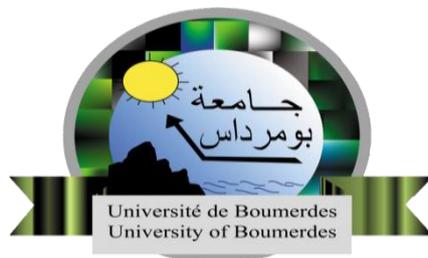


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Mémoire de Master

Présenté par :

Mlle : GHEZAL TAOUS.

Mlle : AGUENOU NESRINE.

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en

Génie Electrique

Option : Automatique

Thème :

**Développement d'une solution à logique
programmée pour le contrôle et la
surveillance des brûleurs**

| | Noms | Grade | UMBB |
|--------------------|---------------------------------|--------------|-------------|
| Président | BOURKACHE. N | MAA | UMBB |
| Rapporteurs | IKHLEF. Boualem | MAA | UMBB |
| Examineurs | M ^{lle} KHELOUAT. L | MAA | UMBB |
| | M ^{lle} BAN ABDELLAH.T | MAA | UMBB |

Dédicaces

Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime.

Je dédie ce modeste travail :

*A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, la plus belle à mes yeux, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montrée affection et compréhension à mon égard, le symbole de la tendresse, **ma mère** que j'aime.*

A l'homme de courage et de force à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, mon père que j'aime.

*A mes très chers frères **SAMIR, SOUFIANE et HAKIM** qu'ils m'ont fourni tous leur effort et moyen pour que je termine mes études.*

*A ma sœur **FATMA**.*

*A mon neveu **IYED**, et ma nièces **WIAME et KHADIDJA**.*

A ma grande mère.

*A toute ma grande famille **AGUENOU**.*

*A tous mes amis surtout **SOUMIA**.*

*A toute la promo de **MGE 15**.*

*A ma binôme **TAOUS** avec qui j'ai partagé les plus beaux moments durant notre cursus ainsi que toute se famille.*

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment.

AGUENOU NESRINE

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A mon très cher père qui m'a toujours souhaité
la réussite et le bonheur et qui m'a encouragé dans
tout mon cursus scolaire et universitaire,
à celle qui m'a tout donné sans rien attendre en retour
et j'espère que tu sois fière de ta fille.*

*A ma très chère maman
qui m'a permis de devenir ce que je suis aujourd'hui.*

A mes chers frères

HAKIM, SOFIANE, HAMID, SLIMANE

*Les épaules solides, les yeux attentifs compréhensifs
et les personnes les plus dignes de mon estime
et de mon respect*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te préserve
et procure santé et longue vie.*

A ma chère sœur SIHAM

Et à toute ma grande famille GHEZAL

*En témoignage de mon profond amour et respect, aux quels
je souhaite le succès et le bonheur.*

A mes chères amies surtout GHANIA

*A tous mes amis (ies), tous ceux que j'aime tous ce qui m'aimes et tous ceux
qui me sont chers*

sans oublier mes collègues d'études de section MGE 15 ma chère binôme

NESRINE

*Pour leur réconfort moral et sa famille
Et à la fin je dédie ce travail à moi-même*

GHEZAL.TAOUS

ملخص

ويتعلق هذا العمل دراسة تشغيل الموقد المرجل SPE كاب Djinet. عملنا هو في المقام الأول على فهم تشغيل الموقد وخارجها، والسيطرة على المستخدمة حاليا تقوم على منطق السلكية (البطاقات الالكترونية) ثم ترك النظام الآلي مع شركة سيمنز S7 PLC - 300 أكثر كفاءة وفائدة TIA البوابة V13، في النهاية سوف نقوم بتطوير منصة المراقبة على Wincc V13 التي من شأنها تسهيل مهمة الرقابة واتخاذ القرارات من قبل المشغل.

الكلمات المفتاحية : المرجل، الآلية، الرقابة.

RESUME

Ce travail concerne l'étude de fonctionnement d'un brûleur de la chaudière de SPE Cap Djinet.

Notre travail s'inscrit en première lieu à bien comprendre le fonctionnement d'un brûleur en marche et en arrêt, actuellement la commande utilisée est basée sur la logique câblée (les cartes électroniques) puis nous allons automatisé le système avec un API Siemens S7 -300 plus performant et avantageux sur le TIA Portal V13, en final nous allons développer une plateforme de supervision sur le Wincc V13 qui va simplifier la tache de contrôle et de prise de décision par l'operateur.

Mots clés :

Brûleur, automatisation, supervision.

ABSTRACT

This work concerns the study of the operation of a boiler burner of SPE Cap Djinet. Our work is in the first place to fully understand the operation of a burner on and off, currently the control used is based on wired logic (electronic boards) and then we will automate the system with a Siemens S7 API - 300 more efficient and advantageous on the TIA Portal V13, finally we will develop a platform of supervision on the Wincc V13 which will simplify the task of control and decision-making by the operator.

Key words:

Burner, Automation, supervision.



Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier vivement le bon dieu de nous avoir montré le bon chemin.

*Nous remercions profondément notre promoteur **Mr. Ikhelef** pour son guide professionnel, sa volonté durant toute cette période et l'intérêt constant qu'il a porté à ce travail et surtout ses remarques fructueuses.*

*Nos remerciements s'adressent également à notre CO - promoteur **Mr. Tiliouine** pour son orientation au niveau de la centrale de **Ras-DJENET**.*

Nous tenons aussi à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'assister notre travail.

Nos reconnaissances vont à tous qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser notre mémoire.



Sommaire

| | |
|---|---|
| Introduction générale..... | 1 |
| INTRODUCTION..... | 2 |
| I.1.Présentation de la centrale..... | 3 |
| I.1.1. Situation de la centrale | 3 |
| I.1.2. Historique | 3 |
| I.2. Description des différents équipements de la centrale..... | 3 |
| I.2.1. Générateur de vapeur (chaudière) | 3 |
| I.2.2. turbine..... | 4 |
| I.2.3.Le condenseur..... | 5 |
| I.2.4.les pompes | 6 |
| I.2.4.1. Les pompes d'extraction..... | 6 |
| I.2.4.2. Les pompes d'alimentations | 6 |
| I.2.5. Les réchauffeurs | 6 |
| I.2.5.1. Les réchauffeurs d'air | 6 |
| I.2.5.2. Les réchauffeurs de haute pression HP..... | 7 |
| I.2.5.3. Les réchauffeurs de basse pression BP | 7 |
| I.2.6. La bache alimentaire | 7 |
| I.2.7. Le dégazeur | 7 |
| I.2.8. Alternateur..... | 8 |

| | |
|---|----|
| I.3. les différents circuits auxiliaires électriques [1] | 8 |
| I.3.1.Salle de commande..... | 8 |
| I.3.2.Transformateur principal (TP) d'évacuation de l'énergie | 8 |
| I.3.3.Station de filtrage et de pompage | 9 |
| I.3.3.1.Filtration d'eau de mer..... | 9 |
| I.3.3.2.Pompage d'eau de mer..... | 9 |
| I.3.4. Station de dessalement | 9 |
| I.3.5.Station de déminéralisation | 10 |
| I.3.6.Station d'électro-chloration..... | 10 |
| I.3.7.Station d'hydrogène | 10 |
| I.4. Principe de fonctionnement de la centrale | 10 |
| Conclusion..... | 13 |
| Introduction | 13 |
| II.1.Description d'un brûleur..... | 13 |
| II.1.1.Brûleur à gaz | 14 |
| II.1.2.Brûleur à fuel | 15 |
| II.1.3.Brûleur d'allumage | 17 |
| II.1.4.Alimentation en air de l'installation..... | 17 |
| II.1.4.1.Air de refroidissement..... | 17 |
| II.1.4.2.Air de combustion | 17 |
| II.1.4.3.Air de commande | 17 |
| II.1.5. Surveillances des flammes | 17 |
| II.2. Description de la commande pour le fonctionnement du brûleur..... | 18 |
| II.2.1.fonctionnement Manuel | 18 |
| II.2.2.fonctionnement automatique..... | 18 |
| II.2.3.Transmission des ordres..... | 19 |
| II.2.3.1. Séquence d'allumage..... | 19 |

| | |
|--|----|
| II.2.3.2. Séquence d'arrêt et soufflage de brûleur | 20 |
| II.3 Instrumentation | 20 |
| II.3.1.les capteurs | 20 |
| II.3.1.1.Capteur de position (fin de course) | 20 |
| II.3.1.2.Capteur de pression | 21 |
| II.3.1.3.Détecteur de flamme | 23 |
| II.3.1.4.capteurs de débit..... | 23 |
| II.3.2. Pré-actionneur | 24 |
| II.3.2.1. Les distributeurs | 24 |
| II.3.2.2. Les relais | 24 |
| II.3.2.3. Les contacteurs | 25 |
| II.3.3. Les actionneurs | 25 |
| II.3.3.1. Les vérins pneumatiques | 25 |
| II.3.3.2. Les Vannes | 26 |
| II.3.4.L'électrovanne | 28 |
| Conclusion..... | 28 |
| Introduction | 28 |
| III.1 Définition | 29 |
| III.2 les concepts de base d'un GRAFCET | 29 |
| III.3 Niveaux de GRAFCET | 29 |
| III.3.1 GRAFCET niveau I..... | 29 |
| III.3.2 GRAFCET niveau II..... | 30 |
| III.3.3 GRAFCET niveau III | 30 |
| III.4 Hiérarchisation | 30 |
| III.4.1. Niveau de sécurité..... | 30 |
| III.4.2. Niveau de conduite | 30 |
| III.4.3. Niveau de commande | 30 |

| | |
|--|----|
| III.5 Le GEMMA | 31 |
| III.5.1 Définition..... | 31 |
| III.5.2 Pourquoi le GEMMA ?..... | 31 |
| III.5.3 Guide Graphique..... | 31 |
| I- Les rectangles états liés au FONCTIONNEMENT..... | 32 |
| II- Les rectangles états liés aux ARRÊTS..... | 33 |
| III- Les Rectangles État liés aux DÉFAUTS..... | 33 |
| III.6. Mise en équation | 33 |
| III.7. Modélisation du système | 34 |
| Conclusion..... | 37 |
| Introduction | 38 |
| IV.1 Définition d'un API | 38 |
| IV.2 Structure d'un API | 38 |
| IV.2.1 Structure Fonctionnelle | 38 |
| IV.2.2 Structure Matérielle | 39 |
| IV.3 Choix d'un automate..... | 39 |
| IV.4 Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés | 40 |
| IV.5 Présentation de l'automate S7-300..... | 40 |
| IV.5.1 Caractéristique de l'API S7-300..... | 40 |
| IV.5.2 Constitution de l'API S7-300 | 41 |
| IV.6. Logiciel de programmation « TIA PORTAL V13 »..... | 41 |
| IV.6.1 Présentation du logiciel | 41 |
| IV.6.2 Démarrer le TIA portail..... | 41 |
| IV.6.3 la conception d'un programme avec TIA Portal V13 | 42 |
| IV.6.4 Création d'un nouveau projet..... | 43 |
| IV.6.5 Configuration et paramétrage du matériel..... | 43 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| IV.6.6 | Compilation et chargement de la configuration matérielle | 45 |
| IV.6.7 | La création de la table des mnémoniques..... | 47 |
| IV.6.8 | Ecriture du programme..... | 47 |
| IV.6.9 | Test et validation du programme..... | 48 |
| IV.6.9.1 | Introduction sur le S7-PLCSIM..... | 48 |
| IV.6.9.2 | Etats de fonctionnement de la CPU | 48 |
| IV.6.10 | Test du programme | 49 |
| Conclusion..... | | 51 |
| Introduction | | 51 |
| V.1 | SIMATIC HMI [15] | 52 |
| V.2 | Définition de la supervision industrielle..... | 52 |
| V.3 | Avantage de la supervision..... | 52 |
| V.3.1 | Module de visualisation (affichage) | 52 |
| V.3.2 | Module d'archivage | 52 |
| V.3.3 | Module de traitement..... | 52 |
| V.3.4 | Module de communication | 53 |
| V.4. | Les logiciels de supervision | 53 |
| V.5. | Utilisation de WinCC (V13)..... | 53 |
| V.6 | Etapes de mise en œuvre | 53 |
| V.6.1 | Etablir une liaison directe | 53 |
| V.6.2 | Création de la table des variables | 53 |
| V.7 | Présentation de pupitre opérateur | 54 |
| V.8 | Constituants d'une vue | 54 |
| V.9 | Création de station HMI | 54 |
| V.10 | Les vues du projet..... | 55 |
| V.10.1 | Vue d'accueil | 55 |
| V.10.2 | Vue de pupitre de commande | 55 |

| | |
|------------------------------|----|
| V.10.3 Vue d'une phase | 56 |
| Conclusion..... | 56 |
| Conclusion générale | 57 |



Liste des abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

SONELGAZ : Société Nationale de l'Electricité et de Gaz.

KWU: KRAFTWERK-AG.

SGP: SIMMERING GRAZ PAUKER.

BP : Base Pression.

HP : Haute Pression.

MP : Moyenne Pression.

MT : Moyenne Tension.

BT : Base Tension.

TP : Transformateur Principal.

U.V : Ultraviolet.

I.R : Infrarouge.

V.S.E : Vérin Simples Effet.

V.D.E : Vérin Doubles Effet.

TOR : Tout Ou Rien.

A.P.I : Automate Programmable Industriel.

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

GEMMA : Guide d'Etude des Modes de Marche et d'Arrêt.

AU : Arrêt d'Urgence.

CA : Condition Active.

CD : Condition Désactive.

GS : Grafcet de Sécurité.

GC : Grafcet de Conduite.

GPN :Grafcet de Production Normale.

UC : Unité Centrale.

MPI : Interface Multipoint. .

PS : Module d'alimentation.

IM : coupleur.

CP : Les modules de communication.

FM : Les modules de fonctions.

CPU : Unité centrale.

SM : Les modules de signaux.

TIA: Totally Integrated Automation.

OB: Bloc d'Organisation.

FB : Bloc Fonctionnel.

FC : Fonction.

DB : Bloc de Données.

IHM: Interface Homme Machine.

Win CC: Windows Control Center.



liste des figures

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : Générateur de vapeur | 2 |
| Figure I.2 : Corps haute pression (HP)..... | 3 |
| Figure I.3 : Corps moyenne pression (MP)..... | 3 |
| Figure I.4 : Corps basse pression (BP)..... | 3 |
| Figure I.5 : Coupe longitudinale de la turbine..... | 4 |
| Figure I.6 : Schéma d'un condenseur..... | 4 |
| Figure I.7 : Réchauffeur rotatif..... | 5 |
| Figure I.8 : Vue d'un réchauffeur basse pression (BP)..... | 5 |
| Figure I.9 : Vue d'une bache alimentaire de la centrale..... | 5 |
| Figure I.10 : Schéma d'un dégazeur..... | 6 |
| Figure I.11 : Alternateur..... | 6 |
| Figure I.12 : salle de commande..... | 7 |
| Figure I.13 : Transformateur principal..... | 7 |
| Figure I.14 : station de pompage..... | 8 |
| Figure I.15 : Phases de production de l'énergie électrique..... | 9 |
| Figure I.16 : Chaîne de transformation de l'énergie..... | 9 |
| Figure I.17 : Schéma synoptique d'une tranche thermique..... | 10 |
| Figure I.18 : Schéma cycle eau-vapeur..... | 11 |
| Figure II.1 : Schéma d'un brûleur mixte gaz-fuel..... | 13 |
| Figure II.2 : Alimentation au gaz..... | 14 |
| Figure II.3 : Circuit d'alimentation des brûleurs au gaz..... | 14 |
| Figure II.4 : Alimentation au fuel..... | 15 |
| Figure II.5 : Circuit d'alimentation des brûleurs au fuel..... | 16 |
| Figure II.6 : L'armoire de regroupement des classeurs..... | 17 |
| Figure II.7 :Répartition schématique d'une commande d'un « Marche-Arrêt » du brûleur | 18 |
| Figure II.8 : Capteur de position (fin de course)..... | 21 |
| Figure II.9 : Un pressostat..... | 21 |
| Figure II.10 : Un manomètre..... | 22 |
| Figure II.11 : Détecteur de flamme..... | 22 |

| | |
|--|----|
| Figure II.12 : Diaphragme..... | 23 |
| Figure II.13 : Débitmètre à turbine..... | 23 |
| Figure II.14: Distributeur..... | 24 |
| Figure II.15: Un relai..... | 24 |
| Figure II.16: Des contacteurs..... | 24 |
| Figure II.17: Vérin pneumatique..... | 25 |
| Figure II.18 : Vérin simple effet..... | 25 |
| Figure II. 19: Vérin double effet..... | 25 |
| Figure II.20: Vanne régulatrice..... | 26 |
| Figure II.21 : Vanne fermeture rapide..... | 26 |
| Figure II.22: Electrovanne..... | 27 |
| Figure III.1: Les concepts de base d'un GRAFCET..... | 29 |
| Figure III.2 : Niveau de GRAFCET..... | 29 |
| Figure III.3 : Structure de hiérarchisation..... | 30 |
| Figure III.4. Structuration du GEMMA..... | 32 |
| Figure III.5. Les rectangles états liés au FONCTIONNEMENT..... | 33 |
| Figure III.6 : Les rectangles états liés aux ARRÊTS..... | 34 |
| Figure III.7: Les Rectangles État liés aux DÉFAUTS..... | 35 |
| Figure III.8 : GRAFCET..... | 35 |
| Figure III.9: GRAFCET de la commande d'allumage et d'arrêt d'un brûleur gaz-fuel..... | 40 |
| Figure IV.1: API SIEMENS S7-300..... | 45 |
| Figure IV.2 : Automate modulaire (Siemens)..... | 46 |
| Figure IV.3 : Structure interne d'un automate programmable industriel (API)..... | 47 |
| Figure IV.4 : Constitution de l'API S7-300..... | 48 |
| Figure IV.5 : Les langages de programmation..... | 48 |
| Figure VI.6: lancement de TIA portal en utilisant le menu Démarrer..... | 49 |
| Figure IV.7 : Lancement de TIA portal en utilisant le raccourci du bureau..... | 50 |
| Figure IV.8 : Organisation pour la création de projets sous STEP TIA Portal..... | 50 |
| Figure IV.9 : Création d'un nouveau projet..... | 51 |
| Figure IV.10 : Choix de la CPU..... | 52 |
| Figure IV.11 caractéristiques techniques de la CPU 314..... | 52 |
| Figure IV.12 les modules du châssis..... | 53 |
| Figure IV.13 : caractérisation techniques du module d'alimentation..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Figure IV.14 : Compilation et chargement de la configuration matérielle..... | 54 |
| Figure IV.15 : choix du mode et d'interface PG/PC..... | 54 |
| Figure IV.1 : la création de table mnémorique..... | 56 |
| Figure IV.17 : Fenêtre S7-PLCSIM en marche..... | 57 |
| Figure IV.18 : Activation la phase 12..... | 58 |
| Figure IV.19 : Activation de la phase 1..... | 59 |
| Figure IV.20 : Activation de la phase 7 et désactivation de la phase 1..... | 59 |
| Figure IV.21 : Visualisation du programme..... | 60 |
| Figure V.1 : La création de la station SIMATIC HMI..... | 58 |
| Figure V.2 : la liaison entre HMI et notre PLC..... | 58 |
| Figure V.3 : la vue d'accueil de présentation..... | 59 |
| Figure V.4 : la vue de pupitre de commande..... | 59 |
| Figure V.5 : la vue de fonctionnement d'un bruleur..... | 60 |



Introduction générale

Introduction générale

La vie moderne demande de plus en plus d'énergie électrique, cette dernière ne se trouve pas dans la nature sous une forme directement exploitable, elle s'obtient par conversion d'autres formes d'énergie telle que : l'énergie hydraulique, solaire, nucléaire, thermique, éolienne dans les centrales de production.

L'eau et sa vapeur jouent un rôle particulièrement important dans l'industrie de production de l'électricité Cap Djinet. Leurs propriétés thermodynamiques sont utilisées lors de la conception des composants de la centrale thermique (chaudière, turbine, pompe et condenseur).

▪ **Problématique**

La centrale thermique de Cap Djinet devient de plus en plus complexe comme tout autre système industriel.

La commande électrique et la surveillance des équipements de la centrale thermique s'effectuent actuellement par un système à base de la logique câblée présentant un inconvénient majeur pour la maintenance et l'entretien de ces équipements et de l'indisponibilité des cartes électroniques de rechange du circuit de commande, il nécessite d'adopter une solution de commande programmable adéquate.

▪ **Contrainte**

L'évolution rapide des nouvelles technologies a permis de contourner la plupart des difficultés rencontrées dans l'industrie, et a fourni plusieurs possibilités pour satisfaire les exigences et les critères demandés. Pour cela la centrale thermique a lancé le projet d'automatisation de ses groupes en remplaçant les dispositifs de commande classique basés sur la logique câblée par d'autres beaucoup plus performants et avantageux .ce serait certainement l'automate programmable industriel qui devient de nos jours le cœur de toute unité industrielle moderne.

▪ **Solution**

Les automates programmables industriels (A.P.I) permettent de commander les systèmes industriels avec plus de facilité d'exploitation. Le raccordement des capteurs de saisie d'informations se fait via les interfaces d'entrées. La commande est restituée aux actionneurs via les interfaces de sorties, afin d'effectuer les tâches souhaités suivant un programme d'utilisation écrit dans la mémoire d'une unité centrale (CPU). Donc ils rendent la commande des systèmes industriels plus fiables, performants et réduisent le temps de réalisation des opérations ainsi les coûts de la maintenance.

▪ **Développement de l'étude**

Dans notre projet de fin d'étude, notre objectif consiste à développer une solution a logique programmée pour le contrôle et la surveillance des brûleurs avec un automate programmable S7-300, pour cela on doit d'abord connaitre toutes les différentes structures du brûleur et les exigences de son fonctionnement pour identifier ses différentes phases de marche et arrêt.

Pour ce faire nous allons organiser le plan de notre mémoire de la façon suivante :

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation et principe du fonctionnement de la centrale.

Introduction générale

- Dans le deuxième chapitre, nous allons décrire le fonctionnement d'un Brûleur.
- Dans le troisième chapitre, nous passons à la modélisation du système à l'aide d'un GRAFCET.
- Au quatrième chapitre, nous développerons une solution programmable du Brûleur.
- Le dernier chapitre consistera à développer une solution de supervision avec le logiciel WinCC (V13)
- En fin, nous terminerons par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Présentation et principe de fonctionnement de la centrale



INTRODUCTION

La production de l'électricité en grande quantité est un enjeu majeur en vue de la consommation d'énergie toujours plus croissante, il faut donc assurer une production sûre, efficace et continue. Pour ce faire, l'homme a développé plusieurs modes de production de l'énergie électrique principalement : les centrales nucléaires, les centrales à combustibles fossiles et les centrales hydroélectriques.

Dans ce chapitre, on fera une présentation générale de la centrale thermique de CAP-DJINET, avec une description sommaire d'une tranche de production, des auxiliaires généraux et des auxiliaires électriques intervenant dans le cycle de production de l'énergie électrique.

I.1. Présentation de la centrale

I.1.1. Situation de la centrale

La centrale est située au bord de la mer à 65 km à l'est d'Alger près de la ville de RAS DJINET dans la willaya de BOUMERDES, et occupe une superficie de 35 hectares. Le choix de ce site s'est fait le bas des critères suivants :

- Proximité de la mer.
- Proximité de consommateurs importants situés notamment dans la zone industrielle de ROUIBA -REGHAIA.
- Possibilité d'extension.
- Conditions du sous-sol favorables ne nécessitant pas de fondations profondes.

I.1.2. Historique

La centrale a été construite par un consortium.

- Austro - Allemand: SIEMENS-KWU-SGP.
- SIEMENS (Autriche).
- KWU: KRAFTWERK-AG (RFA).
- SGP: SIMMERING GRAZ PAUKER (Autriche).

La première fourniture d'énergie électrique au réseau s'est effectuée le 17 juin 1986 [1].

Le calendrier de couplage des tranches au réseau est comme suit:

- 1^{ère} tranche : Décembre 1985.
- 2^{ème} tranche : Avril 1986.
- 3^{ème} tranche : Septembre 1986.
- 4^{ème} tranche : Décembre 1986.

I.2. Description des différents équipements de la centrale

Elle est composée de quatre (04) groupes d'une puissance de 176MW de chaque groupe avec une capacité totale de 704MW. La consommation totale des auxiliaires est environ 32MW, ce qui fait que la puissance nette fournie au réseau national est de 672MW [1].

Chaque groupe de la station est composé par [1], [2]:

- Générateurs de vapeur (chaudière).
- Turbines.
- Condenseur.
- Pompes.
- Réchauffeurs.

- Bâche alimentaire.
- Le dégazeur.
- Alternateur.

I.2.1. Générateur de vapeur (chaudière)

Un générateur de vapeur ou une chaudière est un appareil destiné à produire une quantité de vapeur d'eau bien déterminée sous certaines conditions de pression et de température.

Il est caractérisé par :

- * Capacité de vaporisation : 530 t/h.
- * Pression de sortie des surchauffeurs : 154 bars.
- * Température de vapeur surchauffée : 540 °C.
- * Pression de sortie surchauffée : 34 à 37 bars de ballon chaudière.
- * Température de vapeur resurchauffée : 540 °C.
- * Température d'eau d'alimentation : 246°C.



Figure I.1 : Générateur de vapeur.

Les générateurs de vapeur sont de type à circulation naturelle avec chambre de combustion pressurisée et avec réchauffage.

L'alimentation en combustible se fait par huit brûleurs répartis en quatre niveaux sur la façade avant de chaque générateur de vapeur.

Chaque générateur de vapeur comprend :

- Des tubes porteurs.
- Un surchauffeur primaire (convection).
- Un surchauffeur secondaire (rayonnement).
- Un surchauffeur tertiaire (convection).
- Un resurchauffeur.
- Un ballon et un économiseur.
- Trois refroidisseurs par eau.
- Deux ventilateurs de recyclage assurant la régulation de température de la resurchauffe.
- Deux ventilateurs de soufflage assurant le débit d'air nécessaire à la combustion.

I.2.2. turbine

C'est l'élément le plus essentiel dans la centrale, elle transforme l'énergie thermique contenue dans la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre, le travail mécanique obtenu sert à entraîner l'alternateur, elle comporte six (06) soutirages qui alimentent trois (03) réchauffeurs (BP), et deux (02) réchauffeurs (HP) et la bâche alimentaire. Les rotors de la turbine et de l'alternateur sont accouplés rigidement.

La turbine de la centrale est composée de trois (03) corps qui sont :

a) Corps haute pression HP

Il est à simple flux avec un soutirage S6 qui alimente les réchauffeurs à hautes pression HP6.

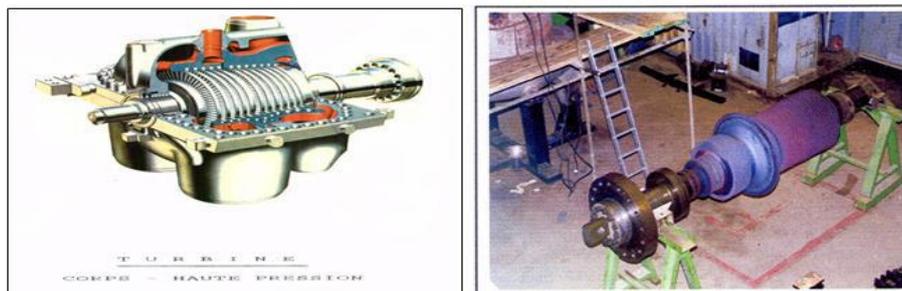


Figure I.2: Corps haute pression (HP).

b) Corps moyenne pression MP

Il est à double flux avec deux soutirages S4 et S5. Le soutirage S4 alimente la bêche alimentaire et le soutirage S5 alimente le réchauffeur haut pression HP5.

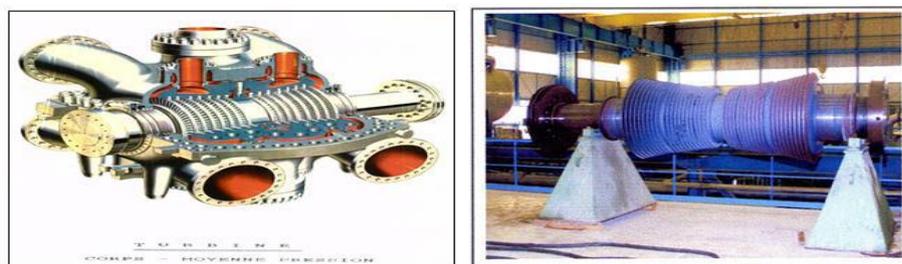


Figure I.3: Corps moyenne pression (MP).

c) Corps basse pression BP

Il est à double flux avec trois (03) soutirages S1, S2 et S3. L'entrée de ce corps est liée directement avec le corps MP par une conduite. Le soutirage S1 alimente le 1er réchauffeur BP, le soutirage S2 alimente le 2ème réchauffeur BP et le soutirage S3 alimente le 3ème réchauffeur BP.

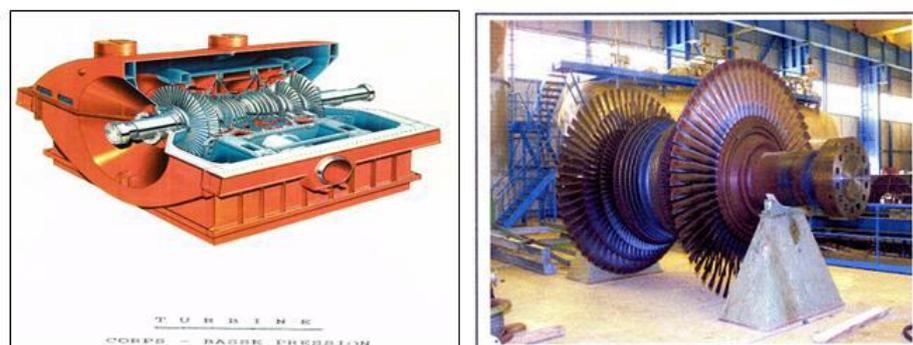


Figure I.4: Corps basse pression (BP).

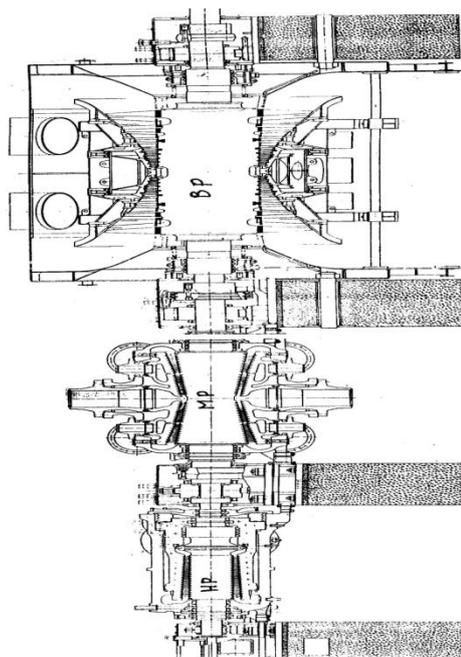


Figure I.5: Coupe longitudinale de la turbine.

I.2.3. Le condenseur

Son rôle est d'assurer la condensation de la vapeur évacuée du corps BP de la turbine par la circulation de l'eau de mer de refroidissement dans les 14850 tubes en titane contenu dans le condenseur.

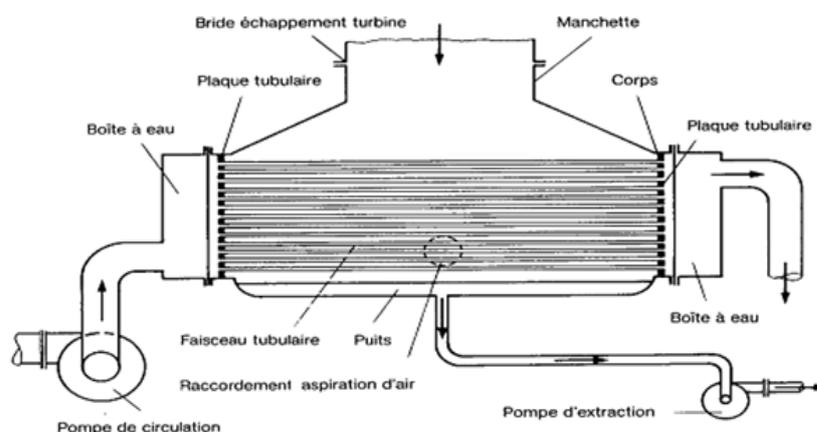


Figure I.6: Schéma d'un condenseur.

I.2.4. les pompes

I.2.4.1. Les pompes d'extraction

Son rôle est d'acheminer l'eau condensée (condensât) jusqu'à la bêche alimentaire en traversant les trois (03) réchauffeurs basse pression (BP), les réfrigérants d'été, le condenseur de buées ainsi que les éjecteurs de service.

On trouve deux (02) pompes par groupe, l'une en marche et l'autre en réserve en cas de panne, avec une tension de 63 KV et une puissance de 300 KW.

I.2.4.2. Les pompes d'alimentations

Elles ont pour rôle d'aspirer l'eau de la bache alimentaire pour refouler dans le réservoir de la chaudière en traversant les réchauffeurs haute pression (HP) et l'économiseur du générateur de vapeur.

I.2.5. Les réchauffeurs

I.2.5.1. Les réchauffeurs d'air

Le réchauffeur d'air de la centrale est du type rotatif (LINJUSTROM), ce réchauffeur est une masse métallique de forme circulaire en rotation selon un arbre verticale, qui se trouve alternativement plongée dans le gaz chaud et dans l'air à réchauffer, parmi les avantages de ce réchauffeur est l'accélération des réactions de combustion et diminution de l'encrassement par réduction des suies de fait d'une combustion plus complète.



Figure I.7: Réchauffeur rotatif.

I.2.5.2. Les réchauffeurs de haute pression HP

Ces réchauffeurs ont un rôle de réchauffage de l'eau d'alimentation qui est pompée par des pompes d'alimentaires de la bache alimentaire vers le ballon chaudière, dans la centrale sont **HP5** et **HP6**.

I.2.5.3. Les réchauffeurs de basse pression BP

Le rôle de ces trois réchauffeurs BP est de réchauffer le condensat avant l'arrivée de la bache alimentaire, ils sont alimentés par les soutirages qui viennent du corps de la turbine.



Figure I.8 : Vue d'un réchauffeur basse pression (BP).

I.2.6. La bache alimentaire

Elle constitue la réserve d'eau en charge au corps d'aspiration des pompes d'alimentaires.



Figure I.9: Vue d'une bache alimentaire de la centrale.

I.2.7. Le dégazeur

Le dégazeur a pour rôle d'éliminer les gaz agressifs tel que l'oxygène et le gaz carbonique dissout dans l'eau alimentaire afin de protéger les installations telles que la chaudière. L'élimination des gaz agressifs se fait par l'évaporation des gaz dissout dans l'eau par l'augmentation de la température.

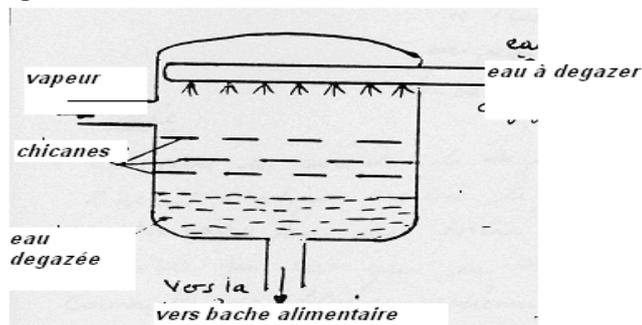


Figure I.10: Schéma d'un dégazeur.

I.2.8. Alternateur

L'alternateur a pour fonction principale l'absorption de la puissance fournie par la turbine comme une énergie mécanique et la rendre comme une énergie électrique exploitable.



Figure I.11 : Alternateur.

I.3. les différents circuits auxiliaires électriques [1]

Les auxiliaires électriques sont situés à l'intérieur de deux (02) bâtiments à cinq (05) niveaux situés entre deux chaudières. On trouve :

- * Niveau 5,15m : salle de câble.
- * Niveau 8,35m : tableaux MT BT.

- * Niveau 11,65m : salle de câble.
- * Niveau 14,75m : batteries, redresseur et salle électrique.
- * Niveau 18,65m : salle de commande.

I.3.1.Salle de commande

Les quatre (04) groupe de production d'électricité sont contrôlés et réglés, chacun à partir d'un pupitre dans une salle de commande. Il existe deux (02) salles de commande et chacune comprend :

- * Deux pupitres de conduite et de signalisation des alarmes électronique.
- * Deux tableaux verticaux où se trouvent les organes de commande et les appareils d'enregistrement.
- * Un tableau synoptique, qui schématise les auxiliaires électriques et les tableaux relatifs au service communs.
- * Un équipement de supervision d'analyse d'incidents.



Figure I.12: salle de commande.

I.3.2.Transformateur principal (TP) d'évacuation de l'énergie

Chaque alternateur est raccordé, par des gains à un transformateur élévateur (15,5KV – 235KV) d'une puissance de 220MVA à travers un disjoncteur compteur.



Figure I.13 : Transformateur principal.

I.3.3.Station de filtrage et de pompage

L'aménée d'eau de mer s'effectue à partir de trois canalisations indépendantes de 3m de diamètre chacune, dont la prise est située à 900m au large.

I.3.3.1. Filtration d'eau de mer

La filtration d'eau de mer s'effectue en deux étapes :

- 1) Une première filtration s'effectue au niveau des grilles à grappins pour stopper et récupérer les gros déchets et organisme arrivant avec l'eau de mer, tel que : Moules, oursins ;...
- 2) Une deuxième filtration s'effectue au niveau des tambours filtrant pour la récupération des organismes des petites tailles, qui n'ont pas pu être stoppés par les grilles à grappins.

I.3.3.2. Pompage d'eau de mer

Le pompage s'effectue dans des puis situés après la station de filtrage par trois groupes de pompes différents pour les besoins du central :

- 1) Pompes d'alimentation en eau de mer de refroidissement.
- 2) Pompes d'alimentation en eau de mer pour les unités de dessalement.
- 3) Pompes d'alimentation en eau de mer pour la station d'électro-chloration.



Figure I.14 : station de pompage.

I.3.4. Station de dessalement

Cette station comporte quatre (04) unités identiques et indépendantes d'une capacité unitaire de 500m³/jour qui a pour besoin d'alimenter la chaudière en eau.

Le principe utilisé est la distillation multi flash ou l'eau se vaporise brutalement (FLASH).

Après plusieurs flashes successifs la vapeur condensée (eau pure) est récupérée et stockée dans deux (02) réservoirs de 2700m³ chacun.

I.3.5. Station de déminéralisation

L'eau arrive de la station de dessalement vers la station de déminéralisation et passe par deux (02) citernes contenant des tubes remplis de substances chimiques introduits à l'intérieur, ont pour rôle principal l'absorption des minéraux pour obtenir une eau déminéralisée prête à l'utilisation dans le Circuit eau-vapeur par la suite.

Elle contient deux (02) chaînes de déminéralisation d'un débit de 40m³/h pour chacune qu'ils ont pour but le traitement de l'eau pour la rendre à des conditions parfaites ou :

- * La conductivité électrique = 0.1μs au max (presque nulle).
- * Le PH = 7.
- * La teneur en silice < 0.2mg/l.

Le stockage d'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs de 1500 m³ chacun.

I.3.6. Station d'électro-chloration

La chloration de l'eau de mer permet de préserver l'équipement traversé par l'eau de mer contre la prolifération d'organismes marins.

Elle se fait par l'injection de l'hypochlorite de sodium, la production est assurée par une station d'électro-chloration (par électrolyse de l'eau de mer d'une capacité de 150kg/h de chlore actif).

I.3.7. Station d'hydrogène

C'est une station pour produire l'hydrogène et le comprimer dans des bouteilles qui est utilisé pour refroidir l'alternateur.

I.4. Principe de fonctionnement de la centrale

Dans une centrale thermique à vapeur, la production de l'énergie électrique comporte les trois phases principales suivantes:

- La transformation de l'énergie chimique du combustible en énergie calorifique de la vapeur dans la chaudière.
- La transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique par la turbine.
- La transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique par l'alternateur.

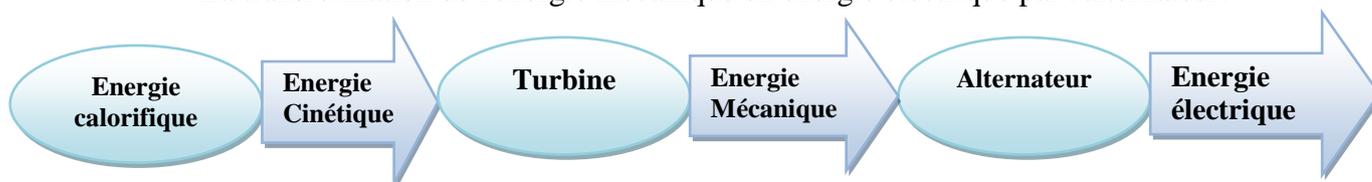


Figure I.15 : Phases de production de l'énergie électrique.

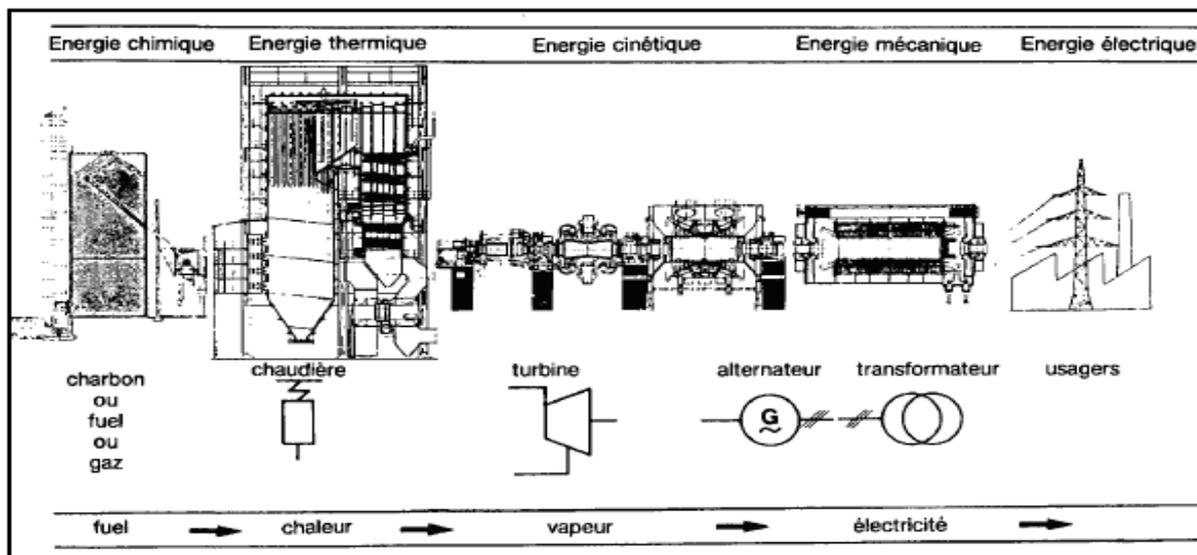


Figure I.16 : Chaîne de transformation de l'énergie.

Durant le cycle eau vapeur La pompe d'extraction aspire l'eau du puits du condenseur qui est à 33°C et 0.05bars, la refoule à une pression environ 16bars vers les réfrigérants d'hydrogène; en passant par trois (03) réchauffeurs basse pression BP1, BP2, BP3; pour augmenter la température

d'eau par le système des soutirages du corps basse pression de la turbine et sera acheminée jusqu'à la bêche alimentaire en traversant le dégazeur qui chasse l'oxygène contenu dans l'eau. L'eau étant à 151°C et 4.7bars, deux (02) pompes alimentaires l'aspirent de la bêche alimentaire et la refoule à une pression de 175bars pour alimenter le ballon chaudière qui est suspendu à une hauteur d'environ 50 mètre, avant qu'elle arrive au ballon chaudière, elle passe par deux (02) réchauffeurs à haute pression (HP5, HP6) pour atteindre 246°C et 172bars et l'économiseur pour augmenter encore sa température jusqu'à 350°C et 160bars.

Par gravité l'eau descend par les quatre (04) colonnes de descentes en bas de la chaudière où se trouve le collecteur. L'eau alimente directement les écrans vaporisateurs ou elle s'évapore par exposition à la chaleur fournie par l'allumage des brûleurs. Le mélange sous forme d'émulsion eau-vapeur remonte vers le ballon, par différence de densité et par effet de circulation naturelle la vapeur produite dans ces écrans occupera la partie supérieure du ballon chaudière alors que l'eau occupe la partie inférieure. Cette vapeur produite est toujours humide (420°C) pour la rendre sèche, elle traverse trois (03) surchauffeurs pour augmenter sa température, à sa sortie atteindra les (540°C) elle devient une vapeur sèche.

Cette vapeur surchauffée sera introduite dans le corps haute pression de la turbine (HP) à une température de (540°C) et une pression d'environ (155bars), elle sort du corps (HP) à une température de (350°C) et une pression de (38bars) d'où a subi une grande détente, pour qu'elle atteigne encore une fois les (540°C), elle doit passer par la suite dans deux (02) resurchauffeurs avant qu'elle soit dirigée dans le corps moyen pression (MP) d'où elle sort à une pression de (4.7bars) et une température de (290°C). Ensuite, celle-ci se dirige vers le corps basse pression (BP) où elle se détend complètement, se retrouvant à une pression (0.05bars) et une température de (33°C). Après avoir accompli sa fonction dans le corps basse pression (BP) se dirige directement vers le condenseur qui est relié au corps basse pression (BP), à la fin de cycle la vapeur se condense dans le condenseur par l'effet d'échange de chaleur par courant inverse avec l'eau de mer en circuit ouvert indépendant de la vapeur rejetée par le corps basse pression (BP). L'eau de mer est refoulée par les pompes de circulations qui se trouvent dans la station de pompage. La vapeur condensée est récupérée dans le puits du condenseur et le cycle eau-vapeur recommence [1].

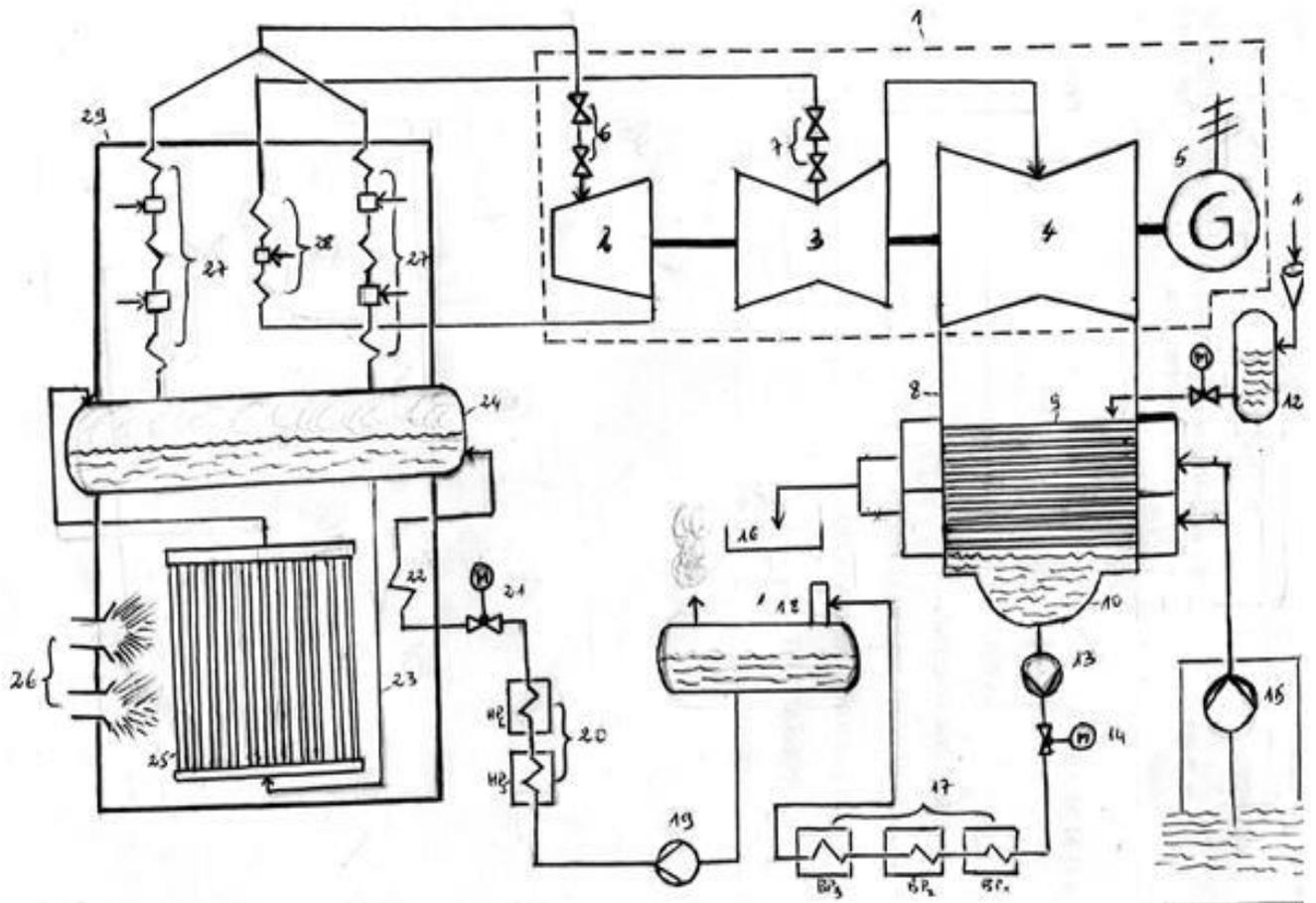


Figure I.17: Schéma cycle eau-vapeur.

Légende schéma cycle eau-vapeur :

- 1- Groupe turbo-alternateur.
- 2- Turbine corps HP (haute pression).
- 3- Turbine corps MP (moyenne pression).
- 4- Turbine corps BP (basse pression).
- 5- Alternateur.
- 6- Ensemble vanne d'arrêt/soupapes régulatrices HP.
- 7- Ensemble vanne d'arrêt/soupapes régulatrices MP.
- 8- Condenseur.
- 9- Tubes condenseur en titane (14850 tubes).
- 10- Puits du condenseur.
- 11- Station dessalement + déminéralisation.
- 12- Bâche tampon.
- 13- Pompes d'extraction.
- 14- Vanne régulatrice niveau condenseur.
- 15- Station de pompage + pompes de circulation.
- 16- Canal de rejet.
- 17- Poste de réchauffage basse pression (BP1+BP2+BP3).
- 18- Bâche alimentaire-dégazeur.

- 19- Pompes alimentaires.
- 20- Poste de réchauffage HP (HP5+HP6).
- 21- Vanne régulatrice niveau ballon chaudière (soupape alimentaire).
- 22- Economiseur.
- 23- Colonnes de descente pour alimentation des tubes écran.
- 24- Ballon chaudière.
- 25- Tubes écran/vaporisateur.
- 26- Brûleurs (Nbre 8).
- 27- Surchauffeurs N° 1, 2, 3 + désurchauffeurs.
- 28- Resurchauffeurs N° 1, 2 + désurchauffeurs.
- 29- Chaudière ou générateur de vapeur.

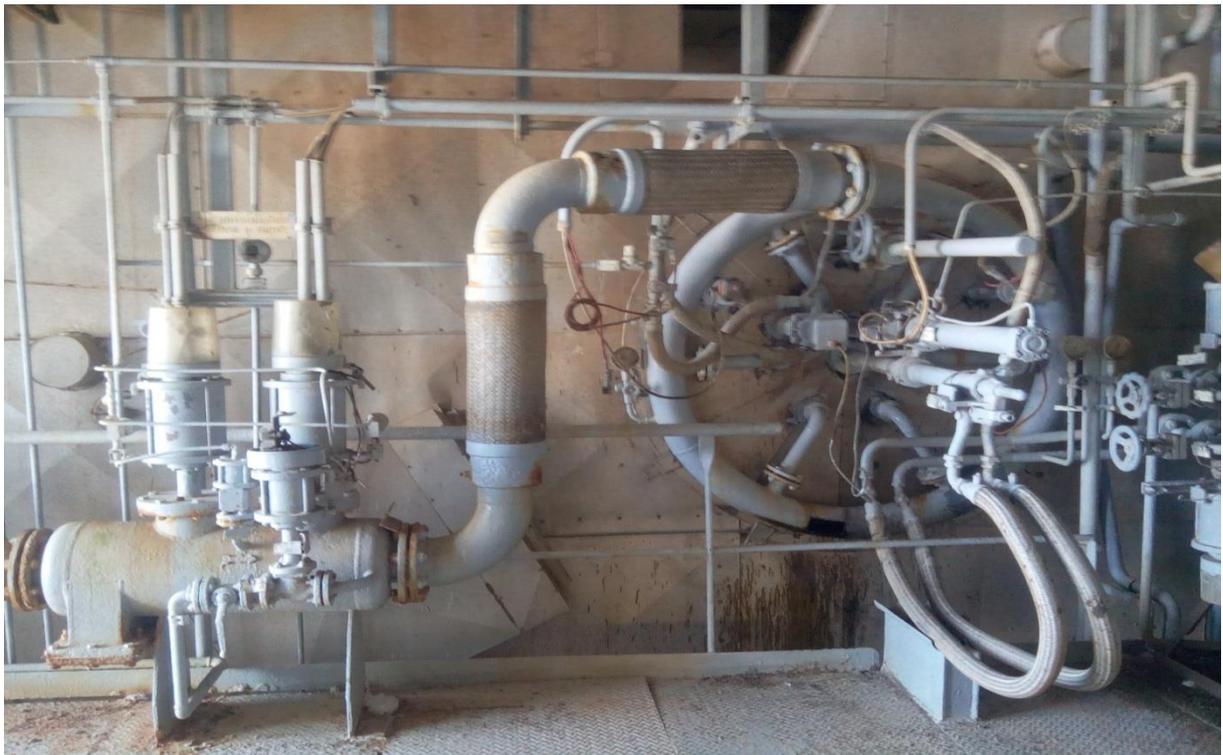
Conclusion

Dans cette partie nous avons présenté les équipements ainsi que leurs rôles respectifs de la centrale thermique de Ras-DJINET. On a fait ressortir tous les différents constituants qui rentrent dans le cycle de production d'énergie électrique.

Le prochain chapitre sera consacré à une étude plus détaillée de description et de fonctionnement d'un brûleur.

CHAPITRE II

Description et fonctionnement d'un brûleur.



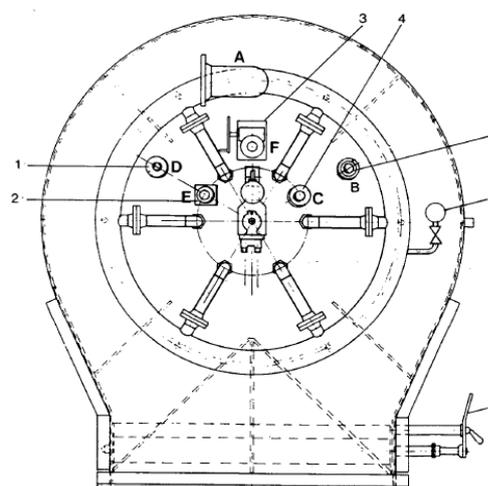
Introduction

Dans l'exploitation des tranches de production d'électricité, de nombreux processus thermiques et électriques doivent se dérouler suivant le programme fixé à l'avance et dans un ordre chronologique correct.

Dans ce chapitre, nous allons décrire le brûleur qui est un appareil destiné à mélanger un combustible et un comburant et à en assurer la combustion et présenter la commande utilisée pour son fonctionnement pour transférer la technologie de l'électronique câblée vers la technologie programmée avec un automate programmable.

II.1.Description d'un brûleur

Les brûleurs sont des élément de la chaudière. Ils ont pour rôle d'assurer une bonne combustion d'un mélange constitué d'un comburant (air) et de combustible (gaz ou fuel), dans des conditions parfaites. Ils sont placés sur la face avant d'une chaudière (la chambre de combustion) [1].



1-Tube regarde.

2-Brûleur d'allumage.

3-Elément de commande de turbulence.

4-Cellule photo-électrique.

5-Détecteur de flamme.

6-Manomètre.

7-Clapet d'air primaire.

Figure II.1: Schéma d'un brûleur mixte gaz-fuel.

II.1.1.Brûleur à gaz

Les brûleurs à gaz naturel sont conçus comme des brûleurs multi lances et moufle à distributeur annulaire à gaz.

❖ Alimentation en gaz

Le gaz naturel arrive du poste de détente principale à une pression de 6bars au niveau de la conduite principale (NN30). Ensuite il passe par deux (02) autres conduites (NN40) et (NN50) qui alimente chacune une rampe de brûleurs.

- La conduite NN40 alimente les brûleurs 1, 2, 3 et 4 par les conduites NN61, NN62, NN63, NN64 respectivement.
- La conduite NN50 alimente les brûleurs 5, 6, 7 et 8 par les conduites NN65, NN66, NN67, NN68 respectivement.

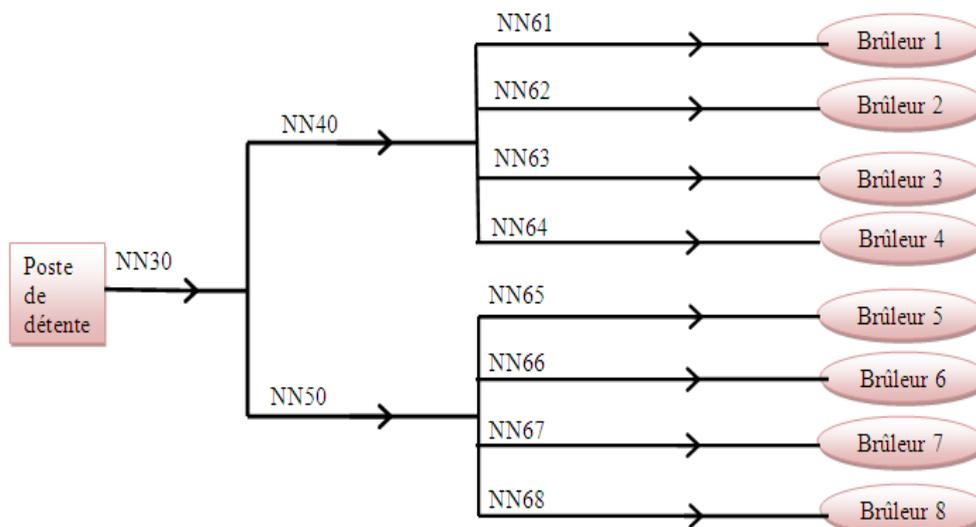
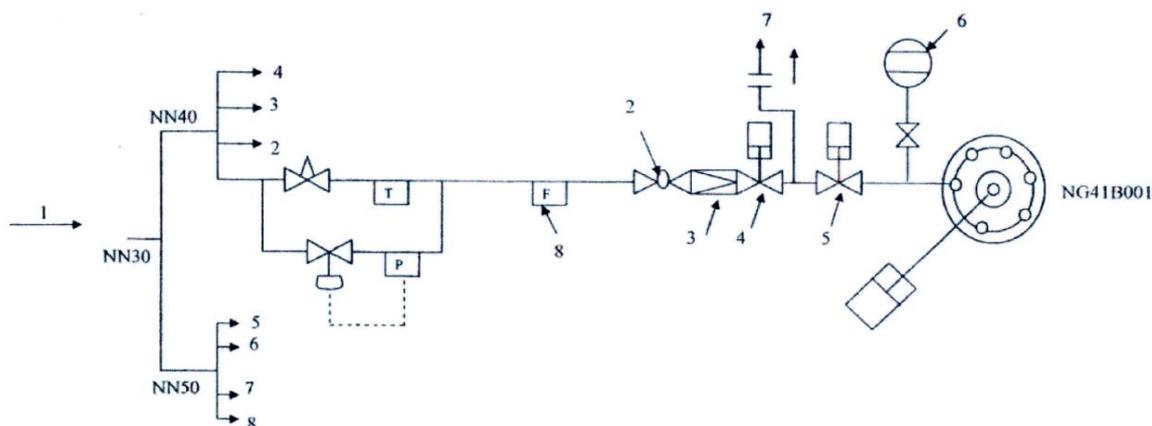


Figure II.2 : Alimentation au gaz.

❖ Les Caractéristiques d'alimentation au gaz

- Débit gaz naturel : $5700\text{nm}^3/\text{h}$.
- Débit minimal : $1200\text{nm}^3/\text{h}$.
- Pression : 6bars.



- | | |
|--|---|
| 1-Gaz naturel. | 5- Vanne fermeture rapide pneumatique (NN61S002). |
| 2-Vanne de fermeture rapide. | 6- Manomètre. |
| 3-Filtre (séparateur d'impuretés). | 7-Détente. |
| 4-Vanne fermeture rapide pneumatique (NN61S001). | 8-Compteur à gaz. |

Figure II.3 : Circuit d'alimentation des brûleurs au gaz.

II.1.2.Brûleur à fuel

Le brûleur étant conçu pour un fonctionnement mixte, le fuel est utilisé en cas de coupure de gaz, il est pulvérisé mécaniquement à l'intérieur de la chambre de combustion à travers la lance de fuel qui est montée dans l'axe du brûleur.

❖ Alimentation au fuel

Le fuel arrive à la chaudière à travers la conduite principale NM10. Ensuite il est distribué à chaque brûleur à travers les conduites NM11 jusqu'à NM18. Le retour du fuel est assuré par les conduites NM21 jusqu'à NM28 qui sont reliées à la conduite principale NM30, à travers la conduite NM31 pour les brûleurs 1 à 4, et à travers la conduite NM32 pour les brûleurs 5 à 8.

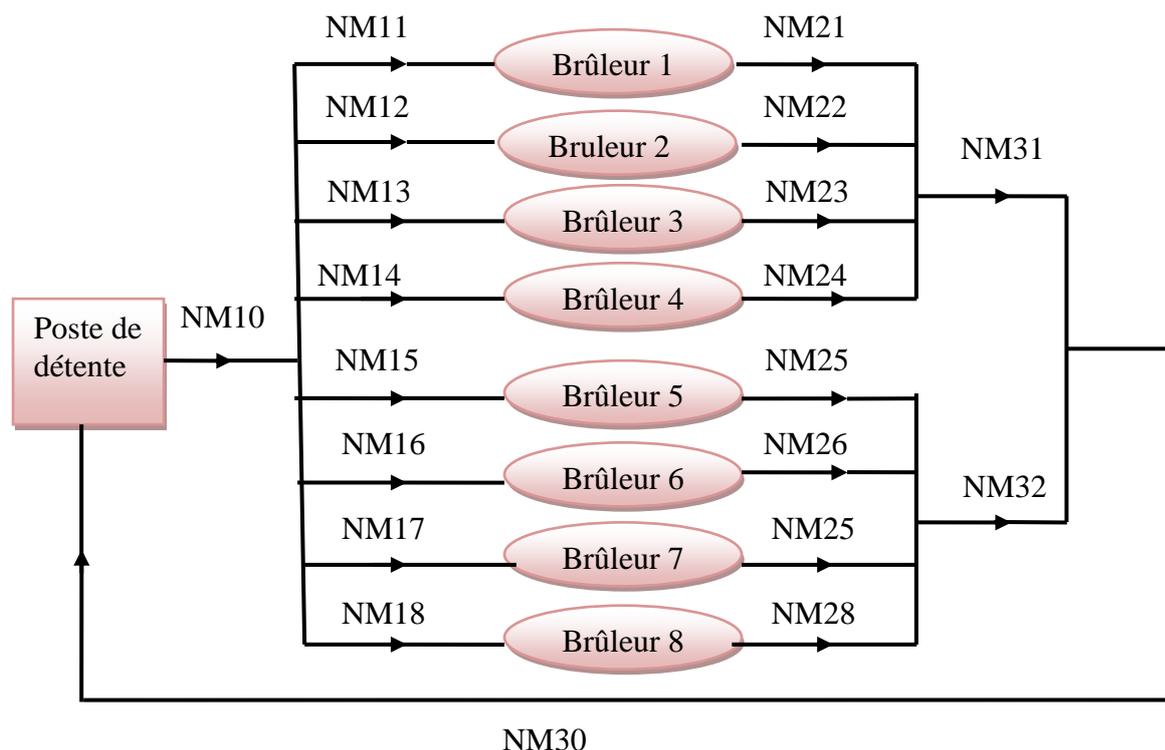
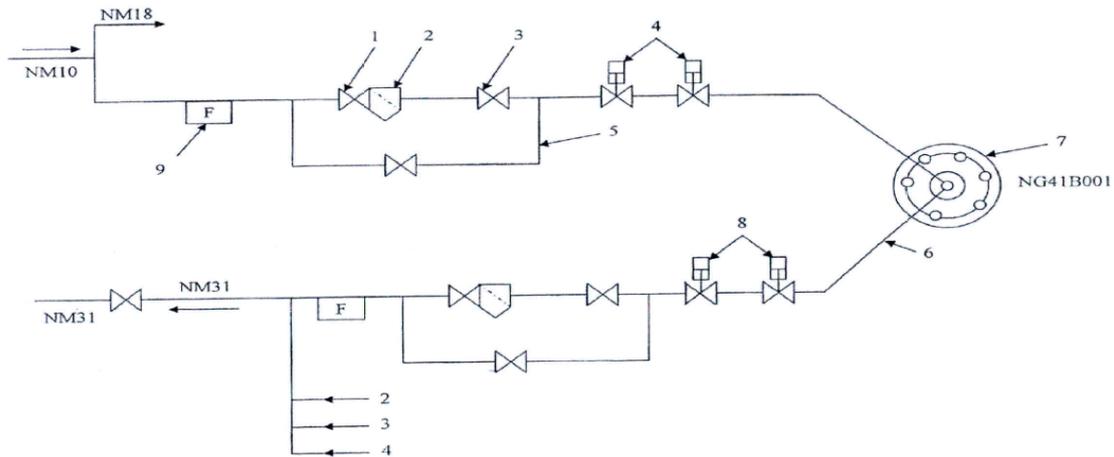


Figure II.4 : Alimentation au fuel.

❖ Caractéristique d'alimentation au fuel

- Pression : 40bars.
- Débit : 7000 l/h.



- | | |
|--|--|
| 1-Soupape d'arrêt. | 6-Retour fuel. |
| 2-Filtre. | 7-Brûleur. |
| 3-Soupape d'arrêt. | 8-Vanne de fermeture rapide pneumatique. |
| 4-Vanne de fermeture rapide pneumatique. | 9-Compteur arrivée fuel. |
| 5-Dérivation. | |

Figure II.5 : Circuit d'alimentation des brûleurs au fuel.

La marche de toutes une centrale thermique au fuel est en fait seulement prévue en cas de besoin et ce lors d'une perte complète de l'alimentation en gaz. Le fonctionnement au gaz de l'installation doit toujours être préféré et ce pour les raisons suivantes :

- a) Du point de vue technique :
 - Approvisionnement plus simple en gaz.
 - Ménagement de l'installation.
- b) Du point de vue économique :
 - Le fuel est plus cher.
 - Le système est plus complexe (quantité de pompes et de filtres beaucoup plus importante).

II.1.3.Brûleur d'allumage

Le brûleur d'allumage est prévu pour l'allumage du brûleur principal, le combustible utilisé est soit le gaz naturel ou le propane.

II.1.4.Alimentation en air de l'installation

Le phénomène de combustion nécessite la présence d'air, selon le besoin d'utilisation on distingue trois (03) types d'airs.

II.1.4.1.Air de refroidissement

Deux (02) ventilateurs d'air de refroidissement (NK11D001) et d'air d'allumage (NK12D001) sont prévus pour l'alimentation en air du contrôleur de flamme, du brûleur d'allumage, et de la lance du brûleur au fuel.

II.1.4.2.Air de combustion

L'air comburant est admis pour la combustion par deux ventilateurs de soufflage (NG21D001) et (NG22D001) en passant par les préchauffeurs d'air à vapeur, puis par le

réchauffeur d'air rotatif. Il absorbe la chaleur contenue dans la fumée et sa température augmente jusqu'à 330C°, l'air chauffé arrive aux brûleurs par les gaines qui sont équipées par des dispositifs de mesure du débit (NG41F001) et des registres (clapets) de réglage (NG41S001).

II.1.4.3. Air de commande

L'air de commande alimente toutes les vannes pneumatiques à fermeture rapide et le dispositif de glissement de la lance fuel avec une pression de 7bars. Ces vannes se ferment (position de sécurité) lors du manque d'air de commande du réseau.

II.1.5. Surveillances des flammes

Les flammes sont surveillées par des détecteurs de flammes, qui fonctionnent en cas de non allumage et en cours de marche, ils provoquent la fermeture du robinet d'arrivée de combustible au brûleur.

❖ Brûleur au gaz

Pour la détection de flamme avec service au gaz, une cellule aux rayons ultraviolets est prévue.

❖ Brûleur au fuel

Une cellule à infrarouge est utilisée pour la détection de flamme du brûleur au fuel.

❖ Brûleur d'allumage

Le brûleur d'allumage utilise une veilleuse qui est surveillée par un système d'ionisation.

II.2. Description de la commande pour le fonctionnement du brûleur

Les brûleurs sont commandés par un dispositif électronique qui provoque automatiquement certaines actions à la suite de certaines sollicitations et cela suivant un processus logique fixé à l'avance. Les diverses composantes électroniques de cet automatisme sont reliés entre eux et regroupés dans des armoires. Grâce aux différentes cartes, on a pu décortiquer les conditions d'activations et de désactivations des phases de marche et d'arrêt.



Figure II.6 : L'armoire de regroupement des classeurs.

La commande est effectuée selon un schéma logique avec les cartes électroniques FK11 et FS11 qui assurent les différentes opérations.

La carte principale FK11 génère deux (02) ordres de programme principaux (marche ou arrêt) deux (02) modes de fonctionnement (manuel ou automatique).

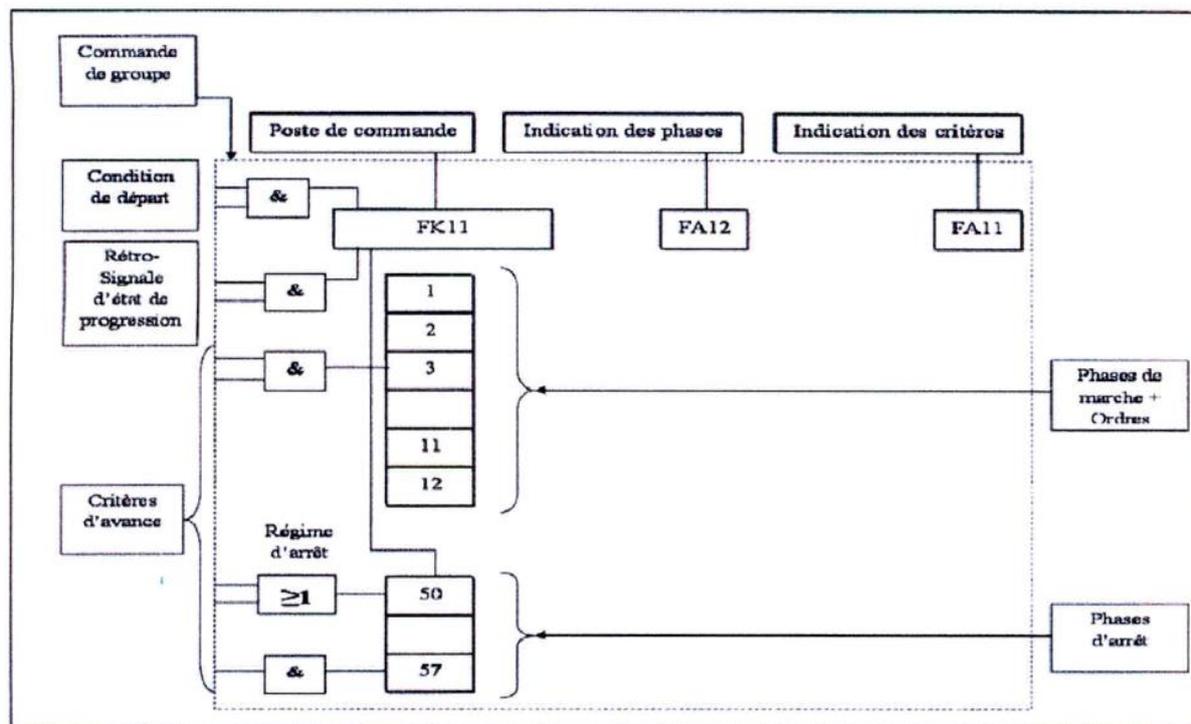


Figure II.7 : Répartition schématique d'une commande d'un « Marche-Arrêt » du brûleur.

II.2.1.fonctionnement Manuel

Dans le fonctionnement manuel, la commande automatique qui dépend de la partie commande d'ordre est bloquée et neutralisée, tous les interventions relatives à une commande sont effectuées à la main, sur le plan de commande d'entraînement après contrôle des critères.

II.2.2.fonctionnement automatique

Dans le fonctionnement automatique, la séquence des ordres de marche du programme dépend des critères d'avance qui sont produits par un générateur de critères dans l'installation. L'activation d'une phase effectuée après la validité des critères génère les ordres de la commande de la phase suivante préparée pour la mise en activation, une fois que cette phase est réalisée, la phase précédente est désactivée et le programme se déroule de la même manière, phase après phase.

Cette commande automatique ne fonctionne qu'après la sélection d'un programme régime mise en marche ou d'arrêt.

II.2.3.Transmission des ordres

La carte FK11 génère deux (02) ordres de programme principaux à partir de départ :

*Ordre de programme mise en arrêt.

*Ordre de programme mise en marche.

Ces deux ordres de programme sont envoyés à deux (02) chaînes de phases. L'ordre choisi libère la chaîne qui convient et bloque l'autre chaîne.

-La première chaîne concerne la libération marche qui contient douze (12) phases :

- Les phases 1 et 12 pour le fonctionnement gaz et fuel.
- Les phases : 2, 3, 4, 5,6 pour la sélection fuel.
- Les phases : 7, 8, 9, 10,11 pour la sélection gaz.

-La deuxième chaîne concerne la libération d'arrêt, elle contient neuf (9) phases :

- Les phases : 50, 51, 52, 53, 54, 54A, 55, 56,57.

II.2.3.1. Séquence d'allumage

Avant le démarrage des brûleurs il faut ventiler les conduites de gaz via la purge d'air, cela se fait par un programme de balayage.

a- Brûleur au fuel

Avant le démarrage du brûleur, il faut débloquer le circuit fuel et vérifier les critères suivants :

- La pression fuel dans NM31P002 comprise entre 20 bars et 29 bars.
- La pression gaz d'allumage dans NK40P004 supérieure à 250mbar.
- La pression d'air d'allumage dans NK40P001 comprise entre 120mbar et 140mbar.
- La pression d'air de commande dans US90P001 supérieure à 3mbar.

Une fois ces critères réalisés, on pourra allumer le brûleur comme suit:

- Ouvrir manuellement les vannes de transfert NM31S001 /NM31S008.
- Régler manuellement la pression d'allumage à 8bars au moyen de la vanne de réglage NM31S002.
- Actionner le bouton poussoir de démarrage.

Ce qui provoque les opérations suivantes :

- La lance à fuel avance.
- Le registre d'air se met à la position d'allumage.
- Le brûleur d'allumage démarre.
- En cas de signal d'ionisation accompli, les vannes à fermeture rapide de fuel s'ouvrent.
- La vanne de transfert se ferme.
- Le système de réglage débit fuel passe au réglage automatique de la pression.

Les vannes à fermeture rapide de fuel ne restent ouvertes que pendant une durée comprenant le temps de remplissage plus le temps de sécurité (environ 10 secondes). Si pendant ce temps une flamme se forme, elle est détectée par le contrôleur de flamme, les vannes à combustible restent ouvertes et le brûleur est en service.

b- Brûleur au gaz

Quand la signalisation (balayage fin) apparaît les signalisations :

- Libération chaudière marche.
- Libération gaz NN40.
- Libération programme brûleur.

Le brûleur s'allume en actionnant sur le bouton poussoir de démarrage, ce qui provoque :

- Le clapet d'air est mis en position d'allumage.
- Ouverture de la vanne NN71S001 et détente des conduites en amont du brûleur.
- Mise en service le brûleur d'allumage.

Après l'exécution de ces conditions préliminaires, la vanne de régulation de gaz NN40S001 se trouve en position réglage de pression, les vannes de gaz fermeture rapide s'ouvrent pour cinq (05) secondes, tandis que la vanne concernée NN71S001 se ferme, si pendant ce temps une flamme contrôlable par le détecteur de flamme se forme, les vannes du combustible restent ouvertes et le brûleur est en marche.

II.2.3.2. Séquence d'arrêt et soufflage de brûleur

Tout arrêt manuel voulu du brûleur déclenche une séquence automatique d'opération de soufflage à condition :

* Qu'il reste au moins un brûleur à fuel ou à gaz en service ou bien la chaudière prête à l'allumage,

* La pression d'air de soufflage supérieure au minimum (US80 P002),

* La pression d'air de commande supérieure au minimum (US90 P001).

Une fois ces conditions remplies :

* Le registre de réglage d'air se met en position d'allumage,

* La lance du brûleur avance,

* Le brûleur d'allumage démarre,

* La vanne de soufflage principale s'ouvre.

Si ces opérations sont terminées, les vannes de nettoyage s'ouvrent pour trois minutes pour souffler la lance du brûleur.

II.3. Instrumentation

II.3.1. les capteurs

Les capteurs sont des éléments qui transforment une grandeur physique (position, distance, vitesse, température, pression, etc.) d'une machine ou d'un processus en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande.

Un capteur est caractériser par :

- Son étendue de mesure qui correspond aux limites des variations de la grandeur à mesurer.
- Sa précision qui est l'incertitude absolue de la grandeur mesurée,
- Sa sensibilité qui est la plus petite variation de la grandeur mesurée qu'il est capable de détecter.

II.3.1.1. Capteur de position (fin de course)

Les capteurs de position sont des capteurs de contact (figure II.8). Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.

Les interrupteurs de positions électromécaniques sont actionnés par contact direct avec un objet [9].

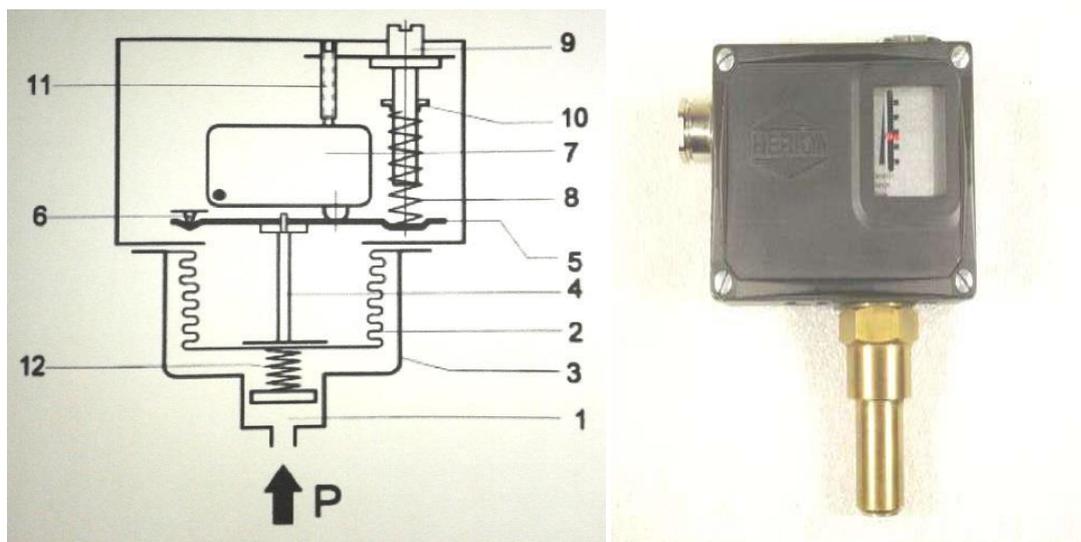


Figure II.8 : Capteur de position (fin de course).

II.3.1.2. Capteur de pression

***Pressostat** : c'est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée, de la pression d'un fluide. Il convertit le signal d'entrée (pression) en un signal de sortie. Le principe de fonctionnement de pressostat est comme suit (figure II.9).

La pression appliquée à la membrane sensible produit une force qui s'exerce sur une tige retenue par un ressort. La tige se déplace pour actionner les commutateurs. Lorsque la pression diminue à nouveau, la tige revient à sa position initiale et le pressostat [3].



- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| 1- Raccord de pression. | 7- Elément de communication. |
| 2- Soufflet de mesure. | 8- Ressort de valeur de consigne. |
| 3- Boîtier du capteur. | 9- Vis de réglage. |
| 4- Tige-poussoir. | 10- Ecrou mobile. |
| 5- Pont de mesure. | 11- Vis d'ajustage de micro-rupteur. |
| 6- Pointes de logement. | 12- Ressort de contre-pression. |

Figure II.9: Un pressostat.

***Manomètre** : c'est un appareil destiné à mesurer la différence de pression entre le contenu dans une enceinte fermée, et la pression atmosphérique, il convertit le signal d'entrée (pression) en un signal de sortie. Son plage de mesure varie de 0.6 à 4 K bar. Il utilise le tube de bourdon comme corps d'épreuve qui est un élément constitué d'un tube métallique en forme d'arc de cercle maintenu par l'extrémité. Cette extrémité est soumise à la pression à mesurer.

Lors d'arrivée du gaz par le rapport du tube, il exerce une pression à l'intérieur du tube. Le tube alors se déforme et son extrémité libre se déplace entraînant l'aiguille indicatrice de pression. Ce déplacement est proportionnel à la pression à mesurer [9].



Figure II.10 : Un manomètre.

II.3.1.3. Détecteur de flamme

Les détecteurs de flamme sont des détecteurs optiques à infrarouge (IR) ou ultraviolet (UV). Ces détecteurs réagissent au rayonnement modulé émis par les flammes, les rayons infrarouges ou ultraviolets sont décelés par des cellules photorésistantes.



Figure II.11: Détecteur de flamme.

II.3.1.4. capteurs de débit

***Diaphragme** : Il s'agit d'un disque percé en son centre, réalisé par le matériau compatible avec le liquide utilisé. Le diaphragme concentrique comprime l'écoulement du

fluide, ce qui engendre une pression différentielle de part et d'autre de celui-ci. Il en résulte une haute pression en amont et une basse pression en aval, proportionnelle au carré de la vitesse d'écoulement. C'est le dispositif le plus simple, le moins encombrant et le moins coûteux [9].

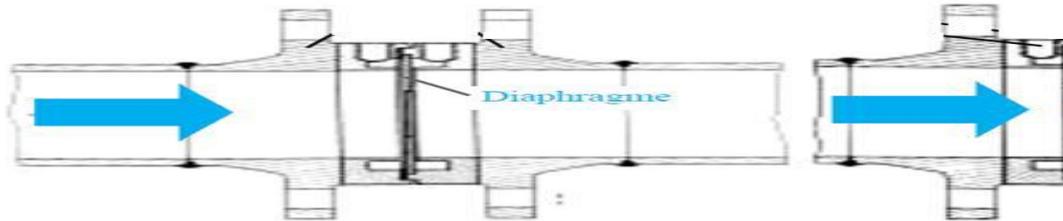


Figure II.12 : Diaphragme.

***Débitmètre à turbine**

L'écoulement du fluide entraîne la rotation d'une turbine (rotor à plusieurs ailettes, reposant sur des paliers) placée dans la chambre de mesure. La vitesse de rotation du rotor est proportionnelle à celle du fluide, donc au débit volumique total. La vitesse de rotation est mesurée en comptant la fréquence de passage des ailettes détectées à l'aide d'un bobinage (un aimant permanent est parfois solidaire de l'hélice) [3].



Figure II.13 : Débitmètre à turbine.

II.3.2. Pré-actionneur

Les pré-actionneurs font partie de la chaîne d'action d'un système automatisé. Ils sont les éléments intermédiaires entre la Partie Commande et la Partie Opérative. Ils distribuent, sur ordre de la partie commande, l'énergie de puissance aux actionneurs.

II.3.2.1. Les distributeurs

Les distributeurs sont l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression, à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou pneumatique.

Ils permettent de :

- Contrôler le mouvement de la tige d'un vérin ou la rotation d'un moteur hydraulique ou pneumatique.
- Choisir le sens de circulation d'un fluide.
- Démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide.



Figure II.14: Distributeur.

II.3.2.2. Les relais

Les relais est un composant électrique réalisant la fonction d'interfaçage entre un circuit de commande, généralement bas niveau, et un circuit de puissance alternatif ou continu (Isolation galvanique).

Un relais est constitué d'une bobine qui lorsqu'elle est sous tension attire par un phénomène électromagnétique une armature ferromagnétique qui déplace des contacts.

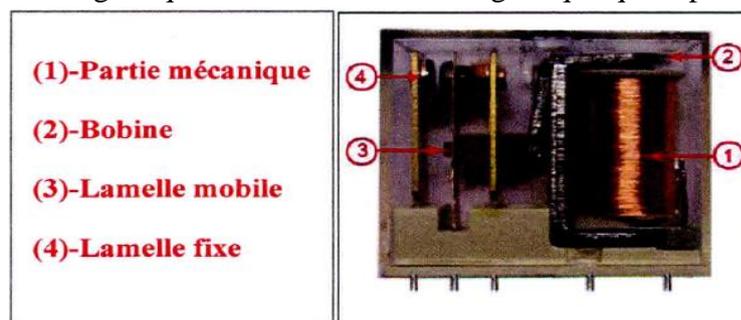


Figure II.15: Un relais.

II.3.2.3. Les contacteurs

Les contacteurs sont des relais électromagnétique particuliers, peuvent commuter de fortes puissances (plus de 50 kW) grâce à un dispositif de coupure d'arc électrique, qui comporte un ou plusieurs contacts auxiliaires.



Figure II.16: Des contacteurs.

II.3.3. Les actionneurs

Un actionneur est un organe de la partie opérative qui transforme les ordres de la partie commande en actions, ces actions peuvent êtres mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques.

II.3.3.1. Les vérins pneumatiques

Ils sont des actionneurs linéaires qui transforment l'énergie d'air comprimé en énergie mécanique (mouvement avec effort). Ils peuvent soulever, pousser, tirer, bloquer.

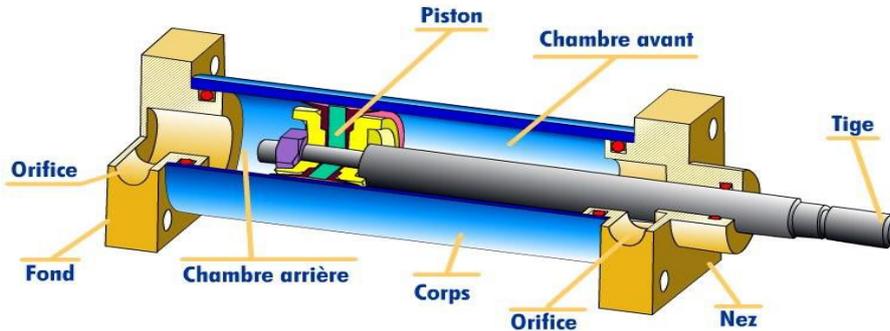


Figure II.17: Vérin pneumatique.

On peut distinguer selon le mode d'action de la tige des vérins à simple et à double effet.

a- Vérin à simple effet (V.S.E)

L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action d'air sous pression. le retour est effectué par un ressort, charge, pas par l'air comprimé. L'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement

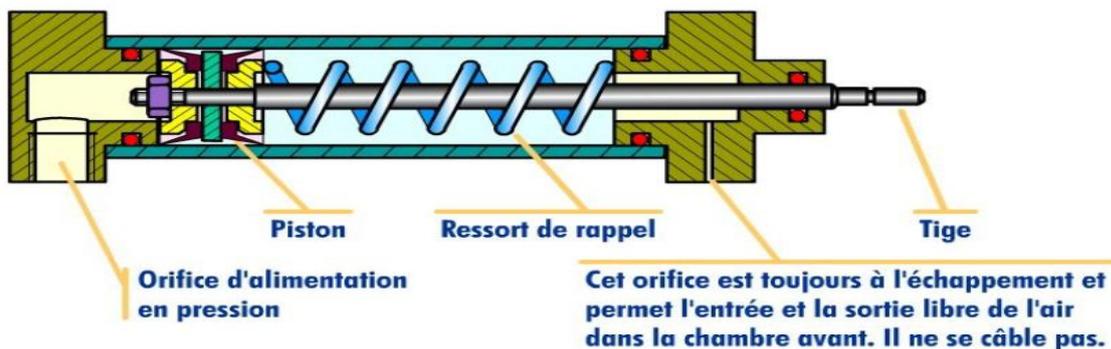


Figure II.18 : Vérin simple effet.

b- Vérin à doubles effet (V.D.E)

Dont l'ensemble tige piston se déplace dans les deux sens sous l'action d'air sous pression (air comprimé). L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige).



Figure II. 19: Vérin double effet.

II.3.3.2. Les Vannes

La vanne est un dispositif de réglage commandé par un volant (manuellement) ou à distance par un signal électrique ou pneumatique. Dont le rôle est d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide) dans une tuyauterie.

A- Les vannes régulatrices

Ce sont des vannes électriques commandées par un signal venant du régulateur .Elles peuvent prendre toutes les positions intermédiaires ouvertes ou fermées. On traduit ceci en termes de course de clapet de 0% à 100%.

Une vanne de régulation est composée de trois parties; le corps où circule le débit du fluide à contrôler, le servomoteur où s'exerce la commande, et l'arcade reliant ces parties [9].

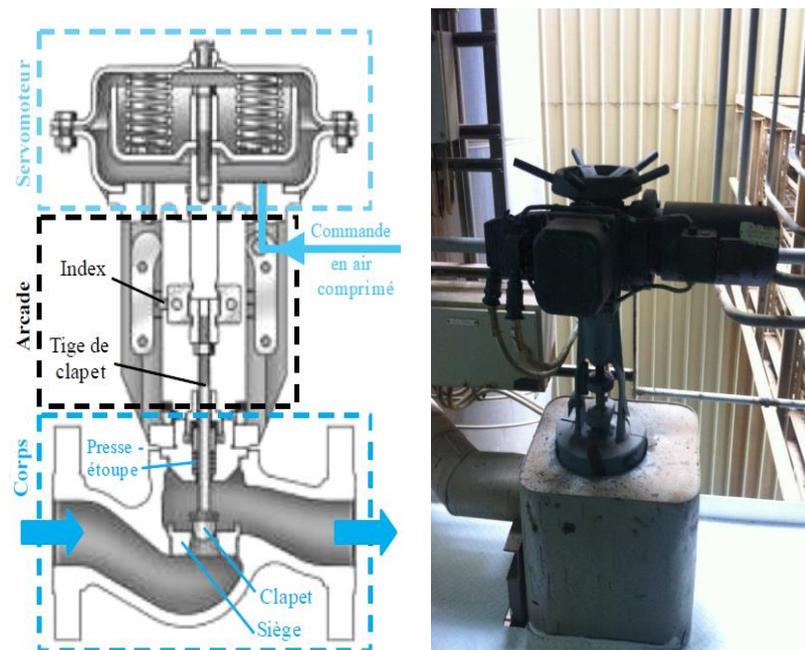


Figure II.20: Vanne régulatrice.

B- Les vannes fermeture rapides (TOR pneumatique)

la vanne tout ou rien (TOR) ne peut prendre que deux positions (ouvert ou fermé), on traduit en termes de course de clapet 0% ou 100%.Son rôle principal est d'assurer des fonctions de sécurité et utilité.



Figure II.21 : Vanne fermeture rapide.

On peut distinguer des vannes TOR pneumatiques simple effet et double effet.

***Les vannes pneumatiques simples effet**

Une pression d'air comprimé permet de libérer ou de bloquer la canalisation. L'air comprimé est admis ou non dans le servomoteur de la vanne grâce à une électrovanne dite vanne de commande.

***Les vannes pneumatiques doubles effet**

Dont le servomoteur est muni de 2 chambres ou se développer la pression permettant ainsi à la vanne de s'ouvrir ou de se fermer. L'air comprimé à 1.4 bar donc orienté au niveau de l'électrovanne à 3 vis vers la chambre haute ou la chambre basse.

II.3.4.L'électrovanne

Une électrovanne est actionneur (robinet) électromécanique, qui est contrôlé par un courant électrique. Le courant électrique traverse un solénoïde, qui est une bobine de fil enroulée autour d'un noyau métallique. Le solénoïde crée un champ magnétique contrôlé quand un courant électrique passe par elle. Ce champ magnétique affecte l'état de l'électrovanne, causant la valve ouvrir ou fermer.

Les électrovannes sont utilisées pour le transport de gaz ou liquides. Elles ont une grande variété d'applications, notamment l'irrigation, des systèmes de gicleurs et des usages industriels [9].

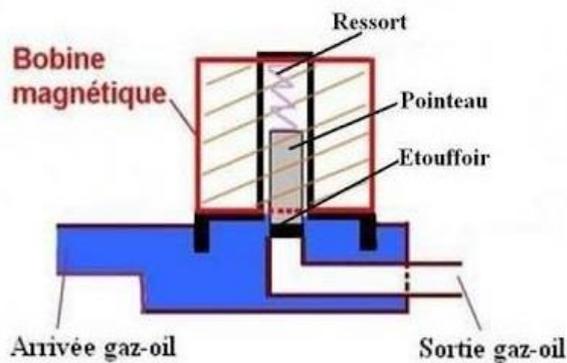


Figure II.22: Electrovanne.

Conclusion

La complexité des systèmes utilisés au sein de la centrale électrique de CAP-DJINET, incite les responsables de l'entreprise à chercher une solution d'automatisation pour une meilleure commande. Mais chaque automatisation requière l'établissement d'un modèle.

Le chapitre suivant sera consacré à la modélisation du système en utilisant un GRAFCET.

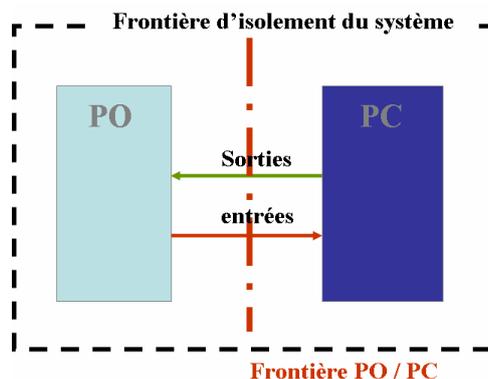
CHAPITRE III

Modélisation de système à l'aide du
GRAFCET.

Introduction

La conception d'un système automatisé passe impérativement par la modélisation du procédé. Cela se fait par différents outils précis à mettre en œuvre à savoir le réseau de Pétri ou le GRAFCET. D'une façon générale un système automatisé se compose de deux parties principales :

- Une Partie Commande : C'est la partie qui traite les informations et élabore les ordres de fonctionnement aux différents éléments d'un système automatisé.
- Une Partie Opérative : C'est la partie qui reçoit les ordres de la partie commande et exécute les modifications sur les matières d'œuvres.



Pour étudier un tel système on fait appel à des outils de description de fonctionnement. Parmi ces outils, on trouve :

- Le chronogramme.
- L'organigramme.
- Le GRAFCET. (C'est le sujet de ce chapitre)

III.1 Définition

Le GRAFCET est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, en tout ou rien. Mais il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoires, dans le cas où il y a une séquence à respecter mais où l'état des capteurs suffirait pour résoudre le problème en combinatoire. Il utilise une représentation graphique.

C'est un langage clair, strict mais sans ambiguïté, permettant par exemple au réalisateur de montrer au donneur d'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant (dans un premier temps) de la réalisation pratique [6].

III.2 les concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose d'un ensemble [6] :

- Etape: utilisée pour définir la situation de la partie séquentielle du système une étape est soit active soit inactive.

L'ensemble des étapes actives représente la situation du GRAFCET.

- Transition : indique la possibilité d'évolution d'activité entre deux ou plusieurs étapes. Cette évolution se traduit par le franchissement de la transition.
- Liaison orientée : indique les voies et le sens d'évolution.

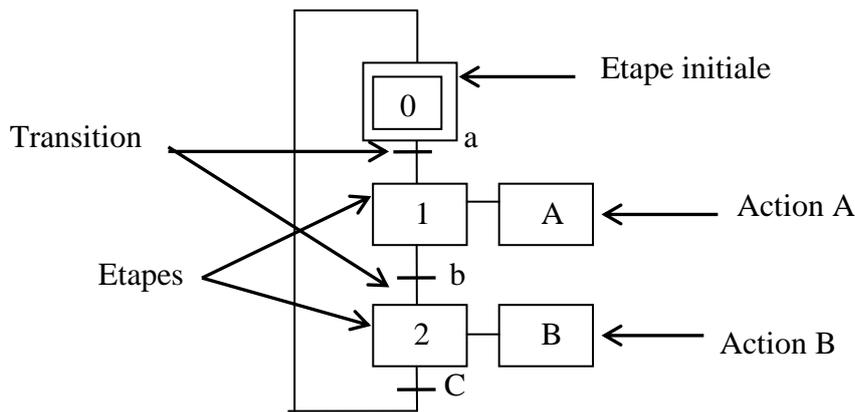


Figure III.1: Les concepts de base d'un GRAFCET.

III.3 Niveaux de GRAFCET

III.3.1 GRAFCET niveau I

Appelé aussi niveau de la partie commande. Il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la Partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

III.3.2 GRAFCET niveau II

Appelé aussi niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus de détails des actionneurs, des prés actionneurs et des capteurs, la présentation des actions et réceptivités sont écrits en abréviations et non en mots, on associe une lettre majuscule à l'action et une lettre majuscule à la réceptivité.

III.3.3 GRAFCET niveau III

Dans ce cas, on reprend le GRAFCET de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution.

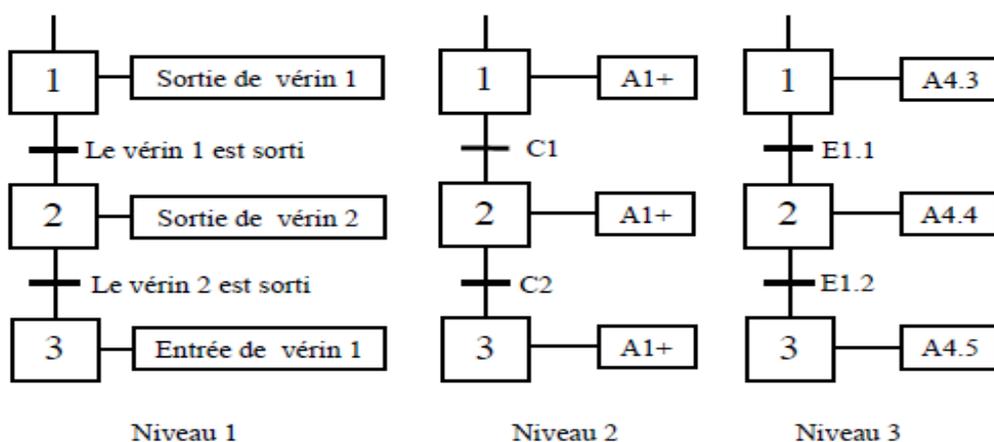


Figure III.2 : Niveau de GRAFCET.

III.4 Hiérarchisation

Les fonctions d'une Partie Commande peuvent être classées par niveaux d'interventions de la PC sur la PO.

Les trois fonctions principales, **commande**, **conduite**, **sécurité**, peuvent être organisées, au niveau de la structure interne de la PC, en niveau hiérarchisés. Ce type de structure conduit généralement à un GRAFCET GLOBAL à trois niveaux, et donc composé d'au moins trois grafquets partiels [5].

III.4.1. Niveau de sécurité

Regroupe les conditions d'arrêt de sécurité ainsi que la surveillance des points délicats du procédé.

III.4.2. Niveau de conduite

Gère les modes de marches et d'arrêts, hors sécurité.

III.4.3. Niveau de commande

Gère le cycle de production du système dans les conditions de marches normales.

Chaque niveau hiérarchique pouvant être structuré en coordination horizontale.

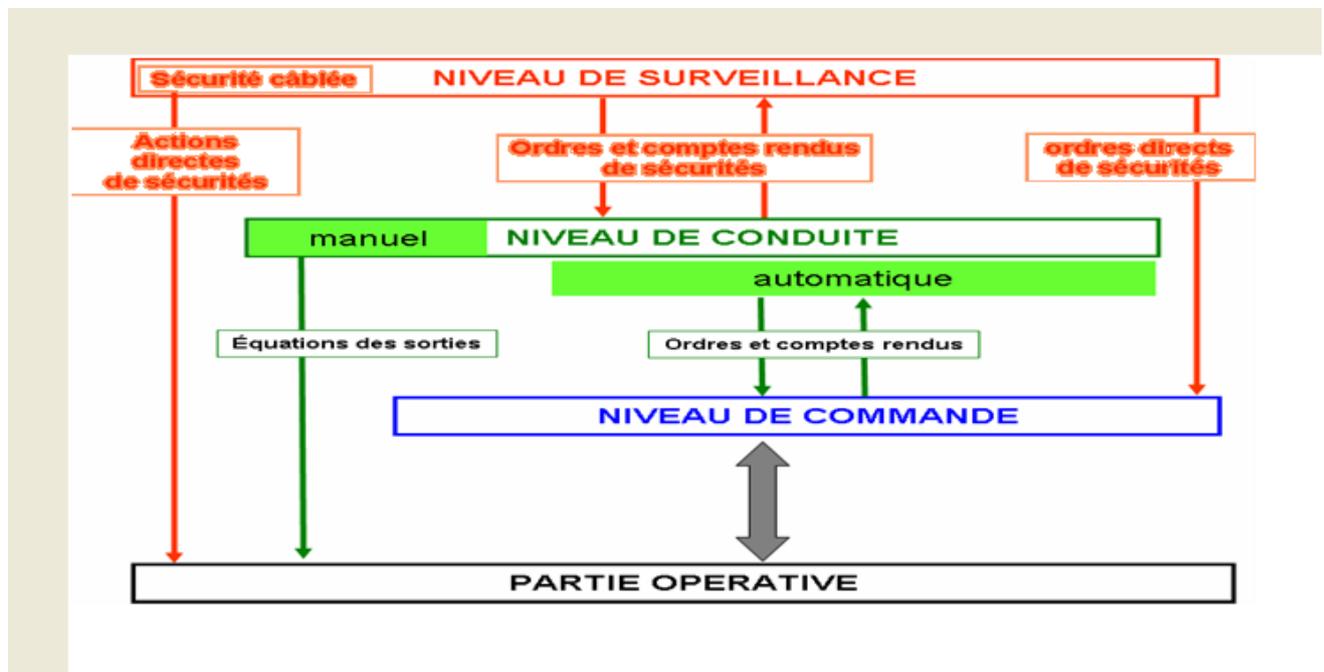


Figure III.3 : Structure de hiérarchisation.

III.5 Le GEMMA

III.5.1 Définition

GEMMA : l'acronyme GEMMA signifie : **G**uide d'**E**tude des **M**odes de **M**arche et d'**A**rrêt. Comme son nom l'indique, c'est un guide d'étude [14].

III.5.2 Pourquoi le GEMMA ?

-L'étude faite avec un GEMMA est très importante dans l'élaboration du fonctionnement d'un système automatisé.

-Elle va permettre de structurer le fonctionnement du système. Si généralement on souhaite que le système automatisé soit en production automatique, il est nécessaire de connaître précisément tous les autres comportements. Ce n'est pas en appuyant sur l'arrêt d'urgence que l'on "découvrira" le comportement du système dans cet état...

III.5.3 Guide Graphique

Le GEMMA est un guide graphique structuré qui propose des modes de fonctionnement types. Selon les besoins du système automatisé à étudier on choisit d'utiliser certains modes de fonctionnement.

Le guide graphique GEMMA est divisé en "rectangle d'état". Chaque rectangle d'état a une position précise sur le guide graphique. Chaque rectangle d'état est relié à un ou plusieurs autres rectangles d'états par des flèches orientées.

Le passage d'un rectangle d'état à un autre s'effectue un peu à la manière du franchissement d'une transition de grafcet. Le guide graphique GEMMA n'est pas un outil figé, il est modulable à volonté suivant les spécifications à obtenir [14].

Le GEMMA regroupe 16 rectangles état :

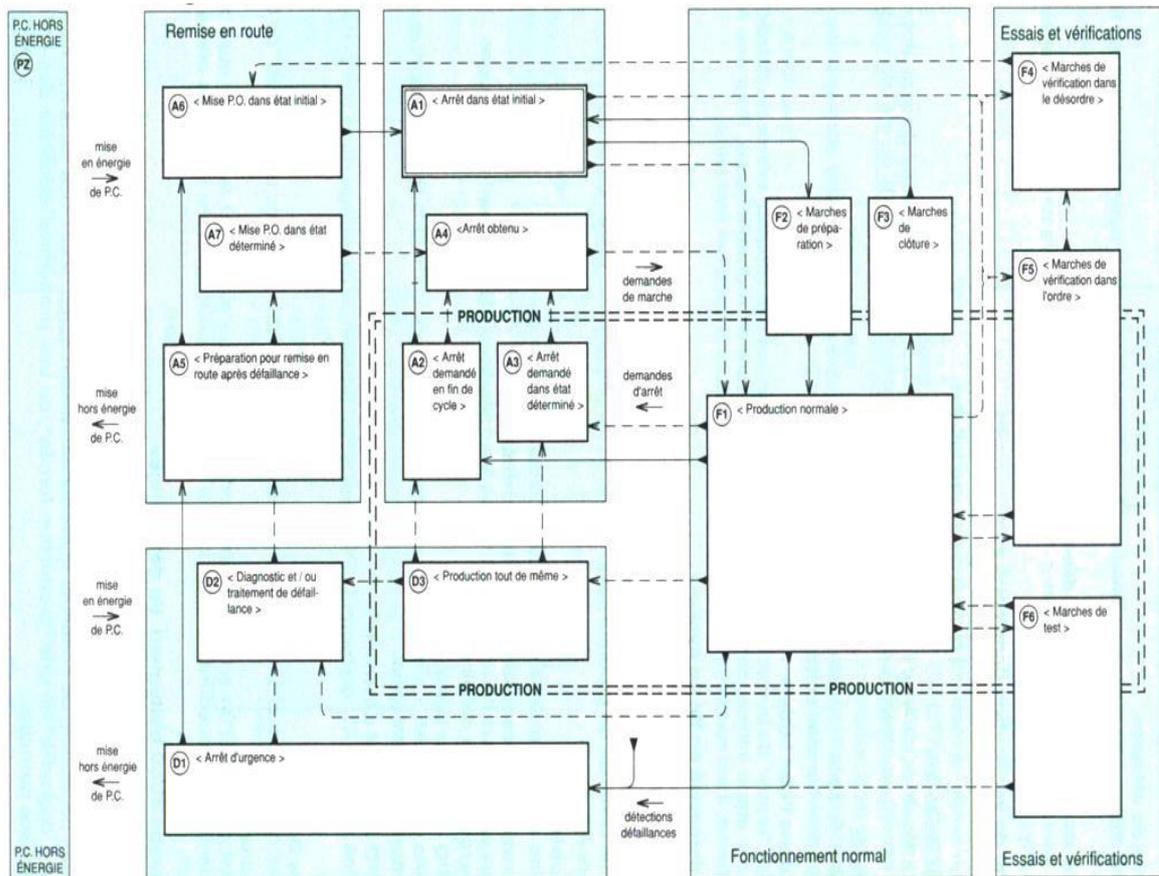


Figure III.4. Structuration du GEMMA.

I- Les rectangles états liés au FONCTIONNEMENT

F1 - Production normale

Dans cet état, la machine produit normalement, c'est l'état pour laquelle, elle a été conçue. C'est à ce titre que le "rectangle-état" a un cadre particulièrement renforcé. On peut souvent faire correspondre à cet état un GRAFCET que l'on appelle GRAFCET de Fonctionnement Normal(GFN).

F2 - Marche de préparation

Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale : préchauffage de l'outillage, remplissage de la machine, mises en route diverses, etc.

F3 Marche de clôture

C'est l'état nécessaire pour certaines machines devant être vidées, nettoyées, en fin de journée ou en fin de série.

F4 - Marche de vérification dans le désordre

Cet état permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine, sans respecter l'ordre du cycle.

F5 - Marche de vérification dans l'ordre

Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme voulu par la personne effectuant la vérification, la machine pouvant produire ou non.

F6 - Marche de test

Les machines de contrôle, de mesure, de tri, ..., comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement : la marche de test permet ces opérations.

II- Les rectangles états liés aux ARRÊTS**A1 - Arrêt dans l'état initial**

C'est l'état "repos" de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du Grafcet : c'est pourquoi, comme une étape initiale, ce "rectangle-état" est entouré d'un double cadre.

A2 - Arrêt demandé en fin de cycle

Lorsque l'arrêt est demandé, la machine continue de produire jusqu'à la fin du cycle. A2 est donc un état transitoire vers l'état A1, le cycle qui se déroule normalement dans F1 se termine sans modification dans A2.

A3 - Arrêt demandé dans état déterminé

La machine continue de produire jusqu'à un arrêt dans une position autre qu'initiale : c'est un état transitoire vers A4.

A4 - Arrêt obtenu

La machine est à l'arrêt dans une position quelconque.

A5 - Préparation pour remise en route après défaillance

C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations (dégagements, nettoyages, ...) nécessaires à une remise en route après défaillance.

A6 - Mise P.O. dans état initial

La machine étant en A6, la partie commande replace la Partie Opérative en situation initiale.

A7 - Mise P.O. dans un état déterminé

La machine étant en A7, la partie commande replace la Partie Opérative en position en vue d'un redémarrage dans une position autre que l'état initial.

III- Les Rectangles État liés aux DÉFAUTS**D1 - Arrêt d'urgence**

C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence: on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagement, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance.

D2 - Diagnostic et/ou traitement de défaillance

C'est dans cet état que la machine peut être examinée après défaillance et qu'il peut être apporté un traitement permettant le redémarrage.

D3 - Production tout de même

Il est parfois nécessaire de continuer la production même après défaillance de la machine. On aura alors une " production dégradée" ou une " production forcée " ou une production aidée par des opérateurs.

III.6. Mise en équation

Soit le GRAFCET de la figure suivante [7] :

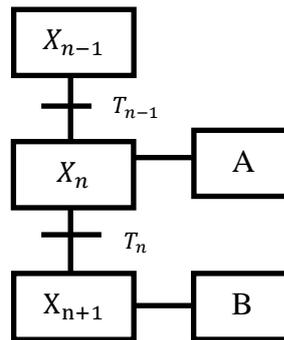


Figure III.5 : GRAFCET.

L'état d'une étape X_n peut être noté comme suit :

$X_n = 1$ Si l'étape n est active.
 $X_n = 0$ Si l'étape n est inactive.

De plus, nous avons :

$T_n = 1$ Si la réceptivité est vraie.
 $T_n = 0$ Si la réceptivité n'est pas vraie.

Soit la variable d'arrêt d'urgence AU.

tel que :

AU = 1 Désactivation de toutes les étapes.
 AU = 0 Activation de toutes les étapes.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable Init comme suit :

Init = 1 Initialisation du grafcet (mode d'arrêt).
 Init = 0 Déroulement du cycle (mode marche).

La 2^{ème} et la 3^{ème} règle d'évolution du GRAFCET permettant de déduire les variables qui interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces mêmes règles permettant d'écrire :

Pour une étape initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n})$$

Avec : $CAX_n = (X_{n-1} * T_{n-1})$

$$CDX_n = X_{n-1}$$

Avec CDX_n est la condition d'activation de l'étape n et CDX_n est la condition de désactivation de l'étape n.

Pour une étape non initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n})$$

Avec: $CAX_n = X_{n-1} * T_{n-1} * \overline{Init}$

$$CDX_n = X_{n-1} * Init$$

III.7. Modélisation du système

D'après notre cahier de charge on a utilisé les 7 blocs de GEMMA:

A1, A2, A5, A6, F1, F4, D1.

Puis on a déduit les 3 GRAFCETS :

- ✓ GRAFCET de Sécurité GS.
- ✓ GRAFCET de conduite GC.
- ✓ GRAFCET de production normale GPN.

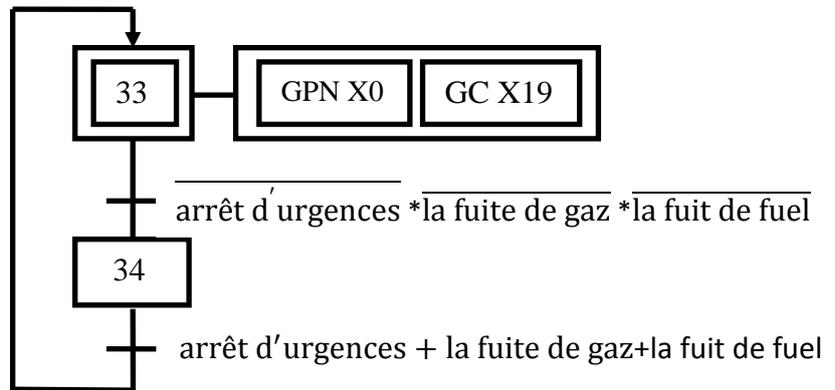


Figure III.6 : GRAFCET de Sécurité GS

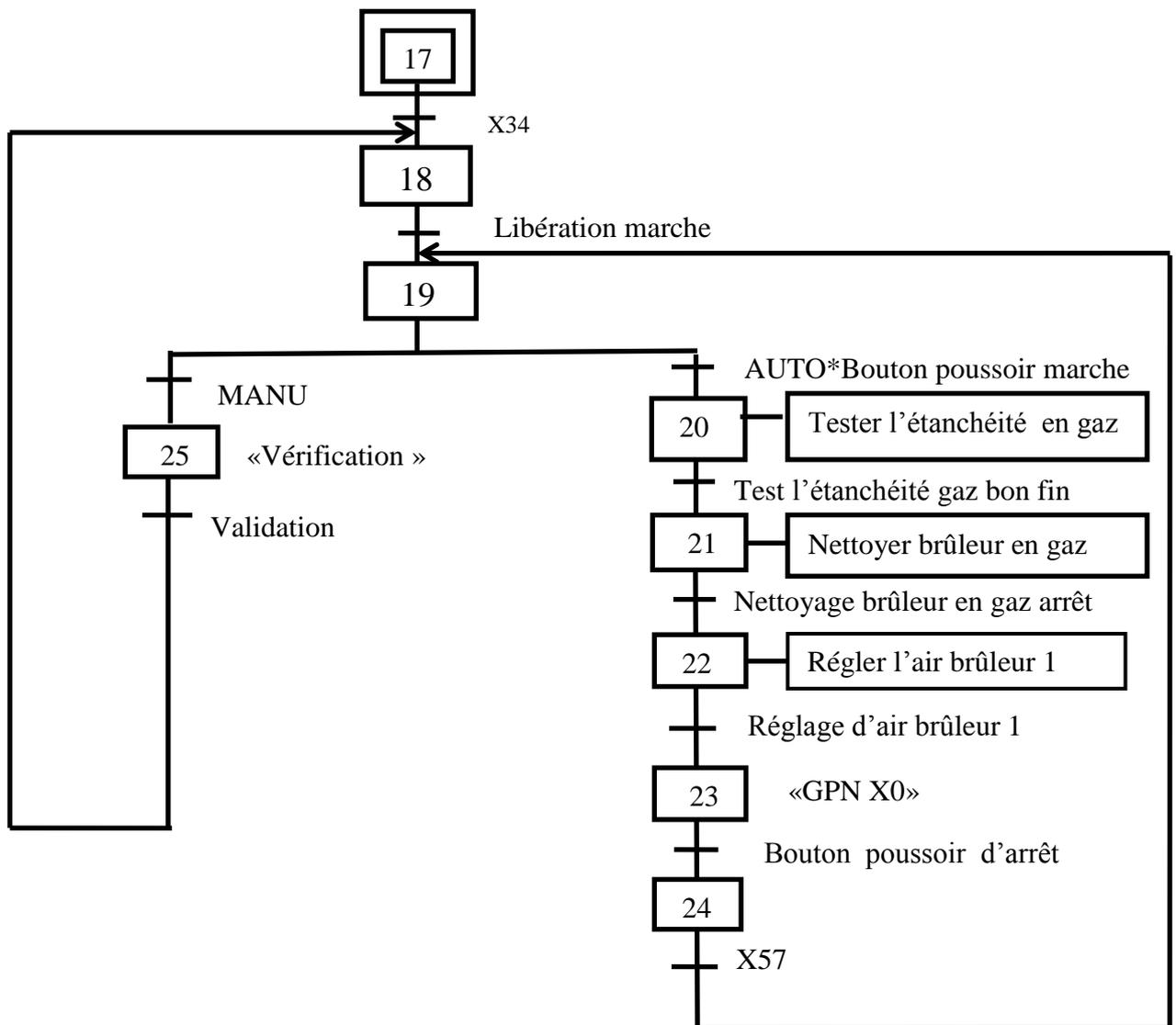
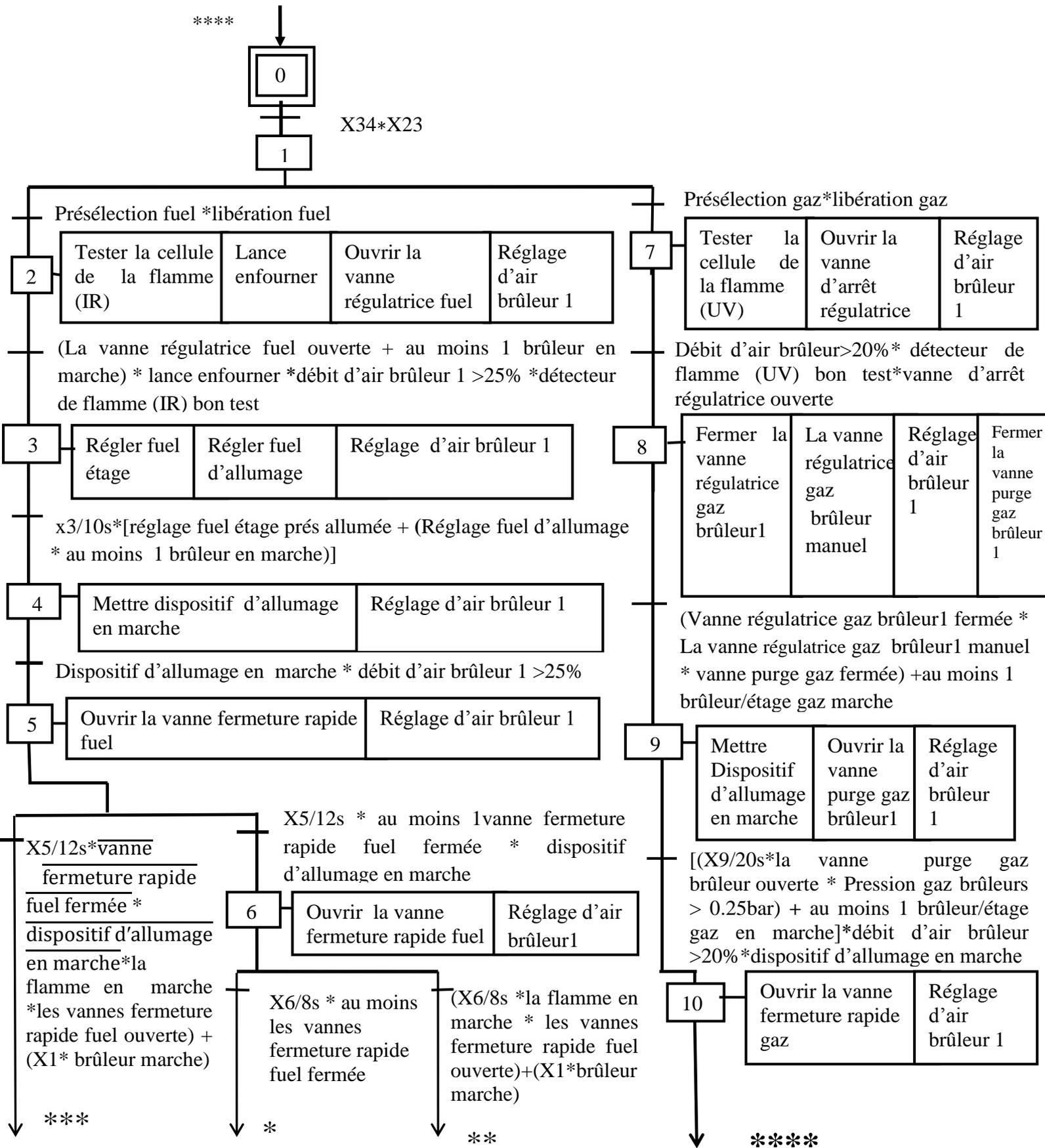
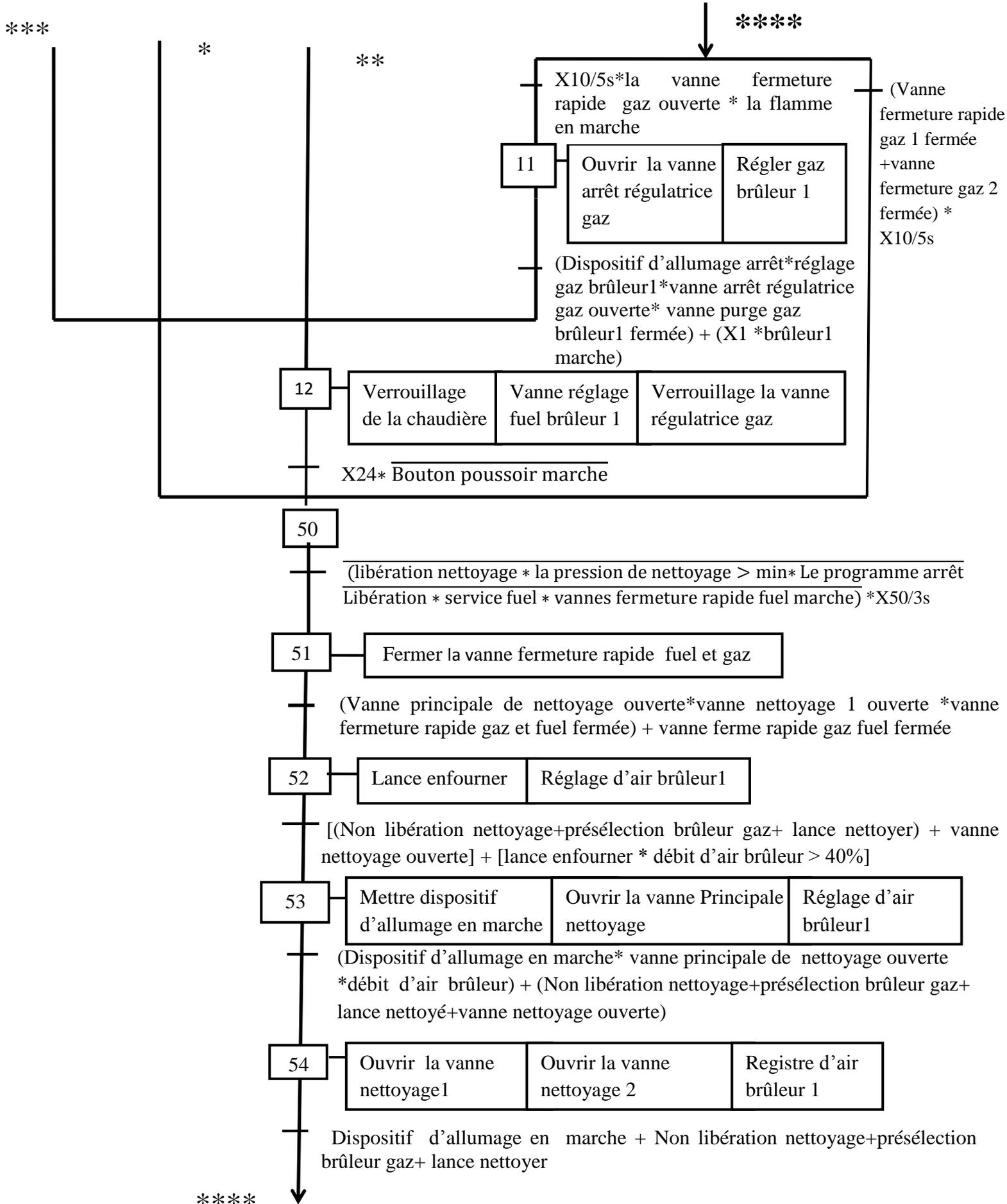


Figure III.7 : GRAFCET de conduite GC





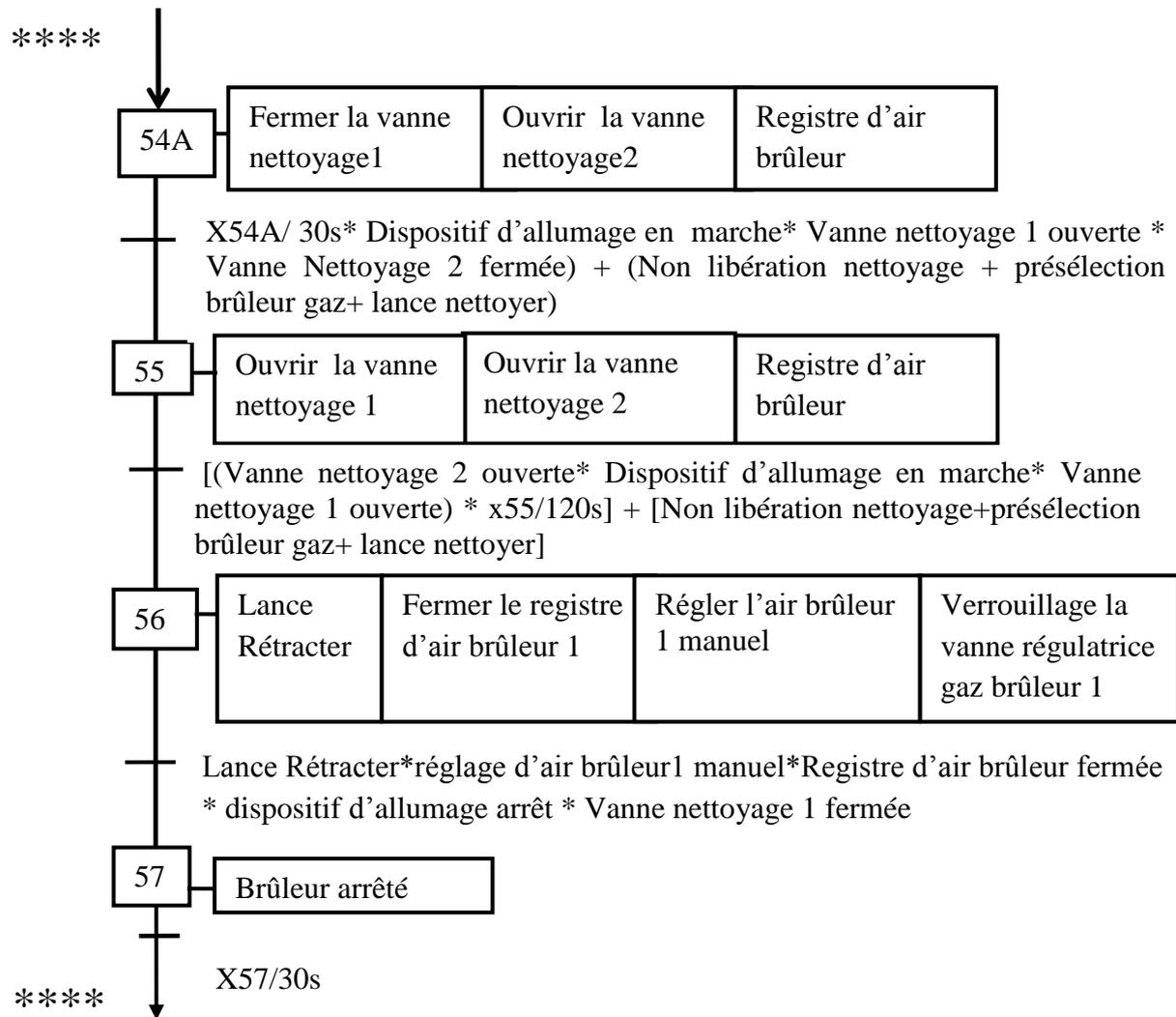


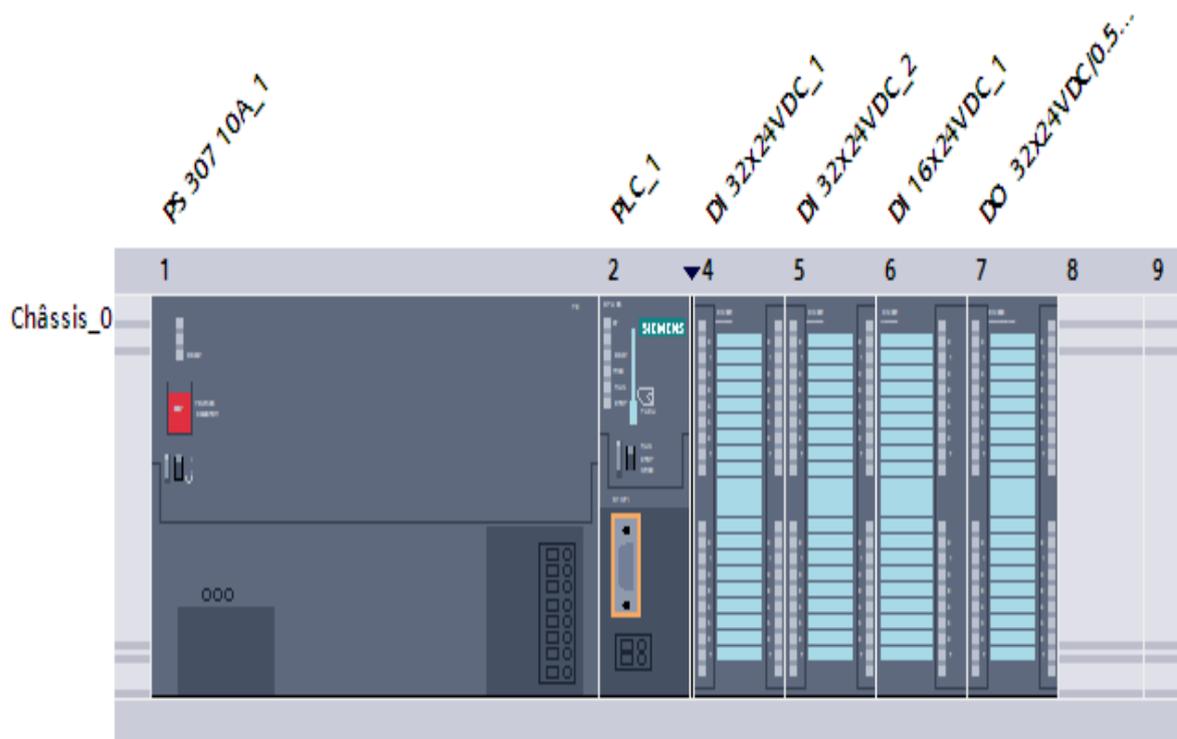
Figure III.8 : GRAFCET de production

Conclusion

Au niveau de ce chapitre nous avons modélisé notre système de commande à l'aide d'un outil graphique de comportements d'un système logique (GRAFCET), il est très utilisé pour la programmation des automates programmables industriels(API), donc il nous facilitera la tâche pour le prochain chapitre.

CHAPITRE IV

Développement de la solution programmable.



Introduction

L'automate programmable industriel (API) est aujourd'hui, le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve dans tous les secteurs de l'industrie car il répond à tous les besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

L'automatisation de n'importe quel processus a pour but de rendre le système plus rapide, fiable et peut agir devant n'importe quel type de contraintes ou de problème aléatoire.

L'automatisation consiste à rendre automatique les opératoires qui exigeaient auparavant des interventions humaines. Il existe plusieurs fabricants d'automates : Schneider, Siemens, Crouzet, Omron, Koyo, Allan Bradley.

IV.1 Définition d'un API

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme.

Pour assurer la commande de Pré- actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique [4].

IV.2 Structure d'un API

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique, programmable par un personnel non informaticien et destiné à piloter, en temps réel et en ambiance industrielle, des procédés logiques séquentiels et combinatoires.

C'est un outil :

- Adapté vis à vis de la partie opérative. Entrées/Sorties industrielles, traitement de fonctions logiques courantes (séquentielles et/ou combinatoires),
- coupleurs spécialisés, délocalisation,
- adapté vis à vis de l'environnement, température, humidité, vibration, parasites électriques et électromagnétiques,
- adapté aux tâches de conception et de réalisation. Par un outil de dialogue permettant de décrire et d'implanter l'application dans un langage simplifié adapté aux tâches de mise au point,
- Outil de dialogue permettant l'édition et la modification ponctuelle, le transfert de programme, la simulation, la visualisation dynamique, etc.....
- adapté aux tâches d'exploitation en mode normal et en mode dégradé.

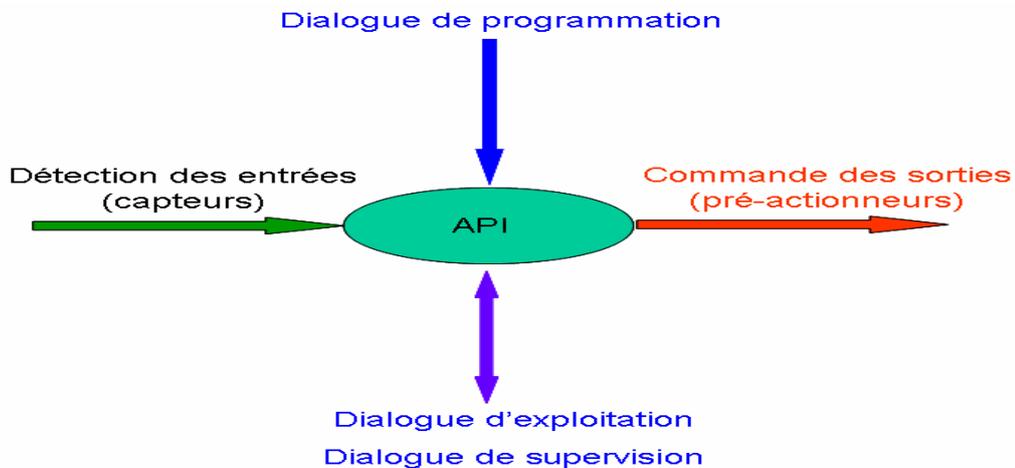
IV.2.1 Structure Fonctionnelle

Les 5 fonctions principales autour d'un automate programmable sont :

- la détection depuis des capteurs répartis sur la machine.
- la commande d'actions vers les pré-actionneurs et les actionneurs.
- le dialogue d'exploitation.
- le dialogue de programmation.
- le dialogue de supervision de production.

Ces fonctions utilisent des moyens de communication différents selon leur spécificité.

- soit des liaisons "Fil à Fil" pour des modules d'entrées sorties logiques (TOR) par exemple.
- soit des liaisons "séries" ou "parallèles" pour des coupleurs spécialisés et pour des modules de programmation.



IV.2.2 Structure Matérielle

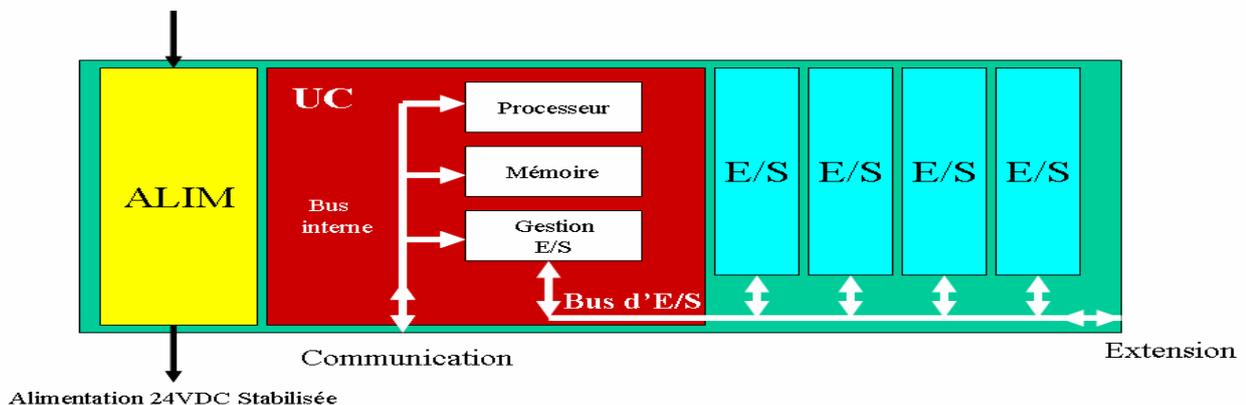
L'API se présente sous forme d'un ensemble de blocs fonctionnels s'articulant autour d'un canal de communication : LE BUS.

Cette organisation modulaire permet une grande souplesse de configuration. Il en résulte que, pour une application particulière, un automate doit être équipé d'un certain nombre de constituants capables de satisfaire aux spécifications imposées.

Cette organisation modulaire se traduit par une structure matérielle générale comprenant :

- Un RACK de base constituant l'ossature métallique d'un API avec la carte "Fond de Panier" (BUS + connecteurs)
- Une ALIMENTATION chargée de fournir l'énergie nécessaire au bon fonctionnement de l'automate.
- Une UNITE CENTRALE ou UC comprenant le processeur, élément fondamental de l'API et la CARTE MEMOIRE séparée ou intégrée à l'unité centrale et un Gestionnaire d'Entrées / Sorties.
- Des COUPLEURS d'Entrées /Sorties de type TOR ou spécialisés, suivant l'application.

Réseau 220VAC ou Alimentation 24VDC



IV.3 Choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus...).

IV.4 Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système [4].

IV.5 Présentation de l'automate S7-300

SIMATIC S7 c'est un mini automate qui constitue une plate-forme d'automatisation optimal pour les applications destinées à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gamme. Il peut supporter jusqu'au 512 E/S tout ou rien (TOR) et 64 E/S analogiques, comme il peut être configuré avec un maximum de 32 modules de signaux pouvant être répartis sur un châssis de base et trois châssis d'extensions.

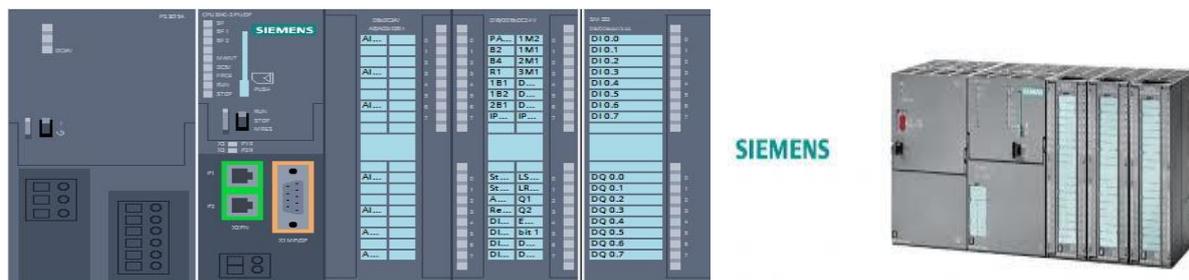


Figure IV.1: API SIEMENS S7-300.

IV.5.1 Caractéristique de l'API S7-300

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes [11]:

- * Gamme diversifiée de C.P.U.
- * Gamme complète de modules.
- * Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.

* Possibilité de mise en réseau avec :

- L'interface multipoints (MPI).
- PROFIBUS.
- Industriel Ethernet.

* Raccordement centrale de la PG avec accès à tous les modules.

* Liberté de montage aux différents emplacements.

* Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil « Configuration matérielle ».

IV.5.2 Constitution de l'API S7-300

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme des modules suivants [11], [4]:

- ✓ Module d'alimentation (PS).
- ✓ Unité centrale (CPU) traitement doté d'une mémoire.
- ✓ Coupleur (IM) pour configuration multi rangée du S7-300.
- ✓ Les modules de communication (CP).
- ✓ Les modules de fonctions (FM).
- ✓ Les modules de signaux (SM) entrées et de sorties TOR et analogique.
- ✓ Les modules de simulation (SM 374).

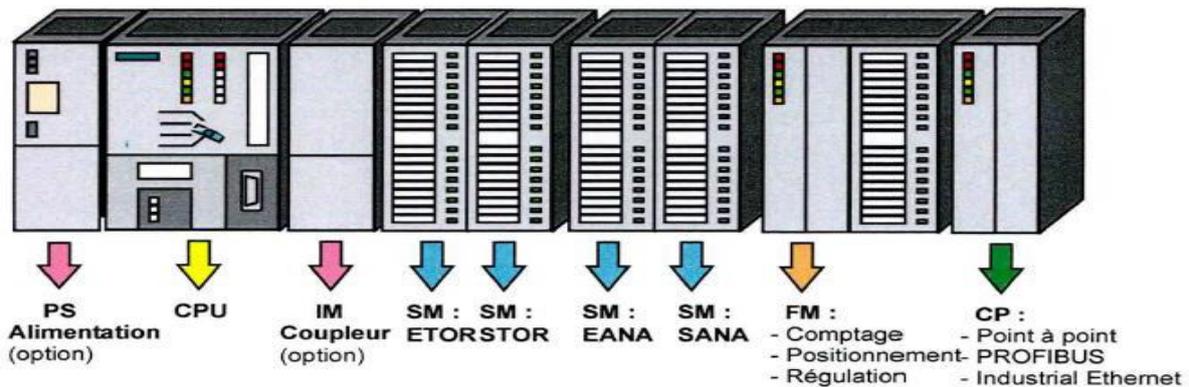


Figure IV.2 : Constitution de l'API S7-300.

IV.6. Logiciel de programmation « TIA PORTAL V13 »

IV.6.1 Présentation du logiciel

La plus –forme TIA (Totally Integrated Automation) portal est la dernière évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré ,dans un seul logiciel cette plate –forme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI, les variations...etc.

IV.6.2 Démarrer le TIA portail

Pour démarrer le TIA portail , procédez de la manière suivante :

Sélectionnez sous Windows la commande **“Démarrer >programmes >siemens automation >TIA Portal V13 ”**.



Figure IV.3 lancement de TIA portal en utilisant le menu Démarrer.

On peut également utiliser le raccourci présent sur le bureau.

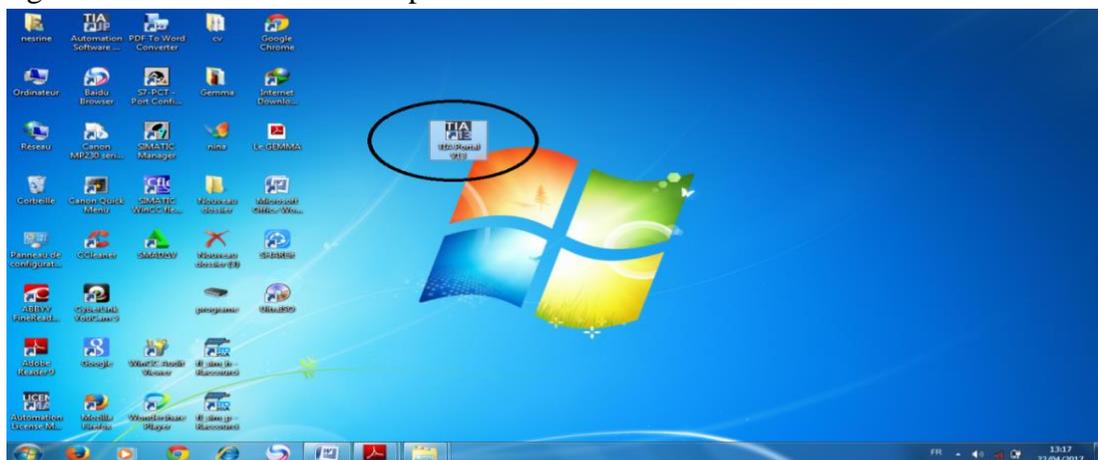


Figure IV.4 : Lancement de TIA portal en utilisant le raccourci du bureau.

IV.6.3 la conception d'un programme avec TIA Portal V13

La stratégie à suivre pour faire la conception d'un programme en utilisant la plate – forme TIA Portal V13 est :

- La création d'un nouveau projet ;
- La configuration matérielle ;
- Compilation et chargement de la configuration ;
- La création de la table des mnémoniques ;
- L'élaboration du programme ;
- La simulation avec logiciel ;
- La visualisation d'état du programme(le test).

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit on commence par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration.

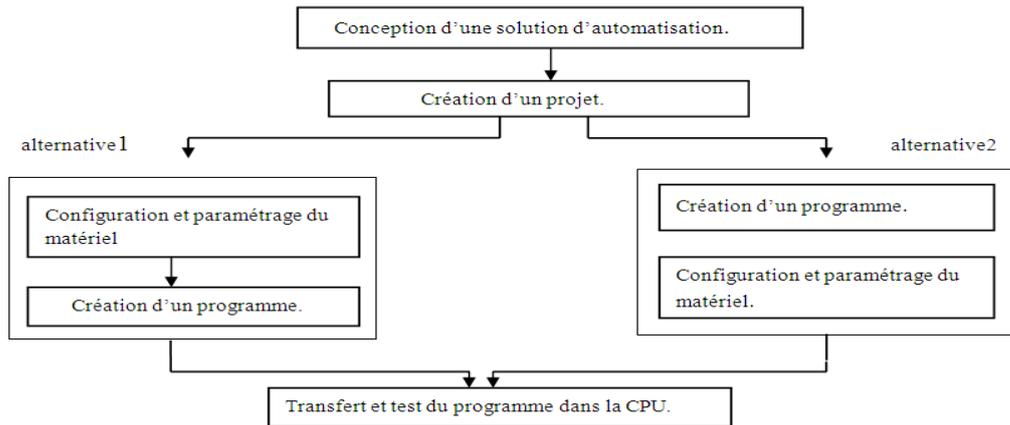


Figure IV.5 : Organisation pour la création de projets sous STEP TIA Portal.

IV.6.4 Création d'un nouveau projet

Pour créer un projet dans TIA portail, on procède de la manière suivante :

- 1) Sélectionner l'action « créer un projet ».
- 2) Entrer le nom et le chemin souhaités pour le projet ou utiliser les données proposées.
- 3) Indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.
- 4) une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer ».
- 5) enfin le nouveau projet est créé et affiché dans le navigateur du projet.

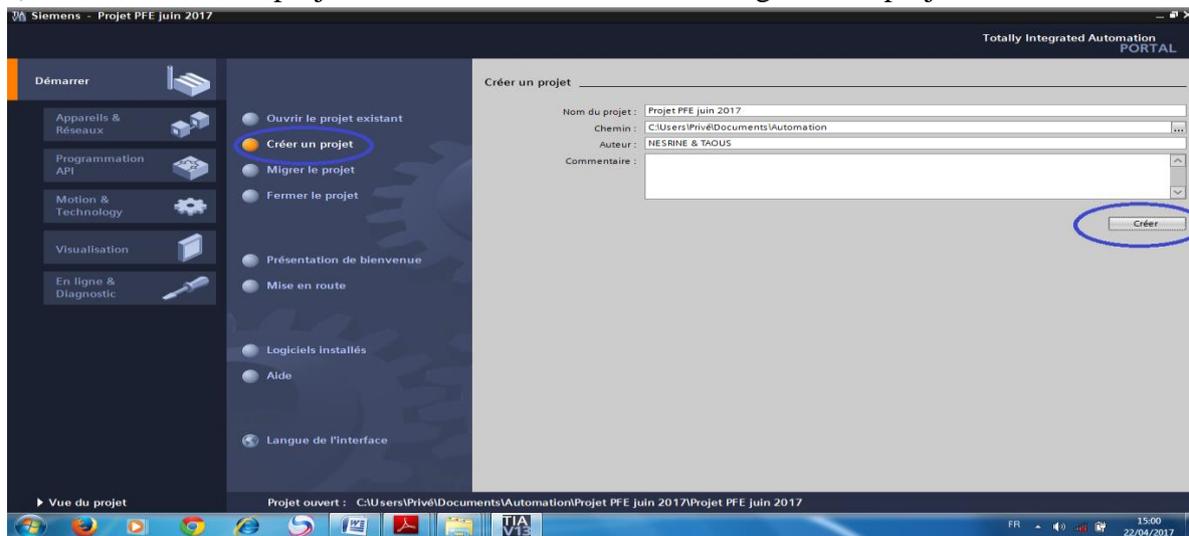


Figure IV.6 : Création d'un nouveau projet.

IV.6.5 Configuration et paramétrage du matériel

Une fois votre projet créé, on peut configurer la station de travail.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la **vue du projet** et cliquer sur « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i,...).

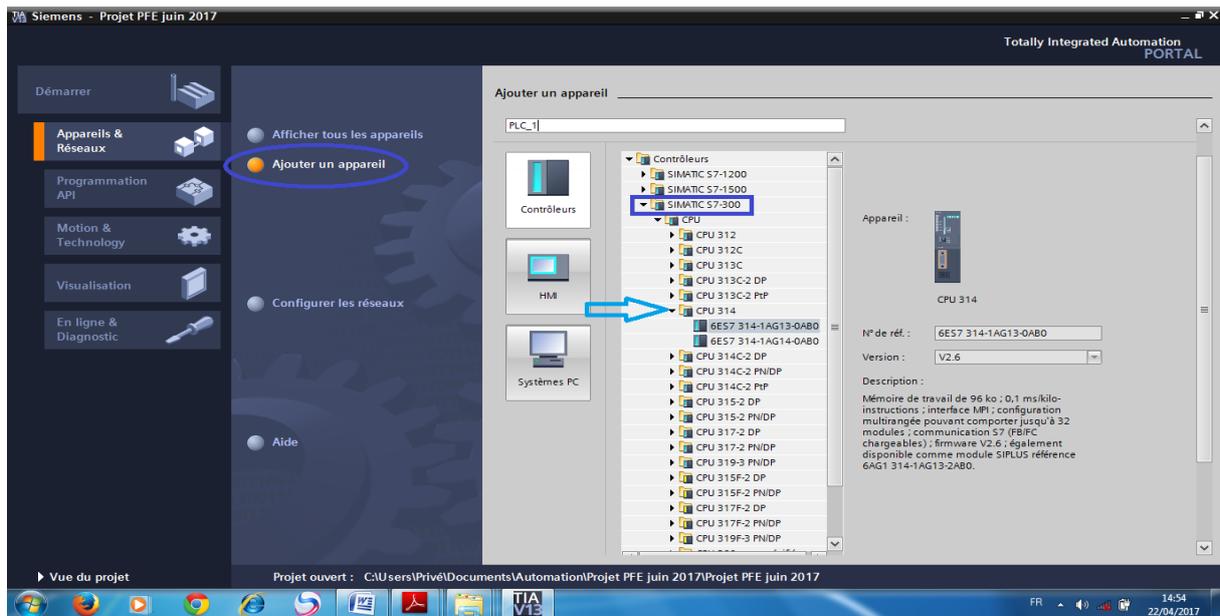


Figure IV.7 : Choix de la CPU.

- 1) « appareils et réseaux » dans le navigateur du projet.
- 2) L'action ajouter un appareil on aura la liste des éléments que l'on peut ajouter (contrôleurs, HMI, système PC et entraînement).
- 3) Contrôleurs(API) puis on fait le choix de notre CPU ; SIMATIC S7-300>CPU>CPU 314 > 6ES7 314-1AG13-0AB0 et enfin cliquer sur « ajouter ».

On a choisi cette CPU à la base des critères suivants :

- Nombre d'entrées-sorties tout ou rien ;
- Mémoire de travail ;
- L'extensibilité de la CPU ;

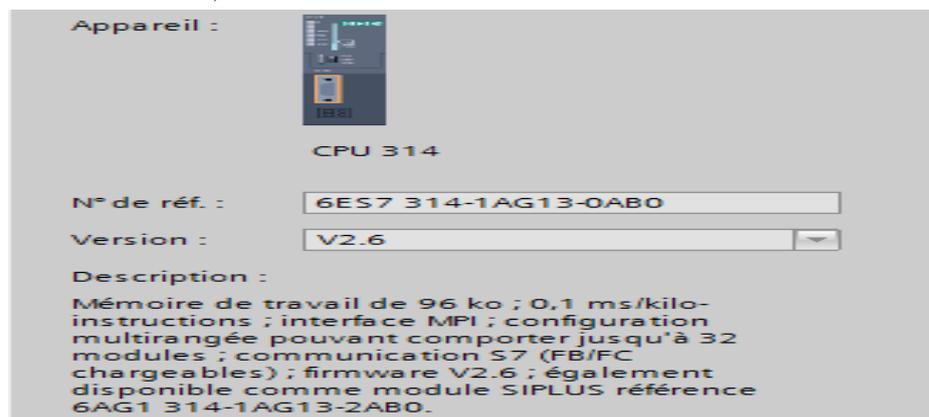


Figure IV.8 caractéristiques techniques de la CPU 314.

Cela entraîne la création automatique station et d'un châssis adapté à l'appareil sélectionné ensuite on vient d'ajouter le module complémentaire (alimentaire PS). lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information. Notre choix s'est porté sur la « PS 307 10 A_1 ».

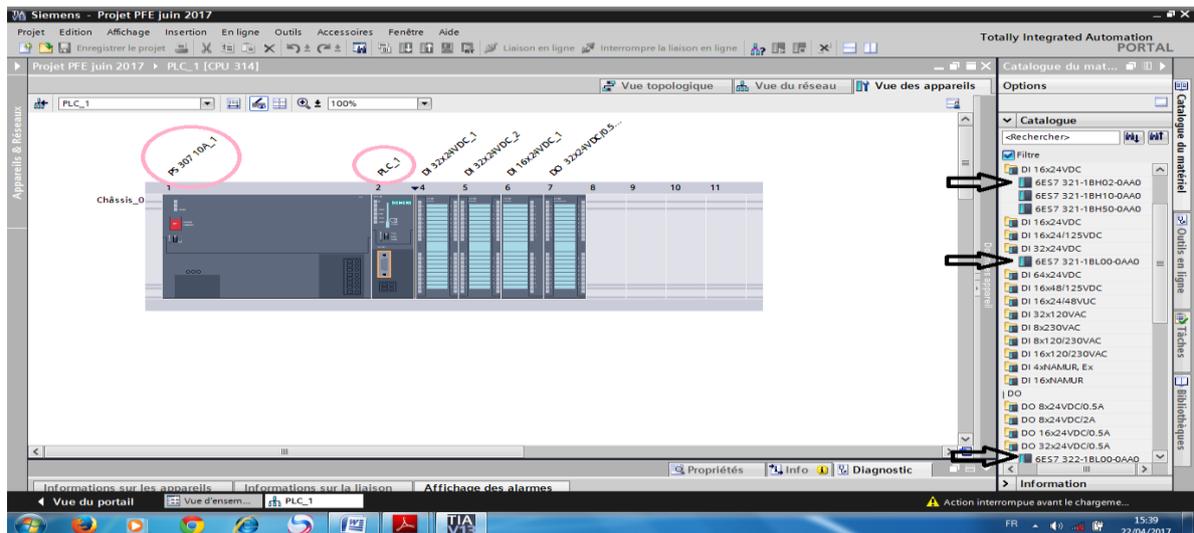


Figure IV.9 les modules du châssis.

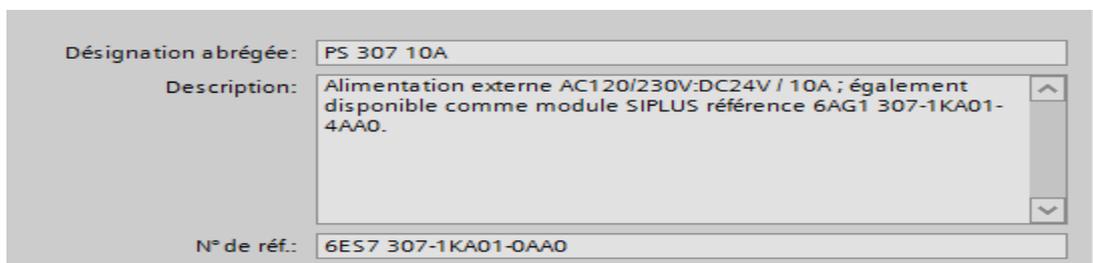


Figure IV.10 : caractérisation techniques du module d'alimentation.

IV.6.6 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate.

La compilation se fait à l'aide de l'icône « compiler » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « compiler ».

En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle.

Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option « Compiler → Configuration matérielle ».

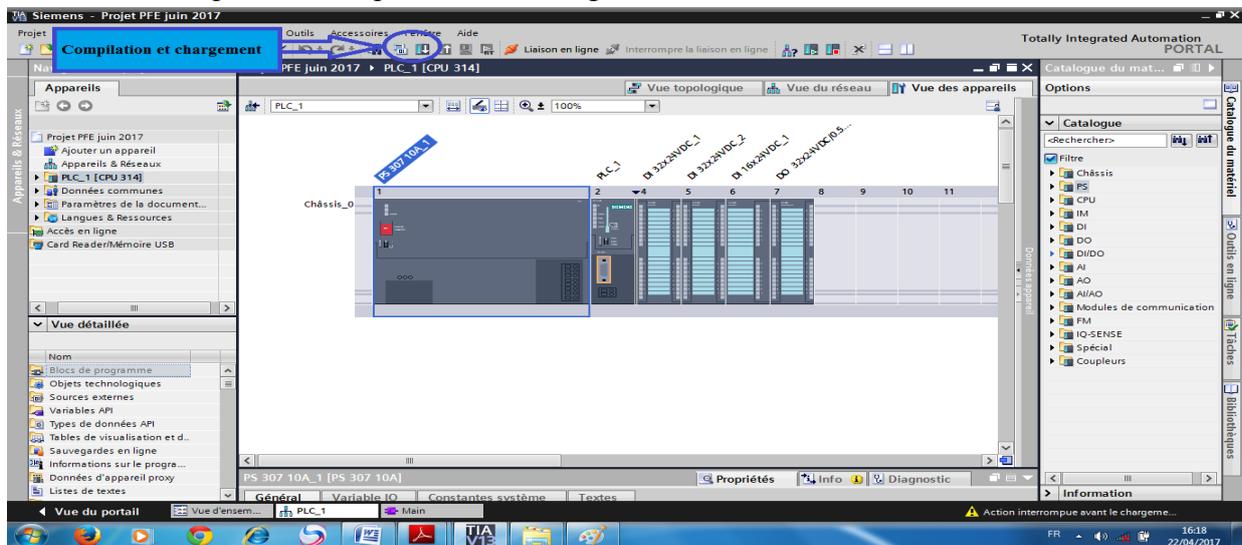


Figure IV.11 : Compilation et chargement de la configuration matérielle.

Pour charger la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « **charger dans l'appareil** ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI).

pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée.

Dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et le relier le PC à la CPU via le PC Adapter.

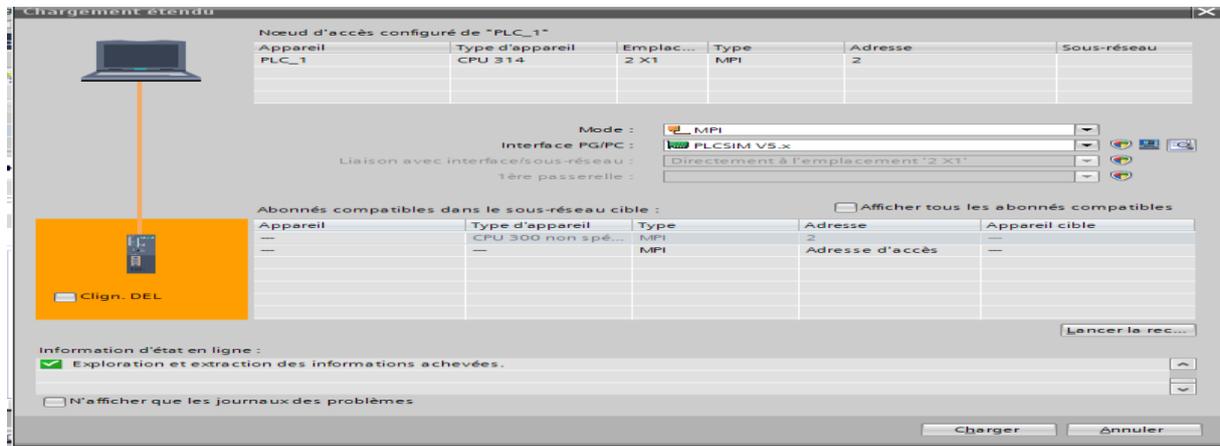
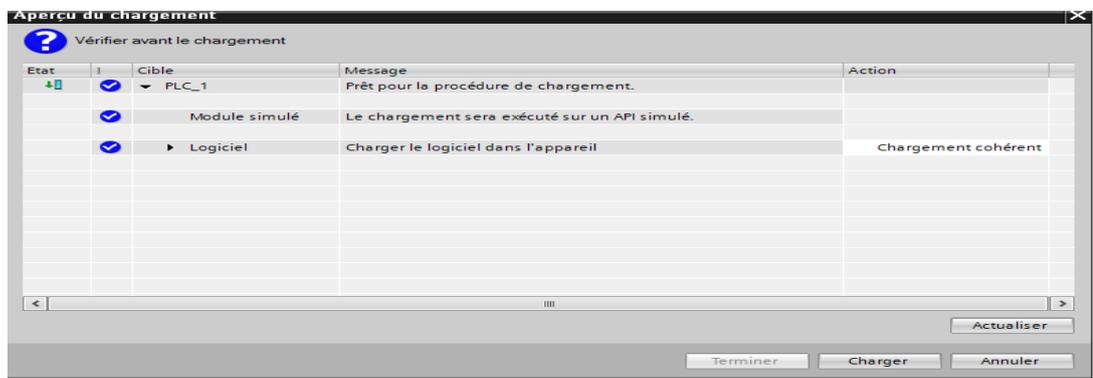


Figure IV.12 : choix du mode et d'interface PG/PC.

Pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et de relier le PC à la CPU via le « **PC Adapter** ». Si le programme trouve un appareil, il figure dans la liste en bas de la fenêtre. La touche « **Clign. DEL** » permet de faire clignoter une LED sur la face avant de l'appareil afin de s'assurer que l'on est connecté à l'appareil désiré.



Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil. Des avertissements/confirmations peuvent être demandés lors de cette opération. Si des erreurs sont détectées, elles seront visibles via cette fenêtre. Le programme ne pourra pas être chargé tant que les erreurs persistent.

Une fois la configuration termine, on peut charger le tout dans l'appareil.

IV.6.7 La création de la table des mnémoniques

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées le programme.

Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Son nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Son type de donné : BOOL (1bit), Word (8bit),...
- Son adresse absolue : indication d'opérande (par exemples I0.5, Q2.3, M0.1,...).
- Un commentaire : pour qu'il nous renseigne sur cette variable.

On édite notre table de mnémoniques en respectant notre cahier de charge de la manière suivante :

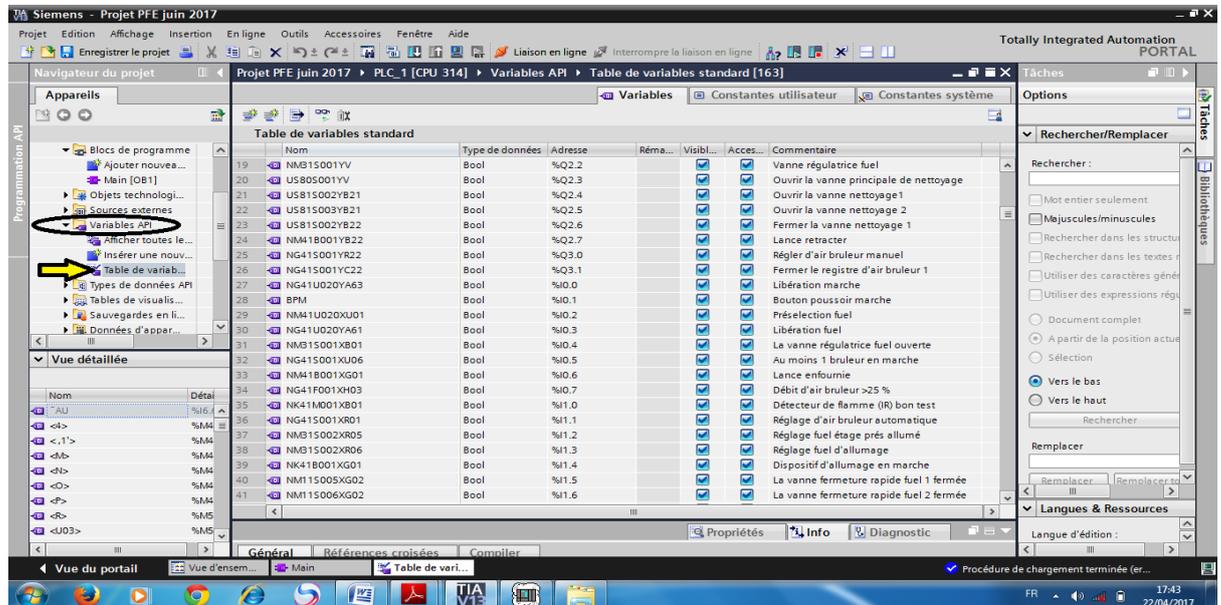


Figure IV.13 : la création de table mnémonique.

IV.6.8 Ecriture du programme

On écrit le programme en utilisant différent blocs :

➤ **Bloc d'organisation OB** : il commande le traitement du programme .il est possible par l'intermédiaire des OB de réagir aux événements cycliques, temporises ou déclenchés par alarme durant l'exécution du programme. Le programme d'OB sera un appel aux différentes fonctions (bloc CALL).

➤ **Bloc fonctionnel FB** : c'est un bloc de code qui sauvegarde en permanence sa valeur dans un bloc de donnée d'instance qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de bloc.

➤ **Fonction FC** : les fonctions sont des blocs sans mémoire.

➤ **Bloc de données DB** : il sert à sauvegarder les données du programme.

On ouvre « blocs de programme » et on clique deux fois sur « ajouter nouveau bloc », puis bloc fonctionnel fonction ou bloc de données a savoir notre cahier de charge.

Simulation avec S7-PLC SIM

Pour utiliser l'automate de simulation, on sélectionne le PLC puis on clique sur « Démarrer la simulation » on aura la fenêtre du simulateur s'ouvre.

IV.6.9 Test et validation du programme

IV.6.9.1 Introduction sur le S7-PLCSIM

L'utilisation de simulation de modules S7-PLCSIM, nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable (API), que nous simulons dans un

ordinateur ou dans une console de programmation.

Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (activer ou désactiver une entrée).

Nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel TIA Portal V13, tout en exécutant le programme dans l'API de simulation [6].

IV.6.9.2 Etats de fonctionnement de la CPU

a) Etat de marche (RUN-P)

La CPU exécute le programme tout en nous permettant de le modifier, de même que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP7 V13 pour forcer un paramètre quelconque de programme durant son exécution, nous devons mettre la CPU à l'état RUN-P.

b) Etat de marche (RUN)

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN-P), on ne peut ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP 7 V13.

c) Etat d'arrêt (STOP)

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt de CPU réel, les sorties ne prennent pas de valeurs de sécurité prédéfinies, mais elles conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU a passé à l'état arrêt (STOP).

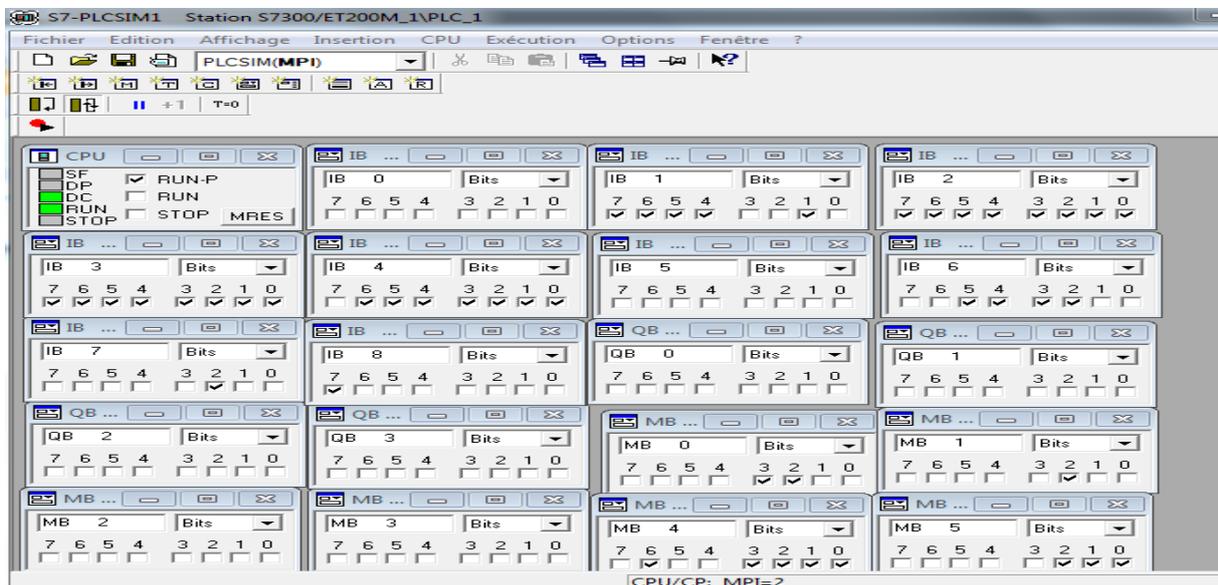


Figure IV.14: fenêtre S7-PLCSIM en marche.

S7-PLCSIM permet de tester le programme avant son implantation définitive l'automate.

IV.6.10 Test du programme

La visualisation permet de tester le bloc d'un programme, pour cela :

- On ferme l'automate de simulation.
- On sélectionne le simulateur et on le charge complètement dans l'appareil.
- On transfère notre programme et la configuration API dans la mémoire de l'API « liaison en ligne ».
- On place l'automate en mode « RUN-P » avec le bouton situé sur l'unité centrale.
- cliquant sur l'icône  pour visualiser l'état du programme.
- Enfin on teste notre programmation.

❖ Pour le bloc OB

- Activation la phase 12 :

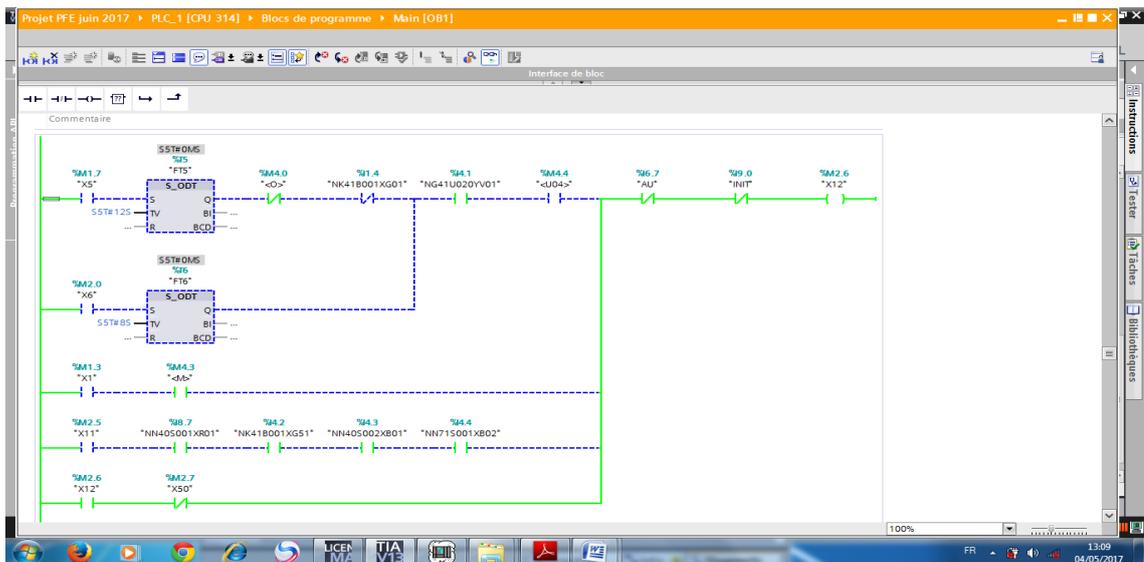


Figure IV.15 : Activation la phase 12.

❖ Pour le bloc FB

Nous arrivons enfin à la programmation du Grafcet, pour ajouter un Grafcet dans le projet ,il faut ajouter un bloc fonctionnel au programme de l'automate en choisissant le langage GRAPH avant d'ajouter le bloc .pour créer le Grafcet, il suffit juste de glisser les éléments désirés dans la fenêtre de Grafcet ,des carres apparaissent à l'endroit ou le composant sélectionné pourra être déposé.

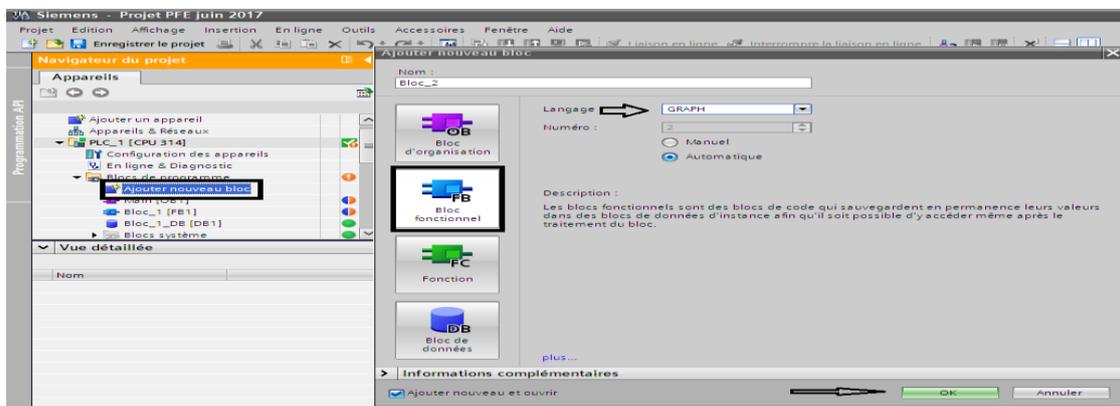


Figure IV.16 : Création d'un bloc fonctionnel et choix d'un langage.

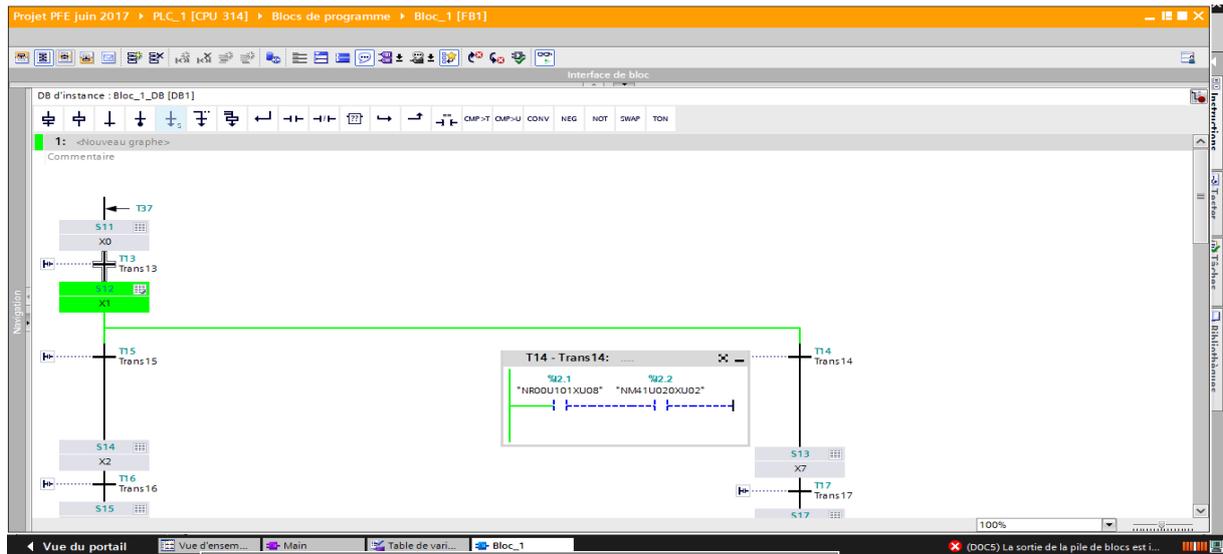


Figure IV.17 : capture d’une phase de notre Grafset en marche.

❖ Pour le bloc DOB

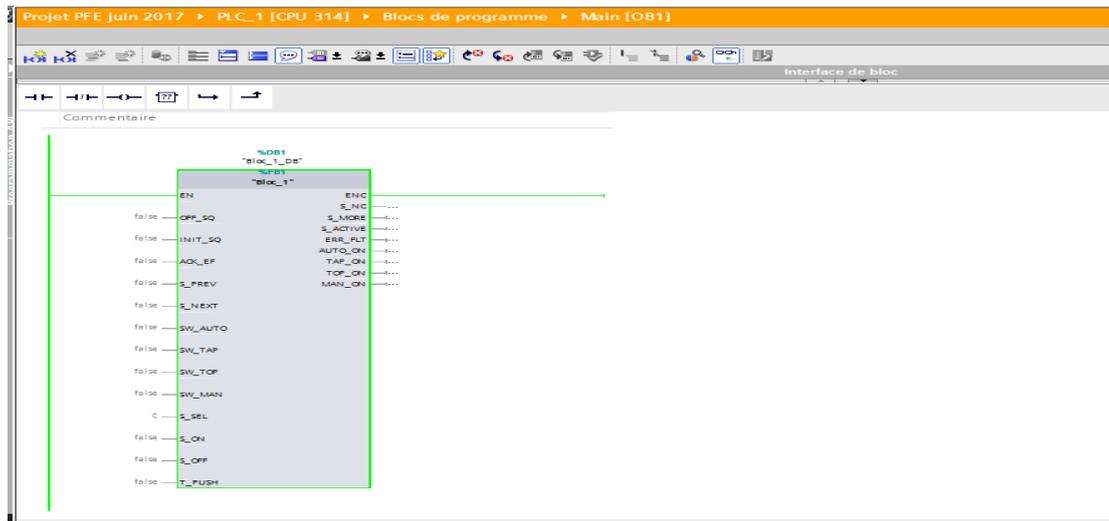


Figure IV.18: Visualisation du programme.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une vue sur l’automate programmable industriel que nous avons adopté pour le pilotage de notre process.

Grâce au logiciel de simulation TIA Portal V13, nous avons pu tester et visualiser le comportement des sorties de notre programme et valider avec succès la solution que nous avons développée.

Dans le chapitre suivant, nous allons développer une plate forme de supervision qui va simplifier la tâche de contrôle pour l’opérateur.

CHAPITRE V

Développement de la plateforme de supervision.

SIEMENS SIMATIC PANEL

TOUCH

SPC

Development & Supervision
Control System

**Développement de la plateforme
de supervision du brûleur 1**

Réalisée par: **pupitre**

Dirigé par: **IKHLEF.B**

Proposé par: **Tiliouine .Akli**

Pupitre **Bruleur**

Introduction

Lorsque la complexité des process augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

L'utilisation de moyens de supervision gagne de plus en plus sa place dans les systèmes industriels, ces derniers à offrir aux opérateurs toutes les informations qui peuvent lui servir dans sa prise de décision, dans ce chapitre nous allons implanter le système de supervision qui est composé d'un pupitre capable d'acquérir des données relatives au fonctionnement d'un bruleur.

V.1 SIMATIC HMI [15]

SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande, et nous permet de maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installations en état de marche.

A l'autre extrémité de la gamme SIMATIC HMI se trouve des systèmes utilisés pour la conduite et la surveillance de chaînes de production.

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Un système IHM se charge des tâches suivantes :

- Représentation du process.
- Commande du process.
- Vue des alarmes.
- Archivage de valeurs processus et d'alarmes.
- Documentation de valeurs processus et d'alarmes.
- Gestion des paramètres de processus et de machine.

V.2 Définition de la supervision industrielle

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celle de fonctions de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces [15].

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes

- Répondre à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

V.3 Avantage de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du process, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés, son avantage principal est [16]:

- Surveiller le process à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

V.4 Constitution d'un système de supervision

Un système de supervision est généralement composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données. Ainsi que la communication avec d'autres périphériques [16].

V.4.1 Module de visualisation (affichage)

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires à l'évolution du procédé.

V.4.2 Module d'archivage

Son rôle est de mémoriser les données (alarmes et évènements) pendant une longue période. Il permet l'exploitation des données pour les applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

V.4.3 Module de traitement

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

V.4.4 Module de communication

Il assure le transfert des données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il donne la possibilité de modifier la configuration même après la mise en vente.

V.5. Les logiciels de supervision

Sont une classe de programmes applicatifs dédiés au contrôle de processus et à la collecte d'informations en temps réel depuis des sites distants en vue de maîtriser un équipement.

V.6. Utilisation de WinCC (V13)

WinCC (windows control center) V13 est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC V13 réunit les avantages suivants :

- Simplicité.
- ouverture.
- Flexibilité.

Wincc Runtime advanced nous permet de visualiser le procès et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur [16] :

- Win cc permet à l'opérateur de surveiller le processus. Pour ce faire, ce dernier est visualiser par un graphisme à l'écran .Dés qu'un état du processus évolue, l'affichage est mis à jour.
- Wincc permet à l'opérateur de commander le processus. A partir de l'interface utilisateur graphique, il peut par exemple entrer une valeur de consigne ou ouvrir une vanne.
- Lorsqu' état de processus devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement, l'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.

V.7 Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut prendre préalablement connaissance des éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé. Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du logiciel WinCC V13 [15].

V.7.1 Etablir une liaison directe

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre le WinCC et notre automate. Ceci pour que WinCC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate.

V.7.2 Création de la table des variables

Maintenant que la liaison entre notre projet WinCC et l'automate est établie. Nous avons la possibilité d'accéder à toutes les zones mémoire de l'automate.

- ✓ Mémoire entrée/sortie.
- ✓ Mémento.
- ✓ Bloc de données.

Les variables permettent de communiquer, c'est-à-dire d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, ou encore entre un pupitre opérateur et un automate.

Afin de faire la correspondance entre les données du projet de programmation et les données du projet de supervision, il est possible de faire une table de correspondance des données via l'onglet variable.

Chaque ligne correspond à une variable de WinCC. Elle est spécifiée par :

- Son nom.
- La liaison vers l'automate.
- Son type.
- Et le taux de rafraîchissement de celle-ci.

Le taux de rafraîchissement est le temps que doit mettre WinCC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate.

V.8 Présentation de pupitre opérateur

Les pupitres SIMATIC font leurs preuves depuis des années dans les applications les plus variées et dans tous les secteurs et ce, sans rien perdre de leur pouvoir d'innovation.

Avec les SIMATIC panels, on peut maîtriser même les processus les plus complexes et améliorer la disponibilité et donc la productivité de notre installation. En tant qu'interface homme-machine, les SIMATIC panels offrent un maximum de visibilité [17].

V.9 Constituants d'une vue

Les vues constituent une représentation graphique du processus. nous pouvons y afficher le déroulement du processus et y prédéterminer des valeurs du processus.

Une vue peut combiner des éléments statiques et dynamiques. Les éléments statiques, par exemple le texte et les graphiques, ne sont pas actualisés par l'automate.

Les éléments dynamiques sont liés à l'automate et permettent de visualiser les valeurs momentanées figurant dans la mémoire de l'automate. La visualisation peut se faire sous forme d'un affichage alphanumérique, de courbes ou d'histogrammes. Les éléments dynamiques peuvent être également des saisies réalisées sur PC de contrôle –commande et écrites dans la mémoire de l'automate. La liaison à l'automate est effectuée par l'intermédiaire de variables.

Vue d'accueil : dans chaque projet, nous devons déclarer une vue comme « vue d'accueil » la vue d'accueil est la vue qui est affichée après le démarrage PC de contrôle commande.

Dans notre projet la vue de sélection est celle qu'on a choisie pour l'accueil puisqu'elle centre l'ensemble de l'installation et elle nous permet l'accès à toutes les autres vues [17].

V.10 Création de station HMI

Dans notre projet on a introduit un nouvel objet qui est la station HMI en choisissant le type de pupitre sur lequel, les informations seront transmises, pour notre application on utilise un TP177B 6 "PN/DP.

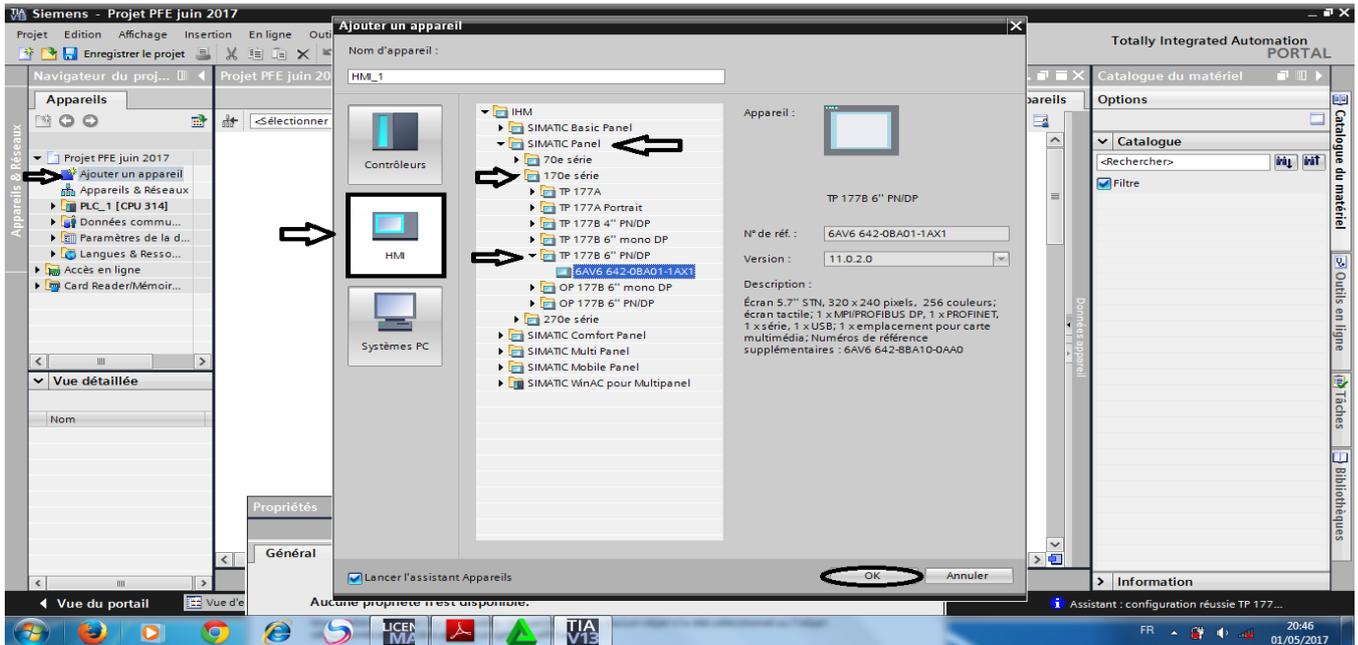


Figure V.1 : La création de la station SIMATIC HMI.

- Etablissement de la liaison automate-SIMATIC TP 177B 6 "PN/DP.

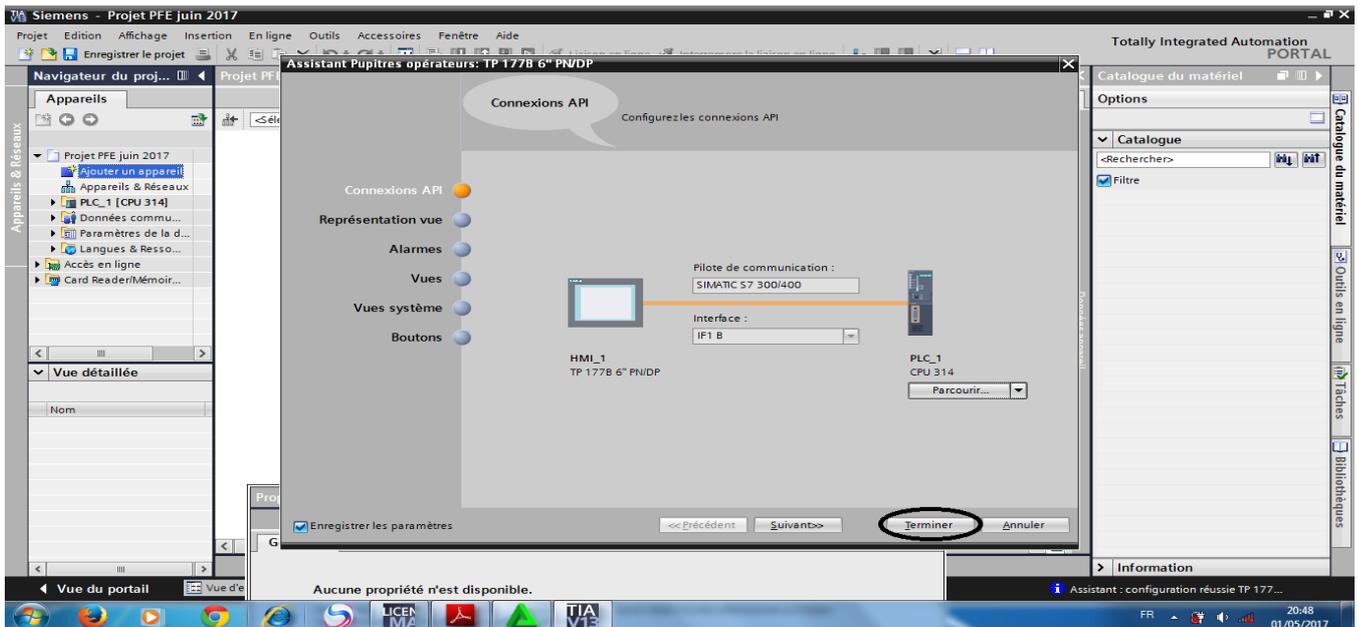


Figure V.2 : la liaison entre HMI et notre PLC.

V.11 Les vues du projet

V.11.1 Vue d'accueil

Cette vue nous permet d'accéder directement à la vue de pupitre ou bien la vue de brûleur (Figure V.3) et nommée HOME pour créer interface de présentation de notre application. Qui contient le titre d'étude et les noms de réalisateurs et les observateurs.



Figure V.3 : la vue d'accueil.

V.11.2 Vue de pupitre de commande

Cette vue présente les différents boutons qu'on a utilisé :

Bouton poussoir de marche (BPM S), Bouton poussoir d'arrêt (BPA S), Arrêt d'urgence (AU S), Présélection fuel (PSF) et présélection gaz (PSG).

Les autres composantes sont des LEDS qui représentent les phases de marche et d'arrêt :

Les phases de marche de X1 à X12.

Les phases d'arrêt de X50 à X57.

Lorsqu'on a appuyé sur le bouton poussoir BPM S la phase X1 clignote en attendant l'appui de présélection soit on appuie sur PSF, les LEDS X2, X3, X4, X5, X6, X12 seront clignotés.

Ou bien on appuie sur la PSG, les LEDS X7, X8, X9, X10, X11, X12 seront clignotés.

Lorsqu'on appuie sur le bouton poussoir BPA S les LEDS X50, X51, X52, X53, X54, X54A, X55, X56, X57 clignotent qui signifie que notre brûleur a l'état repos.

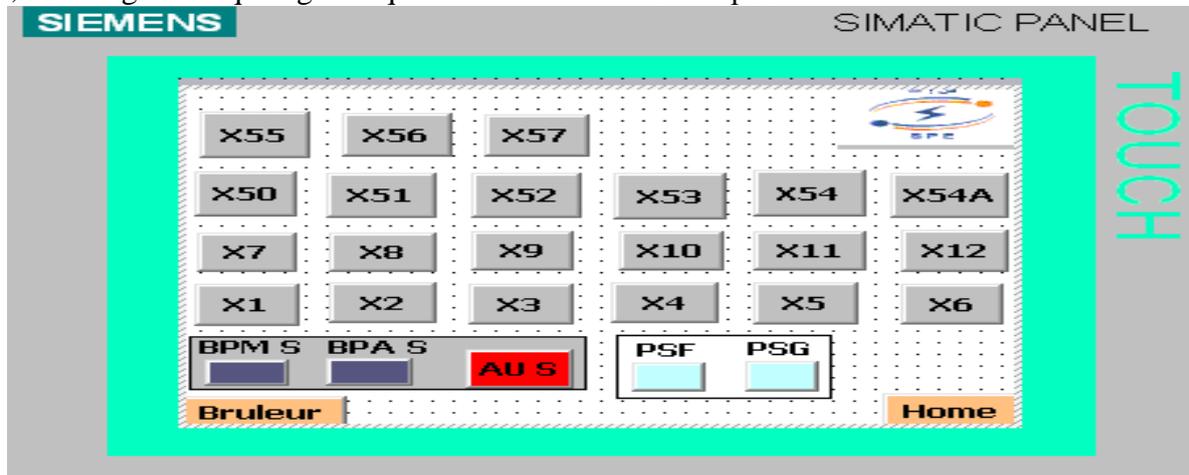


Figure V.4 : la vue de pupitre de commande.

V.11.3 Vue d'un brûleur.

Dans cette vue on a représenté le schéma graphique de fonctionnement d'un brûleur, lorsque on appuie sur le bouton marche de pupitre on remarque que la vanne d'air s'ouvre, et le brûleur d'allumage s'allume et l'appuie sur le PSF les vannes de fermeture rapides aller et retour s'ouvrent puis le brûleur principal s'allume.

L'appuie sur Bouton d'arrêt les vannes d'aller et retour se ferment et le brûleur principal s'éteint et les vannes de nettoyage s'ouvrent.

l'appuie sur la PSG nous ouvre la vanne de purge gaz puis les vannes de fermeture rapide gaz s'ouvrent et le brûleur principal s'allume.

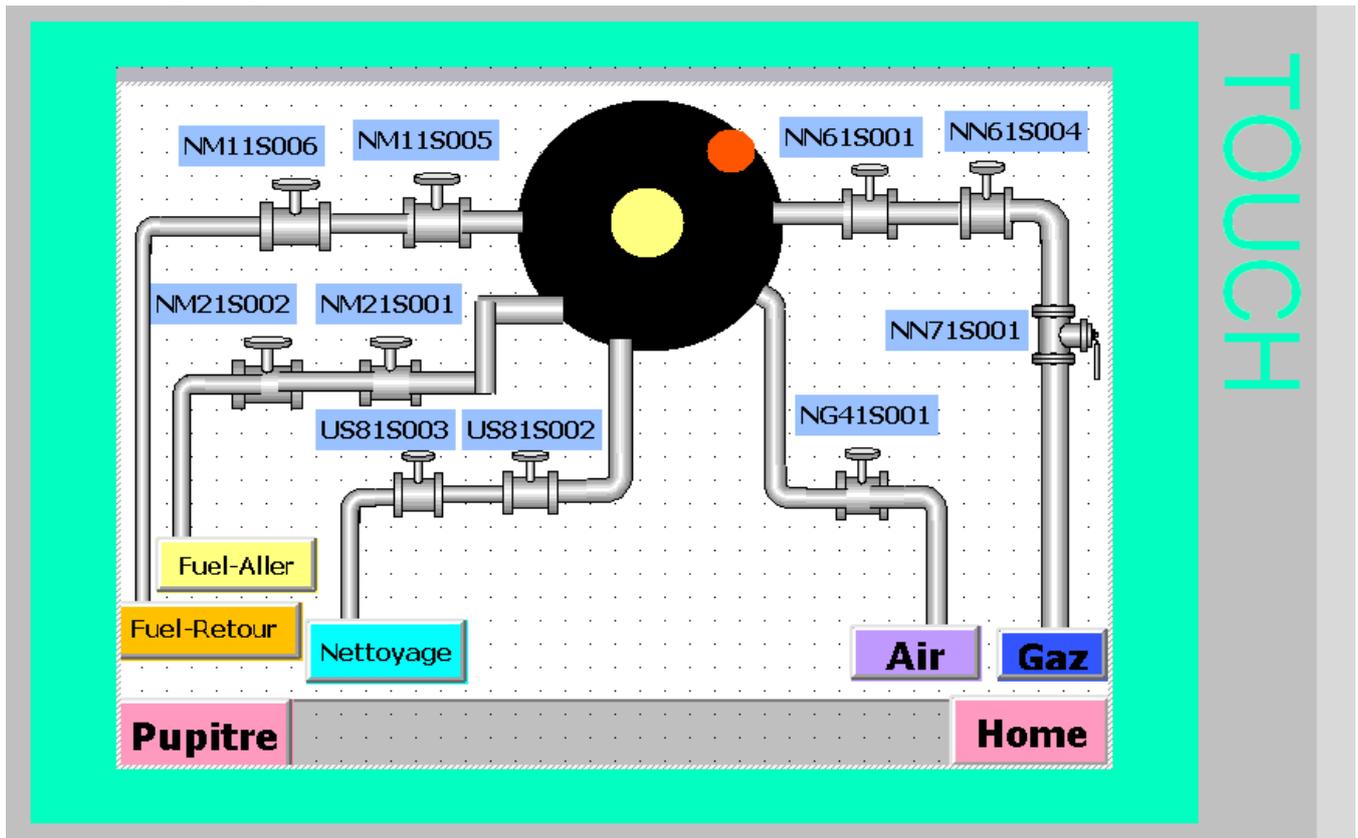


Figure V.5 : Vue d'un brûleur.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de comprendre la notion de la supervision et ses avantages dans la surveillance du fonctionnement d'un procédé.

Le WinCC V13 adjoint à notre étude est le logiciel qui assure la supervision de marche/arrêt de brûleur, grâce à sa parfaite intégration avec le logiciel de programmation V13 et sa communication avec l'automate S7-300, notre travail est rendu beaucoup plus clair et compréhensible.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'évolution remarquable de la technologie d'automatisation améliore la production et la sécurité.

Le travail que nous avons effectué dans le cadre de ce projet, avec l'appui du stage pratique au sein de la centrale thermique de Cap Djinet, nous a permis de mettre en pratique toutes nos connaissances théoriques et de nous familiariser avec le monde industriel. La commande des processus par un API est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie en raison de la précision des traitements numériques qu'ils effectuent pour générer la commande adéquate dans toutes les conditions.

L'étude que nous avons menée porte sur le développement d'une solution à logique programmée pour le contrôle et la surveillance des brûleurs. Pour atteindre cet objectif nous avons opté pour un automate SIMATIC S7.

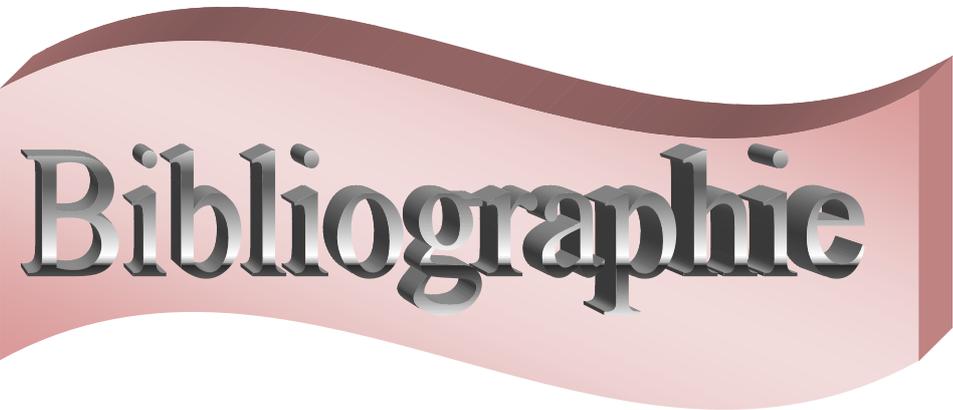
Les moyens mis à notre disposition sont minimes, ce qui ne nous a pas permis de tester l'installation avec un automate, mais nous avons effectué une simulation avec le logiciel «TIA PORTAL V13 » en attendant l'application de cette installation au plutôt possible.

Notre travail a pour but de développer une plateforme de supervision afin de contrôler le fonctionnement du système en temps réel.

L'application du système que nous avons proposé permet de minimiser les pannes, éviter les interventions de la maintenance et diminuer les frais d'exploitation et on aura un système plus fiable.

Enfin, nous espérons que ce travail puisse servir de support aux techniciens de la centrale thermique de Cap Djinet et aux promotions d'étudiants à venir, et on espère que cette solution donne la possibilité de proposer des autres solutions de commande aux plus tard.

PERSPECTIVES



Bibliographie

- [1] Documentation interne de la centrale de Ras-Djinet.
- [2] MELIANI TOUFIK, ALLAL ABDELHAKIM, Automatisation du brûleur de la centrale électrique par l'API S7-300, Mémoire de Master 2013, Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- [3] KICHNI SARRAH et ZIRKAL KAOUTHAR, Adaptation de l'API S7-300 sur la commande de marche/arrêt des brûleurs (centrale thermique de cap-Djinet), Mémoire de Master 2013 Université M'hamed Bougara-Boumerdes.
- [4] Livre de « Les automates programmables industriels », Alain GONZAGA, Novembre 2004.
- [5] Extrait « d'automatisme et automatique » par Jean- Yves FABET. édition septembre 2005.chez Ellipses.
- [6] S. MORENO –E.PEULOT –CASTEILLA, « Le GRAFCET Conception implantation dans les automates programmables industriels », Educavivres. Année en mai 1996.
- [7] D. DUPON et D. DUBOIS, « Réalisation technologique du GRAFCET », livre. Année 2005.
- [8] Documentation TS CRSA «les automatismes LE GEMMA », Année 05/2012.
- [9] M. GROUT, « Instrumentation industrielle », Edition DUNOD l'usine NOUVELLE. Année 2012.
- [10] L'Automate Programmable Industriel TS MAI, Philippe HOARAU, Documentation, Edition DUNOD, Année 6/10/2015.
- [11] LES AUTOMATES PROGRAMMABLES, Tome I Caractéristiques et méthodologie de programmation, Dr. Ir. H. LECOCQ Professeur – Dernières mises à jour 2005.
- [12] AZZOUZI AZZOUZ, étude et automatisation d'une chaîne de traitement de surface à base d'automate programmable industriel type siemens S7-300. Faculté des hydrocarbures, et de la chimie. juin 2007
- [13] CTA Centre de technologie avancée, «Maintenance de systèmes automatisés industriels», Documentation, Année 2014
- [14] SET, Présentation de gemma, Documentation. Edition Patrick ABATI, Année 7/11/2000.
- [15] SIMATIC WinCC dans le Totally Integrated Automation Portal, Flexibilité dans toutes les applications IHM – du Basic Panel à la supervision de process Brochure .Novembre 2011.
- [16] Documentation SIEMENS « Simatic Win CC V13 », manuel système, Année 02/2014.

Bibliographie

[17] FATEH RAHMANE, KAMEL BENYOUCEF, commande et supervision de l'installation de production du sirop fini (FRUITAL COCA-COLA), Mémoire de Master 2010, Université M'hamed Bougara-Boumerdes.

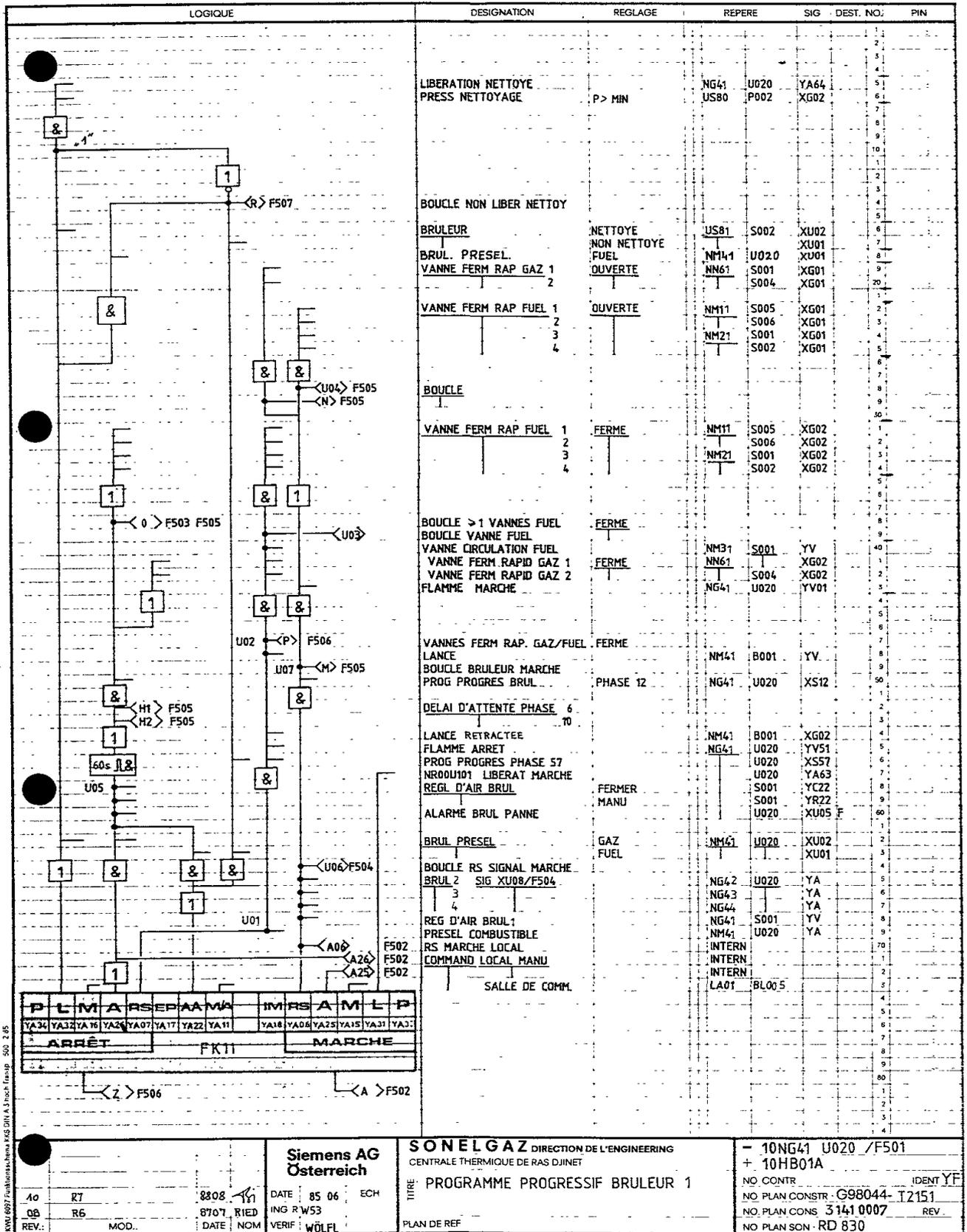


ANNEXE

Annexe

au versament de dommages et intérêts. Tous nos droits sont réservés pour le cas de la délivrance d'un brevet ou celui de l'attribution d'un modèle d'utilité.

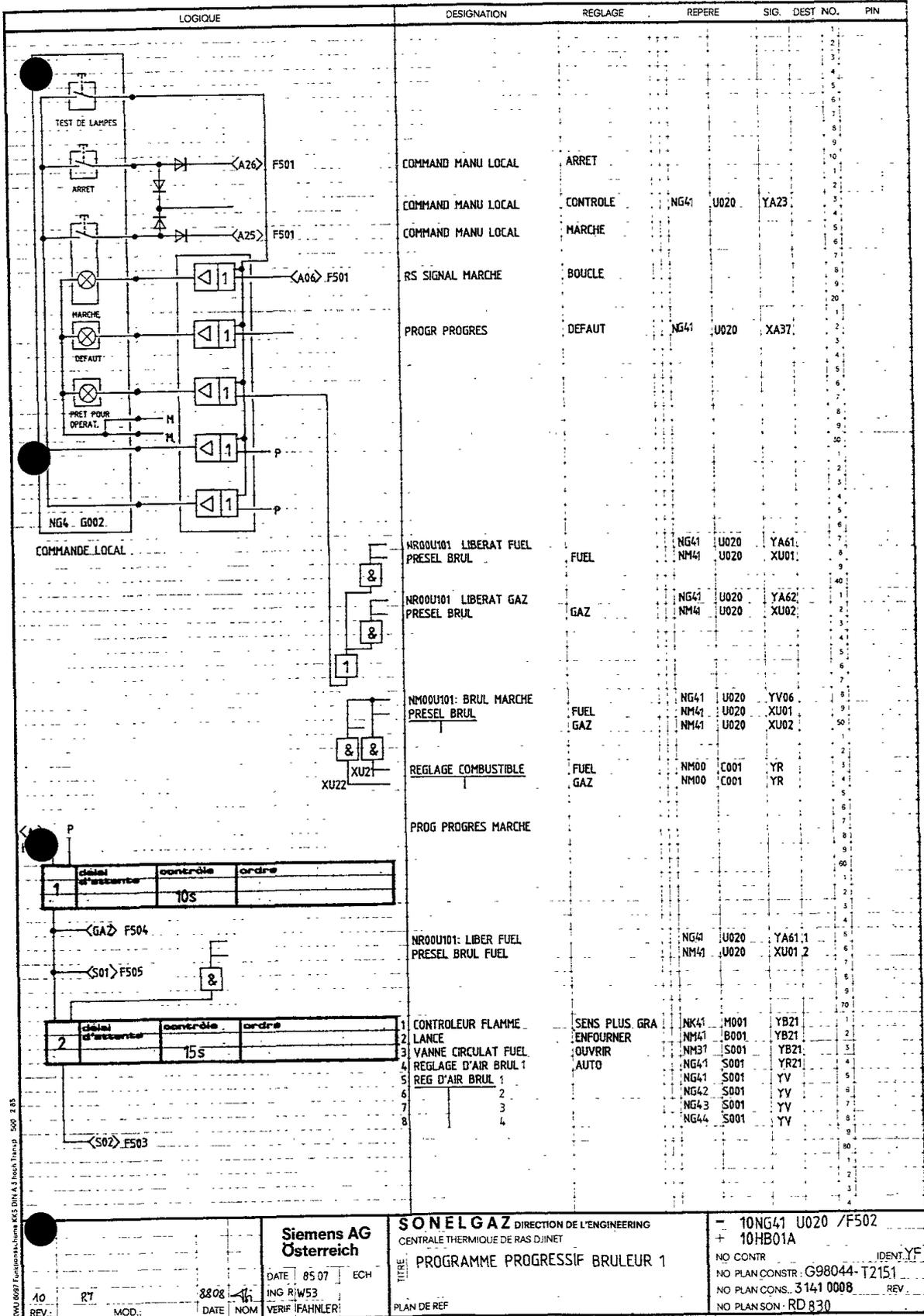
All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.



Annexe

adresse. Tout franchissement à cette ligne est considéré comme un acte de violation des droits réservés au versement de dessins et plans. Tous droits sont réservés pour le cas de la délivrance d'un brevet ou celui de l'enregistrement d'un modèle d'unité.

All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.



NSM 8007 Fonctionnement KES DIN 45 Red. Tronç. 500 2.85

Siemens AG Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET

- 10NG41 U020 /F502
+ 10HB01A

10 REV.: RT 3808 MOD.: DATE NOM

DATE 05 07 ECH
ING RIW53
VERIF FAHLNER

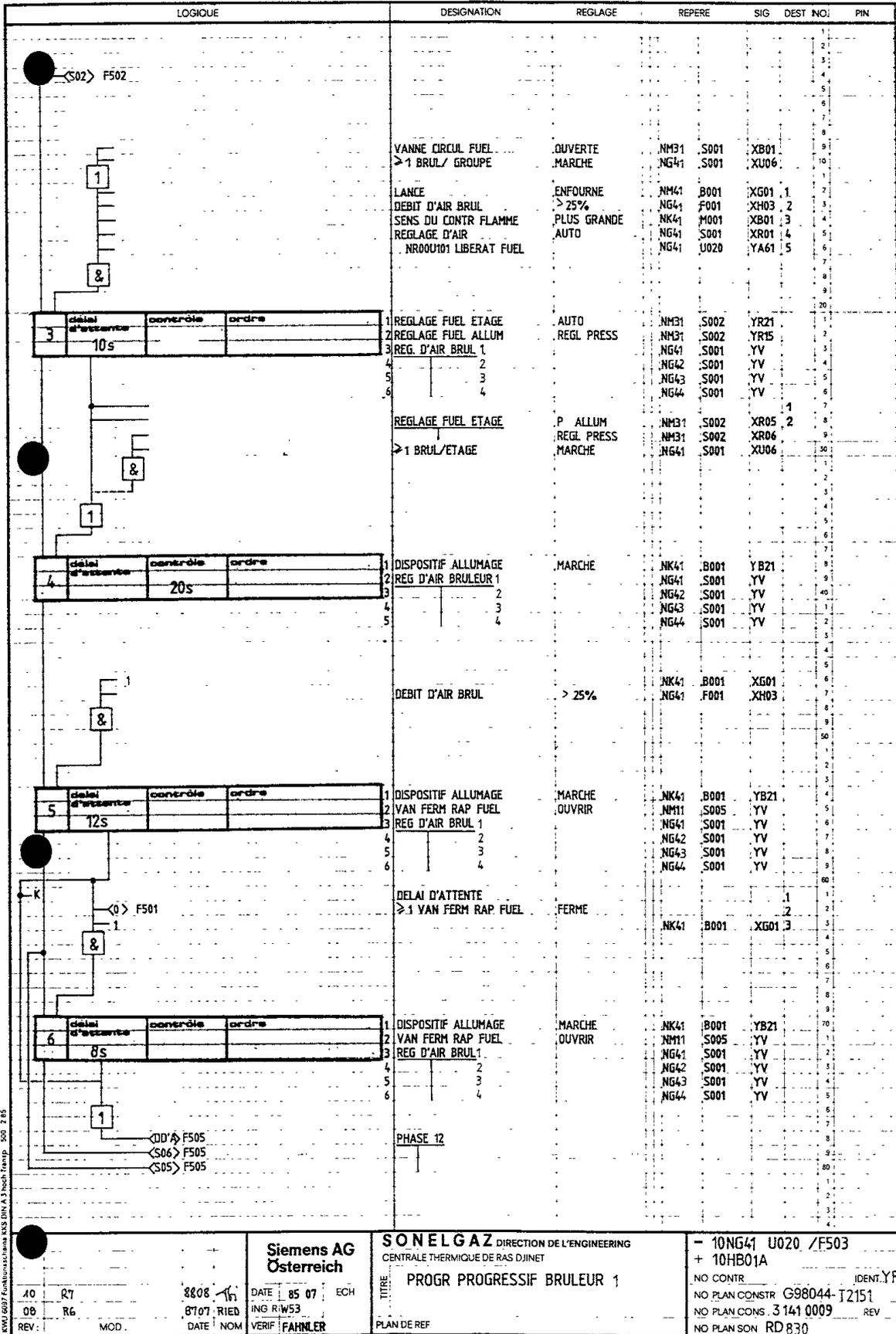
TITRE PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1
PLAN DE REF

IDENT YF
NO PLAN CONSTR : G98044-T2151
NO PLAN CONS. 3141 0008 REV.
NO PLAN SON - RD 830

Annexe

zu versamung de dommages et interets. tous nos droits sont reserves pour le cas de la delivrance d'un brevet ou celui de l'enregistrement d'un modele d'usine

All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design



KWU 6037 Funktionschema KKS DIN A 3 hoch Temp. 500 2 85

Siemens AG Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET
TITRE: **PROGR PROGRESSIF BRULEUR 1**

- 10NG41 U020 /F503
+ 10HB01A
NO CONTR IDENT.YF
NO PLAN CONSTR G98044-T2151
NO PLAN CONS 3141 0009 REV
NO PLAN SON RD830

10 R7 3808 16 DATE 85 07 ECH
09 R6 8707 RIED ING RIW53
REV: MOD. DATE NOM VERIF FAHNLER

PLAN DE REF

Annexe

express authority. Offenders are liable to the payment of damages.
 All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

express authority. Offenders are liable to the payment of damages.
 All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST. NO. | PIN |
|---------|----------------------|---------|--------|------|-----------|-----|
| | NR00U101 LIBERAT GAZ | | NR00 | U101 | XU08 | 1 |
| | PRESEL BRUL | GAZ | NR41 | U020 | XU02 | 2 |
| | NETTOYAGE BRUL GAZ | ARRET | NR41 | U001 | XU02 | 3 |
| | TEST ALIM GAZ NN | BON FIN | NR60 | U001 | XU36 | 10 |
| | | | | | | 11 |
| | | | | | | 12 |
| | | | | | | 13 |
| | | | | | | 14 |
| | | | | | | 15 |
| | | | | | | 16 |
| | | | | | | 17 |
| | | | | | | 18 |
| | | | | | | 19 |
| | | | | | | 20 |
| | | | | | | 21 |
| | | | | | | 22 |
| | | | | | | 23 |
| | | | | | | 24 |
| | | | | | | 25 |
| | | | | | | 26 |
| | | | | | | 27 |
| | | | | | | 28 |
| | | | | | | 29 |
| | | | | | | 30 |
| | | | | | | 31 |
| | | | | | | 32 |
| | | | | | | 33 |
| | | | | | | 34 |
| | | | | | | 35 |
| | | | | | | 36 |
| | | | | | | 37 |
| | | | | | | 38 |
| | | | | | | 39 |
| | | | | | | 40 |
| | | | | | | 41 |
| | | | | | | 42 |
| | | | | | | 43 |
| | | | | | | 44 |
| | | | | | | 45 |
| | | | | | | 46 |
| | | | | | | 47 |
| | | | | | | 48 |
| | | | | | | 49 |
| | | | | | | 50 |
| | | | | | | 51 |
| | | | | | | 52 |
| | | | | | | 53 |
| | | | | | | 54 |
| | | | | | | 55 |
| | | | | | | 56 |
| | | | | | | 57 |
| | | | | | | 58 |
| | | | | | | 59 |
| | | | | | | 60 |
| | | | | | | 61 |
| | | | | | | 62 |
| | | | | | | 63 |
| | | | | | | 64 |
| | | | | | | 65 |
| | | | | | | 66 |
| | | | | | | 67 |
| | | | | | | 68 |
| | | | | | | 69 |
| | | | | | | 70 |
| | | | | | | 71 |
| | | | | | | 72 |
| | | | | | | 73 |
| | | | | | | 74 |
| | | | | | | 75 |
| | | | | | | 76 |
| | | | | | | 77 |
| | | | | | | 78 |
| | | | | | | 79 |
| | | | | | | 80 |
| | | | | | | 81 |
| | | | | | | 82 |
| | | | | | | 83 |
| | | | | | | 84 |
| | | | | | | 85 |
| | | | | | | 86 |
| | | | | | | 87 |
| | | | | | | 88 |
| | | | | | | 89 |
| | | | | | | 90 |
| | | | | | | 91 |
| | | | | | | 92 |
| | | | | | | 93 |
| | | | | | | 94 |
| | | | | | | 95 |
| | | | | | | 96 |
| | | | | | | 97 |
| | | | | | | 98 |
| | | | | | | 99 |
| | | | | | | 100 |

REV: 05 R3 MOD. 8701 RIED DATE: 85 07 ECH ING: R/W53 VERIF: FAHLER

Siemens AG
Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
 CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET
 PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1

- 10NG41 U020 /F504
 + 10HB01A
 NO. CONTR. IDENT YF
 NO. PLAN CONSTR. G98044-T2151
 NO. PLAN CONS. 3141 0010 REV.
 NO. PLAN SON. RD 830

05 R3 MOD. 8701 RIED DATE: 85 07 ECH
 REV: MOD. DATE: NOM VERIF: FAHLER

DATE: 85 07 ECH
 ING: R/W53
 VERIF: FAHLER
 PLAN DE REE

Annexe

Copyright 1980 Siemens AG
 Au versant de droits réservés. Tous droits réservés
 pour le cas de la délivrance d'un brevet ou d'un engagement
 d'un modèle d'utilité

All rights reserved in the event of the grant or patent or the registration of a utility model or design

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST | NO. | PIN |
|---------|--------------------------------|--------------------|-----------|------|------|-----|-----|
| | 1 DISPOSITIF ALLUM | MARCHE | NK41 B001 | YB21 | | 1 | |
| | 2 VAN FERM RAP GAZ | OUVRIR | NN61 S001 | YV | | 2 | |
| | 3 REG D'AIR BRUL | | NG41 S001 | YV | | 3 | |
| | | | | | | 4 | |
| | | | | | | 5 | |
| | | | | | | 6 | |
| | | | | | | 7 | |
| | | | | | | 8 | |
| | | | | | | 9 | |
| | | | | | | 10 | |
| | 1 VAN ARRET REGL GAZ | OUVRIR | NN40 S002 | YB21 | | 1 | |
| | 2 REGLAGE GAZ BRULS | AUTO | NN40 S001 | YR21 | | 2 | |
| | | | | | | 3 | |
| | | | | | | 4 | |
| | | | | | | 5 | |
| | | | | | | 6 | |
| | | | | | | 7 | |
| | | | | | | 8 | |
| | | | | | | 9 | |
| | | | | | | 10 | |
| | 1 VERROUILLAGE DE LA CHAUDIERE | BRULEUR EN SERVICE | NR00 U101 | YV | | 1 | |
| | 2 VERROUILLAGE VANNE REGL. | | NN40 S004 | YV | | 2 | |
| | 3 VANNE REGL. FUEL BR 1-4 | | NM31 S001 | YV | | 3 | |
| | | | | | | 4 | |
| | | | | | | 5 | |
| | | | | | | 6 | |
| | | | | | | 7 | |
| | | | | | | 8 | |
| | | | | | | 9 | |
| | | | | | | 10 | |

KWD MPT Funktionschem. K&S DIN A3 Druck Temp. 900 7 85

Siemens AG
Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
 CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET
 TITRE PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1
 PLAN DE REF

- 10NG41 U020 /F505
 + 10HB01A
 NO. CONTR. IDENT. YF
 NO. PLAN CONSTR. G98044-T2151
 NO. PLAN CONS. 3141 0011 REV
 NO. PLAN SON. RD 830

40 R7 8808 DATE 85 07 ECH.
 02 R2 8610 RIED ING. RIW53
 REV. MOD. DATE NOM VERIF. FAHLNER

Annexe

Tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Siemens AG Österreich est formellement interdite. Toute violation de ces droits est punie conformément à la loi sur le droit de propriété intellectuelle. All rights reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST NO1 | PIN |
|--------------------------|-----------------------|---------|--------|------|----------|------|
| | PROG PROGR BRUL ARRET | | | | | |
| | BOUCLE LIBER NETTOY. | | | | | |
| | MANU PROG ARRET | | | NG41 | U020 | YA16 |
| | LIBERAT MANU | | | NG41 | U020 | YA14 |
| | SERVICE FUEL | | | NM11 | S005 | XU04 |
| | VANNES FERME RAP FUEL | MARCHE | | NM11 | S005 | XU05 |
| | ARRET VOULU | | | | | |
| | DISPOS ALLUM | MARCHE | | NK41 | B001 | YV |
| | MAINTIENS OUVERTE | | | NM11 | S005 | YV |
| | VAN NETTOY 1 BRUL | OUVRIR | | US81 | S002 | YV |
| ESSAI D'ALLUMAGE | BLOCAGE | | NK00 | U101 | YV | |
| VANNES FERM RAPID | FUEL ET GAZ | | NM11 | S005 | YV | |
| VAN PRINC NETTOYAGE | OUVERTE | | US80 | S001 | XB01 | |
| VAN NETTOYAGE 1 | OUVERTE | | US81 | S002 | XB01 | |
| VAN. FERM. RAP. GAZ FUEL | FERME | | | | | |
| VANNES FERM RAP GAZ&FUEL | FERME | | | | | |
| LANCE | ENFOURNER | | NM41 | B001 | YB21 | |
| REGLAGE D'AIR BRUL | AUTO | | NG41 | S001 | YR21 | |
| REGLAGE D'AIR BRUL | | | NG41 | S001 | YV | |

1011 8007 Fournisseur: KES DIMA 3 Tech. Interop. 500 285

Siemens AG Österreich
 DATE: 85 07 ECH.
 ING R. W53
 VERIF: FAHNLER

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
 CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET
 TITRE: PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1
 PLAN DE REF:

- 10NG41U020 /F506
 + 10HB01A
 NO CONTR
 NO PLAN CONSTR G98044-T2151 IDENT Y F
 NO PLAN CONS 3141 0012 REV.
 NO PLAN SON RD 830

10 REV R7 8808
 MOD DATE NOM

Annexe

respecter. Tout manquement à cette règle est puni de suspension immédiate
 au versement des honoraires et intérêts. Tous nos clients sont assurés
 pour le cas de la survenance d'un litige du fait de l'engagement
 d'un modèle d'œuvre.

respects summary. Unbreaches are liable to the payment of damages
 All rights are reserved in the event of the printed pattern on the reg-
 istration of a unity model or design.

| LOGIQUE | DESIGNATION | REGLAGE | REPERE | SIG | DEST | NOI | PIN |
|---------|--|----------------------------|--|-------------------------------|------|-----|-----|
| | LANCE REG D'AIR BRUL DEBIT D'AIR BRUL | ENFOURNEE AUTO > 40% | NK41 .S001 NG41 .S001 NG41 .F001 | XG01 .1 XB01 .2 XH05 .3 | | | |
| | NON LIBERAT NETTOY PRESEL BRUL GAZ LANCE | NETTOYE | NK41 .U020 US81 .S002 | XU02 XU02 | | | |
| | VANNES NETTOYAGE | OUVERTE | | | | | |
| | DISPOSITIF ALLUMAGE REG D'AIR BRULEUR | MARCHE | NK41 .S001 NG41 .S001 | YB21 YV | | | |
| | ARRET VOULU | | | | | | |
| | VAN PRINC NETTOYAGE | | US80 .S001 | YV | | | |
| | VAN PRINC NETTOYAGE DEBIT D'AIR BRULEUR | MARCHE OUVERTE | NK41 .S001 US80 .S001 NG41 .F001 | XG01 .1 XB01 .2 XH05 .3 | | | |
| | VANNES NETTOYAGE | OUVERTE | | | | | |
| | DISPOSITIF ALLUMAGE VAN NETTOYAGE 1 | MARCHE OUVRIR | NK41 .S001 US81 .S002 | YB21 YB21 | | | |
| | REG D'AIR BRULEUR REGISTR D'AIR BRUL | OUVRIR AUTO | US81 .S003 NG41 .S001 NG41 .S001 | YB21 YR21 YV | | | |
| | | | | | | | |
| | DISPOSITIF ALLUMAGE VAN NETTOYAGE 1 | MARCHE FERMER | NK41 .S001 US81 .S002 | YB21 YB22 | | | |
| | VAN NETTOYAGE 1 | OUVRIR | US81 .S003 | YB21 | | | |
| | REG D'AIR BRULEUR REGISTR D'AIR BRUL | AUTO | NG41 .S001 NG41 .S001 | YR21 YV | | | |
| | | MARCHE | NK41 .S001 | XG01 .1 | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

10 R7 8808-1-1
REV. MOD. DATE NCM VERIF FAHNLER

Siemens AG Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET

TITRE PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR1

PLAN DE REF.

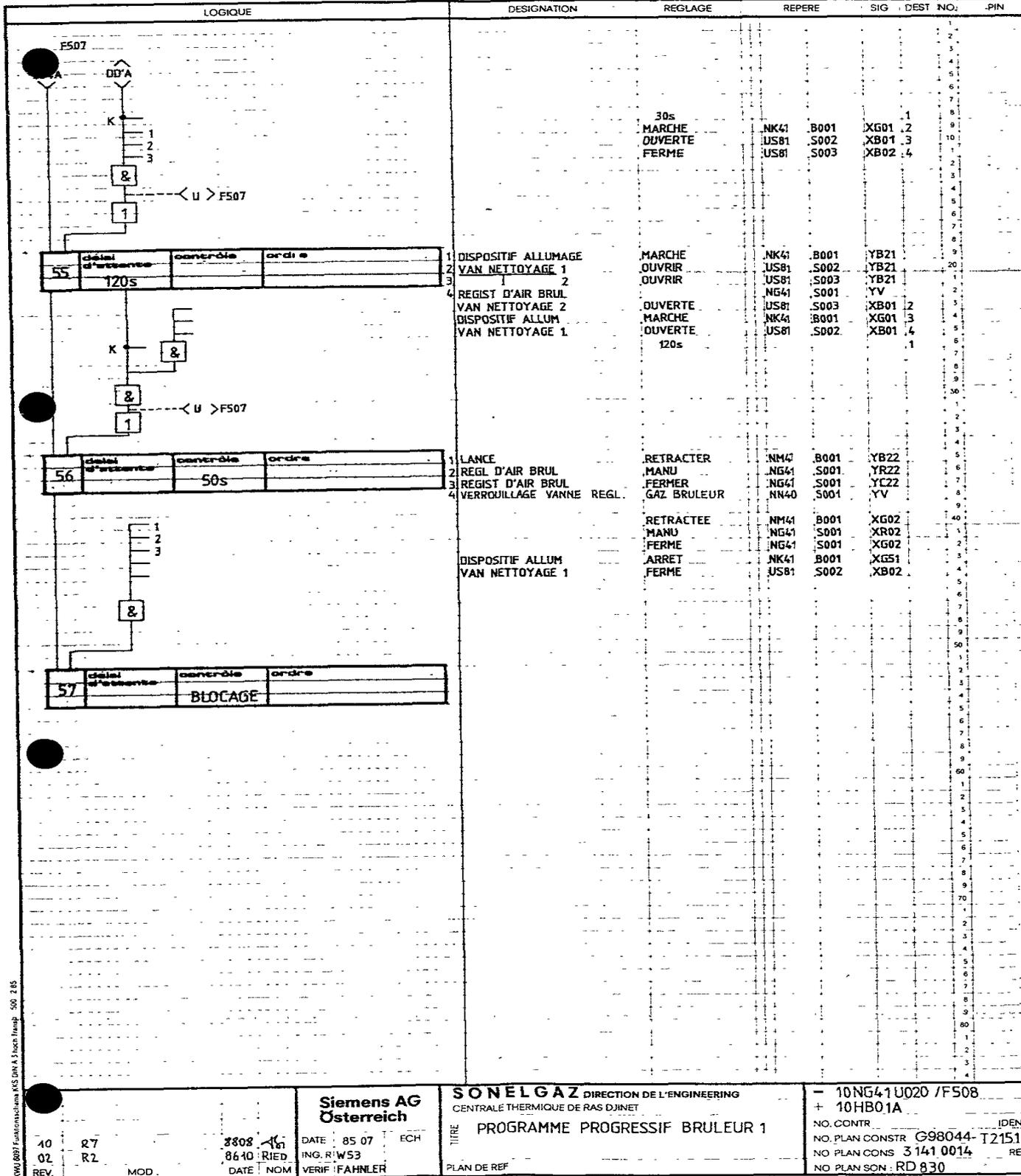
- 10 NG41 U020 /F507
+ 10 HB01A

NO CONTR: G98044 IDENT: YF
NO PLAN CONSTR: T2151
NO PLAN CONS: 3141 0013 REV
NO PLAN SON: RD 830

Annexe

Imprimé sans responsabilité de Siemens AG. Tous droits réservés. Toute réimpression sans autorisation écrite de Siemens AG est formellement interdite. In the event of a patent or the registration of a utility model or design.

All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.



NWJ 889 Funktionschema KES-DWA 3loch Temp. 500 215

Siemens AG Österreich

SONELGAZ DIRECTION DE L'ENGINEERING
CENTRALE THERMIQUE DE RAS DJINET

- 10NG41U020 /F508
+ 10HB01A

10 27
02 RZ
REV.

3308
8640
DATE NOM

DATE: 85 07
ING. R: W53
VERIF: FAHLER

TITRE: PROGRAMME PROGRESSIF BRULEUR 1
PLAN DE REF.

NO. CONTR. IDENT.
NO. PLAN CONSTR. G98044-T2151
NO. PLAN CONS. 3141.0014
NO. PLAN SON.: RD 830

Tableau 1 : Désignation des codes alphanumériques.

| Code alphanumérique | Désignation |
|---------------------|--|
| NG41U020YA61 | Libération fuel. |
| NM41U020XU01 | Présélection fuel |
| NK41M001YB21 | Tester la cellule de la flamme (IR) |
| NG41U020YA63 | Libération marche |
| NM41B001YB21 | Lance enfourner |
| NM31S001YB21 | Ouvrir la vanne régulatrice |
| NG41S001YR21 | Régler l'air brûleur1 automatique |
| NG41S001YV | Régler l'air brûleur1 |
| NM31S001XB01 | La vanne régulatrice fuel ouverte |
| NG41S001XU06 | Au moins 1 Brûleur en marche |
| NM41B001XG01 | Lance enfourné |
| NG41F001XH03 | Débit d'air brûleur >25% |
| NK41M001XB01 | Détecteur de flamme (IR) bon test |
| NG41S001XR01 | Réglage d'air brûleur automatique |
| NM31S002YR21 | Régler fuel étage automatique |
| NM31S002YR15 | Régler fuel d'allumage |
| NM31S002XR05 | Réglage fuel étage prés allumée |
| NM31S002XR06 | Réglage fuel d'allumage |
| NK41B001YB21 | Mettre dispositif d'allumage en marche |
| NM11S005YV | Ouvrir la vanne fermeture rapide fuel |
| NK41B001XG01 | Dispositif d'allumage en marche |
| NR00U101XU08 | Libération gaz |
| NM41U020XU02 | Présélection gaz |
| NX41U001XU02 | Nettoyage brûleur en gaz arrêt |

Annexe

| | |
|--------------|--|
| NN40U001XU36 | Test l'étanchéité en gaz bon fin |
| NK41M001YB22 | Tester la cellule de la flamme (UV) |
| NN41S002YB21 | Ouvrir la vanne d'arrêt régulatrice |
| NG41F001XH01 | Débit d'air brûleur1 >20% |
| NK41M001XB02 | Teste la cellule de la flamme (UV) bon test |
| NN41S002XB01 | La vanne d'arrêt régulatrice ouverte |
| NN40S001YC22 | Fermer la vanne régulatrice gaz brûleur 1 |
| NN40S001YR22 | Fermer la vanne régulatrice gaz brûleur manuel |
| NN71S001YV | Fermer la vanne purge gaz brûleur 1 |
| NN40S001XC02 | La vanne régulatrice gaz brûleur1 fermée |
| NN40S001XR02 | La vanne régulatrice gaz brûleur 1 fermée manuel |
| NN71S001XB02 | La vanne purge gaz fermée |
| NG41U020XU06 | Présélection brûleur 1 RS marche |
| NN71S001XB01 | La vanne purge gaz brûleur1 ouverte |
| NN40P002XG02 | Pression gaz brûleurs > 0.25bar |
| NN61S001YV | Ouvrir la Vanne fermeture rapide gaz |
| NN61S001XG02 | La vanne fermeture rapide gaz 1 fermée |
| NN61S004XG02 | La vanne fermeture rapide gaz 2 fermée |
| NG41U020YV01 | la flamme en marche |
| NN40S002YB21 | Ouvrir la vanne d'arrêt régulatrice gaz |
| NN40S001YR21 | Régler gaz brûleur 1 |
| NN40S001XR01 | Réglage gaz brûleur 1 |
| NK41B001XG51 | Dispositif d'allumage arrêt |
| NN40S002XB01 | La vanne arrêt régulatrice gaz ouverte |
| NR00U010YV | Verrouillage de la chaudière |
| NN40S001YV | Verrouillage les vannes régulatrice gaz |

Annexe

| | |
|--------------|--|
| NM31S001YV | Vanne régulatrice fuel |
| NG41U020YA16 | Le programme arrêt manuel |
| NG41U020YA14 | Libération manuel |
| NM11S005XU04 | Service fuel |
| NM11S005XU05 | Les vannes fermetures rapides fuel en marche |
| US80S001XB01 | La vanne principale nettoyage ouverte |
| US81S002XB01 | La vanne nettoyage 1 ouverte |
| NG41F001XH05 | Débit d'air brûleur 1 >40% |
| US81S002XU02 | Lance nettoyée |
| US80S001YV | Ouvrir la vanne principale de nettoyage |
| US80S001XB01 | La vanne principale nettoyage ouverte |
| US81S002YB21 | Ouvrir la vanne nettoyage 1 |
| US81S003YB21 | Ouvrir la vanne nettoyage 2 |
| US81S002YB22 | Fermer la vanne nettoyage 1 |
| US81S003XB02 | Vanne nettoyage 2 fermée |
| US81S003XB01 | Vanne nettoyage 2 ouverte |
| NM41B001YB22 | Lance rétracter |
| NG41S001YR22 | Régler l'air brûleur 1 manuel |
| NG41S001YC22 | Fermer le registre d'air brûleur 1 |
| NM41B001XG02 | Lance rétractée |
| NG41S001XR02 | Réglage d'air brûleur 1 manuel |
| NG41S001XG02 | Registre d'air brûleur1 fermée |
| US81S002XB02 | Vanne nettoyage 1 fermée |
| NM11S005XG02 | La vanne fermeture rapide fuel 1 fermée |
| NM11S006XG02 | La vanne fermeture rapide fuel 2 fermée |
| NM21S001XG02 | La vanne fermeture rapide fuel 3 fermée |

Annexe

| | |
|--------------|---|
| NM21S002XG02 | La vanne fermeture rapide fuel 4 fermée |
| NN61S001XG01 | La vanne fermeture rapide gaz 1 ouverte |
| NN61S004XG01 | La vanne fermeture rapide gaz 2 ouverte |
| NG41U020YA64 | Libération nettoyage |
| US80P002XG02 | Manuelle le programme arrêt |
| BPM | Bouton poussoir marche |
| BPA | Bouton poussoir arrêt |
| NN40U001YB11 | Tester l'étanchéité en gaz |
| NX41U001YB12 | Nettoyer bruleur en gaz |
| NM42U020XU02 | Présélection bruleur 2 gaz |
| NG42U020XU06 | Présélection bruleur 2 RS marche |
| NM43U020XU02 | Présélection bruleur 3 gaz |
| NM43U020XU06 | Présélection bruleur 3 RS marche |
| NM44U020XU02 | Présélection bruleur 4 gaz |
| NM44U020XU06 | Présélection bruleur 4 RS marche |
| NM11S005XG01 | Vanne fermeture rapide fuel 1 ouverte |
| NM11S006XG01 | Vanne fermeture rapide fuel 2 ouverte |
| NM21S001XG01 | Vanne fermeture rapide fuel 3 ouverte |
| NM21S002XG01 | Vanne fermeture rapide fuel 4 ouverte |
| < A> | Programme marche |
| K | Délai d'attente |
| < O> | Au moins 1 vanne fermeture rapide fuel fermée |
| <U03> | Boucle vanne fuel |
| <U08> | Au moins 1 brûleur/étage en marche |
| <N> | Vanne fermeture rapide gaz ouverte |
| <M> | Boucle brûleur1 en marche |

| | |
|-------|---|
| <U04> | Vanne fermeture rapide fuel ouverte |
| <Z> | Programme brûleur arrêt |
| <,1'> | Boucle nettoyage libérer |
| <P> | Vannes fermeture rapide gaz / fuel fermée |
| <4> | Les vannes nettoyages ouvertes |
| <R> | Boucle nettoyage non libérer |
| <U> | Sous programme |

Tableau 2.1 :

| Etapes | Actions | Transitions |
|-----------|--------------------------------------|---|
| Etapes 33 | X33 ⁺ GPN X0 GC X17 | X33 AU * la fuite de gaz * la fuite de fuel |
| Etapes 34 | X34 ⁺ | X34 AU+ la fuite de gaz+ la fuite de fuel |

GRAFCET de Sécurité GS

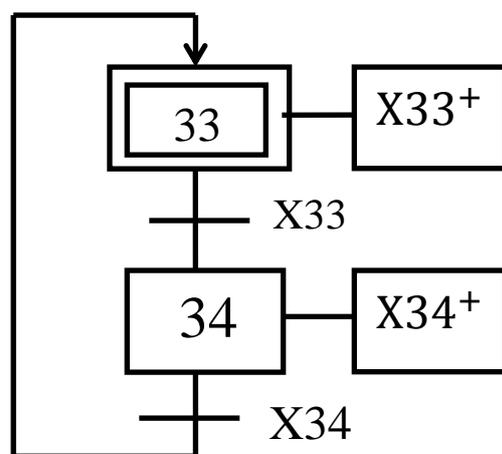


Tableau 2.1 :

| Etapes | Actions | Transitions |
|-----------|------------------|-----------------------------------|
| Etapes 17 | X17 ⁺ | X17 X34 |
| Etapes 18 | X18 ⁺ | X15 NG41U020YA63 |
| Etapes 19 | X19 ⁺ | X19 AUTO*BPM |
| | | X18 MANU |
| Etapes 20 | X20 ⁺ | NN40U001YB11 X20 NN40U001XU36 |
| Etapes 21 | X21 ⁺ | NX41U001YB12 X21 NX41U001XU02 |
| Etapes 22 | X22 ⁺ | NG41S001YR21 X22 NG41S001XR01 |
| Etapes 23 | X23 ⁺ | X23 BPA |
| Etapes 24 | X24 ⁺ | X24 X57 |
| Etapes 25 | X25 ⁺ | X25 Val |

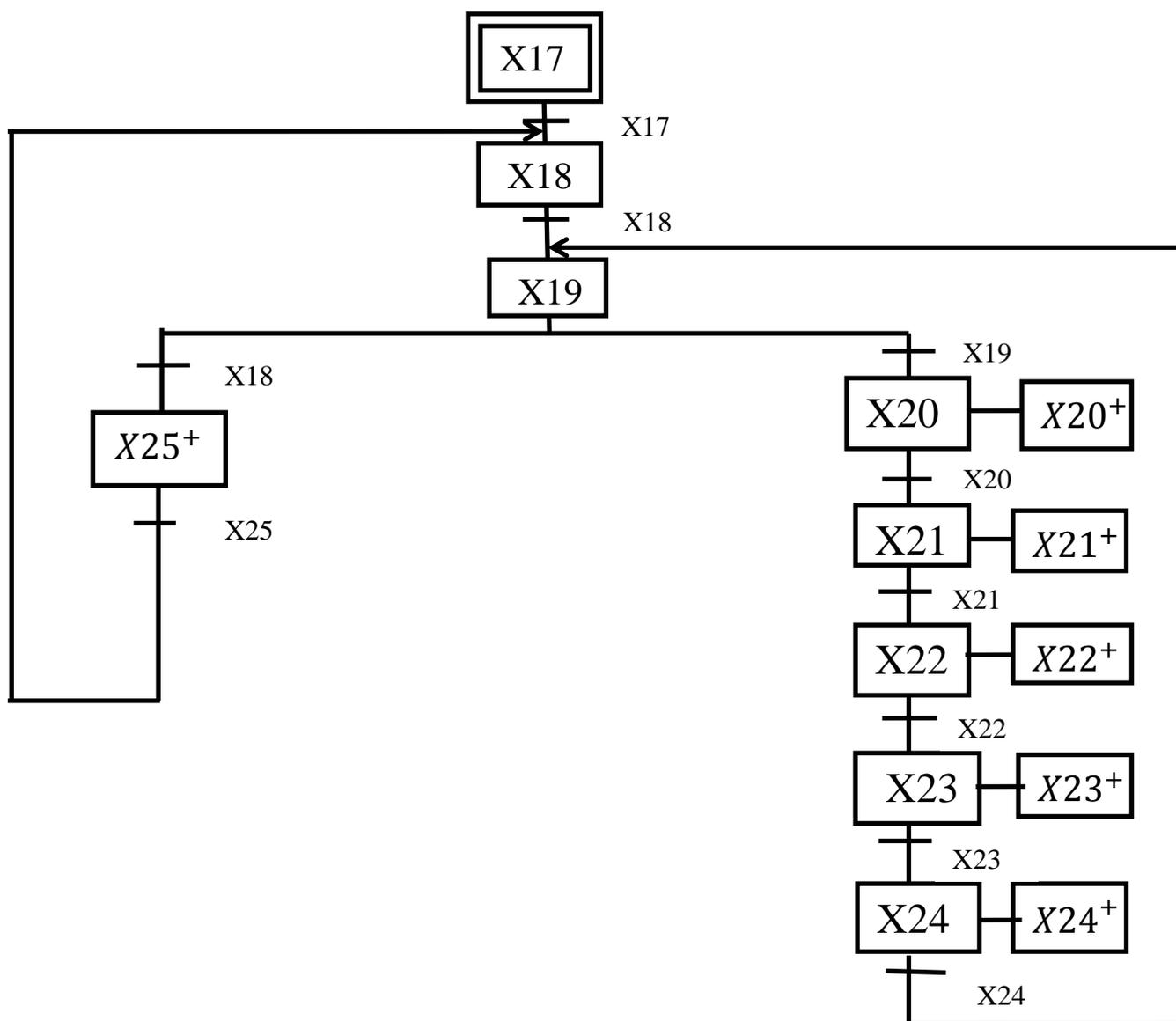


Tableau 2.1 : Etapes d'initialisation des séquences automatiques de mise en marche du brûleur :

| Etapes | Actions | Transitions |
|-------------------|-----------------|-------------------------------|
| Etapes initiale 0 | X0 ⁺ | X0 X34*X23 |
| Etapes 1 | X1 ⁺ | X12 NG41U020YA61*NM41U020XU01 |
| | | X17 NM41U020XU02*NR00U101XU08 |
| Etapes 2 | X2 ⁺ | NK41M001YB21 |
| | | NM41B001YB21 |
| | | NM31S001YB21 |
| | | NG41S001YV |
| Etapes 3 | X3 ⁺ | NM31S002YR21 |
| | | NM31S002YR15 |
| | | NG4S001YV |
| Etapes 4 | X4 ⁺ | X4 NK41B001XG01*NG41F001XH03 |

| | | | | |
|-----------|------------------|--------------------------|------------------|--|
| Etapas 5 | X5 ⁺ | NM11S005YV NG41S001YV | X5 | X5/12S* <O> *NK41B001XG01 |
| | | | $\overline{X5}$ | $\overline{X5/12S* <O> * NK41B001XG01*}$ NK41U020YV01*<U04>+(X1*<M>) |
| Etapas 6 | X6 ⁺ | NM11S005YV NG41S001YV | X6 | X6/8S*NG41U020YV01*<U04>+(X1*<M>) |
| | | | $\overline{X6}$ | X6/8S*<O> |
| Etapas 7 | X7 ⁺ | NK41M001YB22 | X7 | NG41F001XH01*NK41M001XB02* NN41S002XB01 |
| | | NN41S002YB21 | | |
| | | NG41S001YV | | |
| Etapas 8 | X8 ⁺ | NN40S001YC22 | X8 | NN40S001XC02*NN40S001XR02* NN71S001XB02+<U08> |
| | | NN40S001YR22 | | |
| | | NG41S001YV | | |
| | | NN71S001YV | | |
| Etapas 9 | X9 ⁺ | NK41B001YB21 | X9 | [(X9/20S*NN71S001XB01*NN40P002 XG02)+<U08>]*NG41F001XH01* NK41B001XG01 |
| | | NN71S001YV | | |
| | | NG41S001YV | | |
| Etapas 10 | X10 ⁺ | NN61S001YV | X10 | X10/5S*<N>*NG41U020YV01 |
| | | NG41S001YV | $\overline{X10}$ | X10/5S*(NN61S001XG02+NN61S004 XG02) |
| Etapas 11 | X11 ⁺ | NN40S002YB21 | X11 | (NK41B001XG51*NN40B001XB01* NN71S001XB02)+(X1*<M>) |
| Etapas 12 | X12 ⁺ | NR00U101YV | X12 | BPA* \overline{BPM} |
| | | NN40S001YV | | |
| | | NM31S001YV | | |

Tableau 2.2 : Séquences de mise à l'arrêt du brûleur :

| Etapas | Actions | | Transitions | |
|------------|-------------------|--------------|-------------|--|
| Etapas 50 | X50 ⁺ | | X50 | X50/3S +<, 1' >+ $\overline{NG41U020YA16 +}$ $\overline{NG41U020YA14 + NM11S005XU05+}$ $\overline{NM11S005XU04}$ |
| Etapas 51 | X51 ⁺ | NM11S005YV | X51 | (US80S001XB01*US81S002XB01*<P>) +<4>+<P> |
| Etapas 52 | X52 ⁺ | NM41B001YB21 | X52 | (NM41B001XG01*NG41F001XH05)+ [(<R>+ NM41U020XU02+US81S002XU02) +(<U> +<4>)] |
| | | NG41S001YV | | |
| Etapas 53 | X53 ⁺ | NK41B001YB21 | X53 | (NK41B001XG01*US80S001XB01*NG41F001 XH05)+(<U>+<4>) |
| | | NG41S001YV | | |
| | | US80S001YV | | |
| Etapas 54 | X54 ⁺ | US81S002YB21 | X54 | NK41B001XG01+<U> |
| | | US81S003YB21 | | |
| | | NG41S001YV | | |
| Etapas 54A | X54A ⁺ | US81S002YB22 | X54A | (X54A/30S*NK41B001XG01*US81S002XB01* US81S003XB02)+<U> |
| | | US81S003YB21 | | |
| | | NG41S001YV | | |
| Etapas 55 | X55 ⁺ | US81S002YB21 | X55 | [X55/120S*(US81S003XB01*NK41B001XG01* US81S002XB01)]+<U> |
| | | US81S003YB21 | | |
| | | NG41S001YV | | |

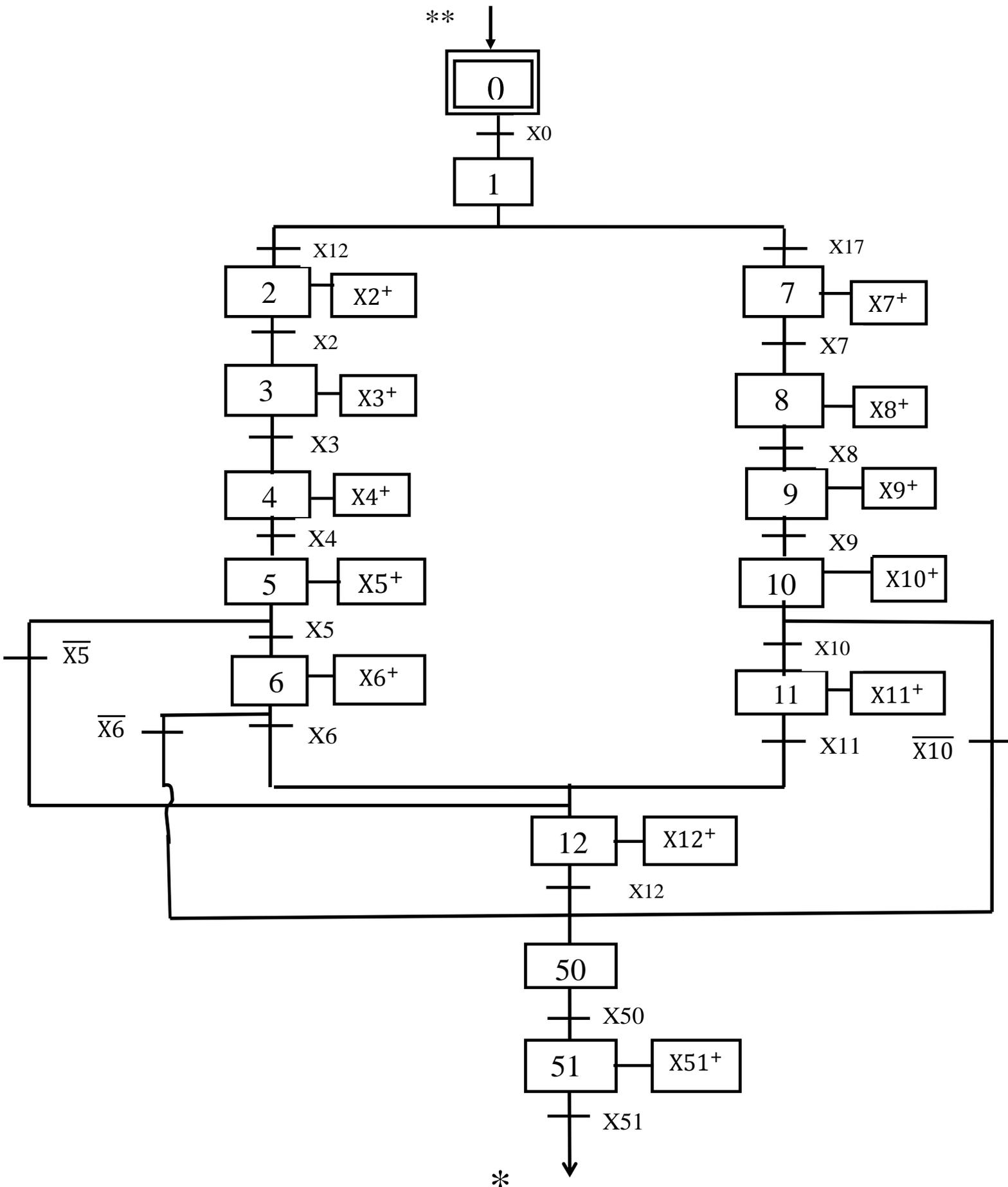
Annexe

| | | | | |
|-----------|------------------|----------------|-----|--|
| Etapas 56 | X56 ⁺ | NM41B001YB22 | X56 | NM41B001XG02*NG41S001XR02* NG41S001XG02 *NK41B001XG51*US81S002XB02 |
| | | NG41S001YR22 | | |
| | | NG41S001YC22 | | |
| | | NN40S001YV | | |
| Etapas 57 | X57 ⁺ | Brûleur arrêté | X57 | X57/30S |

Tableau 2.3 : Composition de différentes transitions :

| Transition | Composition |
|------------|---|
| <U08> | (NM41U020XU02.NG41U020XU06)+(NM42U020XU02.NG42U020XU06) +(NM43U020XU02.NG43U020XU06)+(NM44U020XU02.NG44U020XU06) |
| <M> | [(NM11S005XG01.NM11S006XG01.NM21S001XG01.NM21S002XG01) +(NN61S001XG01.NN61S004XG01)].NG41U020YV01 |
| <,1'> | NG41U020YA64.US80P002XG02 |
| <R> | NG41U020YA64.US80P002XG02 |
| <U03> | (NM11S005XG02.NM11S006XG02.NM21S001XG02.NM21S002XG02) |
| <P> | <U03>.(NN61S001XG02.NN61S004XG02) |
| <4> | (US80S001XB01.US81S002XB01. <P>) |
| <U> | (<R>+NM41U020XU02+US81S002XU02) |
| <0> | NM11S005XG02+NM11S006XG02+NM21S001XG02+NM21S002XG02 |
| <N> | NN61S001XG01.NN61S004XG01 |
| <U04> | NM11S005XG01.NM11S006XG01.NM21S001XG01.NM21S002XG01 |

GRAFSET de production normale GPN



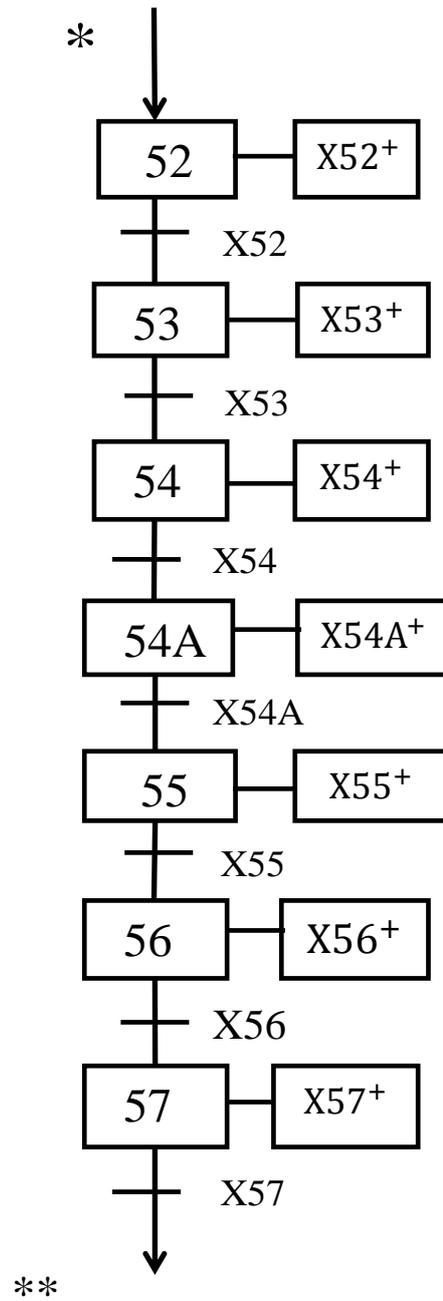


Figure : GRAFCET de la commande de marche et d'arrêt d'un brûleur gaz-fuel.