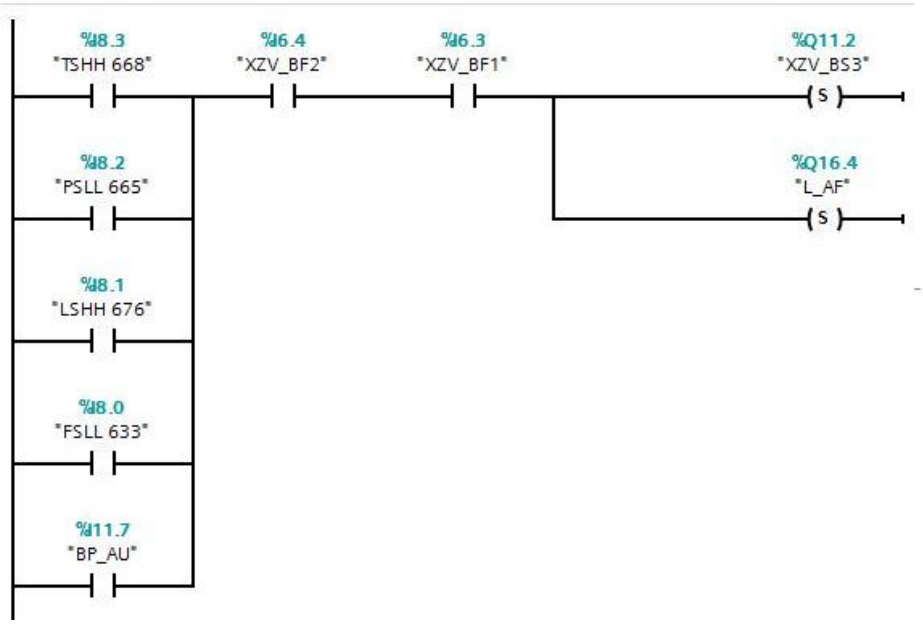


Réseaux du programme de déclanchement de l’alarme de très basse pression PSLL:

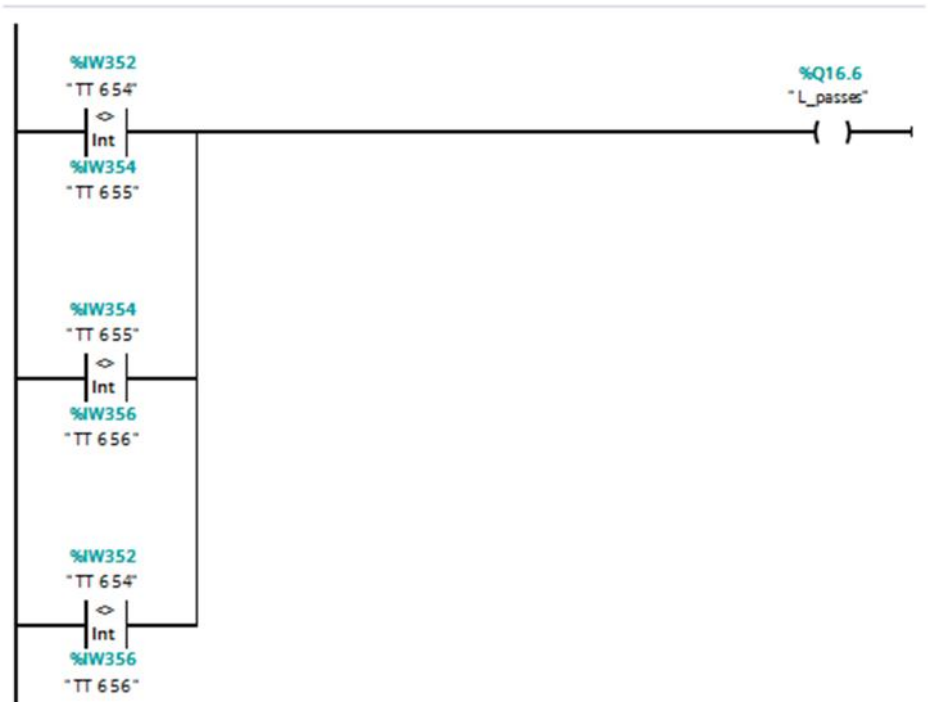
Réseaux du programme de déclanchement de l’alarme de haute température TSH :

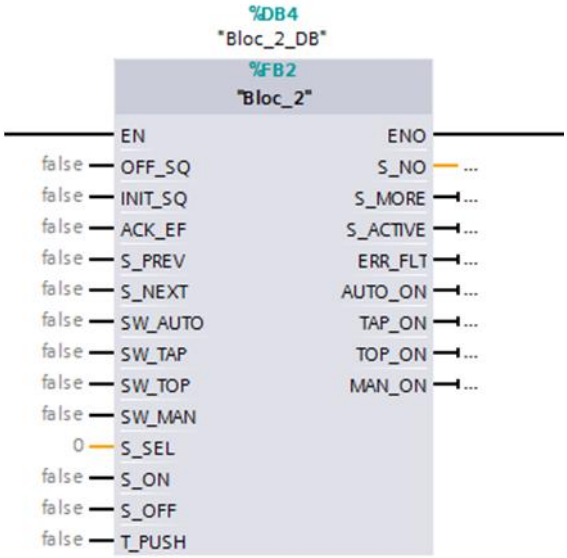
Réseaux du programme de déclanchement d’arrêt totale du four :





Réseaux du programme de déclanchement de l'alarme différence de température entre les passes :



Bloc de détection des flammes pilotes :

Bloc de la séquence de démarrage :