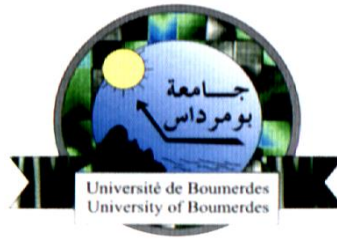


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Electromécanique

Thème

**Commande séquentielle du processus de conduite
automatique par un API de la chaudière à
circulation naturelle**

Présenté par :

ZEKRAOUI Karim

MERBAH Nourredine

Promoteur :

Dr. BOUMEDINE Mohamed Said

Co-Promoteur :

M.BELAZ Djamel

Membres du jury :

Dr. BEDDEK Karim

Dr. CHELLIL Ahmed

Promotion 2020- 2021

Résumé

L'évolution de la micro-électronique et l'industrie de programmation, ont conduit au développement de la technologie des API, qui ont maintenant, un grand impact dans le domaine de l'industrie.

Faisant part du développement de l'industrie des véhicules, notre travail consiste à automatiser une unité de la SNVI de Rouïba, notamment l'unité de vapeur avec une chaudière PILLARD.

Après l'étude technologique, nous avons modélisé via le grafcet le fonctionnement de cette unité avant de passer à la programmation et la simulation des résultats obtenus ainsi que le dimensionnement du matériel nécessaire pour conclure à cet objectif.

Mots clés : API, GRAFCET, Ladder, SNVI,

Abstract

The evolution of microelectronics and the programming industry conducted to a development of the API technology, which has now a great impact on the industry. Being a part in the development of cars industry, our work consists in automating a unit of the SNVI of rouiba, in particular the steam unit with a PILLARD boiler. We made a model using the GRAFCET the functioning of this before going to the programming and the simulation of the results obtained as well as the design basis of the necessary materials in order to conclude to the objective.

Keywords: API, GRAFCET, Ladder, SNVI,

Remerciement

En premier lieu, nous remercions notre DIEU, notre créateur pour nous donner la force, la santé, le courage, et la patience pour accomplir et réaliser ce travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur **BOUMEDINE Mohamed said** et l'encadreur Monsieur **BELAZ Djamel** pour nous avoir orienter , conseiller et bien diriger pour accomplir ce travail ,*

Nous rendons grace à tous ceux qui ont contribuer, de multiples façons, qui nous ont donné des orientations , une idée ayant pu agrémenter notre mémoire .

MERCI

MERBAH Nourredine

ZEKRAOUI Karim



DIDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chères parents pour leurs soutiens, leurs aides ;
mon père et ma mère source de ma réussite dans la vie*

Mon binôme ZEKRAOUI Karim

A mes chères sœurs et chers frère

A tous ma famille

Et tous mes amis

MERBAH Nourredine

DIDICACE

Je dédie ce modeste travail tout d'abord à mes très chers parents

À mes frères et mes sœurs qui m'ont toujours aidée et soutenue

.Je les remercie de leur patience.

À tous mes amis de l'université et mes amis ailleurs, qui ont su être à mes côtés dans les moments difficiles, Grand Merci.

À mes copains de chambre, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables de ma vie.

À toute ma famille, à mes voisines.

À tous mes enseignants durant mon cursus scolaire, du primaire à l'université.

À tous les gens que j'aime

ZEKRAOUI Karim

Une chaudière peut être définie comme un système dans lequel l'énergie d'un combustible (entrée) est cédée et transférée à un liquide pris dans le cas des chaudières à vapeur, l'énergie produite permet de changer l'état d'une phase liquide à une phase gazeuse (sortie).

L'idée d'utiliser la vapeur comme force motrice remonte au 1er siècle Apr. JC avec l'invention de l'éolipile par Héron d'Alexandrie. Mais ce n'est véritablement qu'à partir de la fin du 17ème siècle que les ingénieurs ont développé les machines à vapeur modernes. En 1800, l'ingénieur américain Evans mis au point la première chaudière à tubes de fumée qui servit dans les premières locomotives. La nécessité d'avoir des débits et pressions de vapeur importants aboutit en 1867 à la mise au point de la chaudière à tubes d'eau par les ingénieurs américains Babcock et Wilcox. Depuis, celles-ci se sont sans cesse perfectionnées permettant d'avoir notamment des rendements de 90,0 %.

Présentation de l'organisme d'accueil (SNVI de Rouïba)

1. Présentation de la société nationale des véhicules industriels

La société nationale des véhicules industriels par abréviation S.N.V.I est née par décret N°81-342 du 12 décembre 1981 suite à la restructuration de la société nationale de construction mécanique S.O.N.A.C.O.M.E qui a été créée le 09 août 1967, par l'ordonnance N°67-150 pour promouvoir et développer les industries mécaniques en Algérie.

La (SNVI), entreprise nationale des véhicules industriels est chargée dans le cadre du plan national de développement économique et social de la recherche, du développement de la production, de l'exportation, de la distribution et de la maintenance des véhicules industriels, il faut entendre.

- Les camions.
- Les autobus.
- Les autocars.
- Les camions spéciaux.
- Les remorques et semi-remorques.

Et d'une manière générale, tous les véhicules destinés au transport routier des personnes, des biens et des matières d'une charge utile supérieure à 1,5 tonne.

D'autre part, la SNVI est chargée d'assurer et de promouvoir les activités d'après-vente des véhicules industriels et d'assister également les gros utilisateurs de ses produits dans la mise en place de leurs propres moyens de maintenance.

2. Caractéristiques de la S.N.V.I

- La S.N.V.I est une entreprise très spécialisée et verticalement intégrée.
- La S.N.V.I dispose d'une grande variété de produits.
- La S.N.V.I est présente sur l'ensemble du territoire national d'où une intégration économique appréciable.

3. Historique de la société nationale de véhicules industriels

Après 1962, l'industrie mécanique en Algérie était à un stade embryonnaire se limitant aux besoins de l'époque.

En 1967, fut créée la S.O.N.A.C.O.M.E regroupant en son sein 11 entreprises celle-ci adopte un schéma d'organisation des 11 entreprises autonomes dont la S.N.V.I.

La S.N.V.I est née à l'issue de la restructuration de la S.O.N.A.C.O.M. et le décret de sa création lui consacre un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régis par les principes directives de la gestion socialiste des entreprises (G.S.E) en vigueur ou plan institutionnel.

-De 1995 à 2011 :

Le mois de mai 1995, la S.N.V.I est placée sous le contrôle du holding publique mécanique, la restructuration industrielle amorcée par le gouvernement des 1994 est orientée par le conseil national des participations de l'état (C.N.P.E), le quel est précédé par le chef de gouvernement. Tout politique d'investissement, toute stratégie de restructuration interne et du développement de la S.N.V.I sont définie par le holding.

Ella a été transformée consécutivement aux décisions financières prises par le conseil national de la planification en SOCIETE PAR ACTION (SPA).

-le 03 juin 2000 : le holding public mécanique devient HOMELEC (holding mécanique et électronique).

-De 2011 à janvier 2015 :

Le mois d'octobre 2011, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir un groupe industriel composé d'une société Mère et de quatre filiales.

-Depuis février 2015 à ce jour : suit à la réorganisation du secteur public marchand de l'état en date du 23 février 2015, l'EPE FERROVIAL et toute sa participation a été rattachée au groupe S.N.V.I comme 5ème filiale.

4. Objectifs

- Satisfaire les besoins nationaux en véhicules industriels
 - **Maximiser la production.**
 - **Acquérir rapidement une gamme de technologie (taux d'intégration élevé grand nombre de produits).**
 - **Rationaliser l'emploi.**
 - **Utiliser la technique performante et adaptées.**
 - Comblent l'écart entre la production et la demande
 - **Commercialiser les véhicules industriels fabriqués localement.**
 - **Assurer la disponibilité de la pièce de rechange.**
 - **Assure le service après-vente.**
 - Minimiser le prix de produit et de service en assurant sa rentabilité
 - **Minimiser le prix de revient.**
-

- **Financer partiellement le développement de l'entreprise par la commercialisation.**
- Formation massive des hommes
- Contribuer au progrès économique et social
 - **Assure l'implantation industrielle et commerciale sur l'ensemble du territoire au prix uniforme.**

5. Filiales de groupe S.N.V.I

Le groupe S.N.V.I est constitué ainsi de cinq filiales de production :

- **Filiale fonderie de Rouïba.**
- **Filiale véhicules industriels de Rouïba.**
- **Filial carrossiers industrielles de Rouïba.**
- **Filial carrossiers industrielles de Tiaret.**
- **Filial constructions de matériels et équipements ferroviaires (FERROVIAL) d'Annaba .et d'une société mère composée de :**
 - **-directions centrales.**
 - **-direction centrale commerciale et son réseau.**
 - **-division rénovation véhicules industriels DRVI à sidi-moussa.**

6. Filiale véhicules industriel de Rouïba (V.I.R)

-créé en juillet 1970, le complexe des véhicules industriels de Rouïba, érigé en filiale la 1^{er} janvier 2011 ,faisant partie de groupe industriel SNVI ,produisant des camions de 6,6 à 26 tonnes de poids total en charge , des tracteurs routiers, des autocars et des autobus en mettant en œuvre diverses techniques et technologies.

-Le(V.I.R) possède une superficie de 100 hectares dont 177000 m^2 couvert se répartissant comme suit :

- **Le centre mécanique 40500 m^2 .**
 - **Le centre forge 5500 m^2 .**
 - **Le centre tôlerie emboutissage 32000 m^2 .**
 - **Le centre montage camion 32000 m^2 .**
-

- **Le centre autobus 27000 m² .**
- **Polyester sellerie droguerie 9000 m² .**
- **Service généraux 7500 m² .**
- **Réception contrôle 7500 m² .**
- **Administration 16000 m² .**



Figure 1: Siège de l'Entreprise Nationale de véhicules industriels Rouïba.

7. Organigramme de S.N.V.I (VIR)

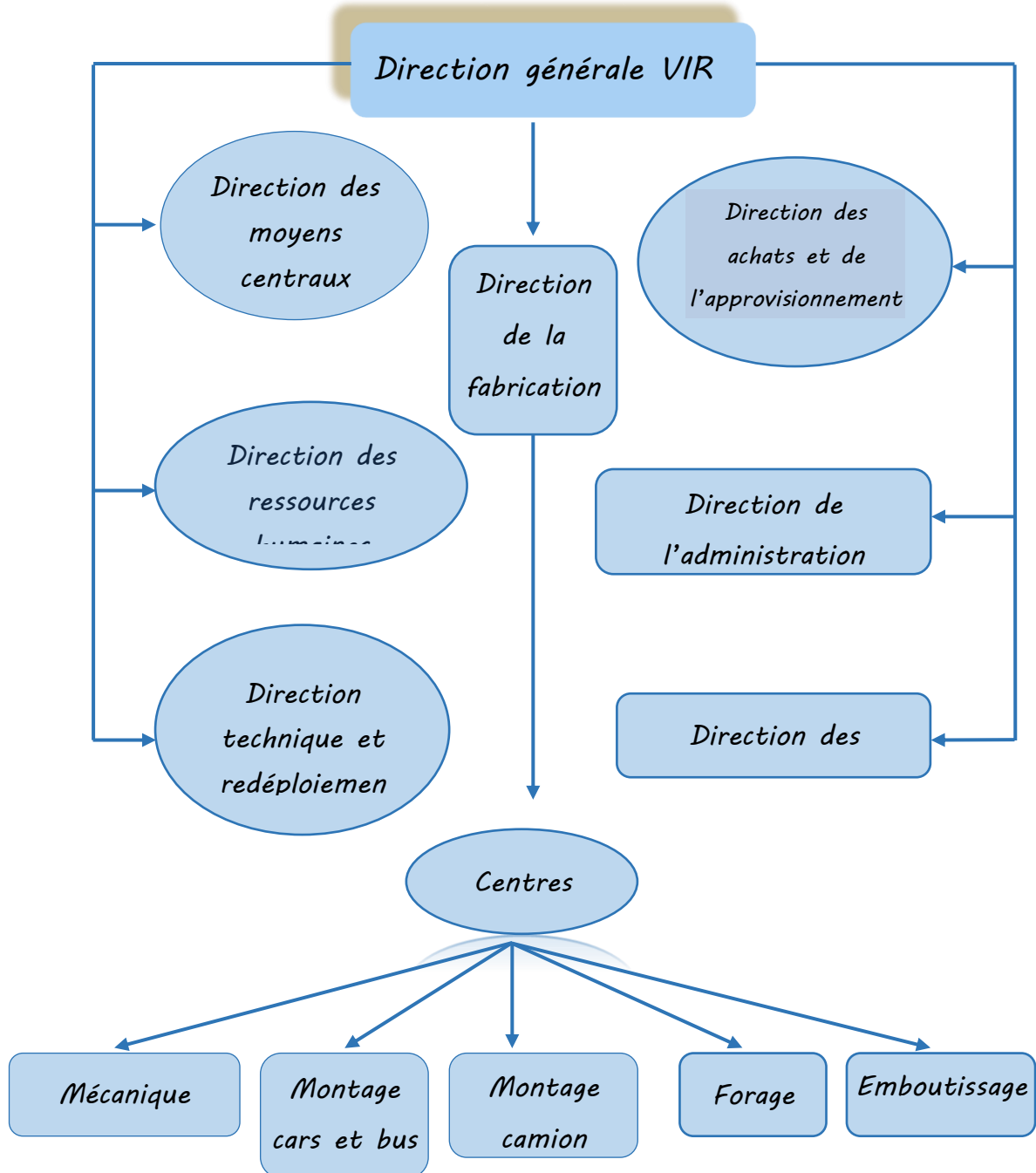


Figure 2: Organigramme de S.N.V.I (VIR).

Sommaire



Sommaire

Introduction Générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I

Equipements de la chaudière industrielle

I.1. Introduction	4
I.2. Différents types de chaudières.....	4
I.2.1. Chaudières à tubes de fumée.....	4
a) Présentation	4
b) Fonctionnement	5
c) Traitement de l'eau de la chaudière	6
d) Production de vapeur surchauffée	6
I.2.2. Chaudières à tubes d'eau	6
a) Présentation	6
b) Fonctionnement	7
c) Précautions pour le Traitement de l'eau	8
d) Production de vapeur surchauffée	8
I.3. Comparaison des performances.....	9
I.4. Description des circuits (chaudière PILLARD)	9
I.5. Caractéristiques du générateur de vapeur	10
I.6. Caractéristiques de fonctionnement.....	10
I.7. Caractéristiques secondaires de la chaudière	11
I.8. Automation du processus de la Transformation de l'Eau / Vapeur.....	12
I.8.1. Eau alimentaire	12
I.8.2. Vapeur	12

I.8.2.1.	Equipements externes du ballon	12
I.8.2.2.	Circuit départ vapeur	12
I.8.3.	Air / Fumées.	12
I.8.3.1.	Circuit d'air de combustion	12
I.8.3.2.	Circuit fumées	13
I.8.4.	Circuits combustibles et air instrument.....	13
I.8.4.1.	Circuit gaz	13
I.8.4.2.	Circuit gaz d'allumage.....	13
I.8.4.3.	Circuit d'air comprimé instrument.....	14
I.8.4.4.	Circuit des communs	14
I.9.	Fonctionnement et asservissements	14
I.9.1.	Conception générale des automatismes	14
I.9.2.	Commandes disponibles en salle de contrôle.....	15
I.9.3.	Commandes disponibles en local	15
I.10.	Conclusion	16

Chapitre II

Séquences automatiques d'exploitation de la chaudière

II.1.	Introduction	17
II.2.	Sécurités	17
II.2.1.	Sécurités principales	17
II.2.2.	Sécurités secondaires	18
II.2.3.	Sécurités bruleur	18
II.2.3.1.	Sécurités combustible	18
II.2.3.2.	Conditions bruleur à l'arrêt du brûleur	18

II.2.3.3. Conditions brûleur en service	19
II.3. Séquences	19
II.3.1. Conditionnement des circuits-arrêt du bruleur	19
II.3.2. Démarrage du ventilateur de combustion	20
II.3.2.1. Préventilation de la chaudière	20
II.3.2.2. Allumage du brûleur - montée en pression - passage en automatique.....	21
II.3.2.3. Démarrage à froid	22
II.4. Sous-séquences	22
II.4.1. Mise en service de l'allumeur	22
II.4.2. Allumage du brûleur	23
II.4.3. Arrêt du brûleur	24
II.4.4. Test de la sécurité de niveau très bas	25
II.4.4.1. Procédure après déclenchement par sécurité.....	26
II.4.4.2. Mise en mémoire du premier défaut	26
II.5. Consignes de démarrage à froid	27
II.6. Permutation d'une chaudière à l'autre	29
II.7. Pour arrêter la chaudière	30
II.8. Conclusion.....	30

Chapitre III

Capteurs et Actionneurs

III.1. Introduction.....	31
III.2. Capteurs	31
III.2.1. Capteur viseur de flamme 45UV5.....	33
III.2.2. Capteur de température.....	34

III.2.3.	Capteur de pression	34
III.2.4.	Capteurs de positionneur électropneumatique série 8013	35
III.3.	Actionneurs	35
III.3.1.	Vérins pneumatiques	36
III.3.1.1.	Vérins à simple effet	36
III.3.1.2.	Vérins à double effet	37
III.3.2.	Vannes	37
III.3.2.1.	Vannes régulatrices	38
III.3.2.2.	Vannes à fermeture rapides (TOR pneumatique)	38
III.3.2.3.	Électrovanne	39
III.4.	Conclusion	40

Chapitre IV

Partie Hardware de la commande par API

IV.1.	Introduction.....	41
IV.2.	IV.2. Rôles d'un automate programmable dans les systèmes automatisés industriels 41	
IV.3.	IV.3. Fonctionnement et Comportement des API.....	41
IV.4.	Api siemens s7-300	42
IV.4.1.	Description de l'API S7-300	42
IV.4.2.	Programmation en Step7	42
IV.5.	Câblage de l'automate s7-300.....	43
IV.5.1.	Câblage des entrées	43
IV.5.2.	Câblage des sorties	44
IV.6.	Conclusion	45

Chapitre V

Partie Software de la commande par API

V.1.	Introduction	46
V.2.	GRAFCET (Graphe de Commande Etape Transition)	46
V.2.1.	Structure graphique du GRAFCET.....	46
V.2.2.	Différents GRAFCET	46
V.2.2.1.	Langages de Programmation des API.....	47
V.2.2.2.	Différents Types de Langage	47
V.2.3.	Représentation	48
V.2.4.	Règles du Grafcet	49
V.2.5.	Structure de base.....	50
V.2.5.1.	Divergence et convergence en ET	50
V.2.5.2.	Divergence et convergence en OU (aiguillage).....	51
V.2.5.3.	Saut d'étape.....	52
V.2.5.4.	Reprise d'étape	52
V.3.	Grafcet de la chaudière	53
V.3.1.	Grafcet principal	53
V.3.2.	Grafcet bruleur.....	54
V.3.3.	Grafcet test sécurité niveau très bas.....	55
V.4.	Conclusion.....	56

Chapitre VI

Simulation sous Step7

VI.1.	Introduction.....	57
VI.2.	Définition du STEP7	57

VI.3.	Création d'un projet STEP7.....	57
VI.4.	Création des Mnémoniques	60
VI.5.	Simulation du programme	62
VI.6.	Conclusion	77
	Conclusion Générale	78
	Bibliographie.....	79

Liste des figures



Liste des figures

Figure 1. 1: Chaudière à tubes de fumée.	4
Figure 1. 2: Description chaudière à tubes de fumée.	5
Figure 1. 3: Chaudière à tubes d'eau.	7
Figure 1. 4: Description chaudière à tubes d'eau.	8
Figure 2. 1: Consignes de démarrage et de la mise à l'arrêt de chaudière et remplir les relevés.	27
Figure 3. 1: Illustration des états d'un capteur.	31
Figure 3. 2: Schéma de principe d'un capteur industriel.	31
Figure 3. 3: Illustration des capteurs logiques.	32
Figure 3. 4: Illustration d'un capteur logique de position.	32
Figure 3. 5: Photo du capteur de flamme.	33
Figure 3. 6: Photo du capteur de pression.	35
Figure 3. 7: Illustration de la diversité de vérins.	36
Figure 3. 8: Vérin simple effet.	37
Figure 3. 9: Constituant d'un vérin à double effet.	37
Figure 3. 10: Vanne régulatrice.	38
Figure 3. 11: Vannes fermeture rapides (TOR pneumatique).	39
Figure 3. 12: Illustration d'une Électrovanne.	39
Figure 4. 1: Structure type d'une chaîne fonctionnelle dans un système automatisé.	41
Figure 4. 2: Programmation d'un API Siemens en Step7.	42
Figure 4. 3: Photo des module d'un Siemens SIMATIC S7-400.	43
Figure 4. 4: Câblage des entrées.	44
Figure 4. 5: Câblage des sorties.	44
Figure 5. 1: Structure d'un programme en langage GRAFCET.	47
Figure 5. 2: Représentation d'un GRAFCET.	48
Figure 5. 3: Divergence et convergence en ET.	50
Figure 5. 4: Divergence et convergence en OU (aiguillage).	51
Figure 5. 5: Saut d'étape.	52
Figure 5. 6: Reprise d'étape.	52
Figure 5. 7: grafcet principal.	53
Figure 5. 8: Grafcet bruleur.	54
Figure 5. 9: Grafcet test sécurité niveau très bas.	55

Liste des Tableaux



Liste des tableaux

Tableau 1. 1: Composant principal de chaudière à tubes de fumée.	6
Tableau 1. 2: Comparaison des performances entre chaudière à tubes de fumée et chaudière à tubes d'eau.	9
Tableau 1. 3 : Dimensionnement de la chaudière.	11
Tableau 5. 1: Mnémoniques.....	61
Tableau 5. 2: Suivent de (tableau 5.1).....	62

Nomenclature



NOMENCLATURE DES EQUIPEMENTS DE LA CHAUDIERE
EAU ALIMENTAIRE

LT31	Transmetteur de niveau
LSLL31	Seuil de niveau très bas
LSL31	Seuil bas
LSH31	Seuil haut
LSHH31	Seuil très haut
LCV32	Vanne de régulation de débit d'eau
LSLL13	Contact magnétique ballon
TT36	Sonde de température eau

EQUIPEMENTS EXTERNES DU BALLON (VAPEUR)

LG12/A	Niveau à glace
LG12/B	Niveau à glace

CIRCUIT DEPART VAPEUR

FT37	Transmetteur de débit vapeur
TT22	Capteur de température surchauffeur

CIRCUIT D'AIR DE COMBUSTION

FCV522	Fin de course de recopie position des volets d'air
PSL4036	Manostat de sécurité de manque d'air de combustion
PT39	Transmetteur de pression caisson
ZT522	Recopie de position du vérin des vantelles
ZSL 522	Fin de course d'allumage
ZSH522	Fin de course « position haut » de balayage
ZSLL522	Fin de course « Position bas » de fermeture vantelles

CIRCUIT FUMÉES

AT40	Analyseur d'oxygène
TT41	Transmetteur de température fumée

CIRCUIT GAZ

FT4039	Mesure de débit gaz type vortex
PI4030	Manomètre gaz
UV 4004	Vanne automatique d'isolement « amont » brûleur
ZSH4004	Fin de course à l'ouverture
ZSL4004	Fin de course à fermeture
FCV541	Vanne de régulation de débit gaz
ZSL541	Fin de course pour la position d'allumage
PSL4033	Manostat de sécurité de manque de pression gaz
PSH4033	Manostat de sécurité d'excès de pression gaz

PI4031	Manomètre
PT4038	Pression foyer
UV4008	Vanne automatique d'isolement aval brûleur
ZSL4008	Contact fin de course à la fermeture
UV4006	Vanne automatique de mise à l'évent gaz
ZSH4006	Contact fin de course à l'ouverture
ZSL4006	Contact fin de course à fermeture
UV4007	Electrovanne de commande

CIRCUIT GAZ DALLUMAGE

UV422/A	Electrovannes d'isolement
UV422/B	Electrovannes d'isolement équipé d'une voie de mise à l'air libre

CIRCUIT AIR COMPRIME

PSL43	Manostat de sécurité pression minimale air comprimé
--------------	--

EQUIPEMENT DU BRULEUR

BY410	Allumeur à gaz avec transformateur à haute tension
BSL910	Cellule de détection de la flamme d'allumeur à ionisation

BACHE ALIMENTAIRE DEGAZEUR

PT51	Transmetteur de pression bache
PCV52	Vanne de régulation pression bache
PSH53	Pressostat excès de pression bache
LT54	Mesure de niveau bache
LG56	Indicateur de niveau
LSLL56	Fin de course
LSL56	Fin de course
LSH56	Fin de course
LCV55	Vanne de régulation de niveau

BARILLET VAPEUR

PT38	Transmetteur de vapeur barillet
-------------	--

Abréviation



Abréviation

Lettre latines

A	Aire	[m ²]
ABMA	American Boiler Manufacturers Association	-
ASME	American Society of Mechanical Engineers	-
a	Accélération	[m/s ²]
C _p	Chaleur spécifique	[J/kg. °C]
d	Diamètre	[m]
e	Épaisseur	[m]
F	Force	[N]
g	Constante gravitationnelle	[m/s ²]
H	Hauteur	[m]
h	Enthaîpie	[kJ/kg]
h	Coefficient d'échange de chaleur	[W/m ² . °C]
k	Conductivité	[W/m.K]
l	Chaleur latente	[kJ/kg]
L	Longueurs	[m]
M	Masse	[Kg]
m	Débit massique	[kg/s]
P	Pression	[Pa]
P	Poids	[N]
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur	[kJ/kg]
Q	Flux	[W]
q	Densité de flux	[W/m ²]
R	Résistance thermique	[m ² . °C/W]
r	enthalpie de réaction	[kJ/kg]
S	Distance	[m]
T	Température	[°C]
U	Vitesse de fluidisation	[m/s]
V	Volume	[m ³]

Lettres grecques

ε	Émissivité	[-]
α	Absorptivité	[-]
ρ	Densité	[kg/m ³]
μ	Viscosité dynamique	[kg/m.s]
τ	Contrainte mécanique	[Pa]
Δ	Différence	[-]
π	Pi	[-]
η	Rendement	[-]

Indices

c	Dioxyde de carbone (CO ₂)
comb	Combustible
e	Extérieur
f	Fluide
g	Gaz
h	Hydraulique
i	Intérieur
j	Jet
m	Tuyère
rnf	Minimum de fluidisation
o	Coefficient d'échange global
P	Particule
r	Radiation
s	Surface
t	Terminal
w	Eau (H ₂ O)

Introduction Générale



Introduction Générale

L'entreprise nationale des véhicules industriels (SNVI) est une entreprise publique fondée en 1995, qui a pour vocation la fabrication de gamme complète des véhicules industriels des camions, autobus, autocars, remorques et semi-remorques.

◎ **But de l'étude**

Dans le cadre de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, l'entreprise d'accueil nous a recommandée de faire la commande automatique de l'une de ces chaudières industrielles destinées à la production de la vapeur.

Le présent travail a trait à l'étude d'une part à la commande automatique existante et d'autre part de relever les aléas et les problèmes afférents aux conditions générales rudes de fonctionnement des chaudières LARDET PACK 325 installées sur le site de ROUIBA (ALGERIE). Les chaudières installées sont prévues pour assurer une production pouvant varier entre 5.5 et 22 t/h de vapeur saturée à 13 bars chacune, La pression du timbre des chaudières est de 18 bars.

Ces chaudières comportent un équipement de chauffe automatisé dont la tuyère est de marque PILLARD de type GTV et qui fonctionne au gaz naturel.

➤ **Problématiques**

Les problèmes soulevés et rencontrés sont multiples, à savoir :

◇Réalisation matérielle des asservissements.

◇Réalisation des sécurités.

◇Réalisation des boucles de régulation.

◇Et des dispositifs de conduite.

◇Cependant, Il en ressort que la commande de la chaudière existante est réalisée en logique classique (câblée), c'est-à-dire à relais et contacteurs. Ceci dit les problèmes rencontrés sont divers, entre autres :

- Câblage : Suite à un aléas aléatoire (incident) et après intervention des opérateurs humains, le temps d'intervention s'avère trop élevé d'une part, et d'autre part l'ennui dans la recherche de la fillerie entre le capteur et l'auxiliaire, et finalement aux problèmes de poussières qui endommagent les contacteurs de commande.
- Tous ces aléas induisent une faible disponibilité de l'outil de production.

➤ **Résolution**

Vu la complexité de l'exploitation du process, et par suite des contraintes soulevées ci-dessus, et en guise de remplacement, nous projetons de faire cette commande par un automate programmable industriel.

➤ **Réalisation**

- Notre apport s'attachera plus particulièrement aux développements des principes de commande et d'asservissement et doit donc répondre aux besoins de l'automation des équipements de contrôle-commande de la chaudière.
- De ce fait pour l'établissement de ce projet d'étude, nous allons travailler sur les équipements des matériels existants. Dans le cas du besoin de l'amélioration de la chaîne de production existante, il sera nécessaire de compléter l'installation afin de la rendre conforme à la réglementation.

➤ **Impact de l'étude**

- De nous enquérir du Principe de fonctionnement de la chaudière et au besoin d'améliorer les séquences de production,
- D'améliorer la protection de la chaudière par la commande assistée par un API
- Et éventuellement de remplacer la commande par la logique câblée existante par la logique programmable (API siemens S7-300) de manière à :
 - Assurer la sécurité de démarrage.
 - Faciliter la maintenance.
 - De palier aux arrêts inopinés des auxiliaires de commandes existants.

De ce fait nous avons structuré le développement de l'étude de notre mémoire comme suit :

◆ **Chapitre I :**

Nous avons décrit le processus de fonctionnement de la chaudière, ces différents éléments périphériques et la description des circuits de chauffe (chaudière PILLARD).

◆ **Chapitre II :**

Nous avons posé la problématique des différentes séquences de mise en marche et d'arrêt de la chaudière.

◆ **Chapitre III :**

- Nous avons décrit toute l'instrumentation et actionneurs et la caractéristique de cette dernière.

◆ **Chapitre IV :**

- Nous avons écrit les bases de l'automate programmable industriel (API).

◆ **Chapitre V :**

- Nous avons décrit la modélisation via un grafcet et la solution de la partie matérielle. Pour valider les résultats.

◆ **Chapitre VI :**

Développement du software : un programme détaillé à base de langage Ladder et mis en place dans ce dernier chapitre.

Enfin, une conclusion générale clôtura notre travail.

Chapitre 1



I.1. Introduction

La chaudière est un dispositif permettant de chauffer l'eau et de produire de la vapeur si l'eau est chauffée au-delà de la pression atmosphérique. Industriellement, on utilise les chaudières pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement des procédés. La source de chaleur peut être fournie par un combustible (gaz, fioul, charbon...) ou une résistance électrique. Les chaudières à combustible Ce type de chaudière se compose de deux compartiments distincts :

- ❖ L'un dans lequel brûle le combustible : le foyer.
- ❖ Un autre dans lequel l'eau est chauffée.

I.2. Différents types de chaudières

On distingue ainsi deux types de chaudière à combustible en fonction de la circulation de l'eau à chauffer par rapport à la chaleur de combustion :

- Les chaudières à tube de fumée.
- Les chaudières à tube d'eau. [1]

I.2.1. Chaudières à tubes de fumée

a) Présentation

Ce type de chaudière fournit un débit de vapeur saturée de 1 à 25 tonnes/heure, en basse et moyenne pression. Le combustible utilisé est soit du gaz soit du fioul. (Figure 1-1).



Figure 1. 1 : Chaudière à tubes de fumée.

b) Fonctionnement

Le tube foyer, qui se trouve dans le ballon même de la chaudière, sous le plan d'eau, collecte les gaz chauds en sortie du brûleur. Les gaz chauds, accumulés dans un premier caisson à l'arrière de la chaudière, sont véhiculés par un groupe de tubes immergés dans l'eau du ballon vers un second caisson à l'avant de la chaudière.

Un second groupe de tubes immergés emmène les gaz vers un troisième caisson à l'arrière de la chaudière, ce troisième caisson débouche sur la cheminée pour évacuation des fumées vers l'extérieur. Il y a donc circulation des gaz de combustion dans des tubes assurant, par conduction vers l'eau de la cuve, la vaporisation par apport de calories. (Figure 1-2). Le tableau 1.1 illustre les composants de la chaudière à tubes de fumée.

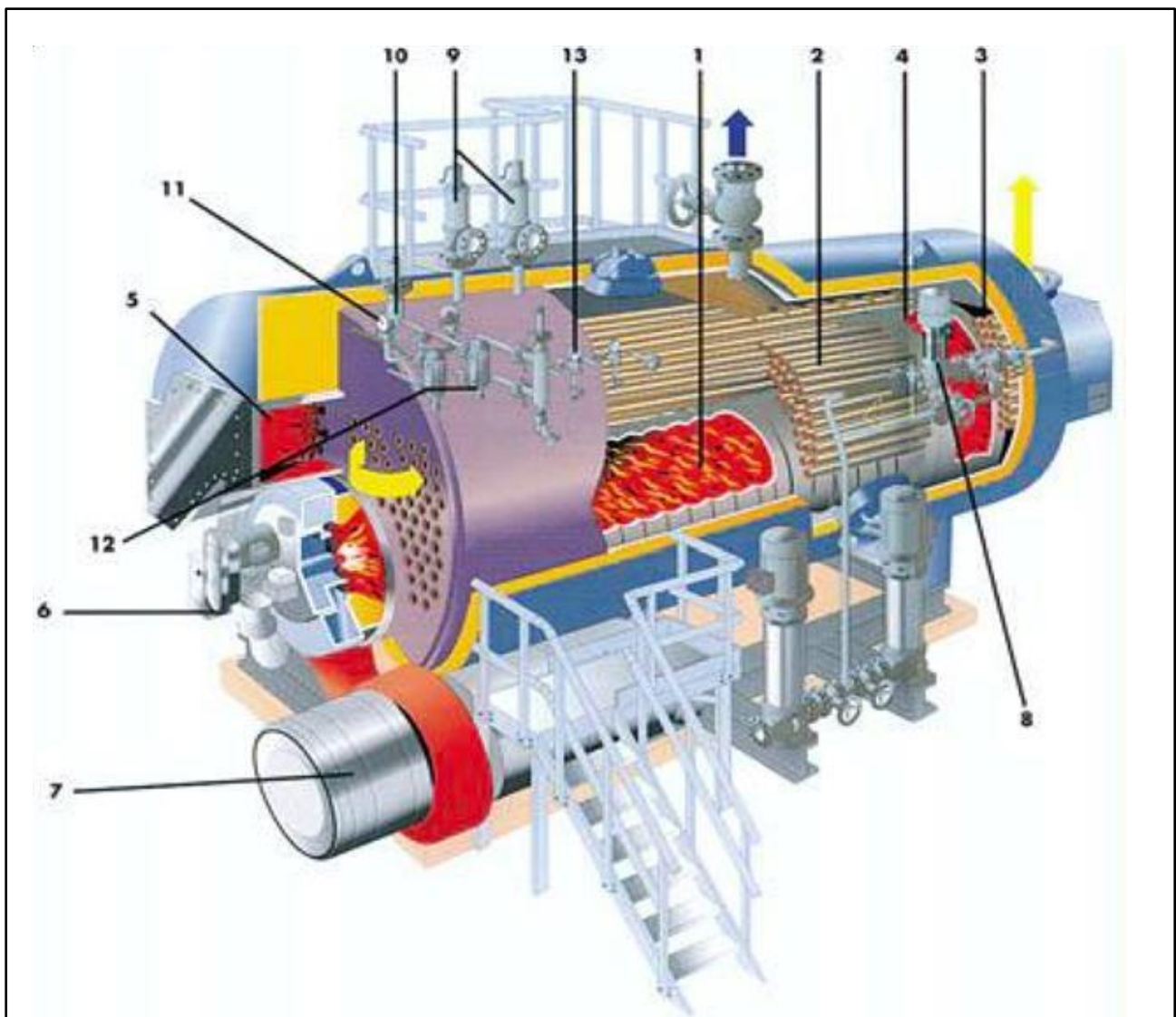


Figure 1. 2 : Description chaudière à tubes de fumée.

Tableau 1. 1: Composant principal de chaudière à tubes de fumée.

1	Foyer
2	Tube de fumée 2 ^{ème} passe
3	Tube de fumée 3 ^{ème} passe
4	Boîte arrière à refroidissement par eau
5	Chambre de combustion
6	Brûleur
7	Ventilateur de combustion
8	Vanne de régulation
9	Soupape de sécurité
10	Indicateur de niveau de sécurité d'eau
11	Manomètre
12	Indicateur de niveau à glace
13	Bloc d'isolement

c) Traitement de l'eau de la chaudière

Par précautions de mesure d'usage, Il est impératif de traiter l'eau de chaudière afin d'éviter le dépôt de tartre à l'intérieur du tube foyer et des tubes de fumée. En effet, le tartre provoquerait un mauvais échange thermique, un temps de mise en pression-température plus long, un risque de surchauffe au niveau de tube foyer, une surconsommation de combustible, une augmentation de la température des fumées au niveau de la cheminée...

d) Production de vapeur surchauffée

Il est nécessaire de recourir à une surchauffeur (source de chaleur indépendante), en aval de la chaudière à tubes de fumée.

I.2.2. Chaudières à tubes d'eau

a) Présentation

Ce type de chaudière fournit un débit de vapeur saturée supérieur à 20 tonnes/heure, en moyenne et haute pression. Le combustible utilisé est soit du gaz, du fioul, du charbon ou déchets. (Figure 1-3).



Figure 1. 3 : Chaudière à tubes d'eau.

b) Fonctionnement

Ce type de chaudière possède deux réservoirs appelés ballon distributeur (en partie inférieure) et ballon collecteur (ou encore ballon de vaporisation, en partie supérieure), reliés par un faisceau de tubes vaporisateurs, dans cet ensemble circule l'eau qui se transforme en vapeur. Les gaz chauds produits par le brûleur sont directement en contact avec les tubes vaporisateurs, à l'intérieur de ceux-ci se produit la vaporisation. La vapeur ainsi générée est collectée dans le ballon supérieur, l'eau excédentaire est ramenée vers le ballon inférieur par des tubes de chute non soumis à la chaleur. Dans le domaine des hautes pressions, une pompe peut être installée pour faciliter cette circulation du haut vers le bas.

Il y a donc circulation de l'eau dans des tubes placés à l'intérieur d'une enceinte contenant les gaz chauds. (Figure 1-4).

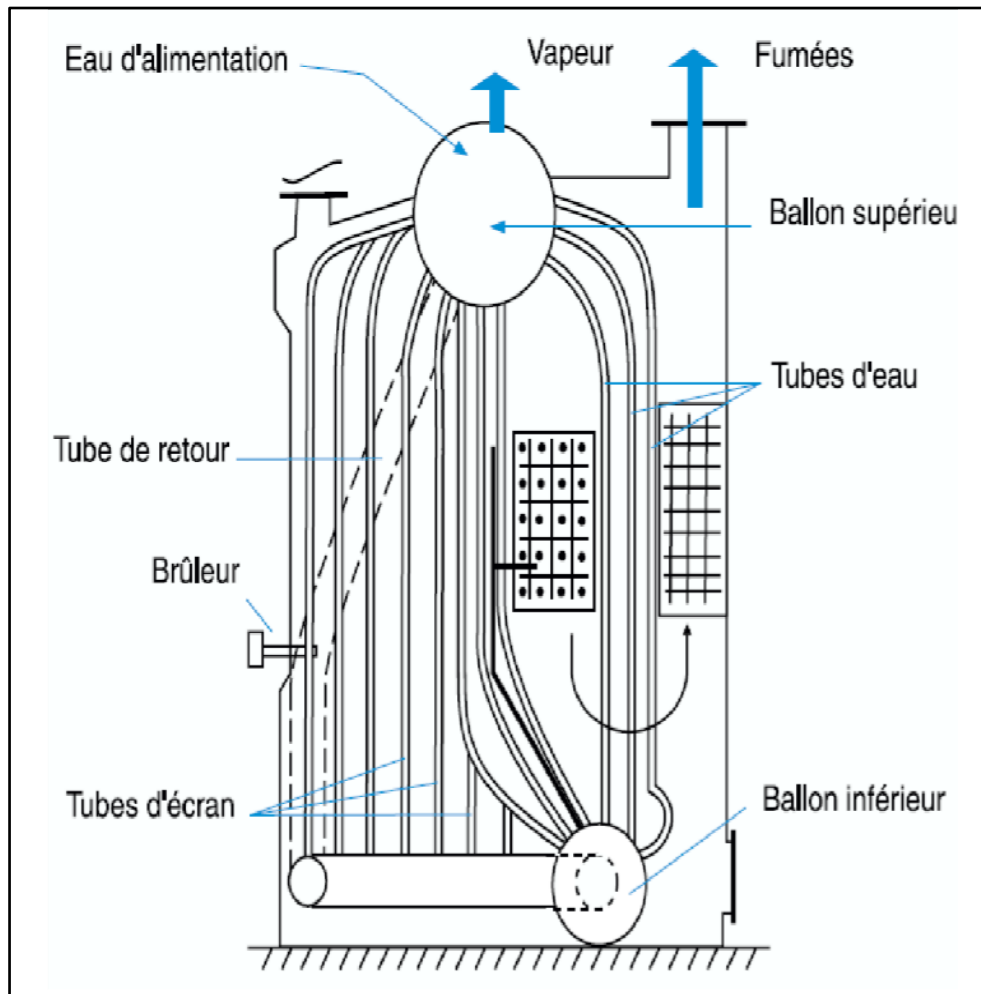


Figure 1. 4 : Description chaudière à tubes d'eau.

c) Précautions pour le Traitement de l'eau

La formation de tartre dans les tubes serait préjudiciable au fonctionnement de la chaudière à tubes d'eau pour les mêmes raisons que celles évoquées à propos des chaudières à tubes de fumée. En outre, l'obturation des tubes pourrait se révéler dangereuse, ce qui ajoute à la nécessité de traiter l'eau de chaudière.

La paroi extérieure des tubes est exposée aux dépôts de suies et nécessite une action de ramonage pendant le fonctionnement de la chaudière. Cette action est obtenue par injection de vapeur ou d'air comprimé via un tube perforé.

d) Production de vapeur surchauffée

Dans une chaudière à tubes d'eau, la tuyauterie qui prend en charge la vapeur saturée retourne dans le foyer, les gaz chauds apportent à cette vapeur saturée une énergie supplémentaire qui en élève la température sans en modifier la pression. On obtient ainsi de la vapeur surchauffée à la sortie.

I.3. Comparaison des performances

Entre ces deux types de chaudières il y a plusieurs paramètres qui diffèrent. [1]

Tableau 1. 2: Comparaison des performances entre chaudière à tubes de fumée et chaudière à tubes d'eau.

Propriétés	Chaudières à tubes de fumée	Chaudières à tubes d'eau
Mise en route (à puissance équivalente)	Lente (grand volume d'eau à chauffer)	rapide
Adaptation aux changements de régime	médiocre (inertie importante)	bonne
Surface de chauffe	Moyenne	élevée
Sécurité	Médiocres	bonne
Encombrement	Faible	fort
Prix	Limité	élevé
Applications usuelles		
• Puissance	• moyennement élevée	• importante
• Débit	• 1,5 à 25 t/h	• 4 à 200 t/h
• Timbre (pression max. d'utilisation)	• 10 à 20 bar	• 90 à 100 bar (en circulation naturelle) et jusqu'à 225 bar (circulation forcée)

I.4. Description des circuits (chaudière PILLARD)

Le descriptif ci-dessus ne comporte que l'instrumentation, les appareils de sécurité et de régulation installés sur les circuits.

La robinetterie manuelle n'est pas décrite, sauf dans les cas où ce matériel comporte un ou plusieurs contacts fins de course utilisés dans les séquences d'automatisme. De même, les robinets manuels de réglage qui peuvent être repérés sur les schémas des fluides ne sont pas décrits au niveau du fonctionnement. Les deux chaudières sont identiques. Le repérage des instruments se fera de la façon suivante :

- ✓ pour la chaudière N°1 - 1-XXX XX,
- ✓ pour la chaudière N°2 2-XXX XX. [8]

I.5. Caractéristiques du générateur de vapeur

La chaudière utilisée dans le site de Rouïba (Alger) est de type '**PACK32S**'.

Elle est équipée :

- d'un brûleur pillard à gaz type **GTV4**
- automate programmable télémechanique (**TSX57 103M**)
- terminale magelis (xbtf024110 **de Schneider**)
- ✓ Ses caractéristiques sont principales :
 - Timbre.....18 bar
 - pression d'épreuve hydraulique.....27 bar
 - pression de marche.....13 bar
 - ✓ température de surchauffe.....265°C
 - ❖ surface de chauffe :
 - chaudière.....470m²
 - surchauffeur.....12.43m²
 - chaleur contenue dans le vapeur.....699.4cal/kg
 - température admise pour l'eau alimentai.....105 °C
 - pression à l'entrée de la rampe du brûleur.....1bar

I.6. Caractéristiques de fonctionnement

◎ Vaporisation:

- Marche maximale continue.....20t/h
- Marche en pointe.....22t/h

◎ Rendement par PCI:

- Marche maximale continue.....85%

◎ Consommation approximative de combustion:

- Marche maximale continue.....1, 500 m³/h
- Marche au point..... 1,770 m³/h

© Poids de fumées:

- marche maximale continue22, 7t/h
- marche en pointe.....25,2t/h
- marche minimale4.4t/h
- Pression chambre de combustion :
- marche en pointe7 mmCe
- Débit de vapeur mini pour basculement en régulation.....1500kg/h
- Débit de gaz naturel à 100% de charge.....1581kg/h
- Débit d'air (avec excès d'air) à 100 % de charge..... 27170kg/h
- Oxygène dans les fumées.....0 à 20.49% vol
- Volume d'eau (capacité).....13800litre

I.7. Caractéristiques secondaires de la chaudière

Les mensurations de la chaudière sont récapitulées dans le tableau 1.3 :

Tableau 1. 3 : Dimensionnement de la chaudière.

Désignation	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Profondeur (mm)	Nature du métal
1ballon supérieur	6680	1100	18	Acier
1ballon inférieur	6485	800	18	Acier
222 tubes écrans	2936 à 7031	51	3,6	Acier
699 tubes de faisceau	2327 à 3296	51	3.2	Acier
Surchauffeur incorporée				
2 collecteurs	2050 à 2175	219,5	219,5	Acier
27 épingles	4350	33,7	33,7	Acier

I.8. Automation du processus de la Transformation de l'Eau / Vapeur

I.8.1. Eau alimentaire

Une régulation de niveau ballon constituée par :

- un transmetteur de niveau (LT 31) avec seuil de niveau très bas (LSLL 31), bas (LSL 31), haut (LSH 31) ou très haut (LSHH 31).
- une vanne de régulation de débit d'eau (LCV 32)

I.8.2. Vapeur

I.8.2.1. Equipements externes du ballon

- Deux soupapes de sécurité (002)
- deux niveaux à glace (LG 12/A et LG 12/B)
- une détection de niveau, avec sécurités de niveau très bas (LSLL 13). Cet appareil est installé dans une bouteille équipée de robinets d'isolement.

I.8.2.2. Circuit départ vapeur

- un transmetteur de débit vapeur (FT 37).

I.8.3. Air / Fumées.

I.8.3.1. Circuit d'air de combustion

- un ventilateur de combustion avec organe de réglage de débit (FCV 522),
- un manostat de sécurité de manque d'air de combustion (PSL 4036),
- un transmetteur de pression caisson (PT 4038).
- une image de la mesure de débit d'air réalisée par recopie de position (ZT 522) du vérin des vannes.
- trois fins de course (ZSL 522). (ZSH 522), (ZSLL 522) pour les séquences d'allumage, de balayage et de fermeture vannes.

I.8.3.2. Circuit fumées

Il comporte les «équipements suivants :

- un analyseur d'oxygène "in situ" (AT 40).
- un transmetteur de température au débouché de la cheminée (TT 41).

I.8.4. Circuits combustibles et air instrument**I.8.4.1. Circuit gaz**

- une mesure de débit gaz type vortex (FT 4039).
- un manomètre (PI 4030)
- une vanne automatique d'isolement "amont" brûleur (UV 4004), avec deux contacts fin de course à l'ouverture (ZSH 4004) et à la fermeture (ZSL 4004), et électrovanne de commande (UY 4005), Cette vanne est normalement fermée par manque d'air.
- une vanne de régulation de débit gaz (FCV 541), avec contact fin de course pour la position d'allumage (ZSL 541),
- un manostat de sécurité de manque et excès de pression gaz (PSL 4033 et PSH 4033),
- un manomètre (PI 4031),
- une vanne automatique d'isolement "aval" brûleur (UV 4008), avec un contact fin de course à la fermeture (ZSL 4008).
- une vanne automatique de mise à l'évent gaz (UV 4006), avec deux contacts fin de course à l'ouverture (ZSH 4006) et à la fermeture (ZSL 4006),
- les deux vannes ci-avant sont commandées par une électrovanne commune (UY 4007), la vanne d'isolement brûleur étant normalement fermée par manque d'air, et la vanne de mise à l'air libre normalement ouverte.

I.8.4.2. Circuit gaz d'allumage

- deux électrovannes d'isolement montées en série (1-UY 422/B et UY 422/A), la première étant équipée d'une voie de mise à l'air libre.

Note : La pression du gaz est réglée manuellement par un robinet de réglage situé en amont.

I.8.4.3. Circuit d'air comprimé instrument

- un manostat de sécurité pression mini air comprimé (1-PSL 43)

Equipement du brûleur

- Un allumeur à gaz avec transformateur à haute tension (BY 410),
- Une cellule de détection de la flamme d'allumeur, à ionisation (BSL 910),
- Une cellule de détection de la flamme principale, avec amplificateur de signal (BSL 910),

I.8.4.4. Circuit des communs**Bâche alimentaire/ dégazeur**

- un transmetteur de pression bâche (PT 51)
- une vanne de régulation pression bâche (PCV 52) un pressostat excès de pression bâche (PSH 53).
- une mesure de niveau bâche (LT 54).
- un indicateur de niveau (LG 56) équipé de trois fins de course (LSLL 56, LSL 56 et LSH56).
- une vanne de régulation de niveau (LCV 55) Barillet vapeur un transmetteur de vapeur barillet (PT 38).

I.9. Fonctionnement et asservissements**I.9.1. Conception générale des automatismes**

Cette notion décrit fonctionnement automatique correspondant à une conduite en présence permanente. En règle générale, et par le fait même de la conception des circuits électriques et du choix du sens d'action des vannes électropneumatiques, le manque de tension et le manque d'air comprimé entraînent la fermeture des organes de sécurité (sauf précision contraire).

Les capteurs ayant une fonction de mise en sécurité automatique sont indépendants des capteurs utilisés pour la régulation ou le contrôle, sauf lorsque cette fonction est redondante.

L'ensemble des sécurités, des asservissements, des séquences et de la régulation est assuré par un automate programmable, Tous les échanges d'informations qui ont un caractère de sécurité principale ou secondaire (voir définition ci-après) doivent être câbles.

I.9.2. Commandes disponibles en salle de contrôle

Les commandes suivantes sont accessibles soit depuis le terminal de l'automate, soit depuis des organes de commande indépendants :

- L'arrêt d'urgence,
- Les commandes "manu / auto" des régulateurs accessibles,
- Le commutateur "allumage / automatique",
- Le commutateur de régulation de niveau 1 ou 2 éléments,
- Les commandes de marche et d'arrêt de la chaudière,
- La commande d'acquit des défauts.
- La commande d'arrêt klaxon.

I.9.3. Commandes disponibles en local

Les commandes accessibles depuis l'armoire ou les coffrets locaux sont :

- L'arrêt d'urgence,
- Le bouton poussoir de réarmement de la chaîne à risque,
- Un voyant « chaîne à risque désarmée »,
- Les boutons poussoirs de marche et d'arrêt de la chaudière,
- Le bouton poussoir d'acquiescement des défauts, Les boutons poussoirs d'essai,
- Le bouton de test de la sécurité de niveau très bas (LSLL 13),
- Un voyant pour déroulement du test de niveau,
- Deux voyants pour le balayage en cours, brûleur en service (état clignotant pendant acquiescer et fixe pendant le mode),
- Deux voyants pour sécurités principales et sécurités secondaires.

I.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit la chaudière étudiée, son fonctionnement et ces différents éléments périphériques. L'étude et l'approche réalisées auprès de la chaudière nous ont révélés que son système de la conduite est assez complexe. Vu sa composition en plusieurs sous-systèmes, dont chacun d'entre eux réalise une fonction spécifique (combustion, évaporation, sur chauffage...etc.) et quelle nécessite une automatisation de haut niveau pour la conduite, la surveillance afin d'obtenir un degré de sécurité suffisant. C'est cette automation qu'on va développer dans les procédures de commandes séquentielles de mise en marche, surveillance et arrêt de la chaudière dans nos prochains chapitres.

Chapitre II



II.1. Introduction

Dans ce chapitre nous sommes appelés à savourer la différente séquence automatique de mise au marché et d'arrêt de la chaudière et avoir tous la prévention de la sécurité aussi et mettre le diagramme de fonctionnement.

II.2. Sécurités

II.2.1. Sécurités principales

Ces sécurités provoquent l'arrêt et ou l'interdiction de mise en service de la combustion par fermeture (*) de toutes les vannes de combustible du gaz d'allumage (CV) et le cas échéant, par l'arrêt du transformateur d'allumage s'il est en service, de plus l'arrêt d'urgence provoque l'arrêt du ventilateur. Les sécurités principales sont actives en permanence.

En outre, chacune de ces sécurités génère une alarme. Les sécurités principales sont:

- le manque d'une des tensions de commande ou de contrôle;
- le défaut du ventilateur d'air (retour contacteur)
- les arrêts d'urgence salle de contrôle et local,
- le manque d'air comburant (PSL 4036),
- le niveau très bas dans le ballon (défaut pouvant être constaté par l'un des deux capteurs indépendants LSSL 31, LSSL 13).
- la pression d'air instrument très basse (PSL 43) Niveau très haut ballon (LSHH 31)

Par ailleurs, les sécurités du brûleur sont également considérées comme des sécurités principales BE IT

- le défaut du signal de flamme (BSL 910)
- une sécurité brûleur

Les sécurités indiquées sont rendues redondantes par une chaîne de relayage séparée, dite " chaîne à risque », et qui ferme les vannes principales de combustible (UV 4004 et UV

4008). Cette chaîne doit être armée par l'opérateur dès que le ventilateur a été démarré, et réarmée, après acquit du défaut, à chaque déclenchement de l'une des sécurités ci-dessus

(*) Ou ouverture pour les vannes qui sont normalement ouvertes

II.2.2. Sécurités secondaires

Ces sécurités interdisent le déroulement de la séquence de balayage et la mise en service du brûleur, mais ne provoquent qu'une alarme en marche normale (brûleur réputé allumé).

- Le niveau bas ballon chaudière (LSL 31).
- Le niveau haut ballon chaudière (LSH 31).

II.2.3. Sécurités brûleur

II.2.3.1. Sécurités combustible

- Le manque de pression de combustible (PSL 4033).
- L'excès de pression de combustible (PSH 4033).

Ces sécurités provoquent l'arrêt du brûleur ou l'interdiction de mettre la combustion en service par fermeture (*) de toutes les vannes gaz, du gaz d'allumage et, le cas échéant, par l'arrêt du transformateur d'allumage s'il est en service.

En outre, l'apparition de l'une de ces sécurités provoque une alarme :

II.2.3.2. Conditions brûleur à l'arrêt du brûleur

Les conditions qui déterminent l'état " brûleur à l'arrêt " sont les suivantes :

- 20) le système d'automatisme donne un ordre d'arrêt du brûleur.
- 21) la flamme n'est pas détectée (BSL 910).
- 22) les deux vannes d'isolement gaz sont fermées (ZSL 4004 X ZSL 4008 (**)).
- 23) la vanne de mise à l'air libre gaz est ouverte (ZSH 4006 (**)).

Si l'ensemble de ces conditions n'est pas vérifié, une alarme le signale et interdit l'allumage du brûleur.

II.2.3.3. Conditions brûleur en service

Les conditions qui déterminent l'état " brûleur en service sont les suivantes :

- 30) le système d'automatisme donne un ordre de marche brûleur.
- 31) la flamme est détectée (BSL 910).
- 32) la vanne de mise à l'air libre gaz est fermée (ZSL 4006) (**).
- 33) les deux vannes d'isolement gaz sont ouvertes (ZSL 4004 x ZSL 4008).

(*) Ou ouverture pour les vannes qui sont " normalement ouvertes.

(**) Contrôle de position à temporiser en fonction du temps de manœuvre.

Si Pune des conditions ci - dessus disparaît, une alarme le signale et provoque l'extinction du brûleur par fermeture des vannes gaz (UV 4004 et UV 4008), et ouverture de la vanne d'évent (UV 4006) Le brûleur considéré doit donc se retrouver dans l'état " brûleur a l'arrêt ".

Si l'une de ces sécurités survient pendant la phase d'allumage du brûleur, les électrovannes du gaz d'allumage (UY 422 / A et UY 422 / B) sont formées et le transformateur (BY 410) est arrêté.

Lors d'une phase d'allumage de brûleur, l'état " brûleur à l'arrêt " doit être vérifié avant la séquence d'allumage, l'état " brûleur en service " doit être vérifié après la séquence. Au fur et à mesure du déroulement de la séquence, on vérifiera l'état de l'ensemble des organes amenés à changer d'état.

II.3. Séquences

II.3.1. Conditionnement des circuits-arrêt du brûleur

- Après du brûleur Après un arrêt du brûleur (ce qui équivaut A l'arrêt de la chaudière) que celui-ci soit volontaire ou provoqué par une sécurité.
- La sortie du régulateur de débit gaz est forcée à la position d'allumage.
- Le registre d'air de combustion est forcé à sa position d'allumage.
- La régulation de niveau ballon est active.
- -le brûleur est à l'arrêt, et les conditions et "brûleur à l'arrêt" sont satisfaits. [8]

II.3.2. Démarrage du ventilateur de combustion

Le démarrage du ventilateur est géré par l'armoire d'automatisme

Dès le retour du contacteur de marche du ventilateur :

- La sécurité de pression d'air mini (PSL 4036) devient active et reste valide pendant tout le temps du fonctionnement du ventilateur.

Le ventilateur de soufflage est mis à l'arrêt par l'une des conditions suivantes :

- Commande manuelle d'arrêt ventilateur.
- Arrêt d'urgence (salle de contrôle ou local).

II.3.2.1. Préventilation de la chaudière

On entend par Préventilation (ou balayage) le passage ininterrompu à travers la chambre de combustion d'un volume d'air au moins égal à 4 fois le volume du foyer et des circuits fumées, avec un débit au moins égal à 75 % du débit maxi, Cette Préventilation permet de s'assurer que le circuit fumées est exempt d'imbrûlés gazeux au moment où le brûleur va être allumé.

Le temps de cette Préventilation (indiqué TP) est au minimum de 2 minutes. La séquence de Préventilation est démarrée par l'action de l'opérateur sur le B.P. de marche chaudière si les conditions suivantes sont réunies

- commutateur "allumage / automatique" sur position "allumage"
- sécurités principales et secondaires satisfaites
- sécurités combustible satisfaites et pas de discordance sur brûleur à l'arrêt.

Le déroulement de la séquence est le suivant :

❖ Déroulement des étapes

➤ Séquence T0

- ✚ Forçage du point de consigne de la régulation de débit d'air (FCV 522) à une valeur de 80 % du débit,

- ◆ Après temporisation pour Ouverture du registre (env. 15 secondes ajustable), contrôle de sa position par le fin de course (ZSH 522). Lancement de la temporisation de Préventilation **TP**
- **TO + TP :**
- ◆ Fin de pré - ventilation :
- ◆ Forçage de la consigne de la régulation de débit d'air (FCV 522) à la valeur d'allumage (environ 30 % - à régler à la mise en service) et contrôle de sa position par le fin de course (ZSL 522) après temporisation pour fermeture,
- ◆ Forçage de la vanne de régulation combustible (FCV 541) à sa valeur d'allumage, et contrôle de position par la fin de course (ZSL 541),
- ◆ Lancement de la temporisation d'autorisation d'allumage brûleur (3 minutes).
 - ✓ Si le brûleur n'est pas en service à la fin des 3 minutes, l'autorisation d'allumage est perdue et la séquence se termine. Dans ce cas, tous les forçages sont libérés de façon à retrouver les conditions initiales de la séquence.

La séquence de Préventilation est arrêtée pour toute action sur un bouton poussoir d'arrêt brûleur ou sur l'arrêt d'urgence, ou en cas de perte de la valeur de débit d'air qui est contrôlée durant l'étape TO.

L'autorisation d'allumage disparaît à la fin de la temporisation ou dès l'allumage du brûleur.

II.3.2.2. Allumage du brûleur - montée en pression - passage en automatique

Si les conditions définies précédemment sont toujours satisfaites (autorisation d'allumage, pas de discordance brûleur à l'arrêt, et contrôle du débit d'air à la valeur d'allumage - voir étape TO + TP ci-avant), la séquence d'allumage du brûleur se produit automatiquement à la fin de la séquence de Préventilation.

En cas d'échec de la séquence d'allumage du brûleur (sauf en cas d'échec de mise en service de l'allumeur, cas où les vannes de combustible n'ont pas été ouvertes - UV 4004 et UV 4008), il est nécessaire, après correction de la cause de non allumage, de refaire une Préventilation avant un nouvel essai d'allumage.

La montée en pression s'effectue avec surveillance en local, suivant les instructions du guide de conduite (document d'origine).

Lorsque cette phase est terminée, la chaudière débitant sur l'évent ou sur le réseau, la manœuvre du commutateur "allumage / automatique" en position "automatique" entraîne la mise en service de la régulation de combustion, avec :

- Libération du forçage de débit d'air d'allumage,
- Pilotage de la vanne de régulation (FCV541) par le régulateur de débit.

II.3.2.3. Démarrage à froid

Le démarrage à froid de la chaudière est une opération qui est réalisée sous le control de l'opérateur. La chaudière n'est pas raccordée au réseau, et sa pression est inférieure à sa pression nominale.

Cette opération, qui a pour but d'éviter les chocs thermiques, consiste à monter manuellement et progressivement la pression de la chaudière. Les consignes d'exploitation données lors de la mise en service initiale de la chaudière restent applicables. [8]

II.4. Sous-séquences

II.4.1. Mise en service de l'allumeur

La mise en service de l'allumeur est lancée par la première étape de la séquence d'allumage du brûleur.

Cet allumage ne peut se faire que si le brûleur est à l'arrêt sans discordance.

La séquence est la suivante :

➤ **T1 :**

- Mise en service du transformateur d'allumage (BY 410).
- Ouverture des électrovannes gaz d'allumage (UY 422/A et UY 422/B).

➤ **T1 +5 :**

Arrêt du transformateur d'allumage (maintien en ouverture des électrovannes gaz d'allumage)
- Prise en compte par la détection de flamme (BSL 910).

Si la flamme n'est pas détectée ou s'éteint en cours de séquence, un nouvel essai d'allumage est automatiquement affecté après une temporisation de 10 secondes. Le nombre d'essais successifs est limité à trois (action de l'opérateur sur le bouton poussoir à chaque essai).

Après trois essais, aucune nouvelle tentative ne peut être faite (une nouvelle séquence de Préventilation doit être relancée), et tous les forçages sont libérés de façon à retrouver les conditions initiales de la séquence.

➤ **T2= T1 + 10 : L'allumeur est réputé en service**

La séquence peut être stoppée par tout ordre d'arrêt du brûleur ou par l'arrêt d'urgence,

Les électrovannes gaz sont refermées (et le transformateur est arrêté s'il est encore en service) dans les conditions suivantes :

- Soit en cas d'échec de l'allumage (non détection de la flamme)
- Soit après allumage du brûleur principal.
- Soit sur ordre d'arrêt de la séquence par l'opérateur.

II.4.2. Allumage du brûleur

Les conditions qui autorisent le lancement de l'allumage du brûleur sont les suivantes :

- Présence de l'autorisation d'allumage,
- Pas de sécurité principale ou de sécurité secondaire.
- , - Pas de sécurité combustible.
- Le brûleur doit être à l'arrêt sans discordance "brûleur à l'arrêt".
- La séquence est lancée automatiquement à la fin de la séquence de Préventilation. Elle se déroule de la façon suivante

- **T3** Lancement de l'allumeur (sous-séquence décrite).
- **T4** (Au retour de l'état de marche de l'allumeur).

- ouverture de la vanne "aval" gaz (UV 4008) et fermeture simultanée de la vanne d'évent (UV 4006) par action sur l'électrovanne UY 4007, et contrôle de l'état de la vanne d'évent par le fin de course ZSL 4006,

- Au compte-rendu de fermeture de la vanne d'évent (UV 4006), ouverture de la vanne "amont" gaz (UV 4004), par action sur l'électrovanne UY 4005.

➤ **T5 = 5** après ouverture de la vanne "amont" gaz (UV 4004),

- arrêt de l'allumeur (fermeture des électrovannes gaz UY 422/A et UY 422/B) et prise en compte de la flamme principale (BSL 910).

A la fin de l'étape T5, le brûleur doit être constaté en marche sans discordance, avec détection par la cellule BSL 910.

➤ **T6 = T5 + 5** : nouvelle temporisation pour stabilisation de flamme. Le brûleur est réputé "allumé" à la fin de cette temporisation.

En cas de discordance des vannes automatiques manœuvrées dans cette séquence : Fin de la séquence, fermeture (*) des vannes vapeur et gaz, retour aux conditions d'origine et alarme de défaut brûleurs à l'allumage.

En cas de défaut quelconque du brûleur à partir de l'étape **T4** et après mise sous sécurité du brûleur, il est nécessaire de procéder à une nouvelle Préventilation de la chaudière.

En cas de disparition du signal de flamme principale à partir de l'étape **T5** (et même pendant la stabilisation de l'étape **T6**), le brûleur passe en discordance et les vannes automatiques vapeur et gaz sont refermées(*).

Note :

- On contrôlera le temps de "mise sous sécurité à l'allumage", qui est la durée écoulée entre l'étape **T4** et le retour de présence de flamme aux brûleurs (BSL 910). Ce temps doit être inférieur ou égal à 8 secondes,

- D'une façon générale, il sera tenu compte du temps de manœuvre des vannes pour la prise en compte du retour de position.

II.4.3. Arrêt du brûleur

Une commande d'arrêt du brûleur, qu'elle soit volontaire ou provoquée par une sécurité, entraîne la fermeture(*) des vannes gaz.

Les sorties des régulateurs sont forcées aux conditions d'arrêt du brûleur.

(*) Ou ouverture pour les vannes qui sont "normalement ouvertes"

II.4.4. Test de la sécurité de niveau très bas

Les sécurités de niveau peuvent être testées indépendamment à l'aide du bouton de test du coffret local. La séquence de test est la suivante :

1) Action par l'opérateur sur le BP de demande de test de la sécurité concernée

- Shunt par automate de la sécurité de niveau (LSLL 13).

- allumage d'un voyant "Test en cours" (intermittent lent)

- lancement d'une temporisation de 5 minutes

L'opérateur dispose alors de 5 minutes pour effectuer le test de sécurité en grandeur réelle. Le test se déroule de la façon suivante :

2) Fermeture des robinets d'isolement

3) Ouverture progressive du robinet de vidange (diminution du niveau dans la bouteille)

- attente par l'automate de l'apparition de la sécurité,

- le voyant local passe en "fixe"

4) Fermeture du robinet de vidange et ouverture progressive des robinets d'isolement

- attente par l'automate de la disparition du défaut,

- le voyant local passe en "intermittent lent"

5) Acquiescement opérateur par appui sur le B.P.

- fin du test et extinction du voyant.

En cas d'échec du test ou d'erreur dans la procédure, le voyant clignote rapidement et l'opérateur doit remettre les robinets d'isolement dans leur configuration initiale, puis acquitter le test par le BP. (Extinction du voyant à la fin de cette procédure)

A partir de ce moment, la sécurité shuntée redevient active.

II.4.4.1. Procédure après déclenchement par sécurité

Après déclenchement par sécurité d'un brûleur ou de la chaudière, il est indispensable d'avoir identifié et corrigé la cause du déclenchement avant de faire une tentative de redémarrage. Le système de mise en mémoire du premier défaut doit faciliter cette tâche.

II.4.4.2. Mise en mémoire du premier défaut

L'opérateur dispose d'un ensemble d'indications sur écran de supervision, destinées à le prévenir et à le guider lors de l'apparition d'un défaut ou d'une alarme.

A cet effet, l'automate mémorise l'ordre d'apparition des défauts et en assure la gestion de l'affichage, de la façon suivante :

- Le premier défaut apparaît en feu clignotant, les autres étant en feu fixe.

Après acquit par l'opérateur, tous les défauts ayant disparu s'éteignent, et tous les défauts encore présents restent en feu fixe.

S'il s'agit de l'apparition d'une alarme simple (information opérateur, donc sans incidence sur le fonctionnement), la signalisation apparaît en feu fixe jusqu'à l'acquit, et ceci même dans le cas où l'information a été fugitive et n'existe plus au moment de l'intervention de l'opérateur.

Si la condition d'alarme est toujours présente après acquit par l'opérateur, le voyant reste allumé. [8]

II.5. Consignes de démarrage à froid

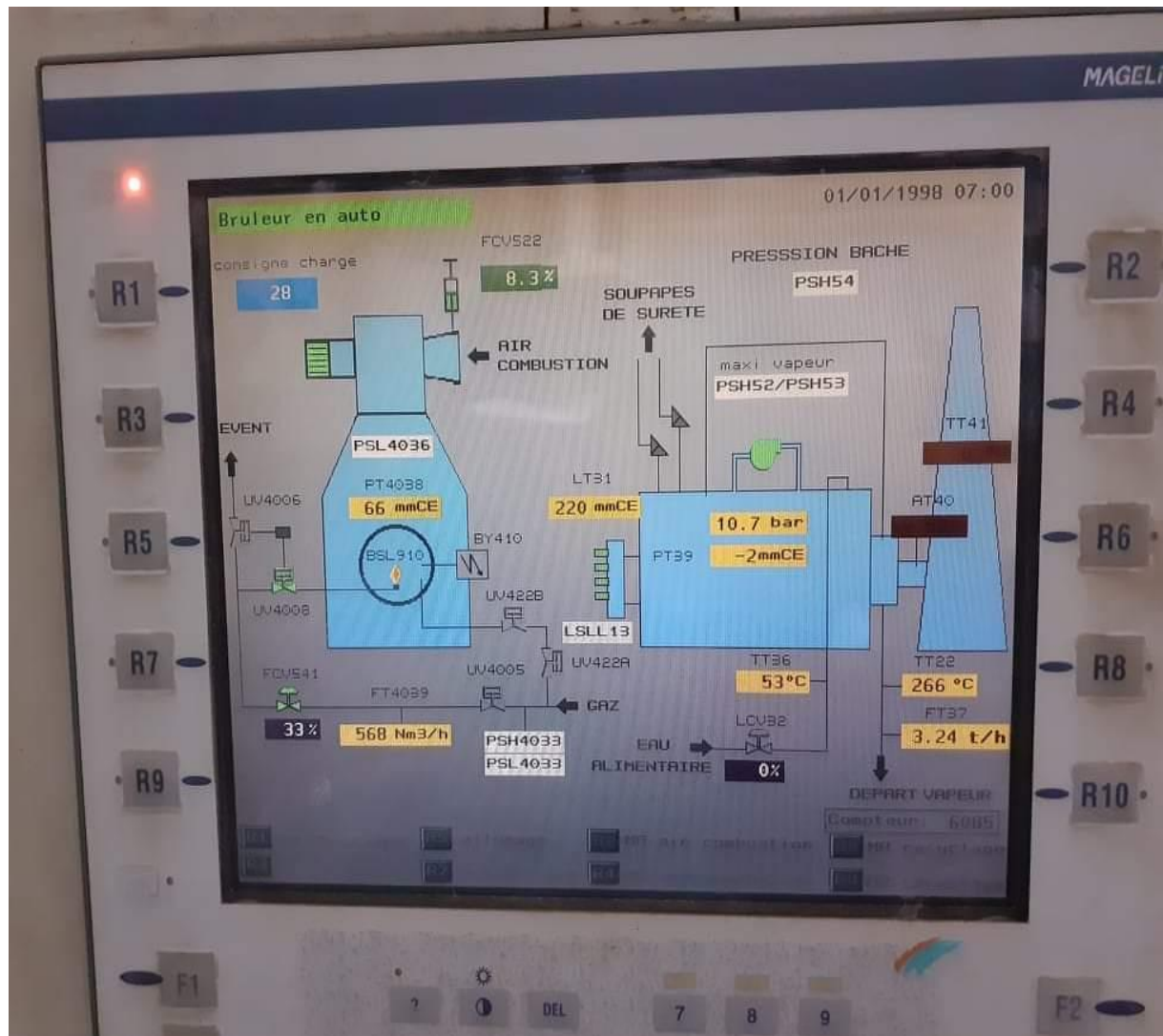


Figure 2. 1: Consignes de démarrage et de la mise à l'arrêt de chaudière et remplir les relevés.

- 1)- Ajuster le niveau d'eau dans la chaudière environ 190 mm CE sur la vue générale de magelis_(par le by passe en s'assurant de la fermeture de la vanne d'isolement manuelle).
- 2)- Ouvrir la vanne de gaz " ¼ tour « et vérifier la pression d'air comprimé de régulation.
- 3)- S'assurer qu'il n'y a aucune alarme et que les régulations de débit d'air et de gaz sont sur position "AUTO ".
- 4)- Ouvrir la vanne d'évent du ballon chaudière.
- 5)- Sélectionner la vue régulation sur le magelis.

- 5-1)-Vérifier le signal de charge et le mettre au mode "**MANU**" avec une charge de 15% afin que le débit gaz à l'allumage soit environ 200Nm³/h.
- 6)- Démarrer les deux moteurs des ventilateurs d'air combustion et le recyclage des fumées par les touches "**R2** « et «**R6**".
- 7)- Réarmer la chaîne a risque sur le coffret à côté du brûleur.
- 8)- Mettre allumage brûleur par la touche "**R5**" du magelis.
- 9)- Démarrage de la chaudière par la touche "**R1**" du magelis et suivre le cycle d'allumage du brûleur.
- 10)- Ouvrir lentement de moitié la vanne de mise à l'air libre de la surchauffeur et fermer la vanne d'évent du ballon chaudière à partir de 2bar.
 - Réajuster l'ouverture ou la fermeture de la vanne d'évent de la surchauffeur en fonction de la montée en pression.
- 11)- Surveiller la température et le niveau d'eau visuel et sur le magelis gradient de chauffe 65°C/heure.
 - Si la température monte à plus de 300°C, ouvrir légèrement et progressivement la vanne de mise à l'air libre de la surchauffeur.
- 12)- Monter progressivement en pression jusqu'à 10 bars en "**MANU**".
- 13)- Ouvrir progressivement, la vanne départ chaudière et vanne arrivée au barillet HP ainsi que la vanne départ vapeur sur l'usine.
- 14)- Fermer l'évent de la surchauffeur de la chaudière lorsque nous pouvons lire un débit vapeur supérieur à 2 T/heure.
- 15)- Passé du mode de fonctionnement manuel en mode automatique pour cela procéder comme suit :
 - Avant le passage en "**AUTO**" s'assurer que pour la charge de la chaudière la mesure se rapproche de la consigne, ajuster la consigne à 25 ou 30% sans que l'écart ne dépasse 3%.

16)- Sélectionner «vue générale " et appuyer sur la touche «R7 " pour mettre le brûleur de la chaudière en automatique.

17)- Sélectionner la «vue régulation " et avec la touche "R9" passer en charge automatique de la chaudière.

18)- Lorsque le débit vapeur sera supérieur à 6 T/heure mettre la régulation niveau à 2 éléments Pour cela procéder comme suit :

- sur la vue régulation sélectionner " **2 ELEMENTS**" appuyer sur "**MOD**" une fois, sur "**FLECHE +1**" deux fois et sur "**ENTER**" une fois.

La chaudière est ainsi en fonctionnement entièrement automatique.

II.6. Permutation d'une chaudière à l'autre

Pour une permutation de la chaudière qui marche en Auto par la deuxième qui est à l'arrêt, procéder comme suit :

1)- Démarrer la chaudière n°2 suivant les consignes habituelles de démarrage à froid (le brûleur et la charge chaudière étant en "**MANU**").

2)- Monter progressivement en pression jusqu'à 10 bars environ.

3)- Ouvrir la vanne départ chaudière et vanne arrivée au barillet HP.

4)- Mettre le brûleur en automatique de la vue générale en appuyant sur la touche "**R7**".

5)- S'assurer que la charge chaudière est toujours en "**MANU**".

4)- Augmenter progressivement la consigne manuel de charge par palier de 5% chaque 2 à 3 minute jusqu'à approcher la consigne du régulateur RHAPSODIE.

5)- Mettre la charge de la chaudière en automatique de la vue régulation en appuyant sur la touche "**R9**".

6)- Passer à la chaudière n° 1 et par la touche "**R10**" revenir en charge "**MANU**".

7)- S'assurer que le brûleur est toujours en automatique et diminuer progressivement la consigne manuelle par palier de 5% chaque 2 à 3 minute.

- 8)- Lorsque la charge est descendue à 25%, arrêter la chaudière par la touche "**R1**" de la vue générale.
- 9)- Suivre la consigne d'arrêt habituelle.

II.7. Pour arrêter la chaudière

- 1)- Sélectionner la (vue régulation) et avec la touche "**R10**" passer en mode "**MANU**" de charge de la chaudière l'afficheur XBT.
- 2)- Sélectionner la valeur de consigne de charge, ajuster à 25% et valider par "**ENTER**".
- 3)- Sélectionner la (vue générale) et appuyer sur :
 - arrêt chaudière touche "**R3**".
 - arrêt du ventilateur d'air combustion par la touche "**R4**".
 - arrêt du ventilateur des fumées par la touche «**R8**».
- 4)- Fermer les vannes de gaz, départ vapeur et la vanne manuelle d'isolement de la vanne automatique d'eau.
- 5)- ajuster le niveau d'eau a environ 240 mm avant l'arrêt de la pompe.
Alimentaire.
- 6) -Laisser l'armoire électrique de commande sous tension.

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la défiance séquence de la chaudière ainsi que les différents composants qui fonctionnent en parallèle avec son lancement et arrêt, on s'intéressera aux processus de fonctionnement de programme de marche, arrêt et de la protection.

Chapitre III



III.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va présenter la description et le fonctionnement de quelques capteurs et actionneurs de la chaudière. Il sera joint ses auxiliaires de commande essentiels qui constituent l'instrumentation de conduite automatique pour la surveillance de cette dernière.

III.2. Capteurs

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique (4-20mA, 0 -5V), qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande [2].

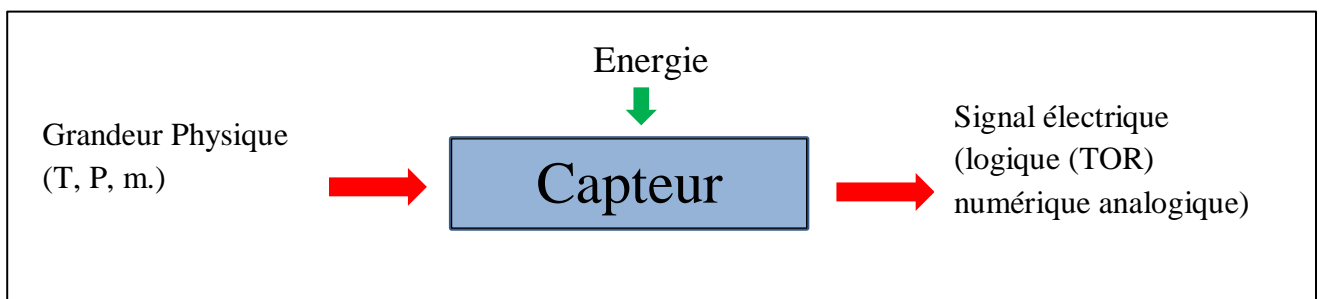


Figure 3. 1:Illustration des états d'un capteur.

La Figure (3.2) illustre le fonctionnement d'un capteur.

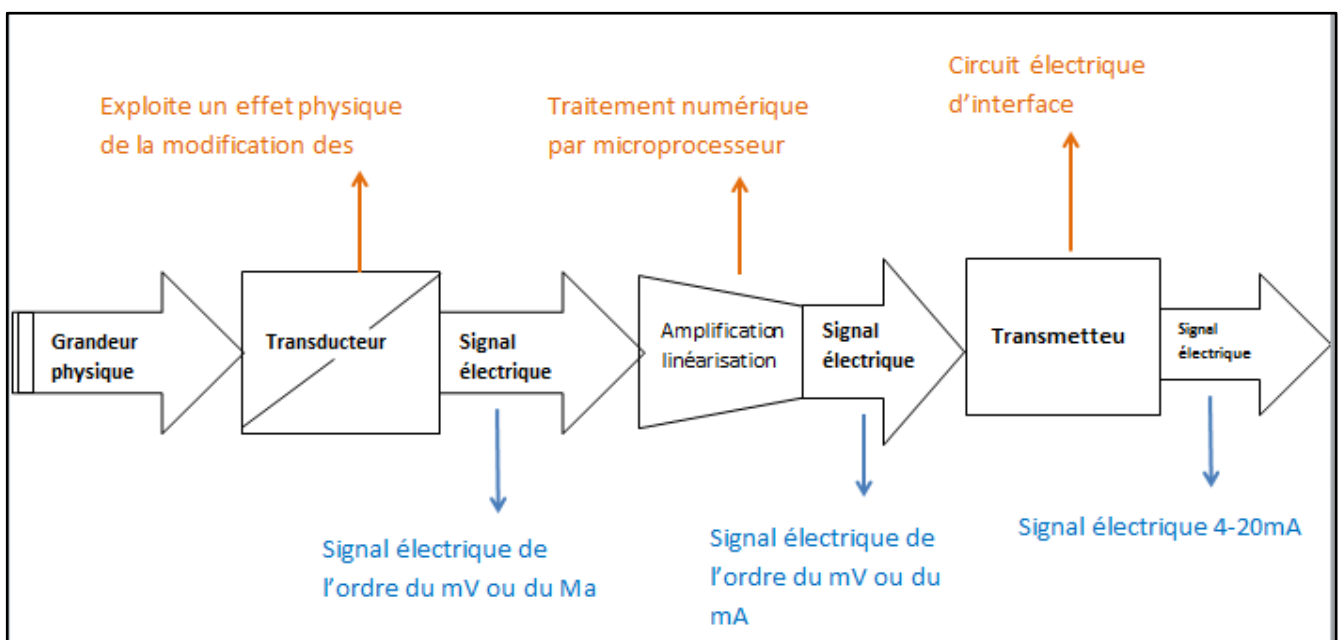


Figure 3. 2: Schéma de principe d'un capteur industriel.

Les capteurs sont caractérisés selon deux critères :

- En fonction de l'information délivrée:
 - capteurs TOR (fin de course, détecteurs logiques), (Fig.3.3.).
 - capteurs analogiques
 - ou capteurs numériques
- En fonction de la grandeur à mesurer:
 - Mécaniques : capteurs de position (fig.3.4.), vitesse
 - Physiques: Pression, Niveau, Débit, Température
 - Electriques: Courant, tension
 - Process : CO₂, O₂, viseur de flamme....etc.



Figure 3. 3: Illustration des capteurs logiques.



Figure 3. 4: Illustration d'un capteur logique de position.

III.2.1. Capteur viseur de flamme 45UV5

- a) Le Capteur viseur est un capteur contrôleur de flamme de type FIREYE. Il est recommandé pour surveiller la qualité de la flamme. **Fig.3.5.**



Figure 3. 5: Photo du capteur de flamme.

b) DESCRIPTION

Les viseurs de flamme Fireye du type 45UVS sont des dispositifs de détection de flamme à auto-contrôle. Lorsqu'ils sont reliés à un contrôleur de flamme Fireye compatible et à auto-vérification. Les viseurs détectent la présence ou l'absence de flammes émettant des rayons ultraviolets (UV). Les combustibles fossiles courants qui émettent des UV sont : le gaz naturel, le gaz de fours à coke, propane, le butane, le kérosène, les distillats légers de pétrole et les carburants diesel. La figure I donne un croquis dimensionnel des viseurs du type 45UVS.

c) PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

Le viseur 45UV5 utilise un détecteur constitué d'une enveloppe en verre spécialement scellée, perméable aux ultraviolets et remplie de gaz, contenant deux électrodes reliées à une source de tension alternative. Le détecteur ne réagit qu'à une partie du spectre ultraviolet des flammes ordinaires.

Lorsqu'un rayonnement ultraviolet suffisamment puissant (d'une longueur d'onde inférieure à celle de la lumière solaire à la surface de la terre) frappe les électrodes, des électrons sont libérés et le gaz qui se trouve entre les électrodes devient conducteur ; en conséquence, un courant électrique passe d'une électrode à l'autre.

Le passage du courant dans le détecteur commence et finit brusquement et est connu sous le nom de "avalanche". Une source très intense de rayons UV produira plusieurs milliers

d'avalanches ou d'impulsions par seconde. Un rayonnement moins fort produira moins d'impulsions par seconde. Lorsque la flamme disparaît totalement, le détecteur ne donne plus de tension de sortie, à l'exception de très rares impulsions isolées provoquées par les rayons cosmiques. Le circuit ne réagit pas à ces impulsions. Il s'ensuit que la présence ou l'absence d'impulsions indique la présence ou l'absence de flamme. La fréquence des impulsions est une indication de l'intensité de la flamme. Les impulsions générées par le viseur sont transmises à un contrôleur Fireye compatible via le circuit du viseur.

III.2.2. Capteur de température

La température est la variable de processus la plus mesurée dans l'automatisation industrielle. Le plus souvent, un capteur de température est utilisé pour connaître la variation d'énergie dissipée par un objet, et dans notre cas les mesures sont multiples et délivrent en sorties un courant (thermocouple, thermistances, etc.).

Les capteurs de température contiennent un élément de détection enfermé dans des boîtiers en matière plastique ou métallique. Avec l'aide de circuits de conditionnement, le capteur doit refléter le changement de la température ambiante. Pour mesurer la température d'un corps, plusieurs approches sont possibles:

- mesure par dilatation,
- résistance métallique,
- thermistance,
- thermocouple... etc.

Le capteur utilisé pour suivre la variation de température au niveau du réacteur et du refroidisseur de l'installation d'hydrogénation est une sonde de platine **TT22**. La sonde **TT22** est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel. Ce capteur est constitué d'une résistance en Platine. La valeur initiale de la sonde **TT22** est de 100 ohms à une température de 0°C.

III.2.3. Capteur de pression

Un capteur de pression est un dispositif destiné à convertir la pression en signaux analogiques. Le plus connu est un transducteur à base de jauges de déformation. L'appareil convertit la pression en signal électrique par une déformation physique des jauges collées à la membrane de l'appareil et connectées pour former un pont de Wheatstone. La pression sur les jauges est convertie en une variation de résistance. **Fig.3.6.**



Figure 3. 6: Photo du capteur de pression.

III.2.4. Capteurs de positionneur électropneumatique série 8013

Ce sont des capteurs qui donnent une information de type tout ou rien (TOR) et peut être aussi de type électrique ou pneumatique. Ils sont employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction « détecter la position ».

Le positionneur électropneumatique modèle 8013 permet d'obtenir une proportionnalité précise entre la course d'un clapet d'une vanne de régulation à servo - moteur pneumatique et le signal électrique (courant continu), émis par un régulateur. Il offre en outre la possibilité de commande plusieurs vannes utilisant chacune une fraction du signal de commande (fonctionnement dit : en cascade ou split-range). Le positionneur électropneumatique permet également d'inverser le sens d'action d'une vanne. Il est du type à équilibre de forces.

III.3. Actionneurs

L'actionneur est un élément de la partie opérative qui a comme fonction globale la conversion de l'énergie d'entrée disponible en énergie de sortie utilisable pour obtenir un effet cherché. [3]

Les énergies utilisées sont d'origine : électriques, pneumatiques et hydraulique, donc trois technologies d'actionneurs existent :

- Actionneur pneumatique.
- Actionneur hydraulique.
- Actionneur électrique.

III.3.1. Vérins pneumatiques

Le vérin pneumatique est un actionneur sert à créer un mouvement mécanique, et consiste en un tube cylindrique (le cylindre) dans lequel une pièce mobile (le piston) sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre (**Fig.3.7**).

Un ou plusieurs orifices permettent d'introduire ou d'évacuer l'air comprimé dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston.

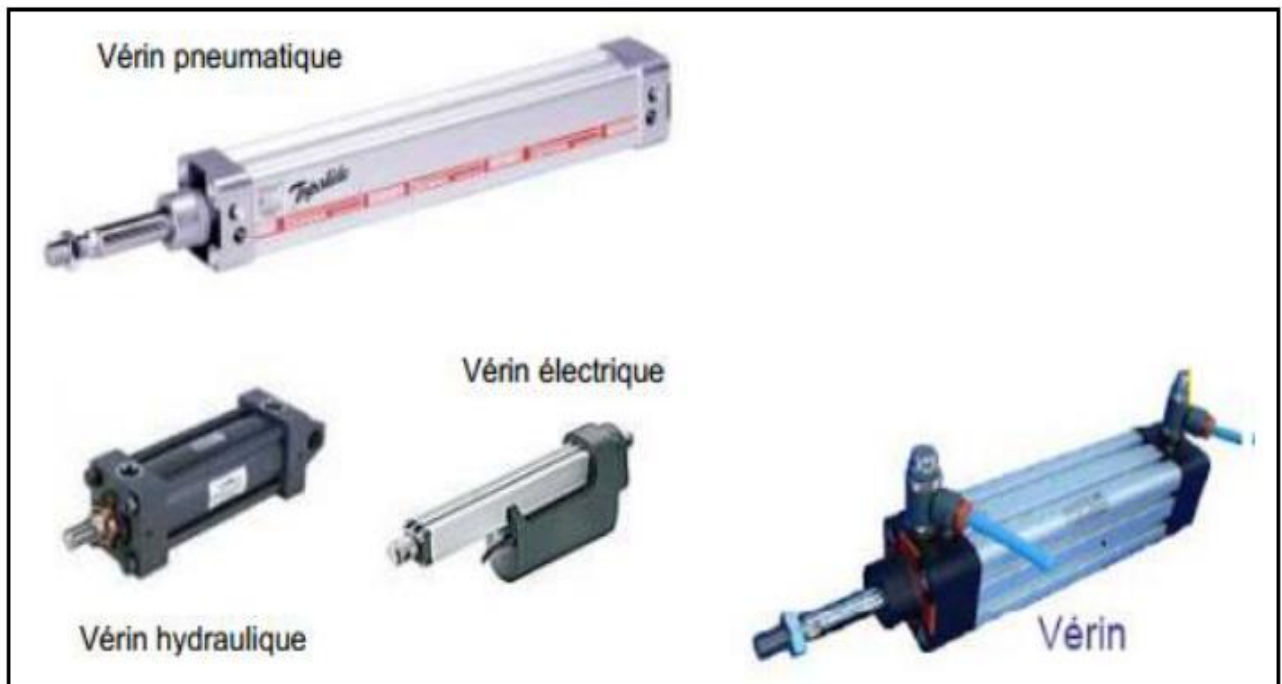


Figure 3. 7: Illustration de la diversité de vérins.

III.3.1.1. Vérins à simple effet

Les vérins à simple effet sont appelés de cette façon, parce que l'air comprimé n'exerce une pression que sur un côté du piston, qui se met alors en mouvement grâce à la force exercée par la pression sur le piston. Il retourne à sa position initiale au moyen d'un ressort interne ou d'une force externe (**Fig.3.8**)

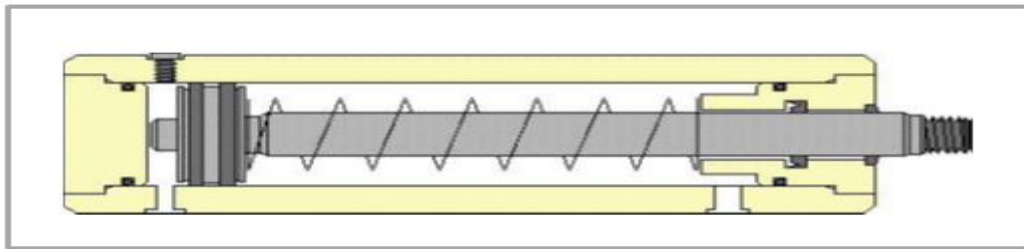


Figure 3. 8: Vérin simple effet.

III.3.1.2. Vérins à double effet

Dans un vérin double effet, le piston se déplace dans les deux sens grâce à la pression de l'air comprimé (Fig.3.9).

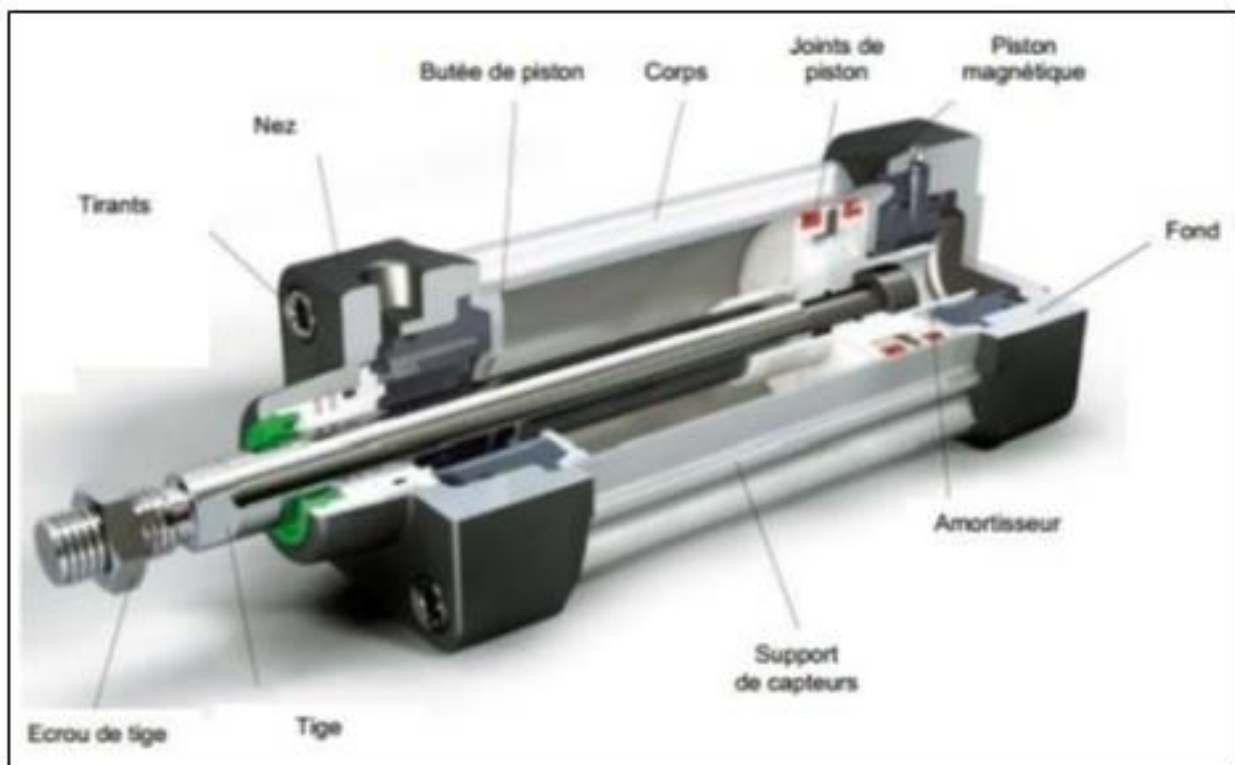


Figure 3. 9: Constituant d'un vérin à double effet.

III.3.2. Vannes

La vanne est un dispositif de réglage commandé manuellement par un volant ou à distance par un signal électrique ou pneumatique.

III.3.2.1. 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% (**Figure 3.10**).

Les vannes régulatrices sont composées d'un servomoteur dans lequel la membrane souple est susceptible de déformer, sous l'action de la pression d'air, pour déplacer la tige de clapet ; et d'un corps vanne qui lui assurent le réglage de débit μ



Figure 3. 10: Vanne régulatrice.

III.3.2.2. Vannes à fermeture rapides (TOR pneumatique)

Ce sont des vannes qui ne peuvent prendre que 2 positions, ouvertes ou fermées par opposition aux vannes régulatrices .On traduit en terme de course du clapet 0% ou 100% .Lorsque elles sont fermées, ces vannes sont étanches .Elles ont pour rôle principal l'assurance des fonctions de sécurité (**Fig. 3.11**).



Figure 3. 11: Vannes fermeture rapides (TOR pneumatique).

III.3.2.3. Électrovanne

Une électrovanne est un 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 (Figure 3.12).

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.



Figure 3. 12: Illustration d'une Électrovanne.

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit les différents capteurs et actionneurs qu'on a retrouvé sur l'instrumentation de la chaudière.

Chapitre IV



IV.1. Introduction

L'automate programmable est un système de traitement d'information, dont le programme de fonctionnement est élaboré sur la base d'instructions établie en fonction de processus géré. [4]

IV.2. Rôles d'un automate programmable dans les systèmes automatisés industriels

Les automates programmables industriels (API) représentent l'outil de base de l'automatisation des systèmes de production .Un API permet de piloter un système de production conformément à un programme placé en mémoire. Sa flexibilité explique son large domaine d'utilisation, il est généralement placé au milieu industriel, ou il représente le cœur de la partie commande d'un système automatisé. Il est en relation avec les autres parties du système grâce à son interface entrée-sortie. [4]

IV.3. Fonctionnement et Comportement des API

L'exécution d'un programme par l'API peut être composée de plusieurs sous-programmes appelés tâches. Une tâche est un ensemble d'opérations programmées pour s'exécuter successivement, puis s'arrêter jusqu'au prochain lancement.

L'automate programmable reçoit les informations relatives au système, il traite ces informations en fonction des instructions et modifie l'état de ses sorties qui commandent les pré-actionneurs. La figure 4.1 représente une chaîne fonctionnelle dans un système automatisé. [5]

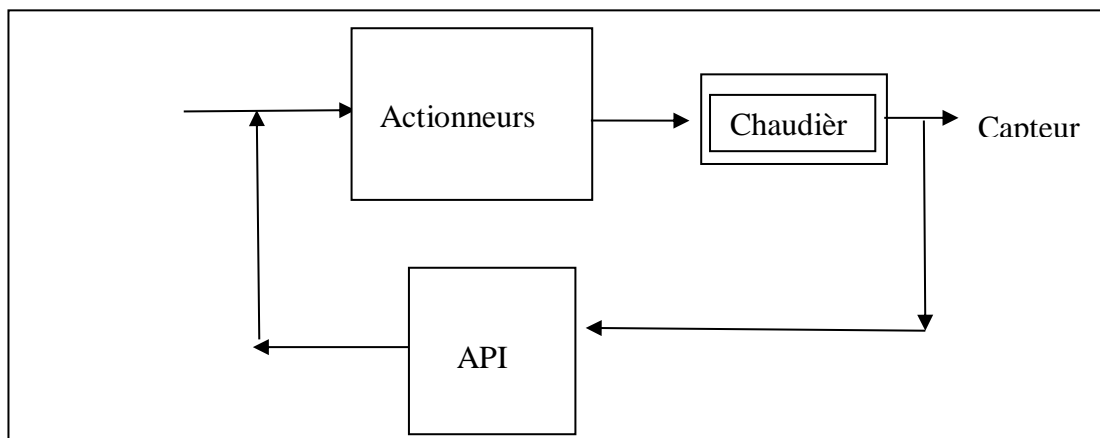


Figure 4. 1: Structure type d'une chaîne fonctionnelle dans un système automatisé.

IV.4. Api siemens s7-300

IV.4.1. Description de l'API S7-300

C'est un micro- API destiné aux applications de commande et de régulation dans le monde de l'industrie manufacturière et du contrôle de processus. Il représente une solution compacte et économique. (Figure 4.2).

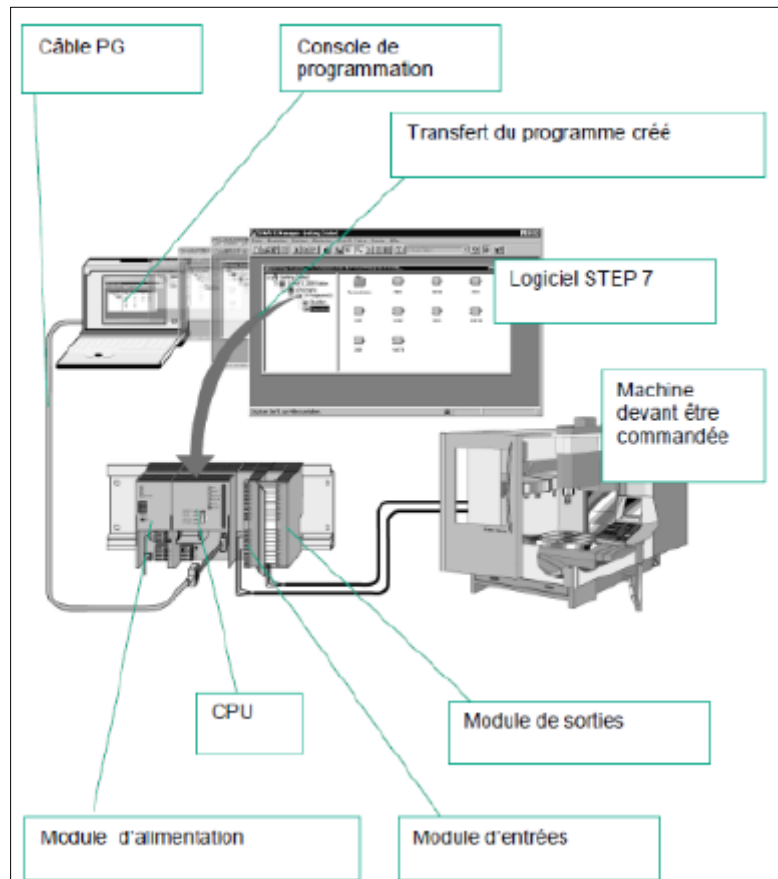


Figure 4. 2: Programmation d'un API Siemens en Step7.

IV.4.2. Programmation en Step7

Les API siemens de gamme Simatic, en particulier les S7-300 et s7/400 se programme sous le logiciel de programmation Step7 en utilisant les différents langages de programmation comme figure 4.3.

- ◆ Schéma à contacts « Ladder »
- ◆ Logigramme « LOG »
- ◆ List instruction « LIST »

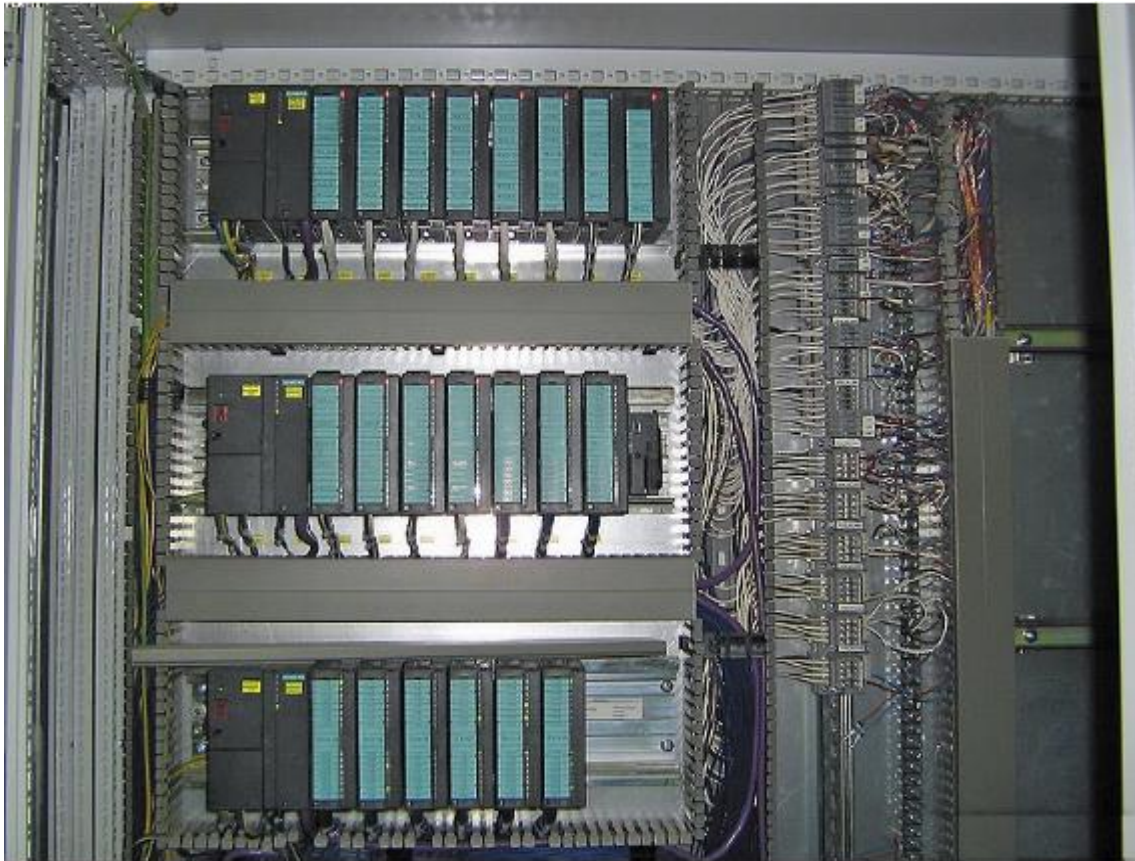


Figure 4. 3: Photo des module d'un Siemens SIMATIC S7-400.

Tous les automates SIMATIC fonctionnent de façon cyclique. Le cycle commence par la lecture des états des entrées et leur transfert dans la mémoire image des entrées M.I.E.

Cette mémoire image est la source d'approvisionnement du programme pour son exécution. En cours de traitement, le programme range les résultats des opérations dans la mémoire image des sorties M.I.S.

A la fin du programme, les états contenus dans la MIS sont transférés aux sorties physiques, et le cycle reprend au début.

IV.5. Câblage de l'automate s7-300

IV.5.1. Câblage des entrées

Le principe de raccordement consiste à envoyer un signal électrique vers l'entrée choisie sur l'automate des que l'information present : [5] **figure 4.4**

- ✚ logique positive : le commun interne des entrer et relie a 24 v
- ✚ logique négative : le commun interne des entrer et relie a 0v

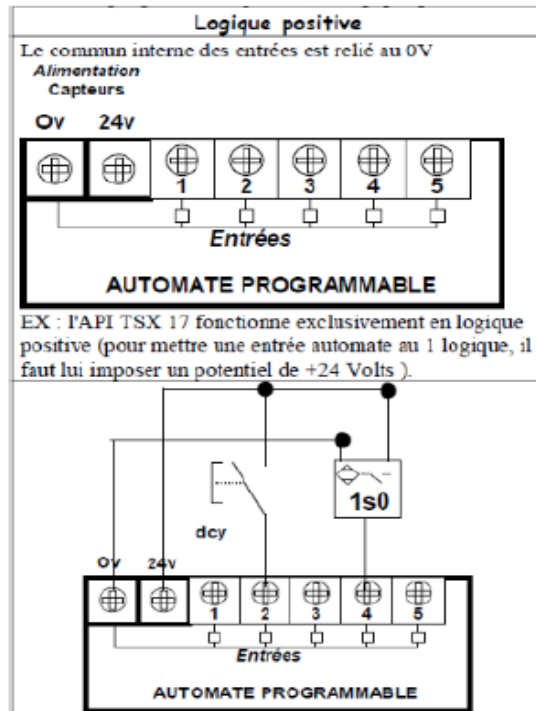


Figure 4. 4: Câblage des entrées.

IV.5.2. Câblage des sorties

Chaque sortie de l'automate est constituée d'un relais dont la fermeture de contacte est commandée par la consigne opérative élaborée par le programme qui permet l'alimentation de la bobine. Précautionner en établissant un circuit électrique avec l'alimentation extérieure [5]

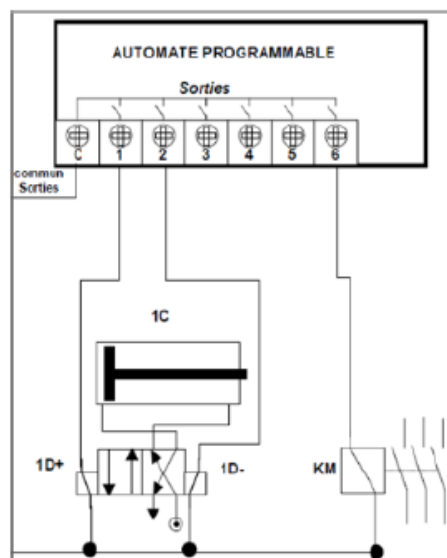


Figure 4. 5: Câblage des sorties.

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit tout le nécessaire pour établir la solution globale de la commande automatique du système de démarrage et de la sécurité de la chaudière. Dans le chapitre suivant (V), nous allons présenter l'interprétation du fonctionnement de celle-ci, autrement dit la commande automatique de la chaudière par un GRAFCET niveau 2. Pour les besoins de simulation du programme de commande, il sera implémenté par le langage step7 de l'API, notamment le siemens S7-300. (Chapitre VI).

Chapitre V



V.1. Introduction

Nous allons présenter très succinctement dans ce chapitre les éléments de programmation d'un automate programmable industriel, en particulier le Grafcet, et en générale le langage de programmation de l'API Siemens SIMATIC S7 300 utilisé.

V.2. GRAFCET (Graphe de Commande Etape Transition)

Le GRAFCET est un diagramme de description du comportement déterministe de la partie commande d'un système automatisé. Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel de grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implémentation par des algorithmes d'application de ces règles. [6]

V.2.1. Structure graphique du GRAFCET

La structure est constituée des éléments de base suivants : [5]

- Etape : utilise pour définir la situation de la partie séquentielle du système, une étape est soit inactive.
- Transition : indique la possibilité d'évaluation d'active 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.

V.2.2. Différents GRAFCET

Il y a deux types de représentation :

- La représentation fonctionnelle ou de niveau 1 donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé, en précisant la coordination des tâches opératives. Elle permet une compréhension globale du système.
- La représentation technologique ou de niveau 2 donne une interprétation en tenant compte des choix technologique relatifs à la partie de commande de l'automatisme ; le type et la désignation des appareillages (S1, KM, Ka...).

V.2.2.1. Langages de Programmation des API

Définition d'un Langage de programmation

- ✓ La programmation des automates programmables industriels s'effectue à l'aide de langages spécifiés.
- ✓ L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système. [4]
- ✓ L'API traduit le langage de programmation en langage compréhensible directement par le microprocesseur. Ce langage est propre à chaque constructeur, il est lié au matériel mis en œuvre.

V.2.2.2. Différents Types de Langage

- ✓ Il existe différents types de langages de programmation qui appartiennent en général à trois grandes familles : [4]
- ✓ · Langage machine : c'est un langage en binaire, interprété par le microprocesseur d'un ordinateur.
- ✓ · Grafcet : il s'agit d'un langage graphique, bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle. Un programme
- ✓ -Grafcet décrit un procédé comme une suite d'étapes reliées entre elles par des transitions (Fig. 5.1).

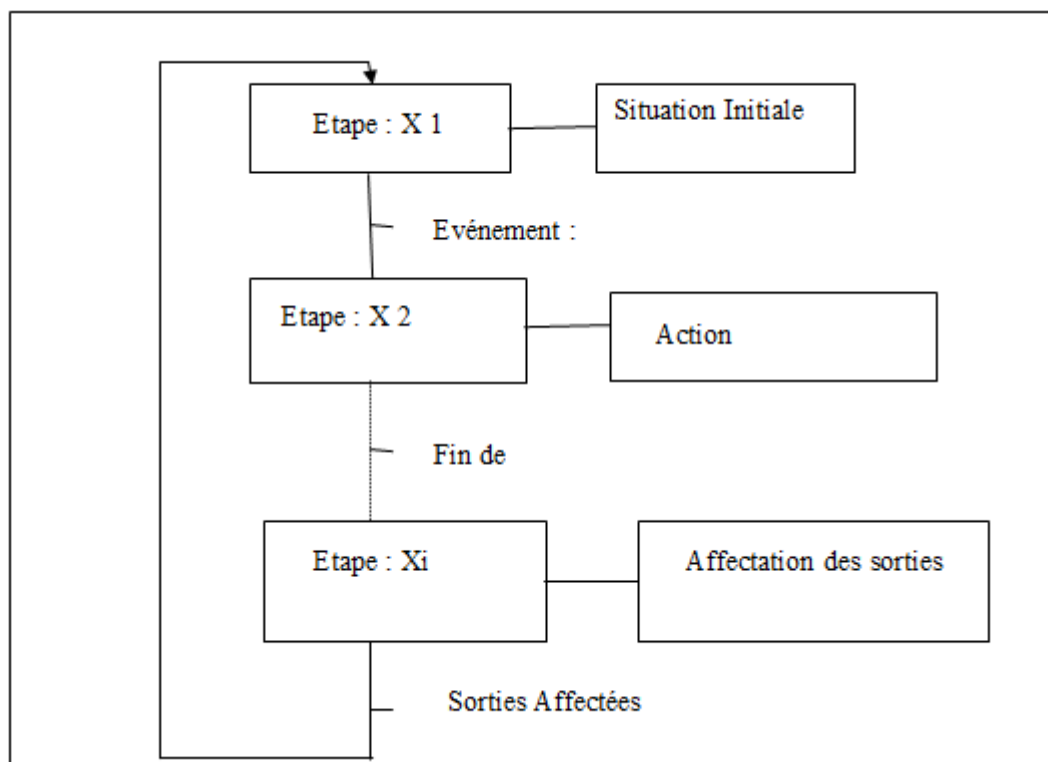


Figure 5. 1: Structure d'un programme en langage GRAFCET.

V.2.3. Représentation

Exemple didactique : Problème de conduite d'une Fraiseuse (fig. V.2).

Fonctionnement (cahier des charges) :

- On appuie sur le bouton marche de la fraiseuse
- la fraise descend
- Une fois la position basse atteinte le fraisage s'effectue
- On appuie sur le bouton arrêt
- Le fraisage s'arrête et la fraise remonte
- Une fois la fin de course « haut » atteinte la fraiseuse est en position initiale [7]

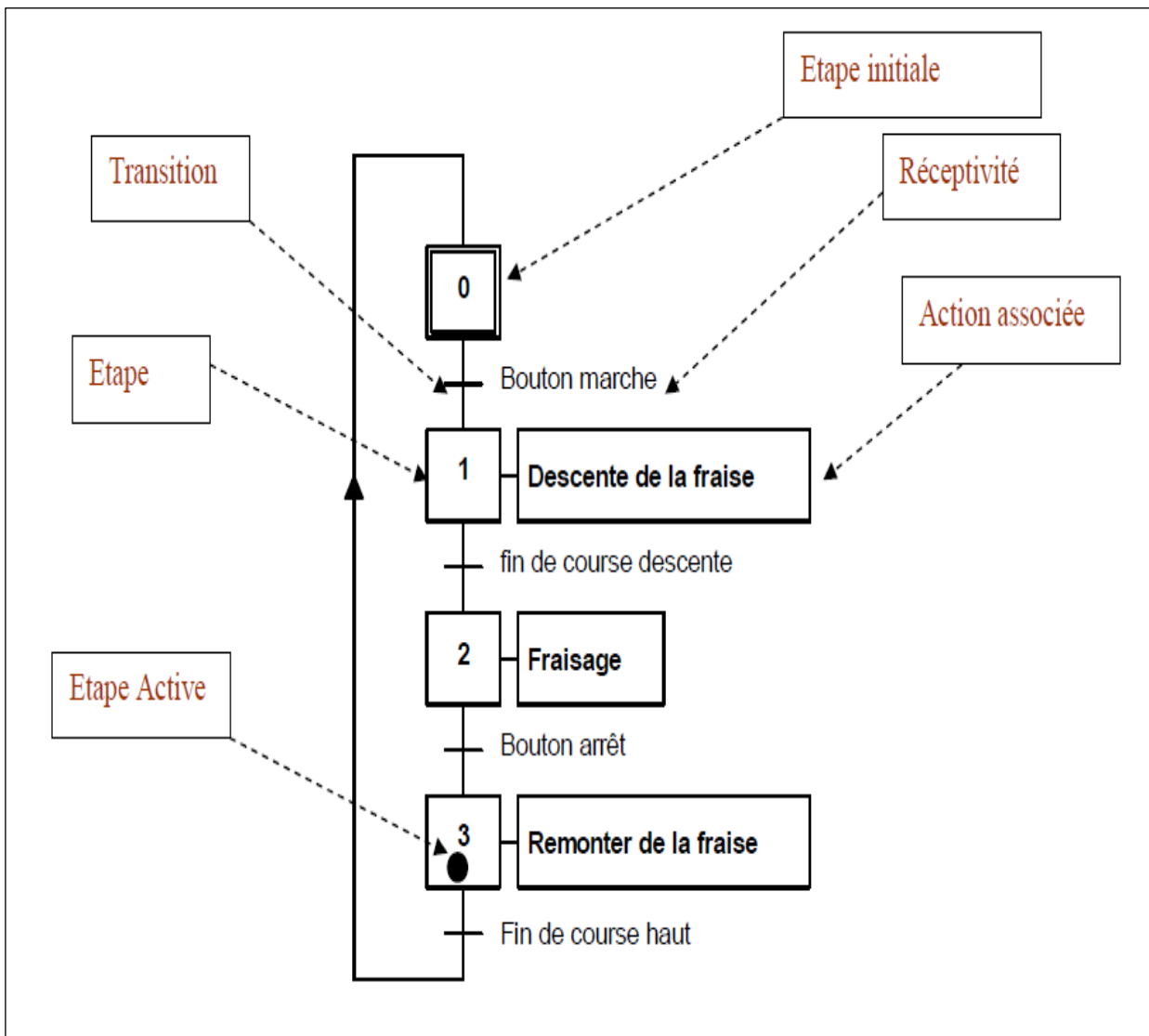
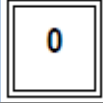
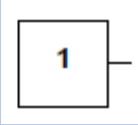

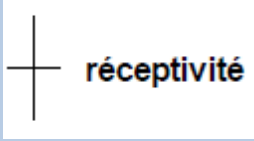

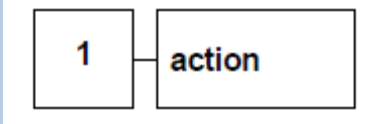



Figure 5. 2: Représentation d'un GRAFCET.

	Etape initiale : L'étape initiale caractérise l'état du système au début du fonctionnement.
	Etape : Une étape correspond à un comportement stable du système. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étapes on peut associer une ou plusieurs actions.
	Transition : Les transitions indiquent les possibilités d'évolutions du cycle, à chaque transition est associée à une réceptivité.
	Réceptivité : La réceptivité est la condition logique pour l'évolution du grafcet. Si la réceptivité est vrai (=1) le cycle peut évoluer. Les réceptivités proviennent du pupitre de commande, des fins de courses ou d'information provenant de la partie opérative.
	Liaisons orientés : Le Grafcet se lit de haut en bas, autrement il est nécessaire d'indiquer son évolution avec des liaisons orientées constituées de flèche indiquant le sens.
	Action : L'action est associée à une étape, elle est active lorsque le cycle est arrivé sur l'étape. Il est possible de définir les actions conditionnelles, temporisé . . . (électrovanne, enclenchement d'un contacteur. . .)
	Etape active : le point indique que l'étape est active.

V.2.4. Règles du Grafcet

➤ Situation initiale

- Un grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant évolution du cycle.

➤ Franchissement d'une transition

- Une transition est soit validée ou non validée ; elle est valide lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives.

Lorsque la transition est valide et que la réceptivité associée est vraie elle est alors obligatoirement franchie.

➤ **Évolution des étapes actives**

- Le franchissement d'une transition entraîne l'activation des étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.

➤ **Transitions simultanées**

- Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

➤ **Activation et désactivation simultanées**

- Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

La durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si elle peut être rendue aussi petite que l'on veut. Il en est de même pour la durée d'activation d'une étape.

V.2.5. Structure de base

Nous pouvons avoir dans un cycle machine complet avec des séquences simultanées, ou des choix de séquence. [7]

V.2.5.1. Divergence et convergence en ET

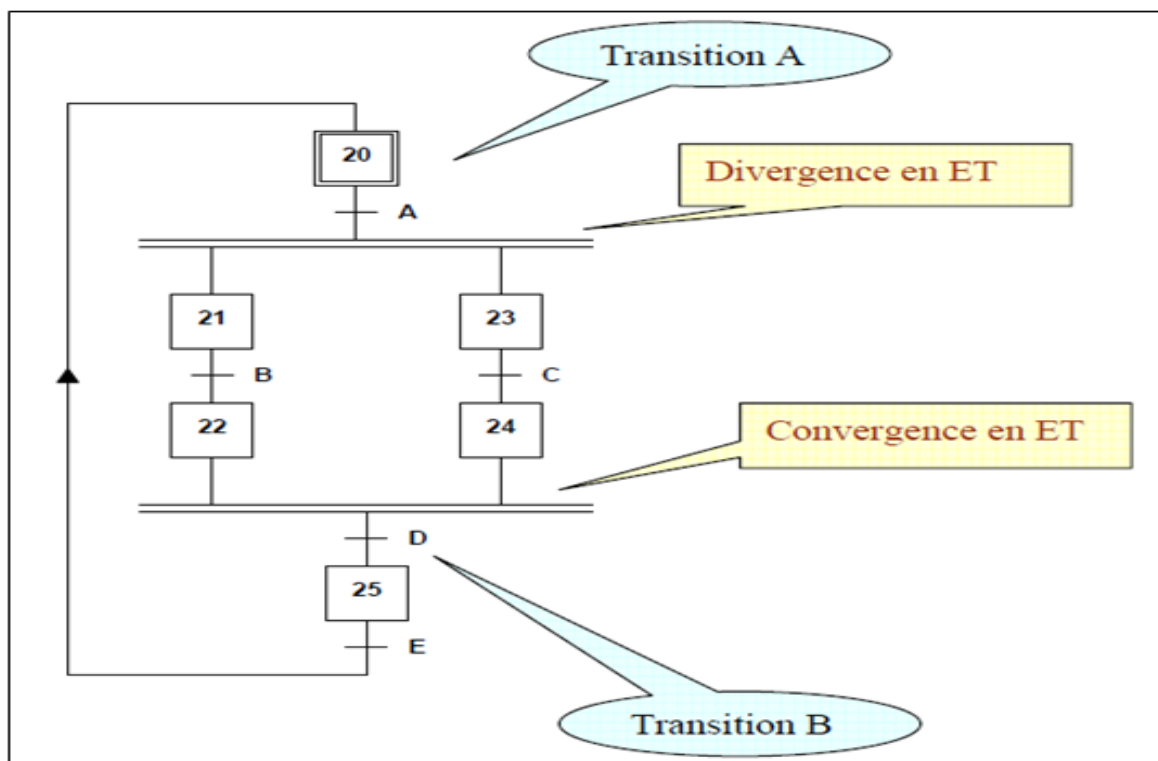


Figure 5. 3: Divergence et convergence en ET.

Divergence en ET : représentation par 2 trait identique et parallèle ; lorsque la transition A est franchie les étapes 21 et 23 sont actives. **Figure. V.3**

Convergence en ET : La transition D sera active lorsque les étapes 22 et 24 seront actives, si la réceptivité associée à la transition D est vraie alors elle est franchie et l'étape 25 devient active et désactive les étapes 22 et 24.

Le nombre de branche peut être supérieur à 2, après une divergence en ET on trouve une convergence en ET.

V.2.5.2. Divergence et convergence en OU (aiguillage)

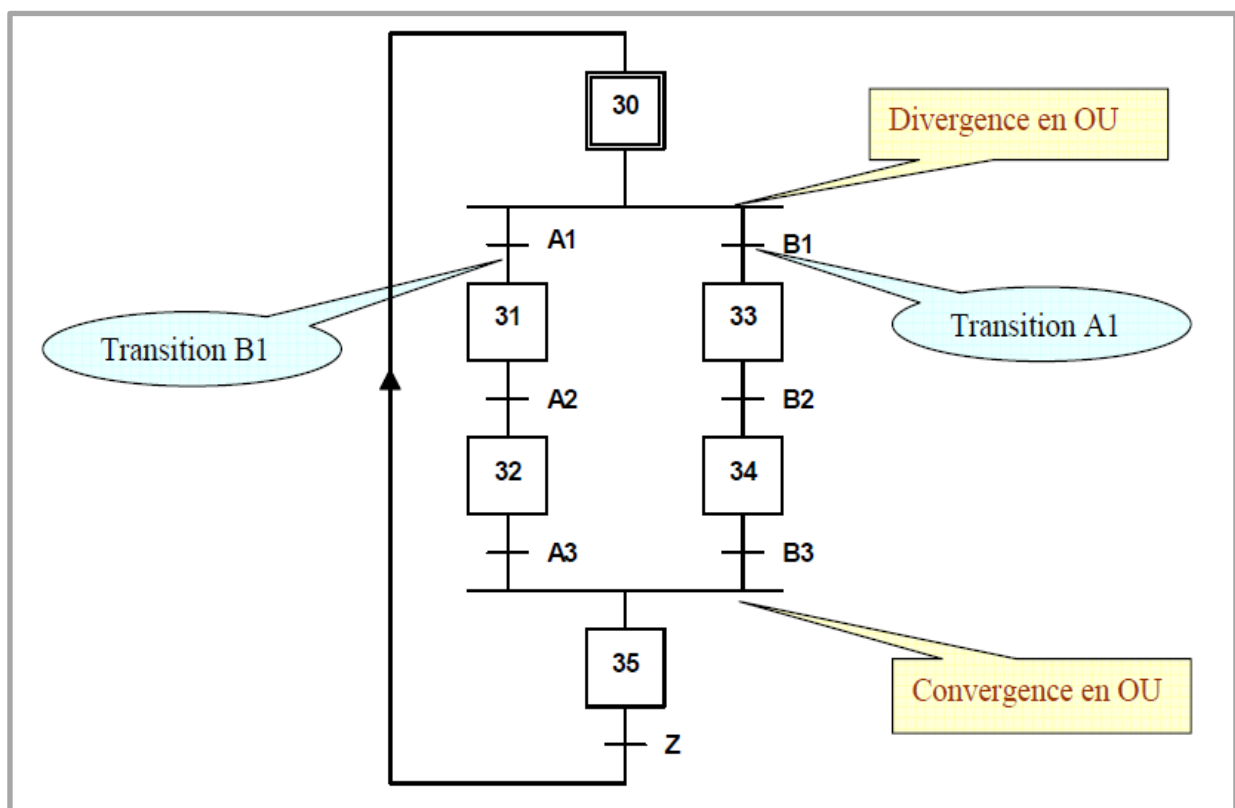


Figure 5. 4: Divergence et convergence en OU (aiguillage).

Divergence en OU : l'évolution du système se dirige vers une des branches en fonction des réceptivités A1, B1 et de leurs transitions associées.

Convergence en OU : Après une divergence en OU on trouve une convergence en OU vers une étape commune dans l'exemple l'étape 35. **Figure. 5.4**

Le nombre de branche peut être supérieur à 2, A1 et B1 ne peuvent pas être vrais simultanément.

V.2.5.3. Saut d'étape

Le saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes en fonction de la progression d'un cycle. (Figure 5.5)

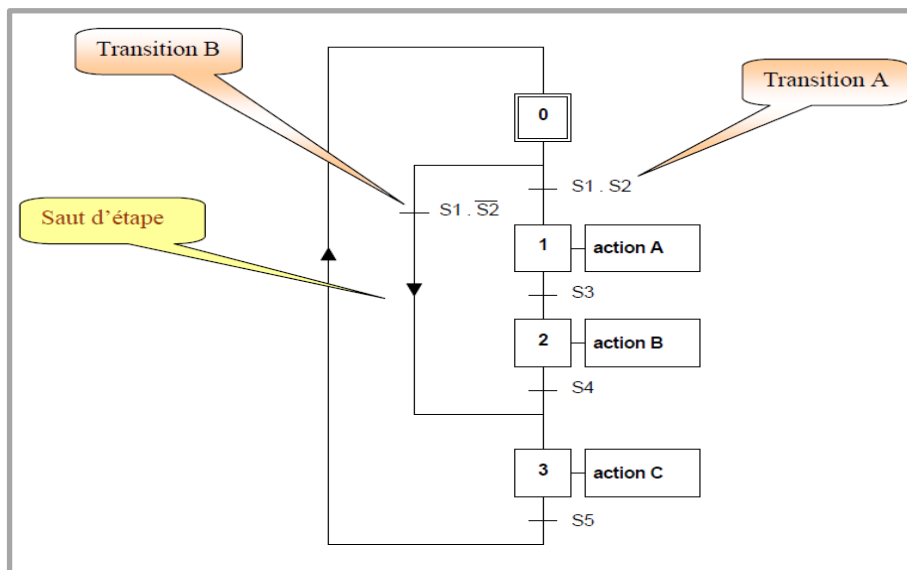


Figure 5. 5: Saut d'étape.

Sur le grafcet ci-dessus après l'étape initiale 0 un choix entre 2 transitions A et B s'effectue ;

La transition A associé à sa réceptivité nous permet de continuer le cycle sur l'étape 1,

La transition B associé à sa réceptivité nous permet de passer à l'étape 3, les étapes 1 et 2 sont ignorées lors du cycle.

V.2.5.4. Reprise d'étape

La reprise d'étape permet de ne pas continuer le cycle mais de reprendre une séquence précédente lorsque les actions à réaliser sont répétitives. (Figure 5.6)

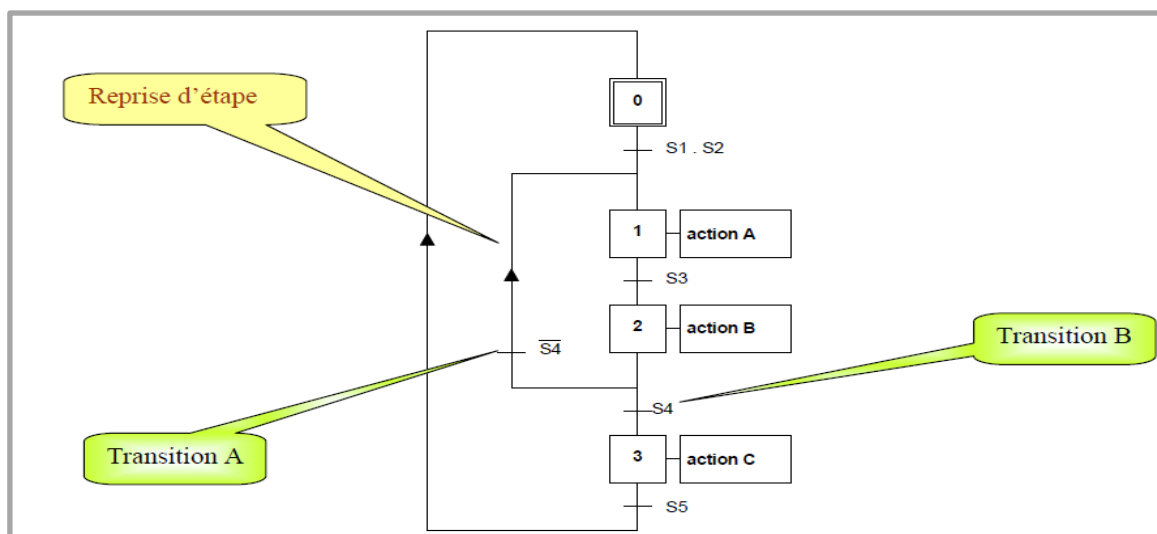


Figure 5. 6: Reprise d'étape.

Sur le grafcet ci-dessus après l'étape 2 un choix entre 2 transitions A et B s'effectue :

La transition A associé à sa réceptivité nous permet de reprendre le cycle sur l'étape 1.

La transition B associé à sa réceptivité nous permet de passer à l'étape 3.

V.3. Grafcet de la chaudière

V.3.1. Grafcet principal

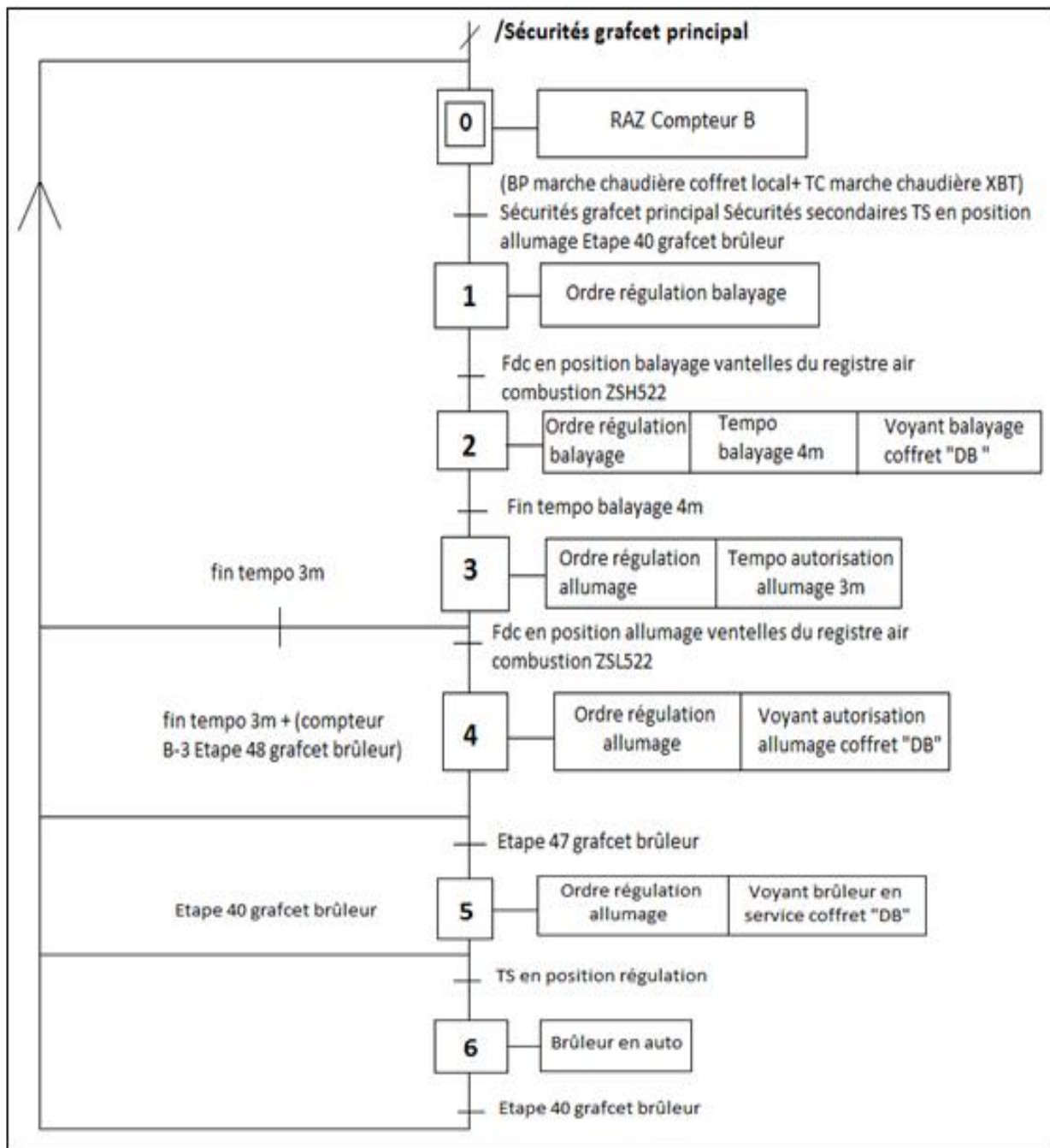


Figure 5. 7: grafcet principal.

V.3.2. Grafcet bruleur

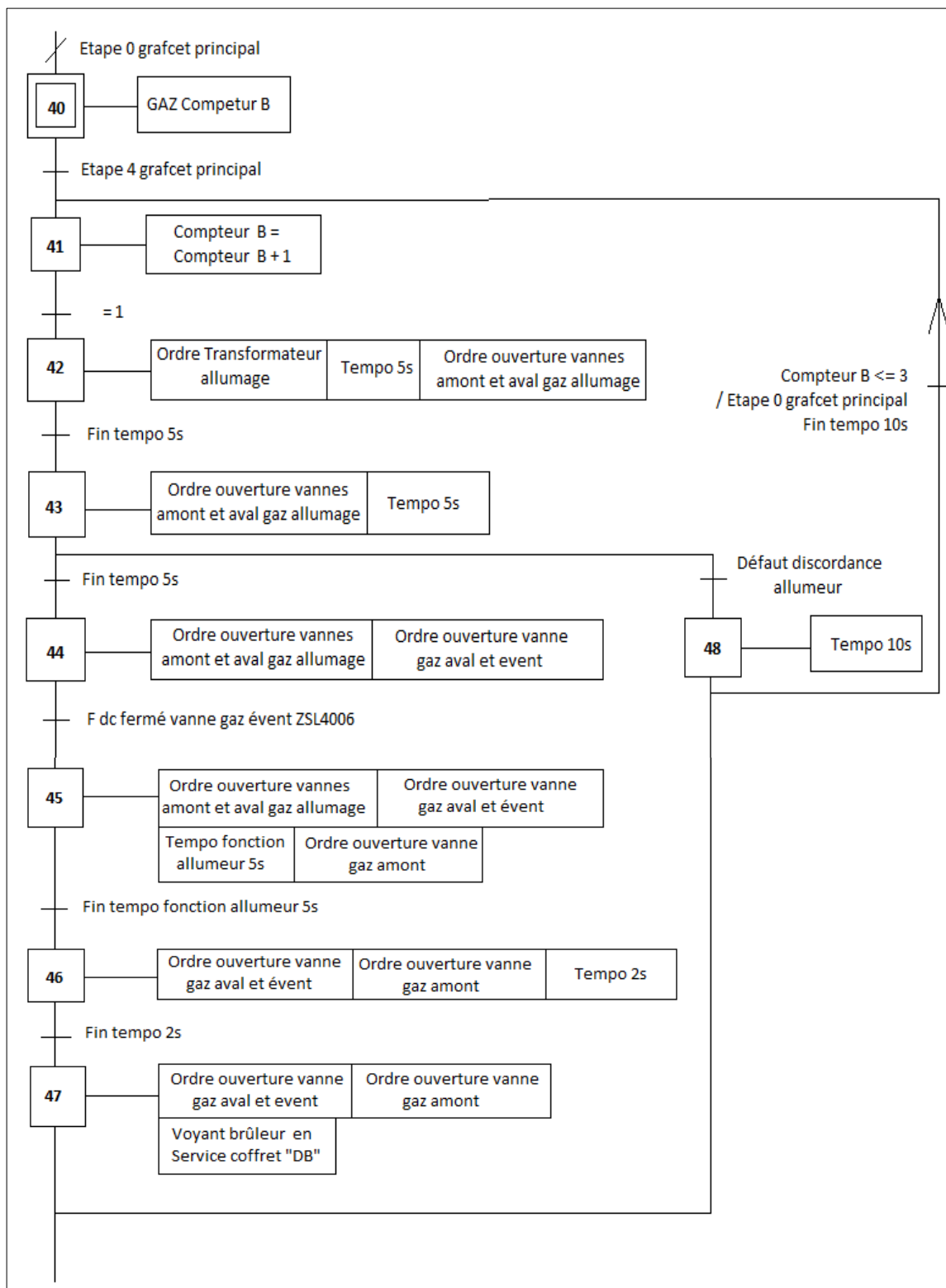


Figure 5. 8: Grafcet bruleur.

V.3.3. Grafcet test sécurité niveau très bas

Ce test s'effectue avec le bouton poussoir et le voyant sur le coffret du niveau.

1- Appuyer sur le bouton poussoir pour commencer le test.

- ◆ Le shunt sécurité niveau très bas est actif, une temporisation de 5 minutes est lancée.
- ◆ Le voyant test niveau très bas clignote lentement.

2- Fermer les robinets d'isolement. Ouvrir progressivement le robinet de vidange, jusqu'à apparition du défaut et passage du voyant en fixe.

3- Fermer alors le robinet de vidange. Ouvrir progressivement les robinets d'isolement, disparition du défaut et passage du voyant en clignotement lent.

4- Appuyer sur le bouton poussoir pour finir le test, le shunt n'est plus actif et une temporisation de 2 secondes est lancée.

- ◆ Le test est alors réusé.

Nota : En cas d'échec du test ou d'une erreur dans la procédure, le voyant clignote rapidement et l'opérateur doit acquitter la fin du test par le bouton poussoir pour revenir en étape initiale.

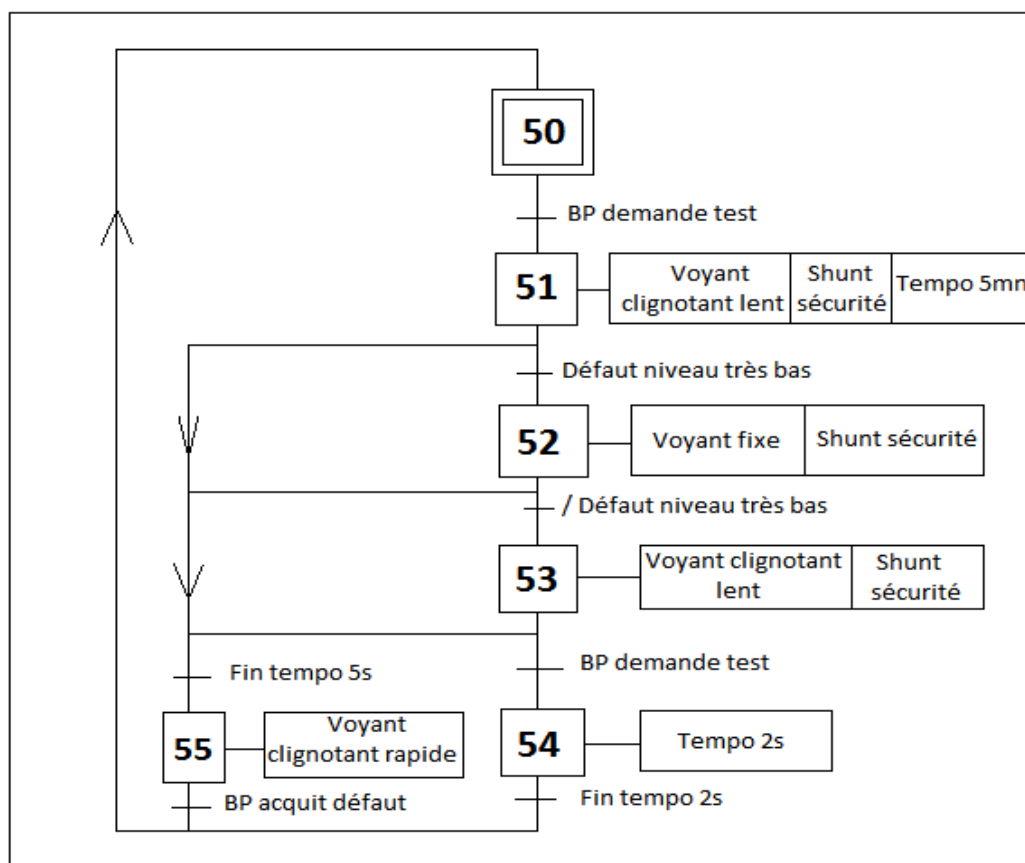


Figure 5. 9: Grafcet test sécurité niveau très bas.

V.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit par grafcet niveau II l'établissement dès les procédures du système de démarrage et de la sécurité de la chaudière. Nous avons pu modéliser son fonctionnement à travers le GRAFCET. La mise en œuvre de cette solution, sera traduite et implémenter dans l'API choisi, notamment le siemens S7-300 (chapitre 4).

Dans ce qui suit, nous allons présenter l'exécution de tout le programme à base du langage de contact (Ladder).

Chapitre VI



VI.1. Introduction

Step7 est un logiciel pour la configuration de système d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logiciel SIMATIC, il offre la possibilité de programmer des automates avec trois langage évolué (CON, LIS, LOG) est une configuration de matériel.

VI.2. Définition du STEP7

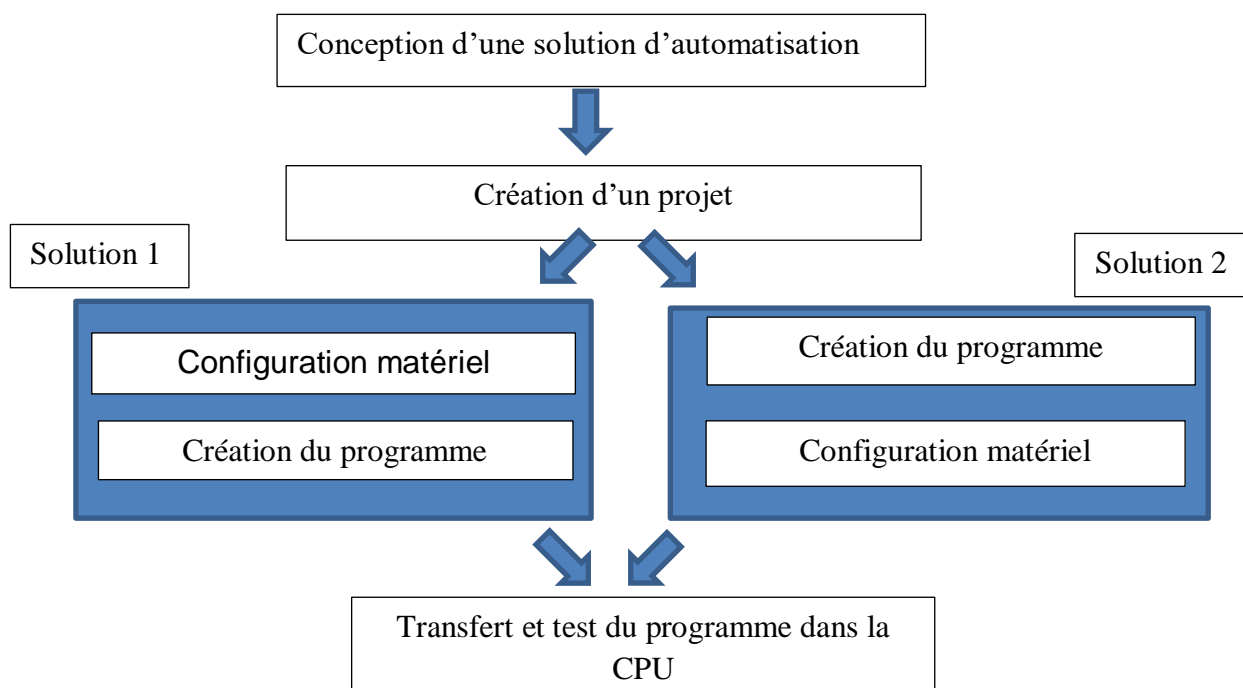
LE STEP7 est un logiciel de base conçu pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC, il existe en plusieurs versions telles que : STEP micro/Dos et STEP7 micro/Win pour les applications S7-300 et S7-400.

VI.3. Création d'un projet STEP7

Pour créer un projet STEP7 on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet nous avons deux solutions possibles :

- Solution 1 : commencer par la configuration matérielle.
- Solution 2 : commencer par la création de programme.

Le schéma suivant illustre les deux solutions possibles lors de la conception d'une solution d'automatisation :

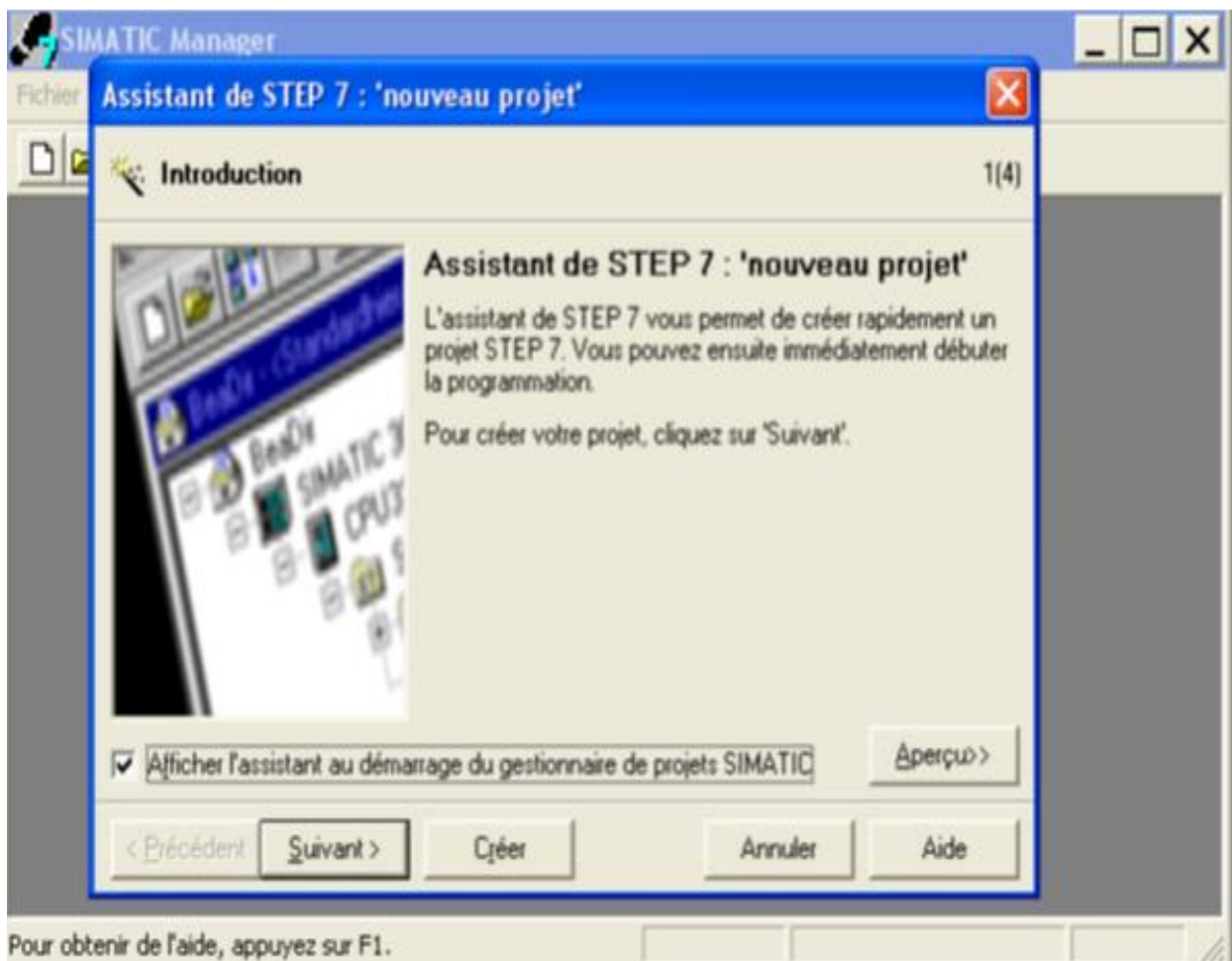


Toutefois ; il est recommandé de commencer par la configuration matérielle pour les installations qui contiennent beaucoup d'entrées et de sorties, l'application de la configuration matérielle de STEP7 présente l'avantage de la sélection automatique des adresses. Si on commence par la création de programme, il faudra rechercher les adresses en fonction des constituants choisis, dans ce cas on n'a pas bénéficié de la fonction d'adressage automatique de STEP7.

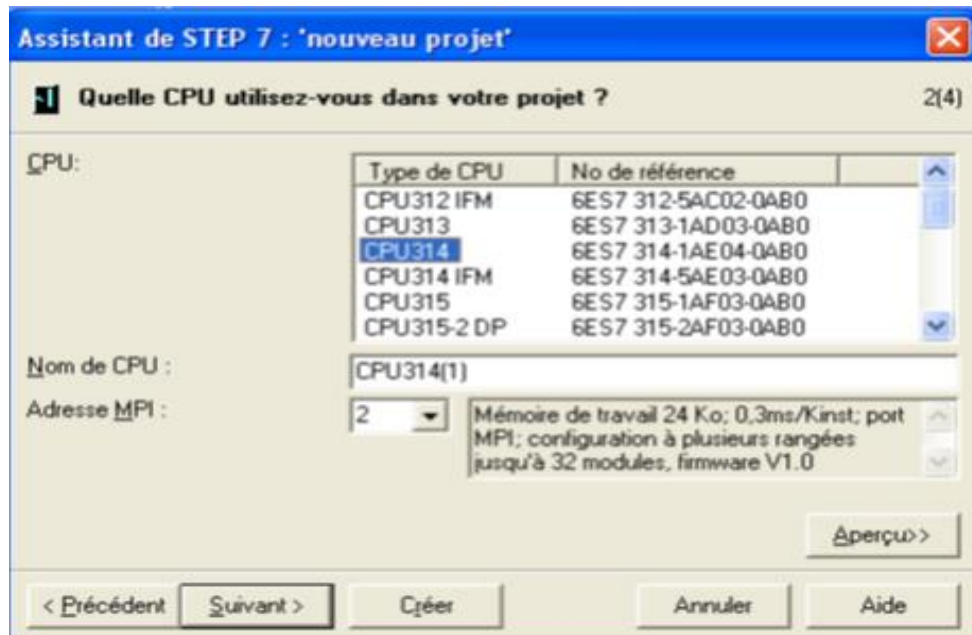
Les procédures qui vont nous permettre la création d'un projet sous logiciel STEP7 sont comme suit :

1- Double clic sur l'icône SIMATIC Manager ; ceci lance l'assistant de STEP7.

2- Une fenêtre apparaît, elle permet la création d'un nouveau projet.

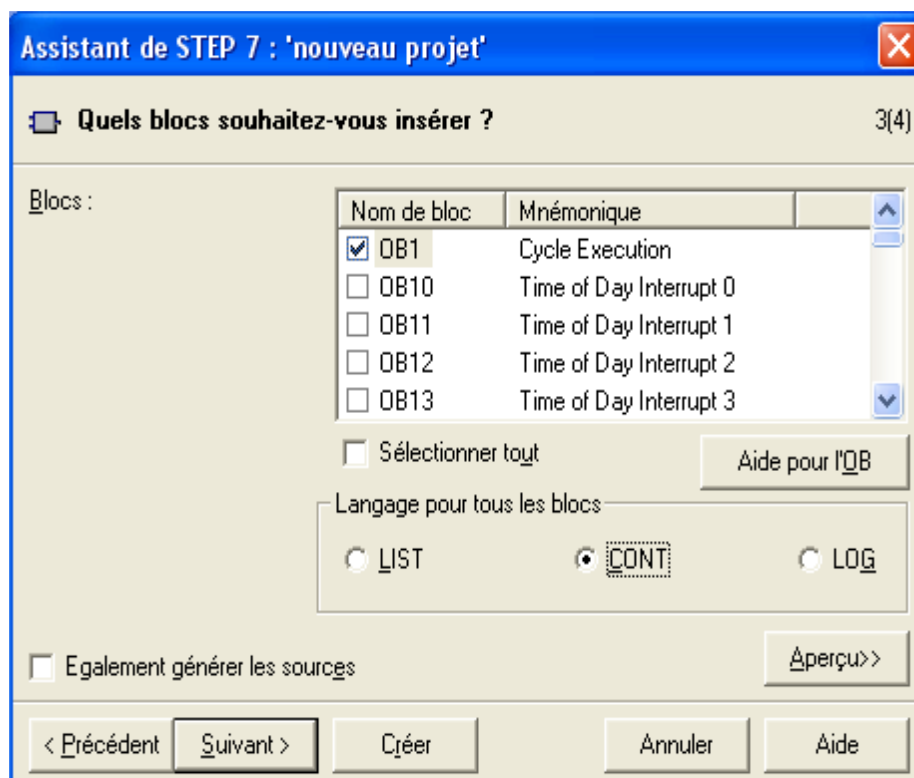


3- En cliquant sur l'icône suivant, la fenêtre suivante apparaît, elle nous permet de choisir la CPU.

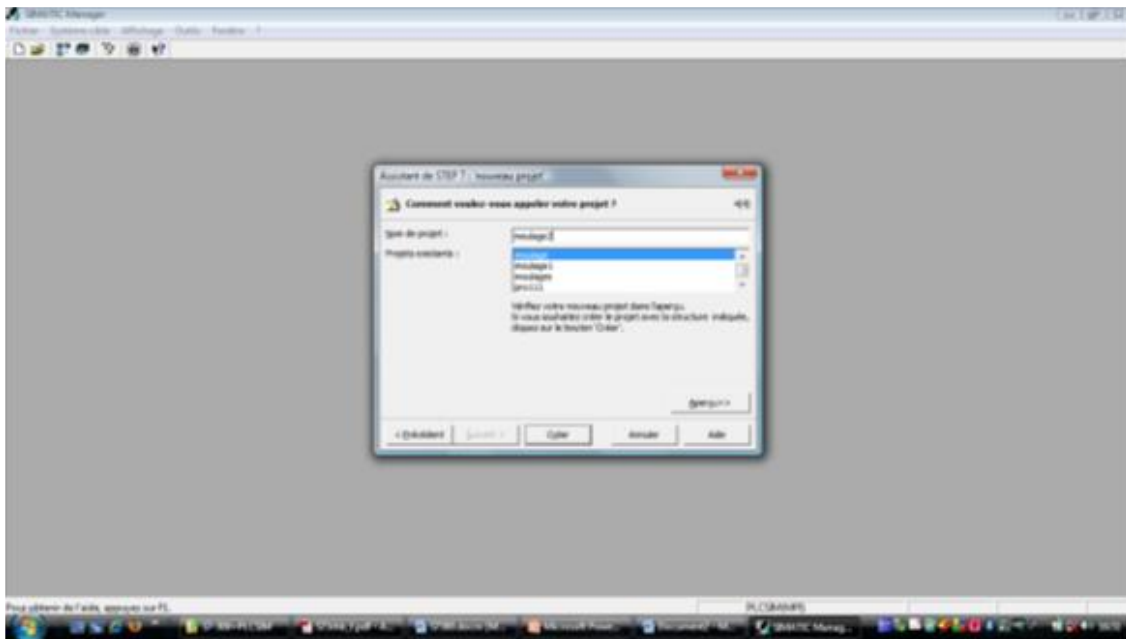


4- Après validation de la CPU, une autre fenêtre apparaît. Elle permet de choisir les blocs à insérer, ainsi que le langage de programmation (LIST, CONT, LOG).

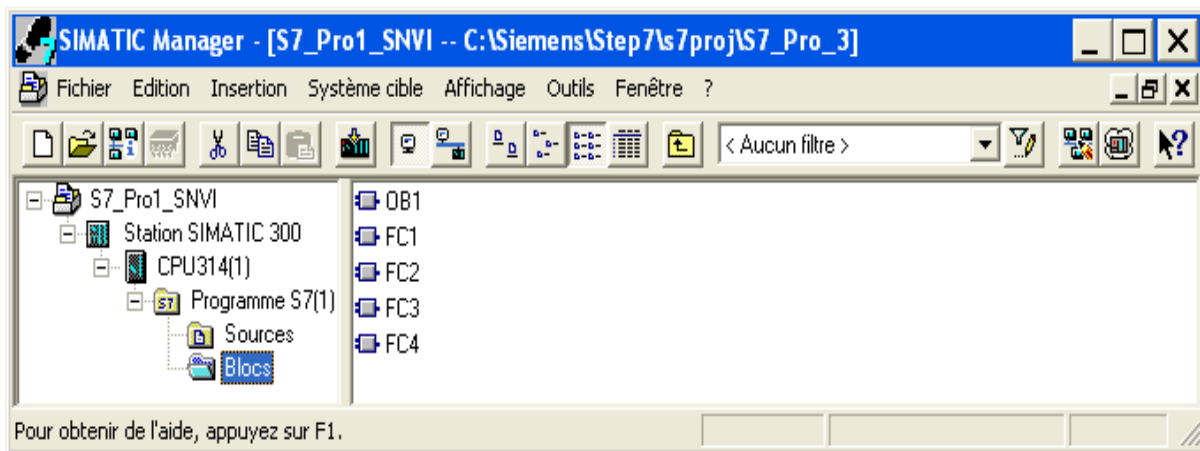
5- Pour notre projet nous avons choisi l'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact.



6- En cliquant sur suivant, une fenêtre demandant de nommer le projet créé.



7- On clique sur créer, la fenêtre suivante apparaît.



VI.4. Création des Mnémoniques

Les mnémoniques permettent de déclarer les différentes entrées /sorties ainsi que les méments en leur associant un nom et un commentaire, pour rendre le programme utilisateur très lisible et facile à être géré. Le tableau suivant illustre une partie de la table des mnémoniques de notre programme :

Tableau 5. 1: Mnémoniques.

	Etat	Mnémonique ▲	Opérande	Type de don	Commentaire
1		acquit défaut	E 3.3	BOOL	acquit défaut
2		Armoire auto	E 0.3	BOOL	Arrêt d'urgence armoire automatique
3		Armoire coffre	E 0.4	BOOL	Arrêt d'urgence coffre 'démarrage bruleure'
4		Arrêt d'urg amoire auto	E 4.3	BOOL	Arrêt d'urgence amoire automatique
5		BSL910	E 2.7	BOOL	detection flamme
6		BY410	E 3.0	BOOL	commande transformateur
7		Chaine à risque	E 0.5	BOOL	
8		com ven air comb	A 3.1	BOOL	commande ventilateur air combustion
9		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
10		Def ther venti air comb	E 4.4	BOOL	Defaut thermique ventilateur air combustion
11		déf pr non acquitte	A 2.3	BOOL	défaut presante non acquitte
12		défaut	E 3.2	BOOL	défaut
13		défaut acquitte	A 2.4	BOOL	défaut acquitte
14		défaut capteur AT40	E 3.7	BOOL	TS défaut capteur AT40
15		défaut chaudiere	A 2.5	BOOL	défaut chaudiere
16		DF disc flm br	A 2.2	BOOL	Defaut discordance flamme bruleur(=1 OK,=0 défaut)
17		disc van rég début	A 1.3	BOOL	Ts défaut discordance vanne régulation début gaz
18		disc vanne gaz aval	A 0.7	BOOL	Ts défaut discordance vanne gaz aval (=1 OK,=0 défaut)
19		disc vanne gaz évent	A 1.0	BOOL	Ts défaut discordance vanne gaz évent(=1 OK,=0 défaut)
20		Etape 53	M 0.2	BOOL	Grafcet test sécurité NTB
21		Etape 1	M 0.4	BOOL	grafcet principal
22		Etape 2	M 0.5	BOOL	grafcet principal
23		Etape 3	M 0.6	BOOL	grafcet principal
24		Etape 4	M 0.7	BOOL	grafcet principal
25		Etape 43	M 1.1	BOOL	grafcet bruleur
26		Etape 48	M 1.2	BOOL	grafcet bruleur
27		Etape 5	M 1.0	BOOL	grafcet principal
28		Etape 51	M 0.0	BOOL	Grafcet test sécurité NTB
29		Etape 52	M 0.1	BOOL	Grafcet test sécurité NTB
30		etape 6	M 0.3	BOOL	grafcet principal
31		LSH31	E 1.1	BOOL	Niveau haut ballon
32		LSHH31	E 0.1	BOOL	Niveau très haut ballon
33		LSL31	E 1.0	BOOL	Nivau bas ballon
34		LSLL13	E 0.2	BOOL	Nivau très bas ballon
35		LSLL31	E 0.0	BOOL	Nivau très bas ballon
36		Manque tension	E 0.6	BOOL	
37		PSH4033	E 1.3	BOOL	Pression haute circuit gaz
38		PSL4033	E 1.2	BOOL	Pression basse circuit gaz
39		psl4036	E 1.4	BOOL	pression basse aire combustion
40		PSL43	E 0.7	BOOL	Pression basse air instrument
41		ret cnt ven air comb	E 4.6	BOOL	retoure contacteur ventilateur air combustion
42		rot cnt vent air comb	E 4.7	BOOL	Retour contacteur ventilateur air combustion
43		Sécurité bruleur	A 2.6	BOOL	Sécurité bruleur (=1 OK,=0 défaut)
44		Sécurité combustible	A 0.2	BOOL	Sécurité combustible (=1 OK,=0 défaut)
45		Sécurité grafcet prin	A 2.7	BOOL	Sécurité grafcet principales (=1 OK,=0 défaut)
46		Sécurité principales	A 0.0	BOOL	Sécurité principales (=1 OK,=0 défaut)
47		Sécurité secondaire	A 0.1	BOOL	Sécurité secondaire (=1 OK,=0 défaut)
48		TC arret chaudiere	E 3.4	BOOL	TC arret chaudiere
49		TC arret vonti air comb	E 4.2	BOOL	TC arret vontilateur air combustion
50		TC marche venti air c...	E 4.1	BOOL	TC marche ventilateur air combustion
51		Ts déf disc air comb	A 1.6	BOOL	Ts défaut discordance air de combustion (=1 OK,=0 défaut)
52		Ts déf disc van gaz am	A 0.6	BOOL	Ts défaut discordance vanne gaz amont
53		TS défaut 0	A 0.4	BOOL	
54		TS défaut 1	A 0.5	BOOL	
55		TS défaut 2	A 1.1	BOOL	
56		TS défaut 3	A 1.2	BOOL	
57		Ts défaut air combust...	A 0.3	BOOL	Ts défaut air combustion (=1 OK,=0 défaut)
58		TS défaut capteur FT...	E 4.0	BOOL	TS défaut capteur FT4039

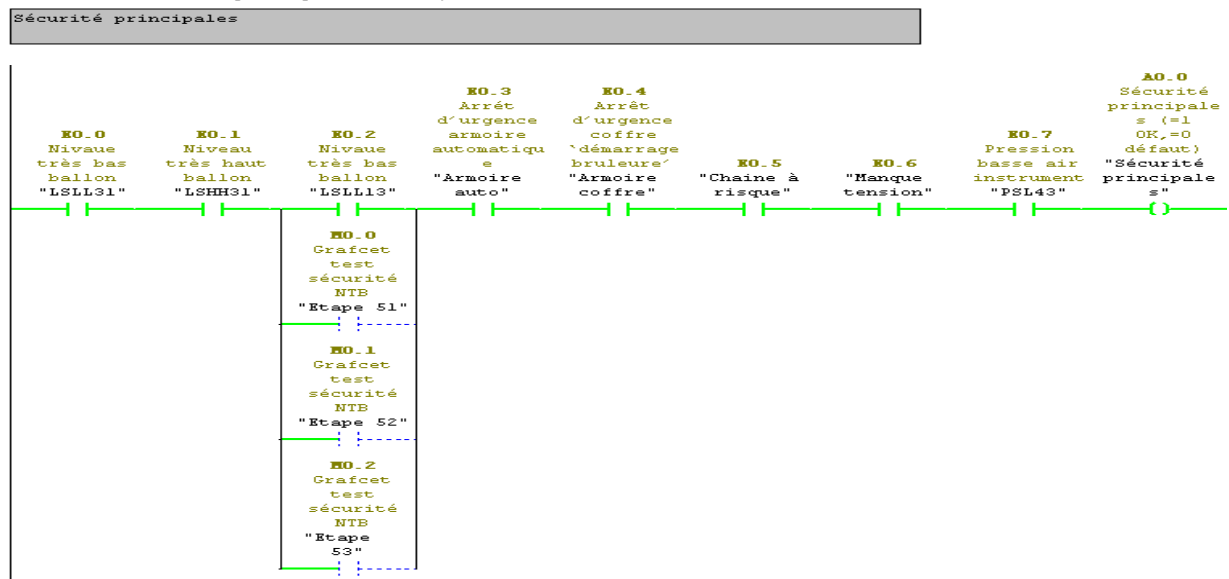
Tableau 5. 2: Suivent de (tableau 5.1).

59		TS disc flamme allu	A	1.7	BOOL	Tsdiscordance flamme allumeur
60		TS vent air comb en srv	E	3.5	BOOL	TS ventilateur air combustion en service
61		Ts venti air combustion	A	3.2	BOOL	Ts ventilateur air combustion
62		TS ventil air comb princ	A	3.3	BOOL	TS ventilateur air combustion principal (=1 OK,=0 défaut)
63		Ts_vent_comb_en_s...	E	1.5	BOOL	TS ventilateur air combustion en service
64		UY4005	E	1.7	BOOL	Commande ouverture vanne gaz amont
65		UY4007	E	2.1	BOOL	Commande ouverture vanne gaz avel/évent
66		UY422A&B	E	3.1	BOOL	commande ouverture vanne gaz allumeur
67		vent recyl en srv	E	3.6	BOOL	ventilateur recyclage en service
68		ZSH4006	E	2.3	BOOL	Fdc ouvert vanne gaz événement
69		ZSH522	E	2.5	BOOL	fdc position balayage ventelles registre air combustion
70		ZSL4004	E	1.6	BOOL	Fdc fermé vanne gaz amont
71		ZSL4006	E	2.2	BOOL	Fdc fermé vanne gaz événement
72		ZSL4008	E	2.0	BOOL	fdc fermé vanne gaz eval
73		ZSL522	E	2.6	BOOL	fdc position alumage ventelles registre air combustion
74		ZSL541	E	2.4	BOOL	Fdc position allumage vanne de régulation début gaz
75		ZSLL522	E	4.5	BOOL	Fdc ferme ventelles registre air combustion
76		Tc march vent recy	E	5.0	BOOL	Tc marche ventilateur recyclage
77		Tc arret vent recy	E	5.1	BOOL	Tc arret ventilateur recyclage
78		arret durg arm auto	E	5.2	BOOL	arret durgence armoire automatique
79		ruteur cont vent recy	E	5.3	BOOL	roteur contacteur ventilateur recyclage
80		comm vent recy	A	3.4	BOOL	commande ventilateur recyclage
81		Ts vent recy en servis	A	3.5	BOOL	Ts ventilateur recyclage en servis
82		Ts vent recy en debaut	A	3.6	BOOL	Ts ventilateur recyclage en debaut

VI.5. Simulation du programme

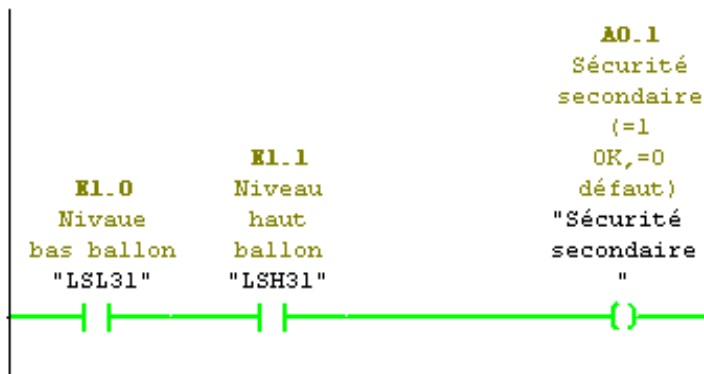
Nous avons choisi le langage (CONT) comme langage de programmation, notre programme est implémenté dans l'OB. Les blocs programmes sont ramenés dans les figures suivantes. Elles donnent une vue sur les résultats de simulation de quelques réseaux du programme du software de la commande séquentielle de la chaudière en question de l'étude de ce projet.

Réseau 1: Sécurité principales (=1 OK,=0 défaut)



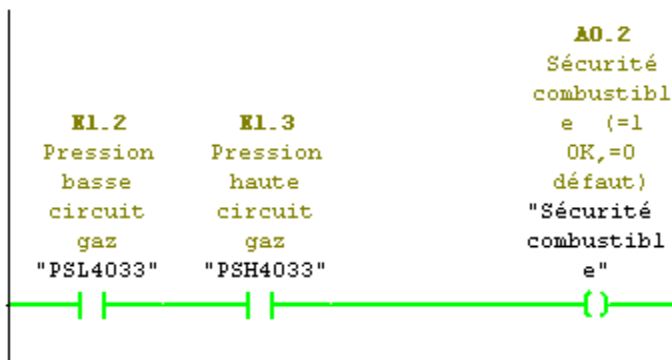
Réseau 2 : Sécurité secondaire (=1 OK,=0 défaut)

Sécurité secondaire



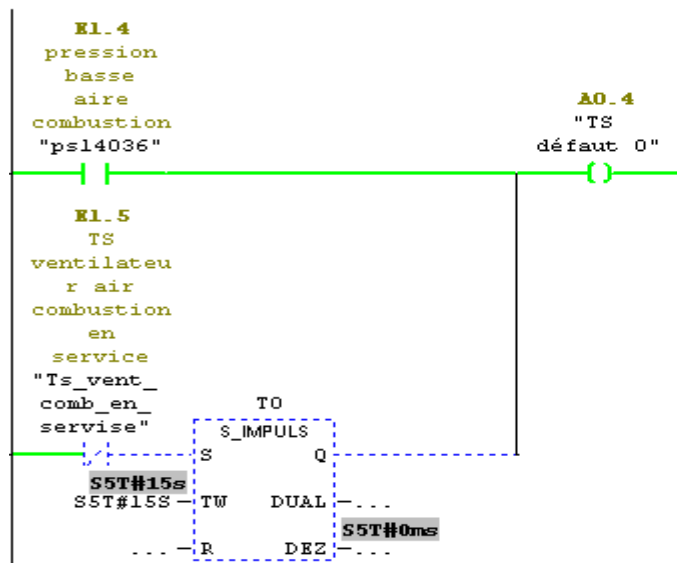
Réseau 3 : Ts défaut air combustion (=1 OK,=0 défaut)

Sécurité combustible



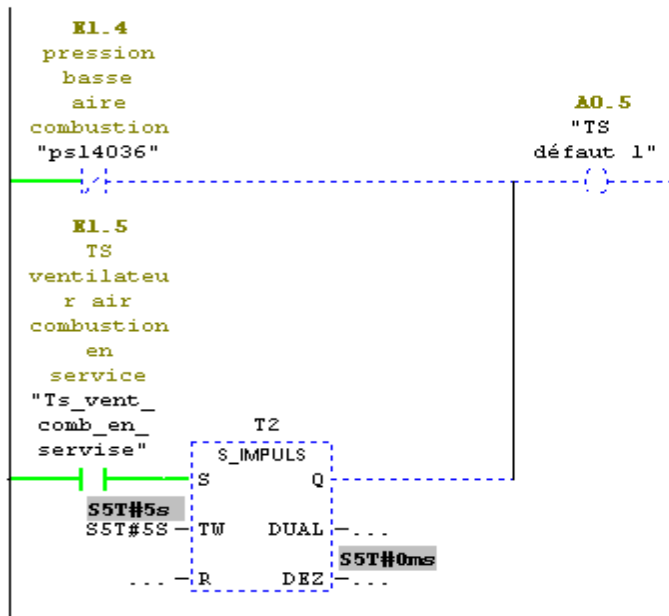
Réseau 4 : Titre :

Commentaire :



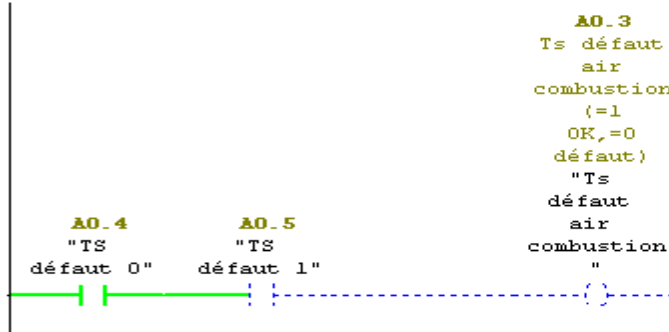
Réseau 5 : Titre :

Commentaire :



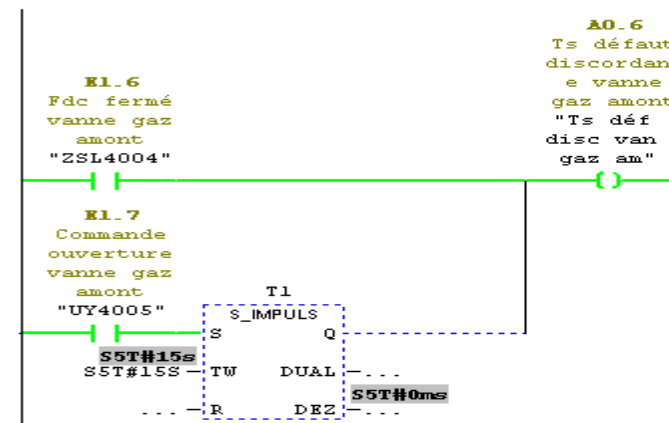
Réseau 6 : TS défaut discordance vanne gaz amont (=1 OK,=0 défaut)

défaut air combustion



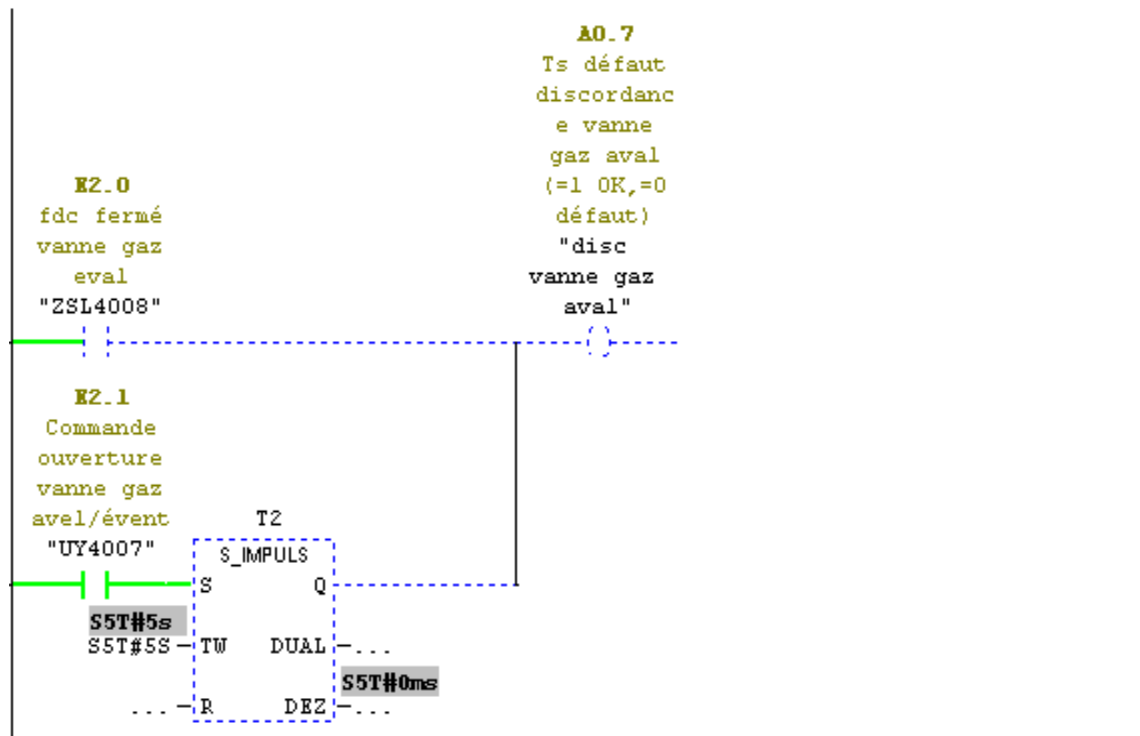
Réseau 7 : Ts défaut discordance vanne gaz amont

discordance vannes amont



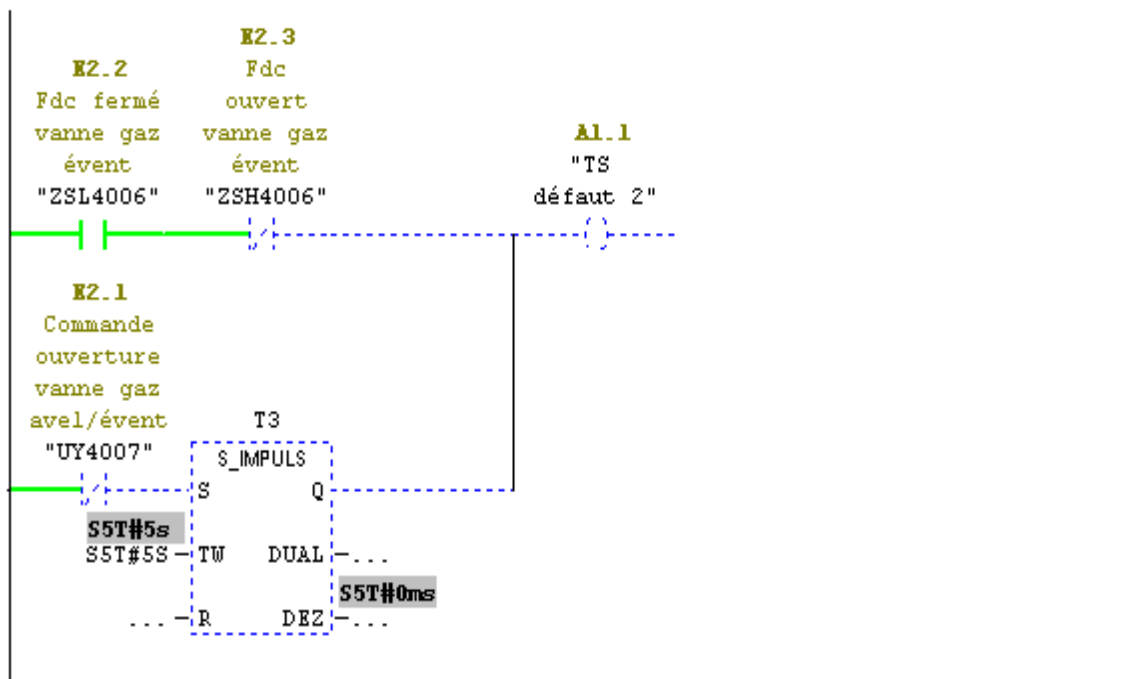
Réseau 8 : Ts défaut discordance vanne gaz amont

discordance vanne gaz aval



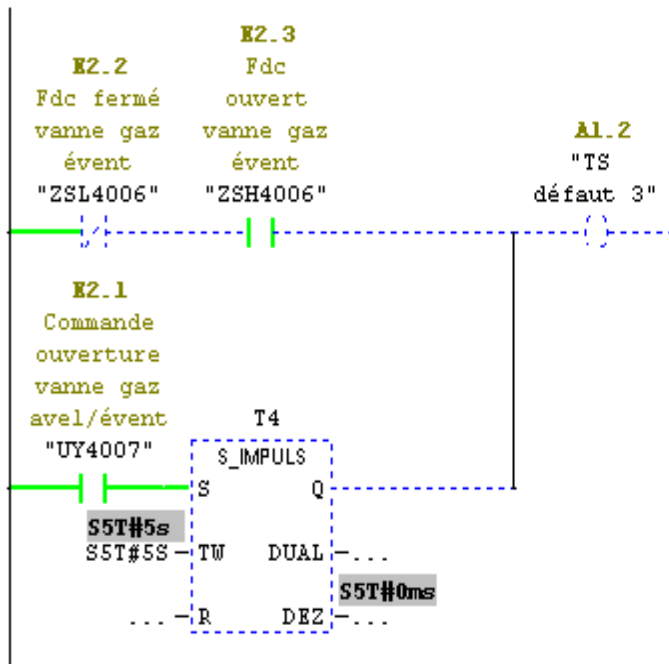
Réseau 9 : Titre :

Commentaire :



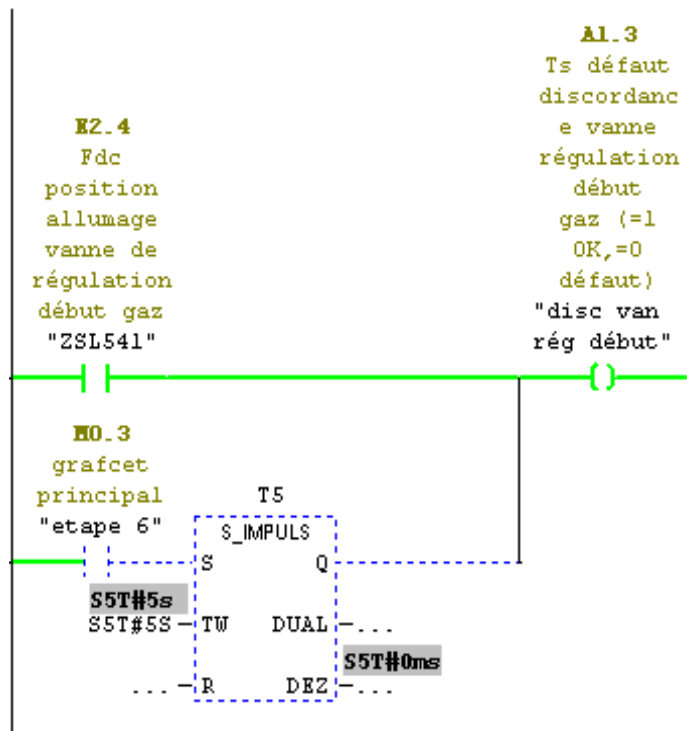
Réseau 10 : Titre :

Commentaire :



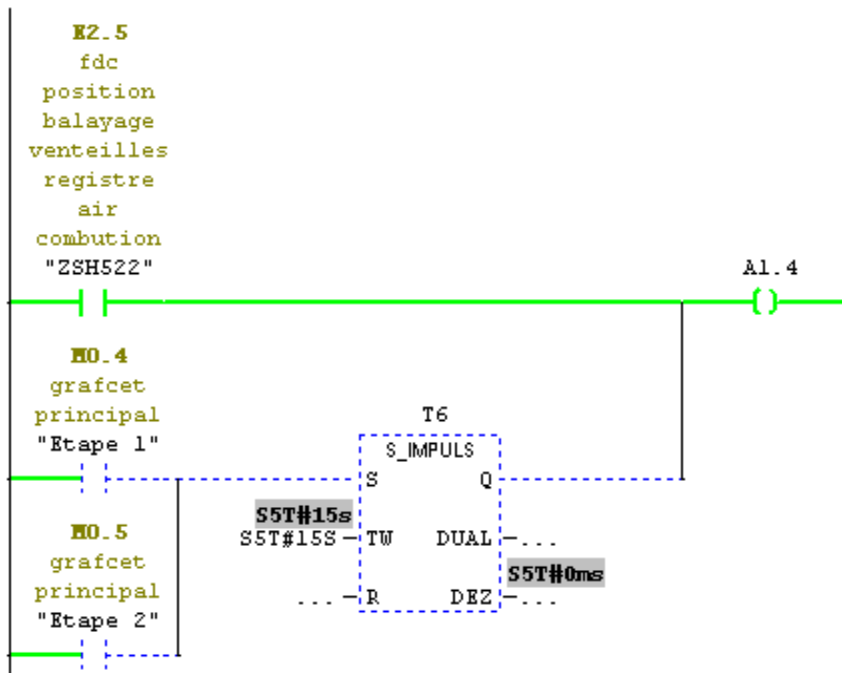
Réseau 12): Ts défaut discordance vanne régulation début gaz (=1 OK,=0 défaut

Ts défaut discordance vanne régulation début gaz



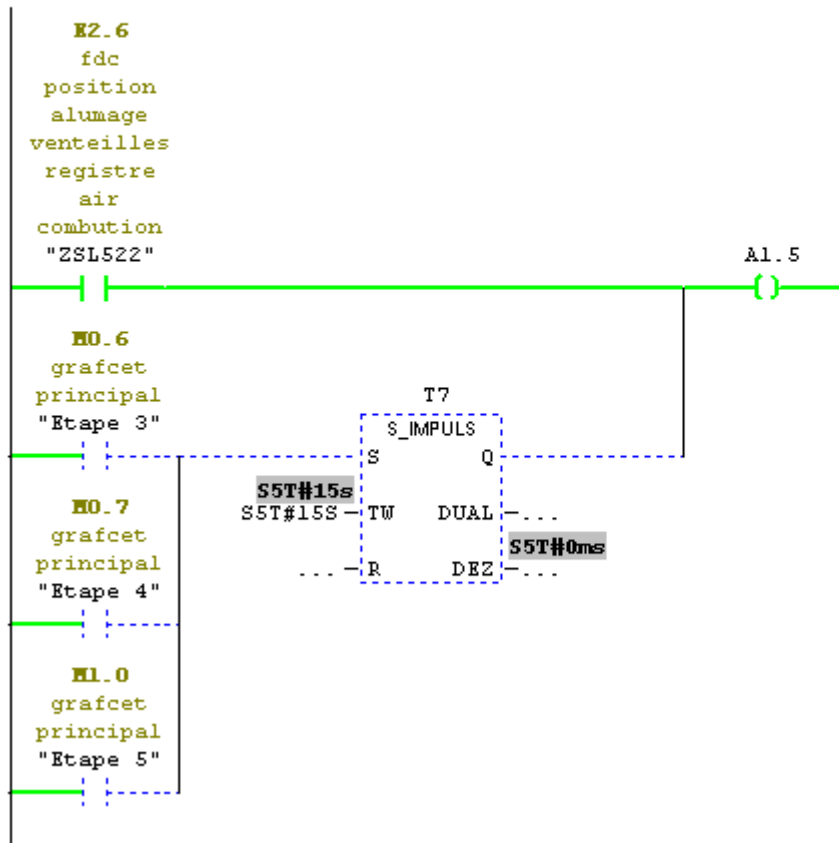
Réseau 13 : Titre :

Commentaire :



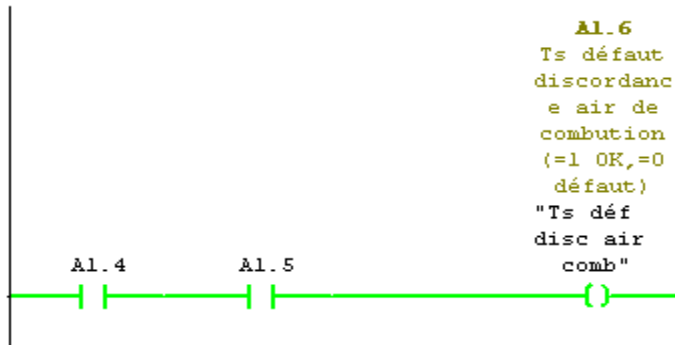
Réseau 14 : Titre :

Commentaire :



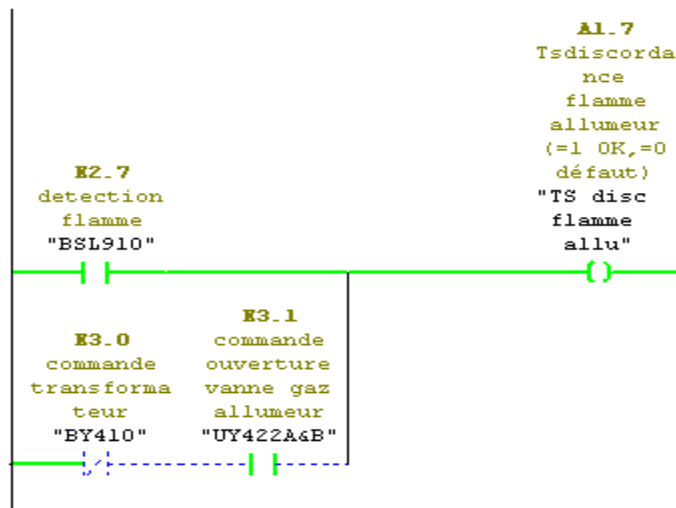
Réseau 15 : Ts défaut discordance air de combustion (=1 OK,=0 défaut)

défaut discordance air de combustion



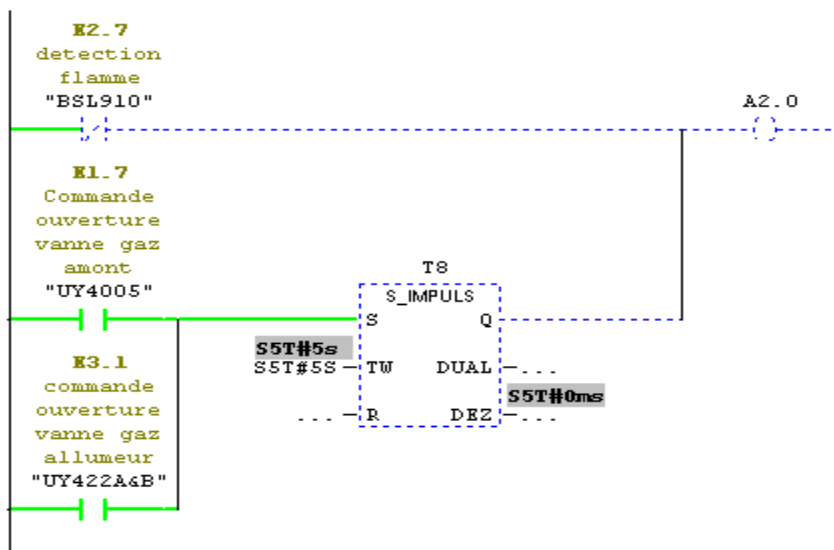
Réseau 16 : Tsdiscordance flamme allumeur (=1 OK,=0 défaut)

défaut discordance flamme allumeur



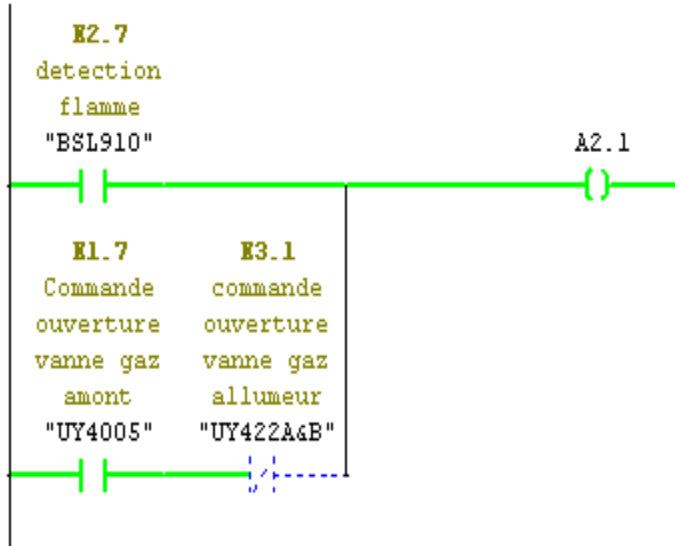
Réseau 17 : Titre :

Commentaire :



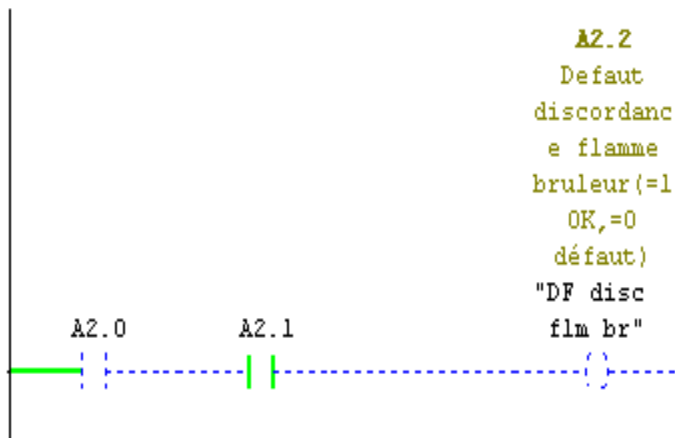
Réseau 18 : Titre :

Commentaire :



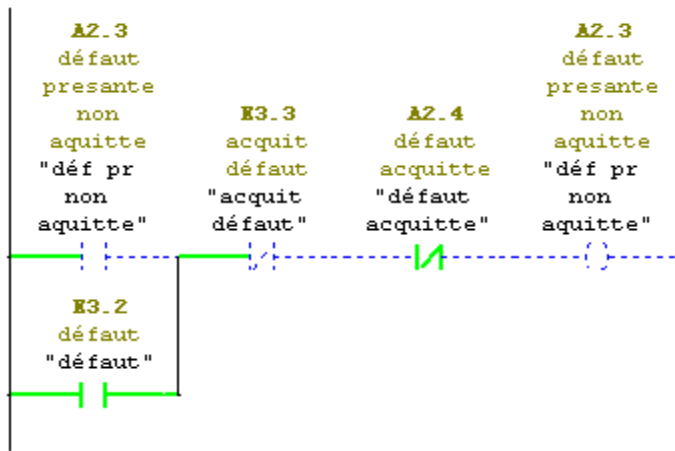
Réseau 19 : Defaut discordance flamme bruleur (=1 OK,=0 défaut)

Defaut discordance flamme bruleur



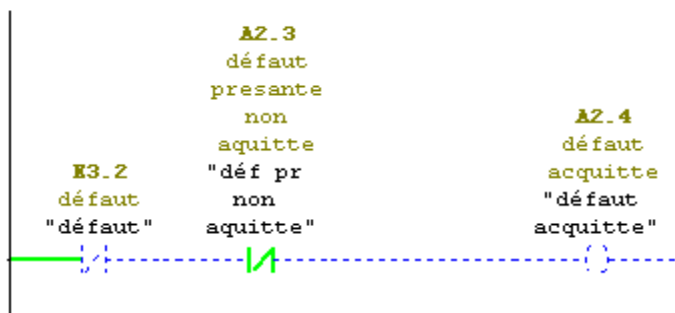
Réseau 20 : défaut presante non aquitte

traitement de défaut presante non aquitte



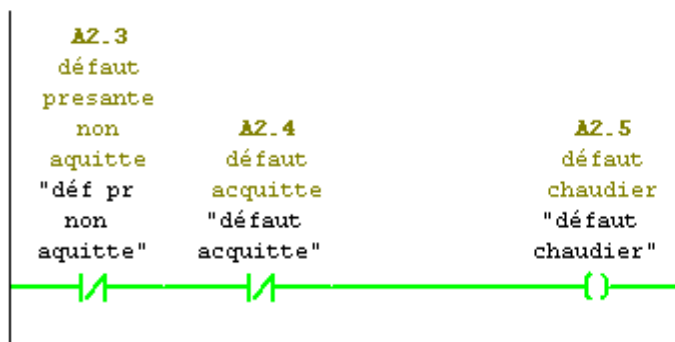
Réseau 21 : défaut acquitte

traitement de défaut presante aquitte



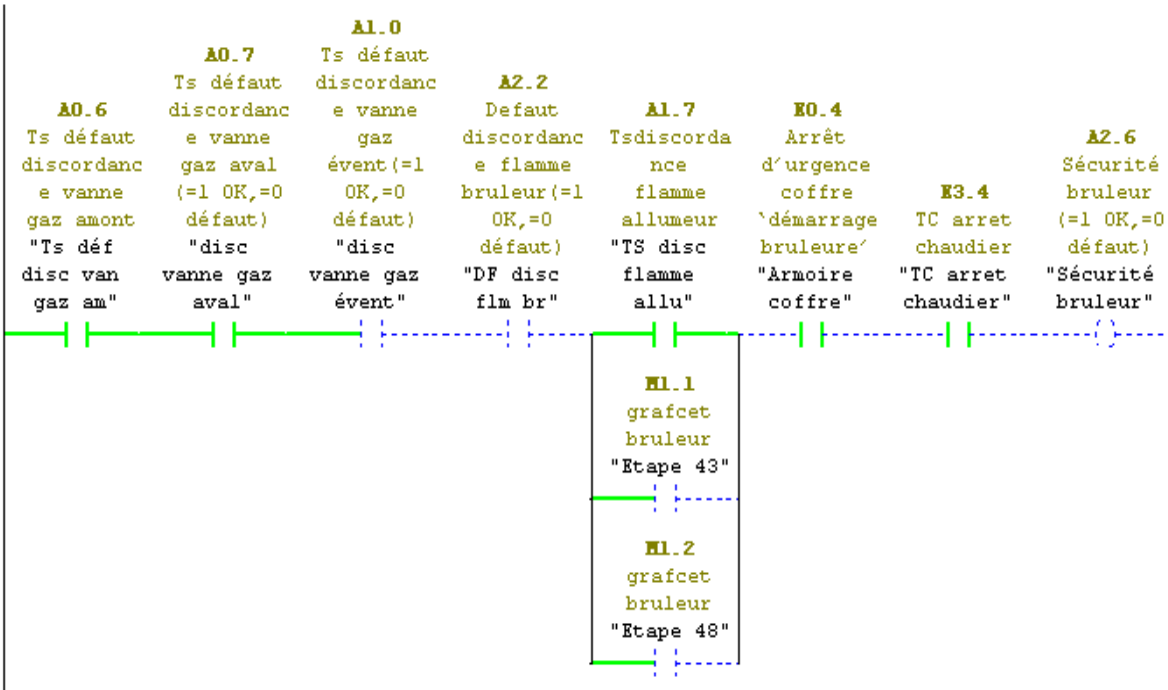
Réseau 22 : défaut chaudiier

défaut chaudiier



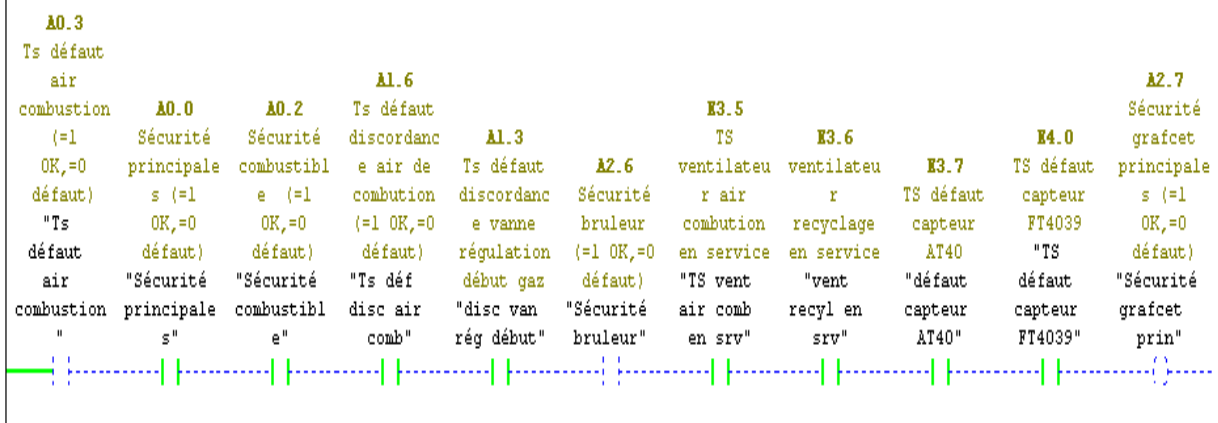
Réseau 23 : Sécurité bruleur (=1 OK,=0 défaut)

Sécurité bruleur



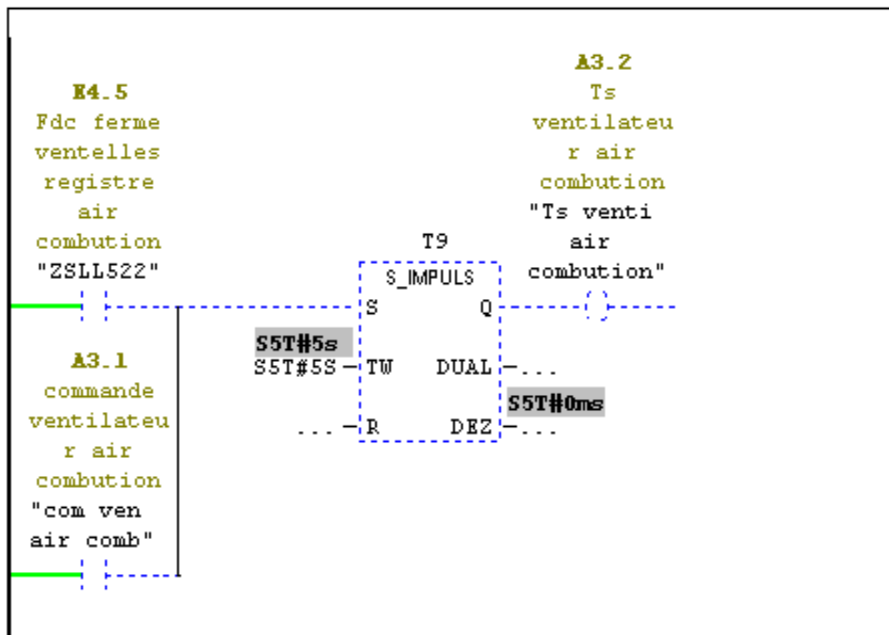
Réseau 24 : Sécurité grafcet principales (=1 OK,=0 défaut)

Sécurité grafcet principales



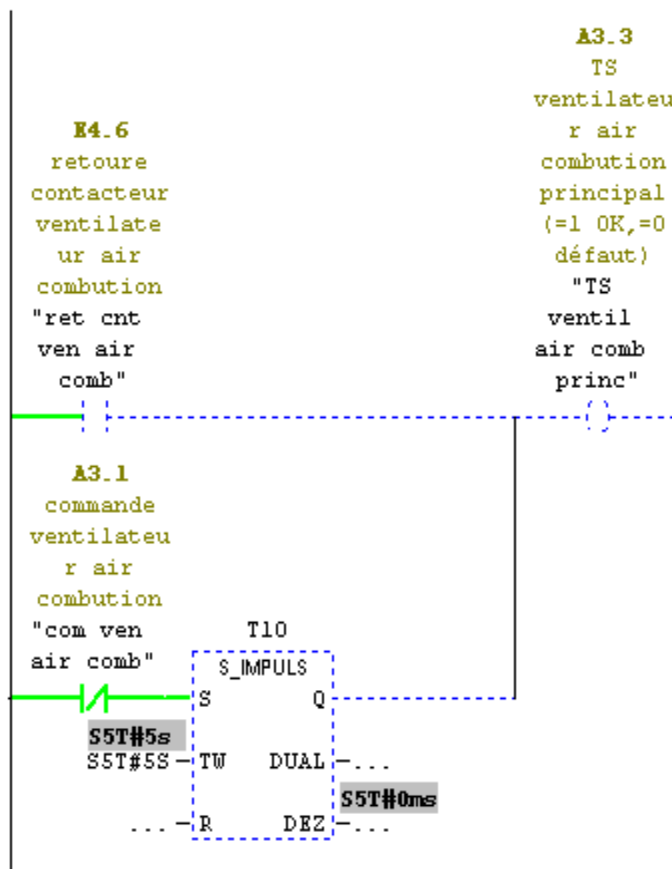
Réseau 25: Ts ventilateur air combustion

Ts ventilateur air combustion



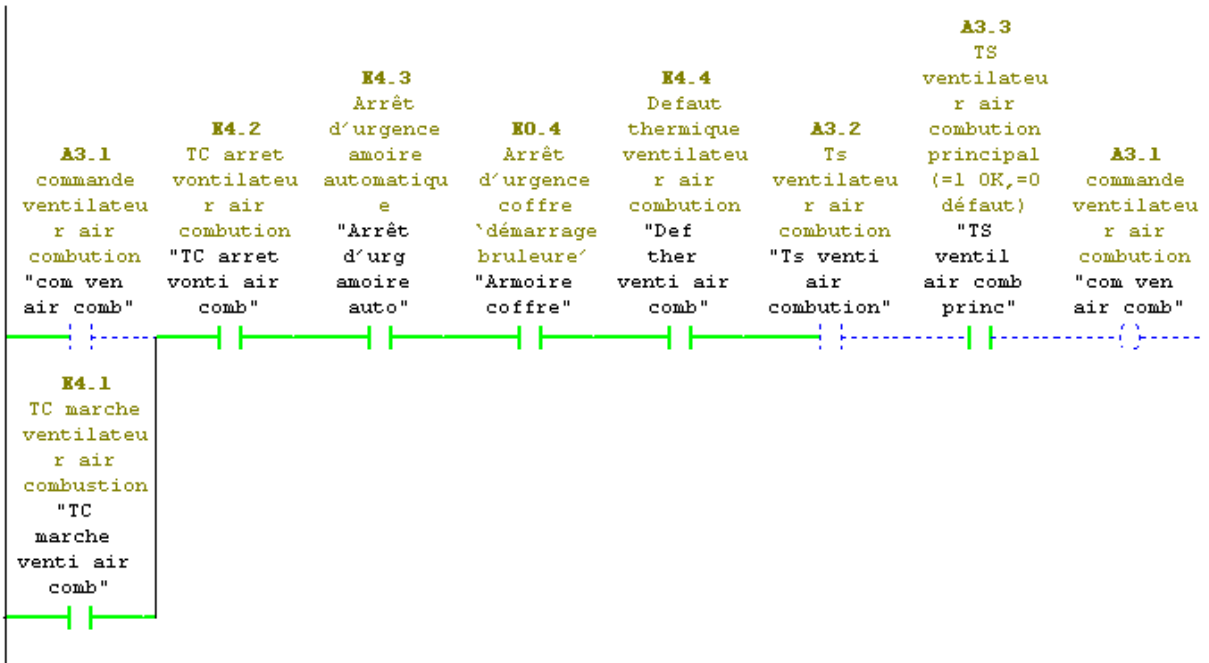
Réseau 26: TS ventilateur air combustion principal

TS ventilateur air combustion principal (=1 OK,=0 défaut)



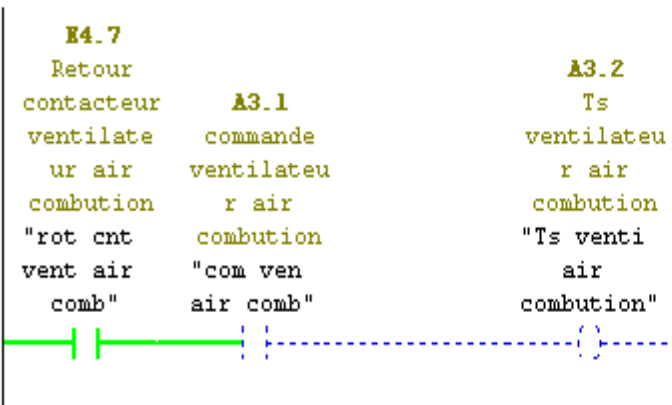
Réseau 27 : commande ventilateur air combustion

commande ventilateur air combustion



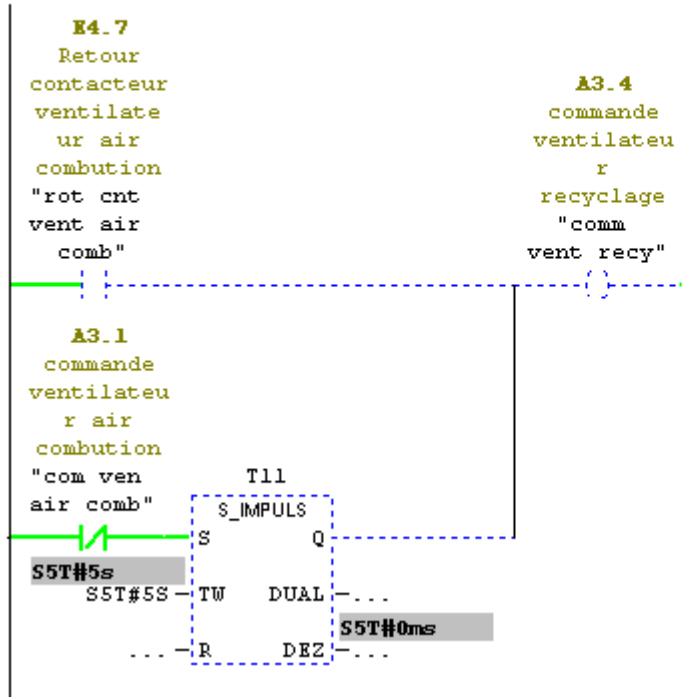
Réseau 28 : Ts ventilateur air combustion

Ts ventilateur air combustion



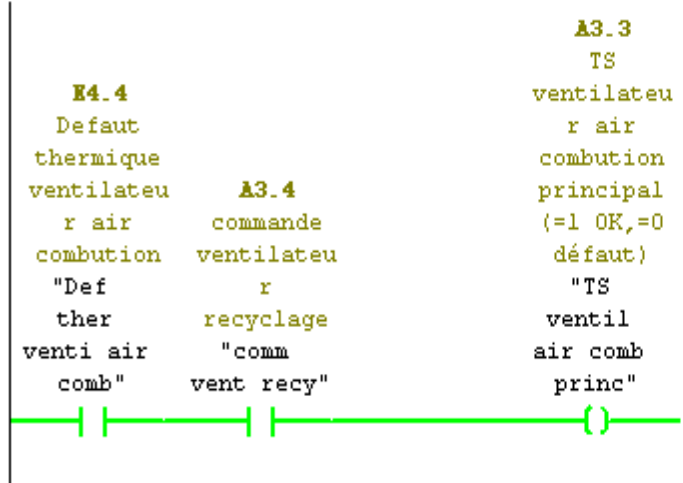
Réseau 29 : commande ventilateur recyclage

commande ventilateur recyclage



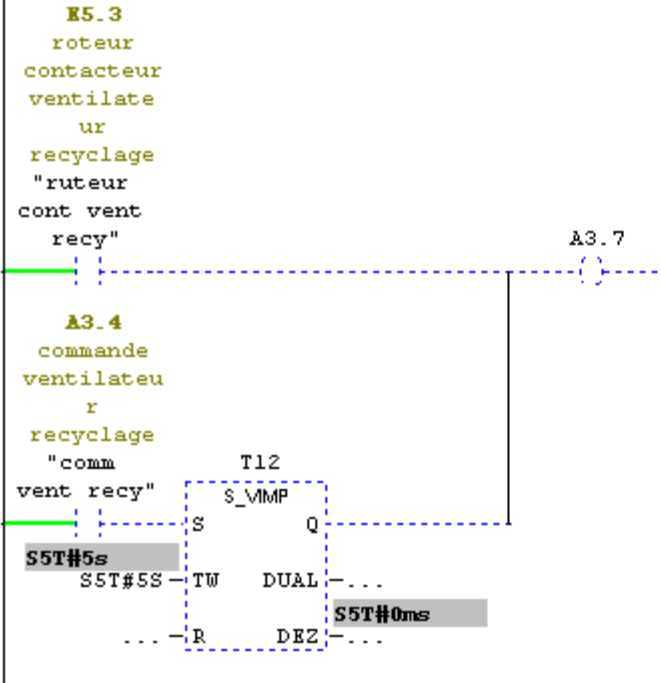
Réseau 30 : TS ventilateur air combustion principal (=1 OK,=0 défaut)

TS ventilateur air combustion principal (=1 OK,=0 défaut)



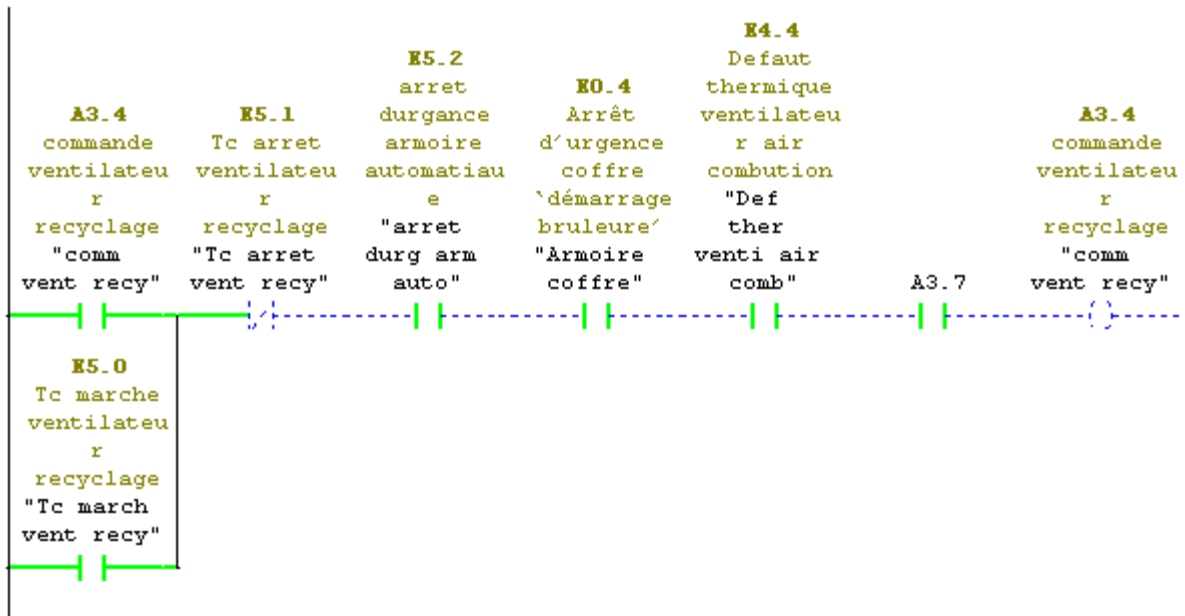
Réseau 31: Titre :

Commentaire :



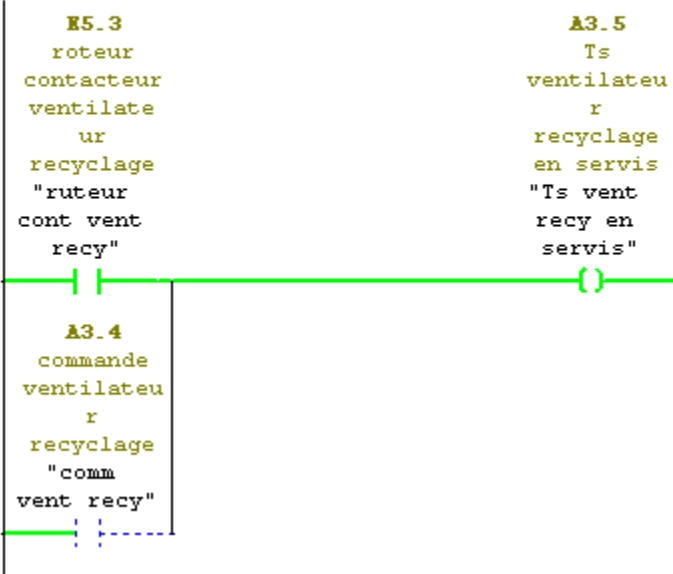
Réseau 32 : commande ventilateur recyclage

commande ventilateur recyclage



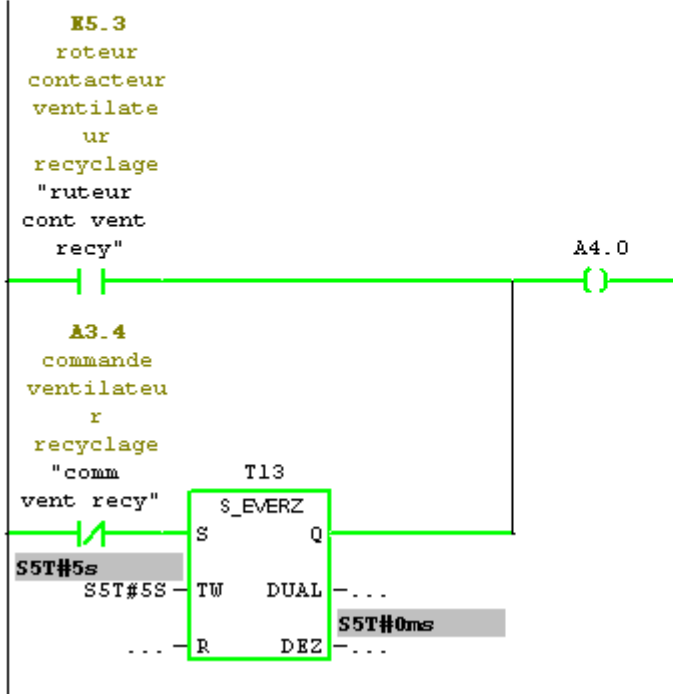
Réseau 33 : Ts ventilateur recyclage en servis

Ts ventilateur recyclage en servis



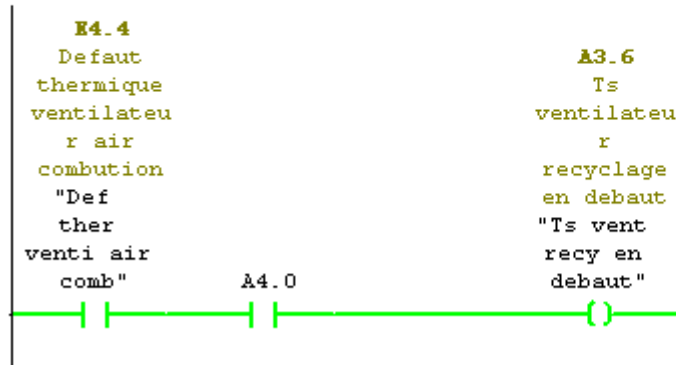
Réseau 34 : Titre :

Commentaire :



Réseau 35 : Ts ventilateur recyclage en debaut

Ts ventilateur recyclage en debaut



VI.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la programmation de toutes les étapes nécessaires pour le lancement et arrêt et la sécurité chaudière (PLLARD). Le langage LADDER traduit le grafcet de fonctionnement présenté dans le chapitre 5. Après simulation, il ressort que cette commande peut répondre sans aucune ambigüité au besoin de la société SNVI_ROUIBA. Nous avons proposé un programme pour que la chaudière puisse être mise en marche selon le cahier des charges imposées par le constructeur.

Conclusion Générale



Conclusion Générale

L'automatisation des processus industriels est l'une des clés du développement et l'évolution du contexte de l'industrie. Cette automatisation visait plus l'augmentation de la productivité du système technique (réduction des coûts, fiabilité, disponibilité, qualité.), et l'amélioration de la sécurité.

A partir de ce contexte nous avons présenté dans ce mémoire, l'automatisation d'une chaudière PLILARD au sein de l'entreprise SONACOM.

Les problèmes de la conduite automatique de la chaudière tout nombreux comme rapportés dans le contexte de l'introduction générale mais toute fois on s'est attelé à résoudre le problème pertinent de la commande câblée, dite logique classique par un API programmable. Ces différents alias et contraintes pourront être traités séparément avec des moyens plus de moyens (matériels pour le prélèvement des repousses inductives des différents paramètres (température, niveau, débit...) et diagnostique (sécurité)

Le temps alloué à cette étude d'automatisation nous a permis seulement de traiter la commande en logique séquentielle d'une partie de la chaudière.

Nous avons présenté dans le développement des chapitres, les différentes étapes nécessaires pour la commande séquentielle du lancement et arrêt traitement des défauts par un API/Siemense S7-300

Ceci a nécessité des efforts, notamment dans ce qui suit :

- On s'est documentés sur l'aspect technologique du système, (la description de process dans le chapitre I)
- On s'est documenté sur la fonctionnalité des différents capteurs, (chapitre II et III)
- On a présenté un schéma niveau II du fonctionnement de la chaudière (chapitre V)
- Finalement le schéma est traduit dans son intégralité par un langage Ladder équivalent dans le langage édité par le logiciel Step7/Siemens

Cependant il nous semble que les objectifs assignés pour la réalisation de ce modeste travail sont atteints mais il reste toujours un sujet de changement et de développement. De ce fait, pour les travaux futurs, nous proposons:

- ❖ l'introduction d'un système de gestion des défauts, de signalisation afin de pouvoir améliorer la supervision, la sécurité et la productivité.
- ❖ la mise en œuvre et la réalisation de notre solution (API et interface entrée /sortie)
- ❖ la généralisation de l'automatisation sur tous les processus disponibles dans cette chaîne de production afin de créer un réseau industriel centralisé des divers attiens.

La SONACOM n'pas lésine sur ces moyens, pour complémentaire et par faire nous connaissance théorique. Elle nous a idée sur tous les plans :

- Documentations techniques,
- Personnels de soutiens qui nous ont suivi pour la réalisation de ce travail,
- Assistance.

Ce travail restera comme un document d'exploitation de la machine avec de sa mise à jour nécessaire et voire même un plan de départ pour la modélisation de tout le système.

Bibliographie



Bibliographie

[1] DIALLO Salé, DJIBRINE Gombo Adef, Contrôle de qualité de l'eau d'alimentation de la chaudière SITERM (SIDER EL HADJAR-ANNABA), MASTER, Génie des Procédés, 2019.

[2] Mr. MOUSSAOUI Idhir, Mr. BAKLI Mohand Akli, Étude du Régulateur Industriel AC STATION (AC20) Au sein de la raffinerie d'huile de CO.G.B La Belle – Bejaia, Master, électrotechnique, 2015.

[3] Mr RIAL Islam, Mr AMARA Said, Automatisation de la mise en marche, arrêt et protection du circuit AIR/FUMÉE de la chaudière par un API SIEMENS S7-300, MASTER, Génie Electrique, Automatique, 2016.

[4] Site web www.memoire on line.com .

[5] chabni elyas , zekraoui lounés, adaptation d'un automate programmable s7-300 siemens d'une perceuse PMB-OAM, MASTER, Génie Electrique, Automatique, 2016.

[6] Nassim MEDJDOUB, Mohamed OUKRINE, Automatisation et contrôle du brûleur à gaz de la station CAP-DJINET, MASTER, Electrotechnique industrielle, 03/07/2018.

[7] www.technologoguepro.com cours grafcet.

[8] D.FRANCISCO, D.MOGIN, Notice de fonctionnement des chaudières N°1, N°2 LARDET PACK 32S et communs, décomptement de entreprise (SNVI ROUIBA), 16/01/2003.