

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

Filière : ÉLECTROMÉCANIQUE
Spécialité : ÉLECTROMÉCANIQUE

THÈME

Commande automatique des équipements du cycle combiné
"Marche/arrêt" de la turbine GAZ/Vapeur par API S7/300

Réalisé par :

Melle : ZINET Hayat

Melle : AMROUCHE Hadjer

Promoteur: Dr. M.S. BOUMEDIENE

Co- promoteur: M. HAMADI Hakim

Promotion 2019- 2020

Remerciement

Notre remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

*Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur **Ms. Boumediene** qui nous a apporté une aide précieuse. Nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés...*

*Nous voudrions également remercier **Co-promoteur: M. HAMADI Hakim** ainsi que l'ensemble de l'équipe de la centrale thermique à cycle combiné, qui nous a beaucoup aidés à faire notre travail dans de bonnes conditions.*

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel...



Dédicace



Je remercie tout d'abord le Bon Dieu de m'avoir donné le courage

Pour accomplir ce travail.

Je dédie ce modeste mémoire :

À ma très chère mère qui m'a toujours soutenu.

À mes frères, À mes sœurs.

À toute la famille ZINET.

À tous mes amies. Surtout : Nawal, Sofia Ilham

Et toute la promo MEM/18 surtout mes meilleurs amis

Hayat





Dédicace



Je dédie ce modeste travail :

- À ma très chère mère.
- Et mon très cher père
- À mes frères, À mes sœurs.
- À toute la famille AMROUCHE.
- À mon mari : MUSTAPHA.
- À mon fils : ILYES
- À toute mes amies.
- Et toute la promo MEM/18 surtout mes meilleurs amis



Hadjer

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	13
<i>Chapitre I</i>	1
<i>I.1 Introduction</i>	3
<i>I.2 Présentation de la centrale à cycle combiné de cap-Djinet</i>	3
<i>I.3 La centrale CC de Ras djinet se compose essentiellement de :</i>	3
<i>I.4 Présentation du « single shaft » / Siemens SCC5-4000F 1S</i>	4
<i>I.5 Données technique de Siemens SCC5-4000F 1S</i>	4
I.5.1 Description du principe de fonctionnement	5
I.5.2 Une turbine à vapeur Siemens (SST TM) SST5-3000	6
<i>I.6 Description du générateur Siemens (SGEN TM) SGen5-2000H</i>	7
<i>I.7 L’embrayage</i>	8
<i>I.8 Un système de contrôle-commande SPPA-T3000</i>	9
I.8.1 Interface utilisateur	10
I.8.2 Services de puissance.....	10
I.8.3 Serveur d’automatisation.....	10
I.8.4 Serveur d’application (application server).....	11
<i>I.9 Réseaux de communication :</i>	11
I.9.1 Interface process :.....	12
<i>I.10 Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur</i>	12
<i>I.11 Description du condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur Figure 1.14.</i> 13	
<i>I.12 Données technique du condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur</i>	14
<i>I.13 Auxiliaire groupe</i>	14
I.13.1 Pompes d’extraction des condensats	14
I.13.2 Pompes de Recirculation	15
I.13.2 Réchauffeur de performance du gaz combustible.....	15
I.13.3 Transformateurs élévateurs de tension de l’alternateur :	15
I.13.4 Système de mise sous vide du Condenseur (Côté Vapeur)	16
I.13.5 Système de nettoyage de tube de condenseur	16
I.13.6 Chaudière de récupération	16
I.13.7 Le Cycle eau / vapeur	17
I.13.8 Le Cycle eau / vapeur	18
I.13.9 Station de pompage	18
<i>I.14 Conclusion</i>	19

SOMMAIRE

Chapitre II.....	1
II.1 Introduction	21
II.2 Généralités sur les capteurs.....	21
II.2.1 Définitions	21
II.2.2 Constitution d'un capteur	21
II.2.3 Les catégories des sorties des capteurs (Tableau 2.1)	23
II.2.4 Les types des capteurs	24
II.2.4.1 Capteur de pression.....	24
II.2.4.2 Détecteur et capteur de niveau	25
II.2.4.3 Capteurs de température (thermomètre avec contacte électrique).....	25
II.2.4.4 Capteur de vitesse	26
II.2.4.5 Capteur de position (fin de cours à contact).....	26
II.2.4.6 Les capteurs de débit.....	26
II.3 Les vannes	27
II.3.1 Généralité sur les vannes	27
II.3.2 Éléments d'une vanne	27
II.3.3 Caractéristiques des vannes	27
II.3.3.1 Spécification d'une vanne.....	27
II.3.4 Vannes de régulation	28
II.3.4.1 Définition	28
II.3.4.2 Éléments constituant la vanne de régulation	28
II.3.4.2.1 La vanne est constituée de deux éléments principaux.....	28
II.3.5 Caractéristiques des vannes de régulation	29
II.3.5.1 Caractéristique intrinsèque de débit	29
II.3.5.2 Rôle de la vanne de régulation	29
II.3.6 Vanne motorisée	30
II.3.6.1 Domaines d'application d'une vanne pneumatique.....	30
II.3.7 Les pompes.....	31
II.4 Conclusion	31
Chapitre III.....	1
III.1 Introduction	33
III.2 La structure d'un système automatisé	33
III.2.1 Partie commande	33
III.2.2 Unité de traitement d'informations	34
III.2.3 Pré-actionneur	34
III.2.4 Partie opérative	34
III.2.5 Actionneurs	34
III.2.6 Effecteurs	35
III.2.7 Capteurs	35
III.2.8 Poste de contrôle (pupitre)	35

SOMMAIRE

III.3 Automate programmable industrielle(API)	35
III.3.1 Introduction de l'API	35
III.3.2 Historique de l'API	35
III.3.3 Définition	35
III.3.4 Structure interne des API.....	36
III.3.5 Processeur	36
III.3.6 Mémoire	36
III.3.7 Interfaces et cartes d'Entrées / Sorties	37
III.3.8 Alimentation électrique	38
III.3.9 Modules complémentaires (spéciaux)	38
III.3.10 Principales fonctions.....	38
III.3.11 Domaine d'utilisation des automates.....	38
III.3.12 Les avantages des automates programmables	39
III.4 Choix d'un automate programmable pour l'atelier d'empilage.....	39
III.4.1 Critères matériels.....	39
III.4.2 Critères fonctionnels	39
III.4.3 Critère technologique.....	39
III.4.4 Critères économiques	40
III.5 Présentation de l'automate S7 – 300.....	40
III.5.1 Modularité	41
III.5.2 Module d'alimentation.....	42
III.5.3 Unités centrales (CPU).....	42
III.5.4 Coupleur (I M).....	43
III.5.5 Module communication (CP)	43
III.5.6 Modules de fonctions (FM)	44
III.5.7 Modules de signaux (SM).....	44
III.5.8 Les modules d'entrées/sorties.	44
III.5.8 Les modules d'entrées/sorties analogique.	45
III.5.9 Les modules d'entrées analogiques.....	45
III.5.9.1 Les modules de sorties analogiques (SM 332)	46
III.5.10 Modules de simulation (SM 374)	46
III.6 Conclusion.....	46
Chapitre IV.....	47
IV.1 Introduction.....	47
IV.2 Description de logiciel step7.....	47
IV.2.1 Définition	47

SOMMAIRE

IV.2.2 Gestionnaire de Projet Simatic Manager.....	47
IV.2.3 Mode d'emploi.....	47
IV.2.4 Les langages de programmation	48
IV.2.5 Structure du programme STEP7	49
IV.2.6 Blocs existant sur step7	49
IV.2.7 Mémentos	50
IV.2.8 Mnémoniques.....	50
IV.2.9 Les différents types de variables.....	50
IV.2.10 Création de projet S7 avec configuration matérielle	51
IV.2.10.1 Démarrage du logiciel STEP7	51
IV.2.10.2 Création d'un projet STEP7.....	51
IV.2.10.3 Configuration matériel	54
IV.2.10.4 Création de la table des mnémoniques Figure IV.11.....	55
IV.2.11 Simulation du programme avec le S7-PLCSIM.....	57
IV.2.11.1 Présentation du PLC-SIM.....	57
IV.2.11.2 Configuration du PLCSIM	57
IV.2.11.3 Exécution du programme.....	58
IV.2.11.4 État de fonctionnement de la CPU.....	58
IV.2.12 Simulation	58
IV.2.12.1 Notre simulation.....	58
IV.3 Conclusion	72
Conclusion générale.....	73

Liste des tableaux

Tableau I : Données techniques turbine à gaz Siemens (SGT TM) SGT5-4000F.....	5
Tableau II : DONNEES TECHNIQUES de la TURBINE À VAPEUR SST5-3000.....	7
Tableau III : Données technique générateur SGen5-2000H.....	8
Tableau IV :Données techniques du condenseur	14
Tableau V :Données techniques de la pompe d'extraction.....	14
Tableau VI :les trois grandes catégories de capteurs à sortie électrique.....	24
Tableau VII : La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits.	46
Tableau VIII : Différents types de variables contenues dans le STEP7	50

LISTE DES FIGURES

Figure 1. 1.présentation de la centrale à cycle combiné	3
Figure 1. 2.Les composants essentielles de la centrale à cycle combiné	4
Figure 1. 3.Présentation du « single shaft »	4
Figure 1. 4. Turbine à gaz	6
Figure 1. 5. Turbine à vapeur Siemens (SST TM) SST5-3000	6
Figure 1. 6. Générateur Siemens (SGEN TM) SGen5-2000H.....	8
Figure 1. 7. L’embrayage	9
Figure 1. 8. Système de contrôle-commande SPPA-T3000.....	9
Figure 1. 9. Interface utilisateur	10
Figure 1. 10. Serveur d’automatisation.....	11
Figure 1. 11 . Serveur d’application.....	11
Figure 1. 12. Réseaux de communication	12
Fig Figure 1. 13. Interface process.....	12
Figure 1. 14. Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur	13
Figure 1. 15. Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur	13
Figure 1. 16. Pompes de Recirculation.....	15
Figure 1. 17. Transformateurs élévateurs de tension de l’alternateur.....	15
Figure 1. 18. Système de nettoyage de tube de condenseur	16
Figure 1. 19. Chaudière de récupération	17
Figure 1. 20. Illustration du Cycle eau / vapeur	18
Figure 1. 21. Station de pompage	18
Figure 2. 1. Fonctionnement du capteur.....	21
Figure 2. 2. Éléments constitutifs d’un capteur	22
Figure 2. 3. Transmetteur de pression	24
Figure 2.4. Transmetteur de niveau	25
Figure 2.5. Capteur de température.	25
Figure 2.6. Capteur de vitesse sans entrainement.....	26
Figure 2. 7. Capteurs de fin de cours à contact.....	26
Figure 2.8. Capteur de débit.....	27
Figure 2. 9. Capteur de débit.....	28
Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous	
Figure 3. 1 :	33
Figure 3. 1. Structure d’un système automatisé.	33
Figure 3.2. Structure interne des API.	36
Figure 3.3. L’automate programmable S7 – 300.....	41
Figure 4.1. Mode d’emploi de STEP7.	48
Figure 4.2. Présentation d’un schéma logique (LOG).	48
Figure 4.3. Présentation d’un schéma contact (CNT)	49
Figure 4.4. Présentation du langage LIST	49
Figure 4. 5. Assistant nouveau projet.....	51

LISTE DES FIGURES

Figure 4.6. Choix de la CPU.....	52
Figure 4.7. Bloc d'organisation.....	53
Figure 4.8 . Nom et création du projet.....	53
Figure 4. 9. Station SIMATIC S7-300.....	54
Figure 4. 10. Configuration matériels.	55
Figure 4.11. Tables des mnémoniques.....	56

Liste des abréviations

A.P.I : Automate Programmable Industriel.

CPU : Unité centrale.

CP : Processeurs de communication.

BP: Base Pression.

DB : Bloc de Données.

FM : Modules de fonction. FB : Bloc Fonctionnel.

FC : Fonction.

HP : Haute Pression.

IM : Modules d'extension.

SM : Modules de signaux.

MP : Moyenne Pression.

OB : Bloc d'Organisation.

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

PLCSIM : Programmable logic Controller simulation.

SIMATIC : Le logiciel de programmation, Siemens automatique

TOR : Tout ou Rien.

IN : Digital Input.

DO: Digital Output.

CONT : C'est un langage de programmation graphique 'contacte',

'LEADER'. LOG : C'est langage de programmation graphique qui utilise des portes logiques.

LIST : Langage de base du logiciel STEP7.

RPM : vitesse de rotation de l'alternateur.

RAM : Mémoires volatiles (Random acces memory).

ROM : Mémoire programmé par le fabricant et ineffaçables.

NG : la pression du gaz

HP : turbine haut pression.

IP : turbine à moyenne pression.

LP : turbine à basse pression.

PEW : entrée analogique.

Introduction générale

Introduction générale

La S.P.E est une société algérienne (filiale de SONELGAZ) qui a pour mission la production et la commercialisation de l'électricité. Elle dispose d'un grand parc de production avec **8400 MW** installés, ce qui lui confère une position du premier opérateur sur le réseau interconnecté. Son objectif est de demeurer l'opérateur dominant en matière de fourniture de l'énergie électrique, pour cela, elle vise à améliorer et à développer son parc de production. Son programme de développement est orienté vers :

- L'augmentation de la capacité de production,
- La disponibilité des groupes de production,
- De la fiabilité des groupes de production.

La SPE comprend 03 Pôles de Production dotés d'une large autonomie de gestion:

1. Pôle de production Turbine à Gaz et Turbine à vapeur Centre ;
2. Pôle de production Turbine à Gaz et Turbine à vapeur East ;
3. Pôle de production Turbine à Gaz et Turbine à vapeur Ouest.

Le Pôle de production Turbine à Gaz et Turbine à vapeur centre contient plusieurs unités de production d'électricité parmi d'elle on trouve :

- Unité de production d'électricité Turbine à vapeur à Ras-Djanet (wilaya de Boumerdes).
- Unité de production d'électricité turbine à gaz et turbine à vapeur (RAS-DJENET)

La centrale à cycle combinée de RAS DJENET, est une centrale de production d'électricité, située au bord de la mer, à l'est d'ALGER, près de la ville de Boumerdès.

Le choix de ce site est fait sur la base des critères suivants :

- Proximité des consommateurs importants, situés notamment dans la zone industrielle Rouïba-Reghaia.
- Possibilité d'extension.
- Conditions du sous-sol favorable, ne nécessite pas de fondations profondes.

La centrale à cycle combinée de Cap Djènet, dont la construction a été décidée en vue de renforcer l'alimentation en énergie électrique du pays, se compose principalement de trois (3) modules de centrale électrique à cycle combiné à arbre-simple (**CCPP**) ainsi que les systèmes qui supportent l'équilibre de la centrale (**BOP**). Chaque module de la **CCPP** a une turbine à gaz (**modèle : SIEMENS SGT5-4000F**), d'un HRSG associé, d'une turbine à vapeur (**Modèle : SIEMENS SST5-3000 H-IL**) et d'un générateur commun refroidi par hydrogène (**Modèle : SIEMENS SGEN 5-2000 H**) situé sur le même arbre entre la turbine à gaz (**GT**) et la turbine à vapeur (**ST**). Les turbines à gaz sont conçues pour brûler le gaz naturel comme le combustible de base et le carburant diesel comme le combustible de secours.

➤ Problématique

- Environnement : Les installations de production de l'électricité sont des installations classées pour la protection de l'environnement,
- Disponibilité de l'outil de production : Le processus technique de production

Introduction générale

d'électricité dans cette centrale étudiée est très complexe. C'est une centrale énergétique de production d'électricité fonctionnant avec des turbines à cycle combinée. La disponibilité de l'outil de production est accrue et est une exigence majeure pour les consommateurs d'électricités et pour le bon fonctionnement du réseau et tissus industriels.

❖ Contraintes d'exploitation

Les exigences actuelles de la SPE imposent que les installations industrielles présentent le moins de risques possibles durant leur utilisation. Dans le but de prévenir la survenue d'accidents majeurs, des arrêts inopinés, la sécurité et la disponibilité, la commande du système de conduite de la SPE devra être performante afin de pallier à tous aléas de fonctionnement.

❖ Solution projetée

Vu le caractère majeur des aléas de fonctionnement qui peuvent découler la conduite automatisée de ce type d'installation et tenant compte de l'environnement du site, nous sommes amenés à faire l'étude d'automatisation de la centrale thermique. La conduite est basée sur un automate programmable industriel de type Siemens S7/300, présentant les avantages suivants :

- Emploi de nouvelles techniques de prévention,
- Accroissement de la protection des installations
- Meilleure intervention pour mieux gérer les situations de risque majeur et d'assurer en même temps une sûreté de fonctionnement optimale.

❖ Conception de l'étude

Dans le cadre de la phase de cette étude de la conduite automatisée, on doit intégrer et définir tous les éléments nécessaires à la sûreté de fonctionnement de ces installations. La commande par API permet de diminuer les risques ; les temps d'arrêt. La prévention en minimisant la probabilité d'apparition d'aléas de fonctionnement, la protection des équipements et du personnels d'intervention limitent les conséquences d'un dysfonctionnement.

Dans le cadre du présent travail nous avons opté pour une centrale de production de l'électricité, à savoir la nouvelle centrale thermique de CAP-DJINET, tous type de phénomène dangereux peut survenir en donnant des conséquences dramatiques avec des répercussions économiques souvent irrémédiables.

Le développement de l'étude est organisé de la manière suivante :

Chapitre 1 : Équipements et fonctionnement de la centrale thermique combinée.

Chapitre 2 : Instrumentations et actionneurs.

Chapitre 3 : Description de l'automate S7/300

Chapitre 4 : Implémentation Programme et Simulation

Chapitre I

I.1 Introduction

Le développement de l'énergétique exerce une influence décisive sur le développement de toute l'économie nationale de chaque pays, les ressources de pétrole et les combustibles en général sont limités (non renouvelables). Il est souhaitable d'optimiser l'utilisation de ces ressources pour préserver les réserves existantes.

La centrale à cycle combiné de RAS DJENET, est une centrale de production d'électricité, située au bord de la mer, à l'est d'ALGER, près de la ville de Boumerdès.

Dans ce chapitre on va présenter la centrale à cycle combiné de **cap-Djinet** ainsi que son cycle de production de l'énergie électrique avec ses caractéristiques.

I.2 Présentation de la centrale à cycle combiné de cap-Djinet

Généralement appelée CCGT (Combined Cycle Gas Turbine (en)), est une centrale thermique qui associe deux types de turbines, une turbine à combustion et une turbine à vapeur. Chacune de ces turbines entraîne une génératrice qui produit de l'électricité (Configuration "multi shaft") ou les deux types de turbines sont couplées à la même génératrice (configuration 'single shaft') (fig. 1.1)



Figure 1. 1.présentation de la centrale à cycle combiné

I.3 La centrale CC de Ras djinet se compose essentiellement de :

- ✓ Trois unités «single shaft» de référence Siemens SCC5-4000F 1S.
- ✓ Trois chaudières de récupération d'un cycle eau/vapeur à trois niveaux de pression avec resurchauffe. Figure I.1

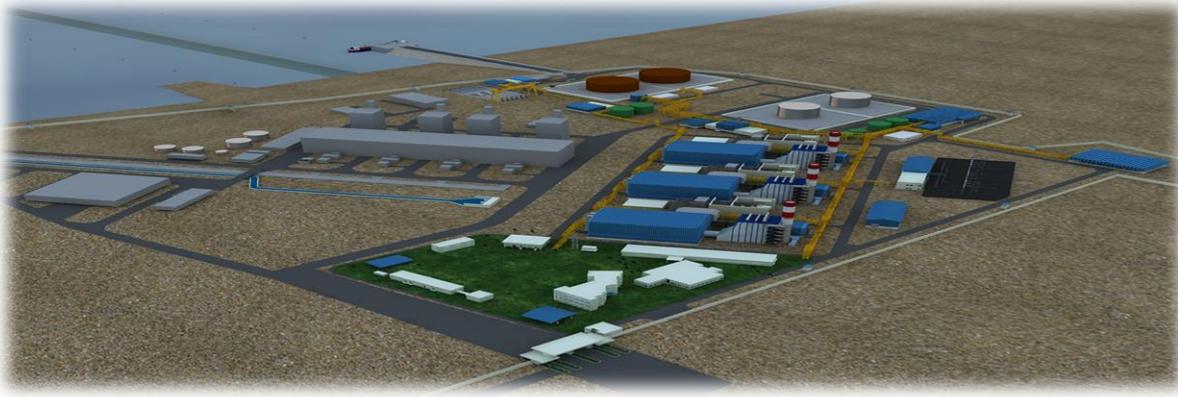


Figure 1. 2. Les composants essentielles de la centrale à cycle combiné

I.4 Présentation du « single shaft » / Siemens SCC5-4000F 1S

La SCC5-4000F 1S est composé des équipements siemens suivant (Figure 1.3) :

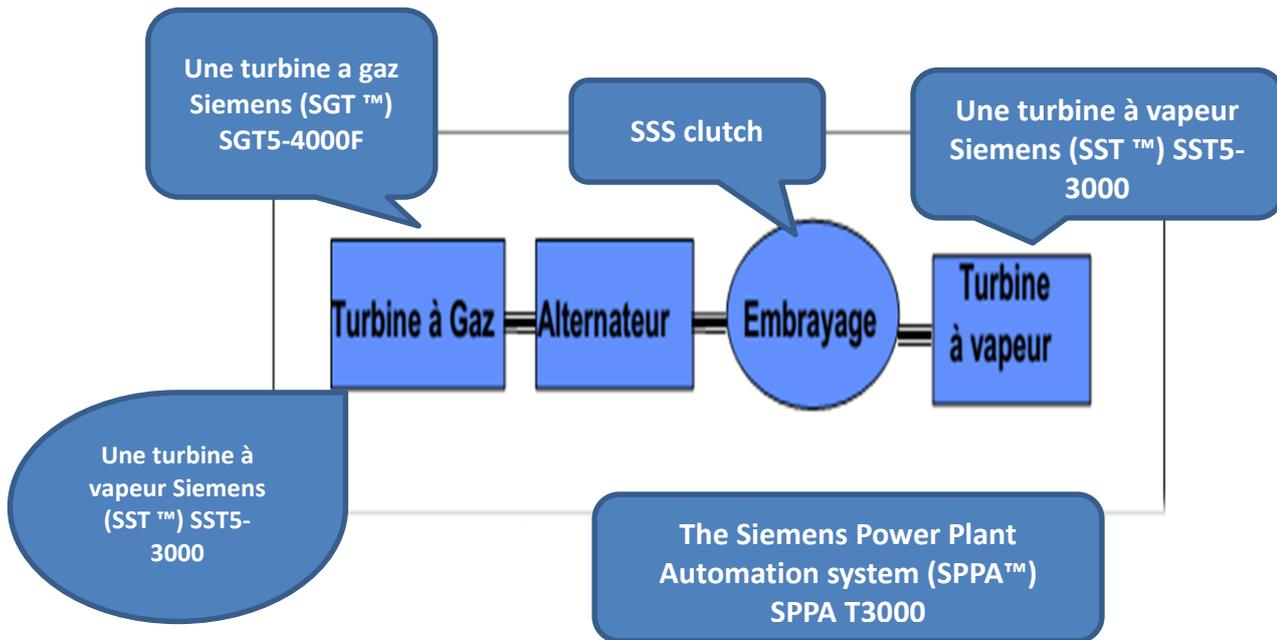


Figure 1. 3. Présentation du « single shaft »

I.5 Données technique de Siemens SCC5-4000F 1S.

Les conditions ambiantes prise en compte pour le désigne sont les suivantes:

- ✓ 35°C Température
- ✓ 1,013 bar Pression abs
- ✓ 76 % Humidité relative
- ✓ 23°C Température eau de réfrigération (eau de mer)

PN = 388.2 MW pour une marche au gaz naturel

PN = 349.5 MW pour une marche au fuel

Fréquence = 50 Hz

Tension nominal = 400 KV (côté Haute Tension du transformateur élévateur)

Tableau I : Données techniques turbine à gaz Siemens (SGT™) SGT5-4000F

TURBINE A GAZ SGT5-4000F	DONNEES TECHNIQUES
Fréquence	50 Hz
COMPRESSEUR	
Nombre des étages	15
Nombre des rangées des ailettes variables	01
Orifices de soutirage	03 : 5eme, 9eme et 13eme étage
Taux de compression	environ 17
TURBINE	
Nombre d'étage	04
CHAMBRE DE COMBUSTION	
Type	Annulaire
Nombre de bruleurs	24
Nombre de dispositifs d'allumage par bruleur	01
SYSTEME DE VIRAGE	
Type	Moteur hydraulique
Nombre	01
Vitesse	120 rpm

I.5.1 Description du principe de fonctionnement

- L'air comburant aspiré par le compresseur est épuré dans une combinaison de filtres avant d'entrée au compresseur. Le rotor de la turbine est refroidi de l'intérieur comme suit (figur1.3)
- La première rangée d'aubes mobiles exige de l'air de refroidissement sous haute pression.
- Le deuxième étage de la turbine est refroidi par de l'air soutiré en aval de l'étage 12.
- Les troisième et quatrième étages de la turbine sont refroidis ensemble par l'air de premier

soutirage situé en aval de l'étage 10 du compresseur.

✓ **Système de combustion**

Le système de combustion est constitué d'une chambre de combustion annulaire dotée de 24 brûleurs hybrides

Ces brûleurs hybrides réunissent les avantages de la combustion en diffusion et de la combustion en pré mélange. Figure 1.4



Figure 1. 4. Turbine à gaz

I.5.2 Une turbine à vapeur Siemens (SST™) SST5-3000

La Turbine à vapeur Siemens, de type SST5-3000, possède (Figure 1. 5):

- ✓ Deux corps, **un corps HP** (haute pression) et **un corps MP/BP** (moyenne et basse pression).
- ✓ Trois niveau pressions, et une resurchauffe.

Les deux rotors des corps HP et MP/BP sont liées entre eux par un accouplement rigide.



Figure 1. 5. Turbine à vapeur Siemens (SST™) SST5-3000

Tableau II : DONNEES TECHNIQUES de la TURBINE À VAPEUR SST5-3000

TURBINE A VAPEUR SST5-3000	DONNEES TECHNIQUES
Puissance nominale	139 MW
Vitesse	3000 Tr/min
Corps HP (H)	
Type	H30
Nombre d'étage	27 étages
Corps MP/BP (IP)	
Section MP	16 étages
Section BP	7 étages
Robinetterie d'arrêt et de réglage de vapeur principale	
Nombre	01
Robinetterie d'arrêt et de réglage de vapeur resurch	
Nombre	01

I.6 Description du générateur Siemens (SGEN™) SGen5-2000H

L'alternateur **Siemens** (type **SGen5-2000H**) est entraîné à la fois par la turbine à gaz et par la turbine à vapeur. La puissance est produite à une tension de 22kV. (Figure 1.6) L'alternateur à trois phases et deux pôles synchrones, est refroidi par H2.

L'étanchéité de l'hydrogène vis à vis de l'atmosphère est assurée par une unité d'huile d'étanchéité.

L'alternateur est utilisé comme un moteur synchrone de démarrage alimenté par un convertisseur statique de fréquence.



Figure 1. 6. Générateur Siemens (SGEN™) SGen5-2000H

Tableau III : Données technique générateur SGen5-2000H

GENERATEUR SGen5-2000H	DONNEES TECHNIQUES
Refroidissement	Par hydrogène
Phases	3~
Enroulement	YY
Puissance assignée	431MVA
Facteur de puissance $\cos\phi$	0.9
Tension statorique	22KV \pm 5%
courant statorique	11311 A
Tension d'excitation	351V
Courant d'excitation	2786 A
Pression H2	5 Bar
Fréquence	50 Hz
Rotation	3000 rmp
Masse	394000 Kg

I.7 L'embrayage

L'embrayage permet de connecter la TV à l'alternateur, alors que celui-ci est déjà entraîné par la TG. (Figure 1.7).

L'embrayage s'engage automatiquement aussitôt que le couple de la TV devient positif et se désengage automatiquement aussitôt que le couple de la TV devient négatif

- ✓ Embrayage embrayé Embrayage débrayé

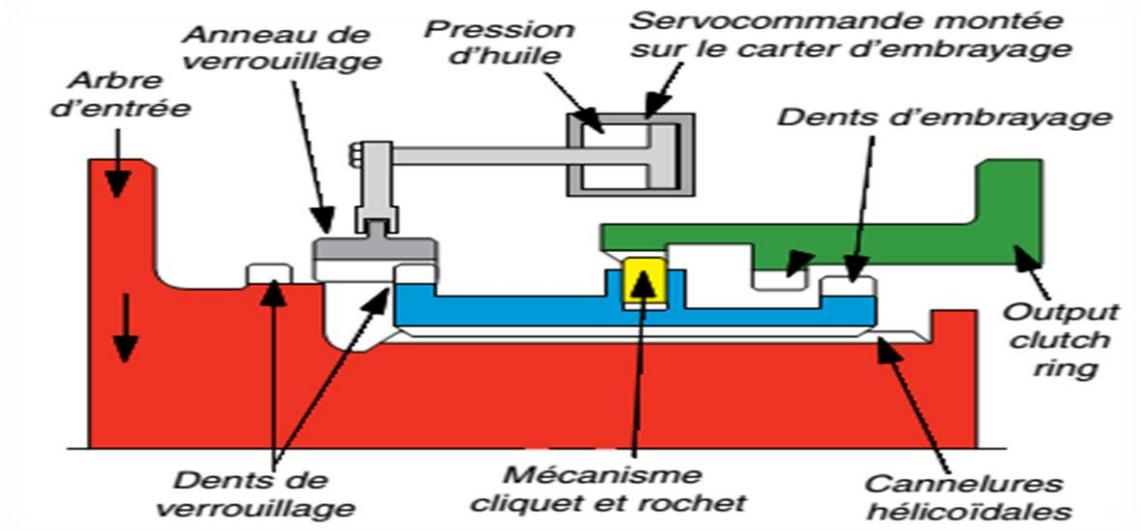


Figure 1. 7. L'embrayage

I.8 Un système de contrôle-commande SPPA-T3000

Les fonctions de commande, de protection, de surveillance, de diagnostic et de signalisation de groupe turbo-alternateur, qui sont nécessaires à l'exploitation de l'installation sont réalisées à l'aide du système numérique de contrôle-commande SPPA-T3000. figure 1.8.

✓ **SPPA-T3000 comprend les constituants suivants**

- Interface utilisateur
- Services de puissance
- Réseaux de communication
- Interface process

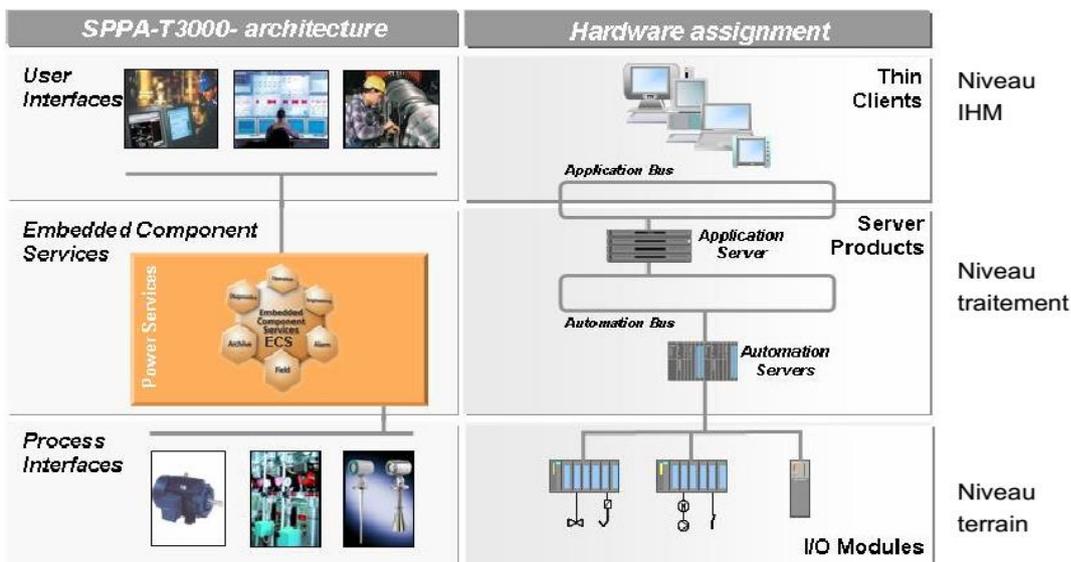


Figure 1. 8. Système de contrôle-commande SPPA-T3000

I.8.1 Interface utilisateur

L'interface utilisateur est mise à disposition sur un client léger avec un navigateur Web. L'accès au processus est possible depuis la salle de commande ou via d'autres liaisons de communication sécurisées. (Figure 1.9).

Seuls des utilisateurs autorisés peuvent interroger l'état actuel des tranches et les paramètres d'exploitation, ou commander le processus.



Figure 1. 9. Interface utilisateur

I.8.2 Services de puissance

Les services de puissance SPPA-T3000 Power Services fournissent les fonctions et services de contrôle-commande nécessaires à la commande de groupe turbo-alternateur. Deux plates-formes matérielles sont mises en œuvre à cet effet :

- Serveur d'automatisation pour les fonctions d'automatisation à contraintes de temps réel.
- Serveur d'application pour les fonctions de contrôle-commande groupe turbo-alternateur, comme la conduite et la supervision, l'archivage, l'affichage chronologique des alarmes et l'ingénierie.

I.8.3 Serveur d'automatisation

Le matériel du serveur d'automatisation est une CPU SIMATIC S7. Cette CPU S7 fournit des fonctions d'automatisation haute performance, déterministes, au niveau des entrées/sorties. Figure 1.10.

Afin de répondre aux exigences des tâches d'automatisation complexes et de minimiser les risques d'arrêt, la CPU S7 utilise des systèmes d'automatisation à tolérance de pannes.

Ils fonctionnent selon le principe 1 sur 2 et autorisent la commutation sans à-coup sur le système de réserve en cas de panne.



Figure 1. 10. Serveur d'automatisation

I.8.4 Serveur d'application (application server)

Le serveur d'application à tolérance de pannes fournit les fonctions de contrôle-commande suivantes, qui peuvent être appelées sur le client léger via le navigateur Web :

Conduite et supervision, affichage chronologique des alarmes, Archive diagnostic de contrôle-commande et ingénierie. (Figure 1.11).

Le serveur d'application est hautement fiable, grâce à une redondance couvrant les processeurs, les mémoires, les unités de disque, les contrôleurs et les alimentations.



Figure 1. 11 . Serveur d'application

I.9 Réseaux de communication :

Les constituants de SPPA-T3000 échangent des informations système et process via des réseaux de communication à tolérance de pannes. (Figure 1.12)

SPPA-T3000 utilise

- **Les réseaux suivants :**

- Ethernet.
- PROFIBUS DP

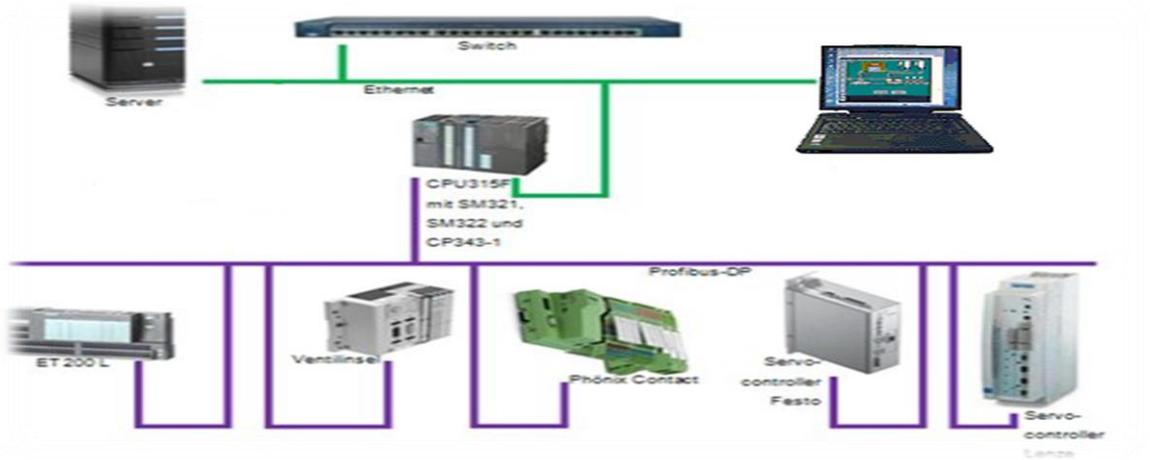


Figure 1. 12. Réseaux de communication

I.9.1 Interface process :

Le matériel utilisé pour l'interface process est le système de périphérie SIMATIC ET200M. Tous les modules d'E/S sont raccordés via le bus de terrain redondant PROFIBUS-DP.

Le système T3000 est connectés avec le DCS installé dans la Salle de Contrôle Centralisée par une liaison MOBUS TCP/IP. Figure 1.13



Figure 1. 13. Interface process

I.10 Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur

L'installation est de design axial refroidi à l'eau de mer. Le condenseur est constitué de deux faisceaux double passe. Afin d'opérer le condenseur avec un seul demi condenseur, les boîtes à eau sont divisées. Figure 1.14.



Figure 1. 14. Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur

I.11 Description du condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur Figure 1.15

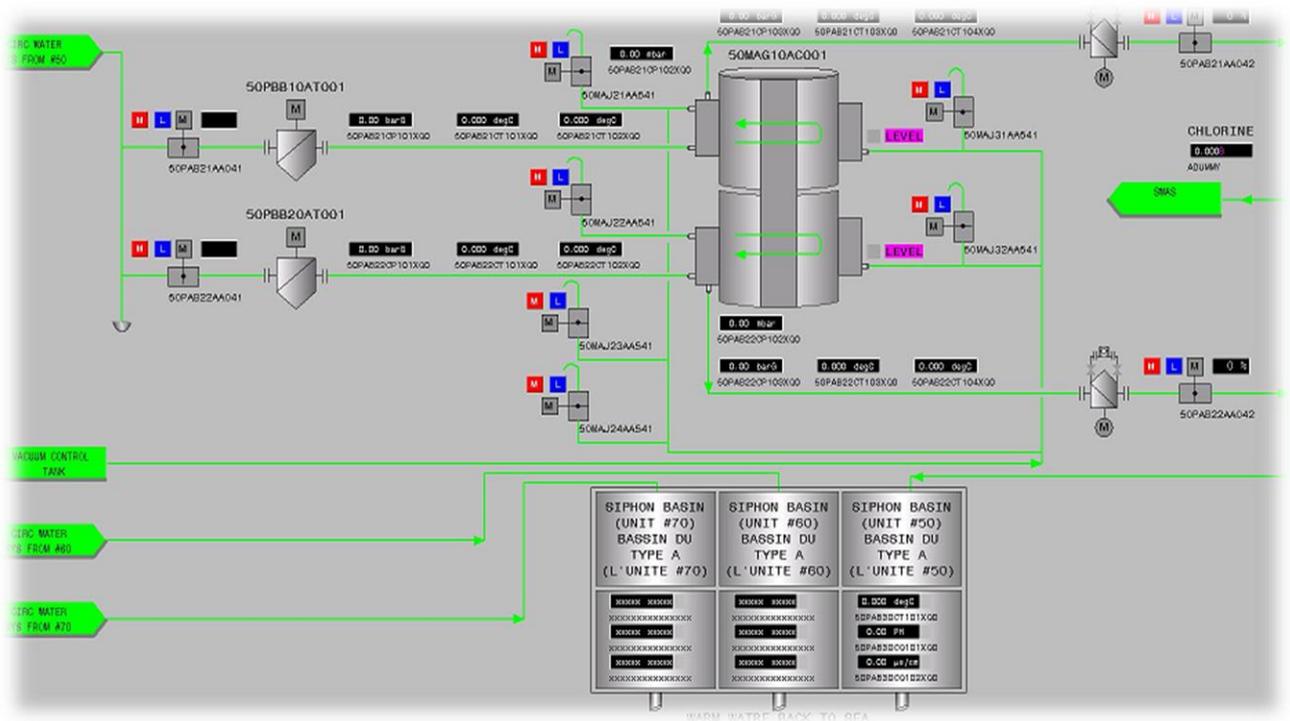


Figure 1. 15. Le condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur

I.12 Données technique du condenseur à Surface avec Éjecteur d'air à jet de vapeur

Tableau IV :Données techniques du condenseur

CONDENSEUR A SURFACE	DONNEES TECHNIQUES
Fabricant	TSM TECH CO., LTD.
Conception	
Pression de service	0.0514 bar
Débit d'eau de refroidissement	34000 m ³ /h
Taux de transfert de chaleur	12,610.263 W/m ² . °c
Condensat	
Capacité totale	26.09 m ³
Montée de température d'eau de refroidissement	6 °c
Tubes	
Quantité	15,184
Matériel	Titane B 338 Gr 2
Longueur	8.050 mm
Vitesse d'écoulement côté tubes	2.5 m/s

I.13 Auxiliaire groupe

I.13.1 Pompes d'extraction des condensats

Les pompes principales d'extraction (2x100%) sont de type vertical.

En fonctionnement normal, une pompe est en service, l'autre reste en secours.

La pompe de secours est mise en marche automatiquement si la pompe en fonctionnement est défaillante.

Tableau V:Données techniques de la pompe d'extraction

POMPES d'extraction	DONNEES TECHNIQUES
Fabriquant	Hyundai
Nombre d'étage	5
Hauteur manométrique	235 m CE
Pression de refoulement	23.3 bar
Débit	580 m ³ /h /
Puissance	2400 kW
Tension	6 KV

I.13.2 Pompes de Recirculation

Trois pompes de recirculation sont prévues pour maintenir la température des fumées d'échappement à la sortie de HRSG au-dessus de la température du point de rosée qui favorise la formation de l'acide sulfurique (H_2SO_4) celui-là est très agressif contre les métaux. Une partie de l'eau réchauffée est de nouveau remise en circulation et mélangée avec de l'eau d'alimentation d'entrée. Figure 1.16.



Figure 1. 16. Pompes de Recirculation

I.13.2 Réchauffeur de performance du gaz combustible

La vapeur provenant de la sortie d'économiseur IP de HRSG alimentera le réchauffeur de performance de gaz combustible pour réchauffer le gaz. La sortie du réchauffeur de performance de gaz combustible sera raccordée à la ligne de condensat en aval du condenseur de vapeur d'étanchéité.

I.13.3 Transformateurs élévateurs de tension de l'alternateur :

Le transformateur principal de l'alternateur est utilisé pour élever la tension générée (22KV) jusqu'au niveau de tension du réseau du client (400KV). Figure 1.17.

Le transformateur est installé en extérieur à proximité du transformateur de soutirage. Le transformateur est équipé d'un système de refroidissement (OFAF) à l'huile et à l'air forcé.

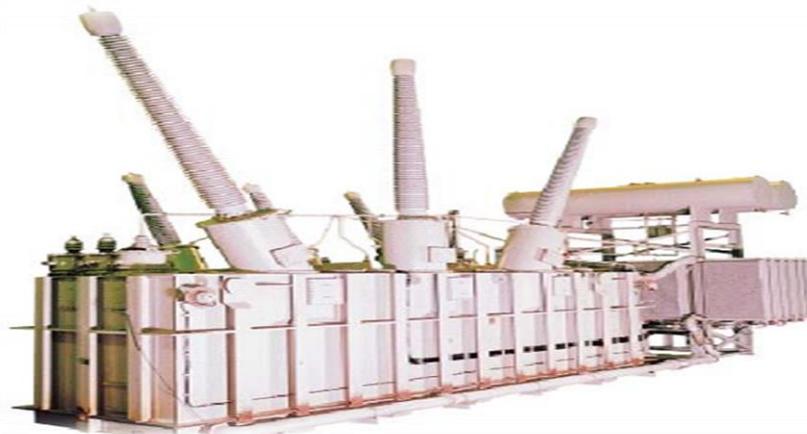


Figure 1. 17. Transformateurs élévateurs de tension de l'alternateur

I.13.4 Système de mise sous vide du Condenseur (Côté Vapeur)

Le système d'évacuation d'air de condenseur comporte 1 x 100% éjecteur d'air à jet de vapeur de démarrage et 2 x 100% éjecteurs principaux.

- ✓ L'éjecteur de démarrage est de type en une phase, non condensable
- ✓ L'éjecteur principal de type en deux phases avec poste condenseur

I.13.5 Système de nettoyage de tube de condenseur

Le condenseur principal est équipé d'un système de nettoyage à balles en éponge pour réduire l'encrassement biologique des tubes du condenseur. Figure 1.18.

Ce système est géré par un système d'automatisation fiable et redondant à base d'un automate programmable modulaire **ALLEN-BRADLEY**.

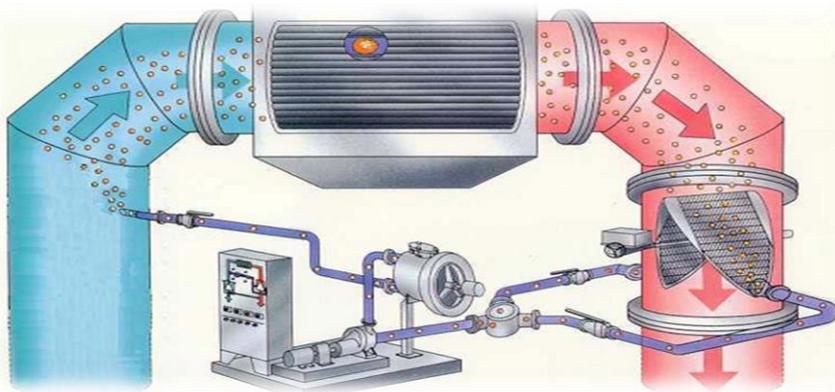


Figure 1. 18. Système de nettoyage de tube de condenseur

I.13.6 Chaudière de récupération

La chaudière de récupération est de design horizontal, sans postcombustion.

Elle fonctionne en mode de circulation naturelle pour les trois niveaux de pression BP, MP et HP. Figure 1.19.

La chaleur contenue dans les gaz d'échappement de la turbine à gaz, sert de source de chaleur pour produire la vapeur (vapeur surchauffée HP, MP, et BP), le condensat est fourni à l'économiseur à Basse Pression (BP) par les pompes d'extraction du condensat.

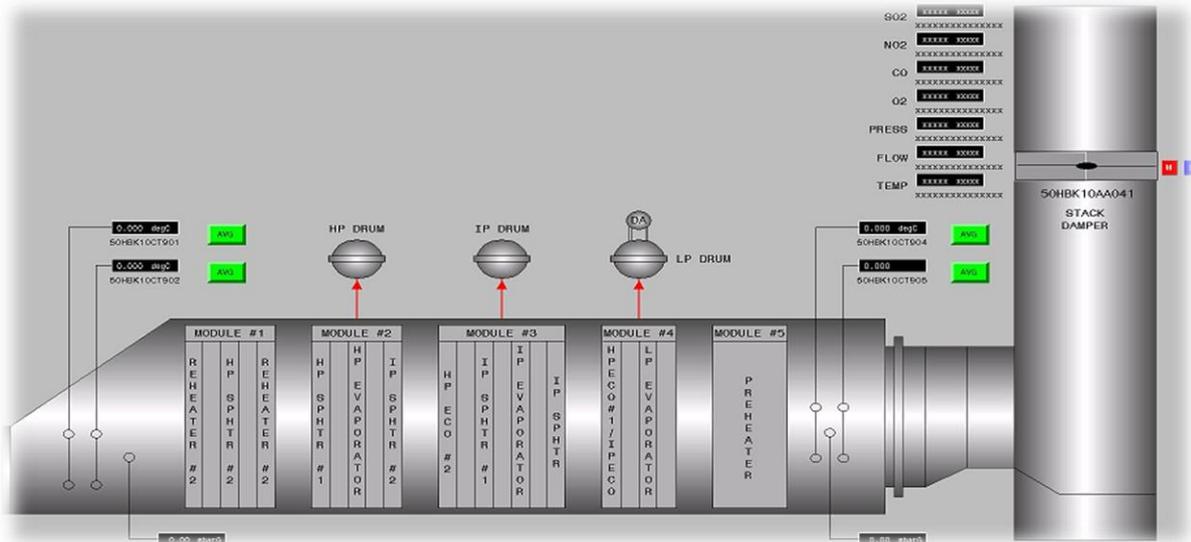


Figure 1.19. Chaudière de récupération

I.13.7 Le Cycle eau / vapeur

Le schéma synoptique est illustré par la figure 1.20.

Les données de fonctionnement principales sont ramenées dans ce schéma.

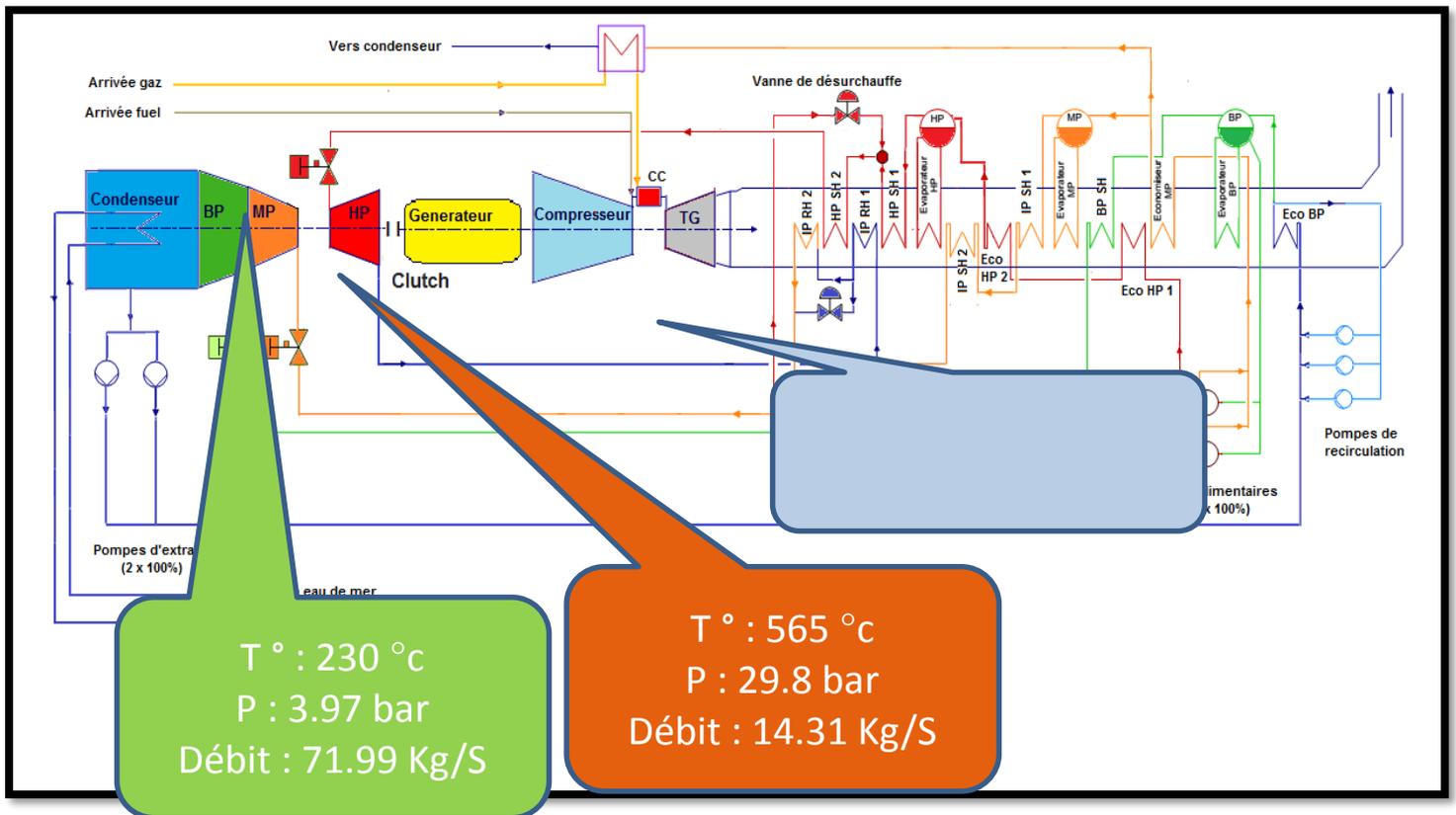


Figure 1.19. Chaudière de récupération

I.13.8 Le Cycle eau / vapeur

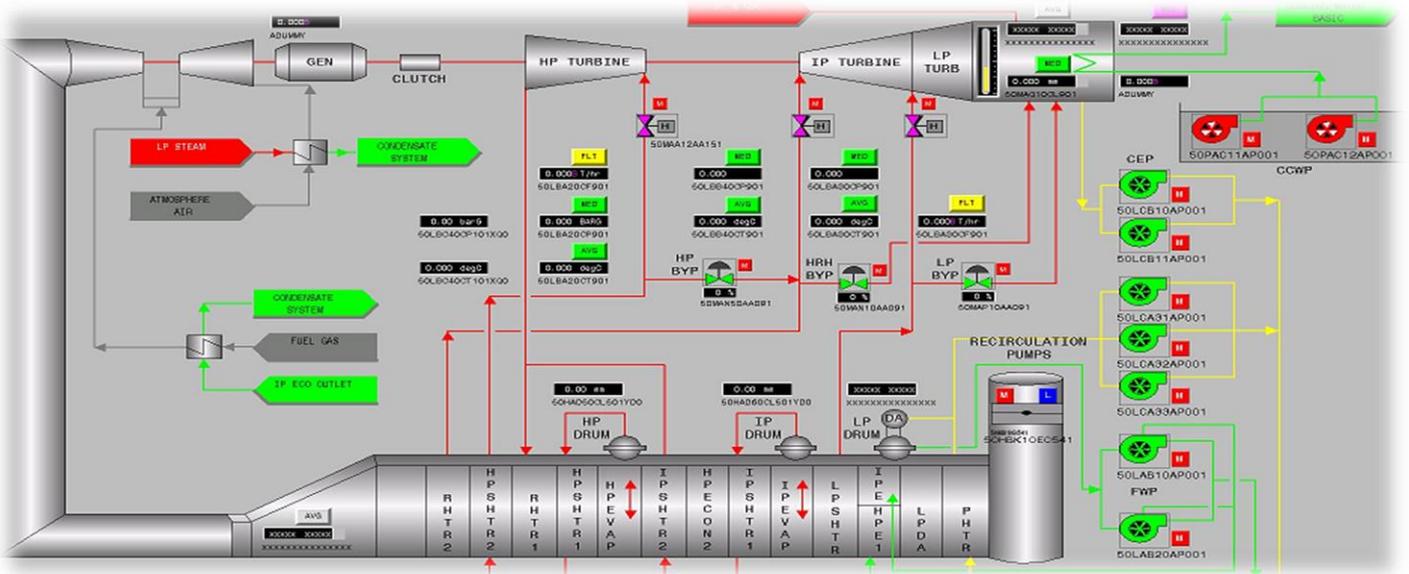


Figure 1. 20. Illustration du Cycle eau / vapeur

I.13.9 Station de pompage

L'eau de mer est amenée à l'intérieur de la centrale à travers 4 tuyaux de 2300mm diamètre. Le tuyau d'admission est relié au puisard d'admission commun d'eau de mer. **Figure 1.21.**

La pompe d'eau en circulation (de capacité de 2x50% par unité) injectera l'eau de mer au condenseur, et les pompes d'alimentation de la station de dessalement (de capacité 2x100%) injecteront l'eau à la station de dessalement.

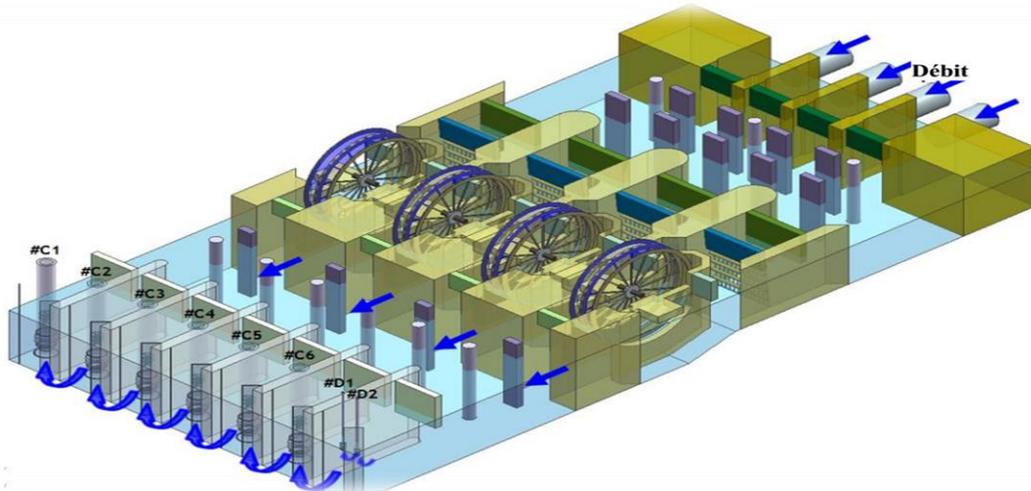


Figure 1. 21. Station de pompage

I.14 Conclusion

Avec une puissance de 1131.1 MW la centrale à cycle combiné de Ras Djinet va jouer un rôle principal dans la stabilité de réseau national dans les années à venir.

Grâce à la combinaison des deux cycles, nous avons un bien meilleur rendement qui se rapproche des 60%, tandis que :

Le cycle eau/vapeur seul ne dépasse les 40%, la turbine à gaz plafonne aux alentours de 35%.
Donc les centrales CC en général et celle de Ras Djinet en particulier seront des solutions économiques pour la **SPE**.

En fin elle sera une école de formation ouverte pour les ingénieurs CC de **SPE**.

Chapitre II

II.1 Introduction

Toute installation industrielle est équipée d'un ensemble de capteurs et actionneurs dont l'utilité consiste à contrôler les principaux paramètres physiques, à savoir, la pression, le débit, la température..., etc.

Dans ce chapitre, seront présentés les différents capteurs et actionneurs utilisés dans l'installation d'exportation.

II.2 Généralités sur les capteurs

II.2.1 Définitions

Un capteur est un composant technique qui détecte un événement physique se rapportant au fonctionnement du système (présence d'une pièce, température, etc.) et traduit cet événement en un signal exploitable par la PC de ce système.

Ce signal est généralement électrique sous forme d'un signal basse tension. L'information détectée par un capteur peut être d'une grande variété, ce qui implique une grande variété de besoins en capteurs. On cite parmi les plus connus et fréquents, les capteurs de position, de présence, de vitesse, de température et de niveau (figure 2.1).



Figure 2. 1. Fonctionnement du capteur

- La grandeur physique à mesurer, souvent appelée (mesurande), n'est en général pas directement utilisable. Elle constitue le signal d'entrée (ou stimulus) du capteur
- La grandeur exploitable est souvent de nature électrique. Elle est une représentation de la grandeur à mesurer et doit être indépendante des autres grandeurs pouvant influencer sur le capteur. Ces grandeurs étrangères portent le nom de grandeurs d'influence.

II.2.2 Constitution d'un capteur

Les parties constitutives d'un capteur sont les suivantes (voir fig.2.2).

- corps d'épreuve
- élément de transduction (ou élément sensible).
- boitier
- module électronique de conditionnement (éventuellement).

- **Le corps d'épreuve**

Est un élément mécanique qui réagit sélectivement à la grandeur à mesurer.

Il a pour rôle de transformer la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable.

Cette grandeur constitue la réaction du corps d'épreuve.

- ✓ **Élément de transduction**

Est un élément mécanique de protection, de maintien et de fixation du capteur.

- ✓ **Module électronique de conditionnement**

A selon les cas, les fonctions suivantes :

- ✓ Alimentation électrique du capteur (si elle est nécessaire).
- ✓ Mise en forme et amplification du signal de sortie.
- ✓ Filtrage, correction, traitement du signal.
- ✓ Conversion du signal (analogique/numérique ; tension/fréquence...).
- ✓ Mise à niveau du signal de sortie pour sa transmission à distance.

Ce module électronique porte souvent le nom de **transmetteur**. Il peut être ou non incorporé au capteur proprement dit Fig. 2.2.

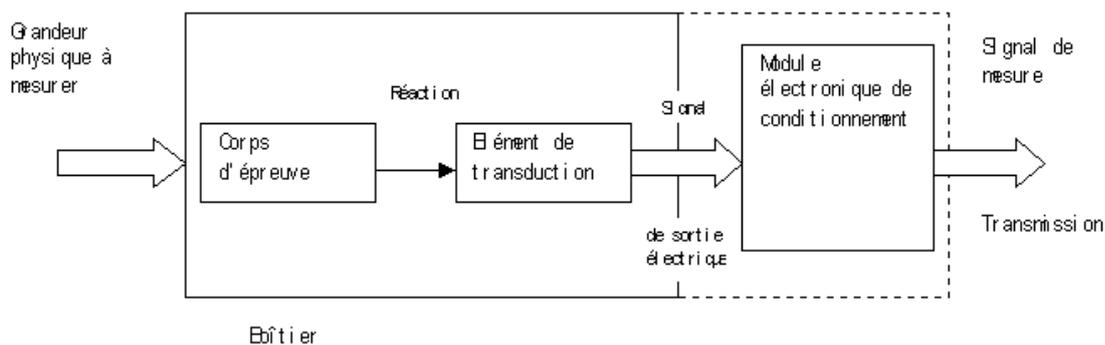


Figure 2. 2. Éléments constitutifs d'un capteur

✓ Domaine d'évolution de la grandeur

Peut-être statique ou dynamique.

- ✓ En statique, le mesurande conserve dans le temps une valeur stable ou peu rapidement variable. C'est le domaine des phénomènes continus. On convient de partager le domaine des phénomènes continue. On convient de classer dans le domaine dynamique en plusieurs tranches :

-de 0 à250 HZ, très basses fréquences (TBF).

-de 250 HZ à 2KHZ, basses fréquences (MF).

-de 2KHZ à10 KHZ, moyennes fréquences (MF).

-au-delà de 10 KHZ, hautes fréquences.

II.2.3 Les catégories des sorties des capteurs (Tableau 2.1)**✓ Capteur analogique**

Le signale, élaboré par le capteur, est de nature analogique. Il est généralement de bas-niveau. Dans la pratique industrielle, on donne souvent à ce type de matériel le nom de capteur. Dans le cas au une électronique de conditionnement du signale est incluse dans le boitier même du capteur analogique, on parle de capteur transmetteurs. Le signal analogique délivré est alors de haut niveau (0-10 V ou 4-20mA par exemple) et peut être transmis à distance.

✓ Capteur numérique

Le signal élaboré par le capteur, est directement codé sous une forme numérique ou sein même de capteur. Le signal peut être absolu dans le cas où la transmission s'effectue en mode parallèle, c'est-à-dire que le signal est codé numériquement sur plusieurs bits transmis en parallèle sur plusieurs fils, ou incrémental dans le cas où la transmission s'effectue en mode série : le signal codé en numérique est transmis sur un seul fil, les bits de code étant transmis séquentiellement. Dans ce dernier cas, le signal se compose d'une série d'impulsion électrique qu'il est nécessaire de compter pour retrouver la valeur mesurée. Les capteurs numériques, selon les cas, portent en pratique les noms de codeurs ou de compteur.

✓ Capteur logique

Le signal ne comporte que deux états ou valeurs possibles. La transition correspond au franchissement d'un seuil de la part de mesurande. Ces capteurs de type tout-ou-rien portent le nom de détecteur

Tableau VI :les trois grandes catégories de capteurs à sortie électrique

Type de capteur	Type de signal se sortie	Appellation
analogique	-analogique bas niveau	capteur
	-analogique haut niveau	Capteur-transmetteur
Numérique	-Numérique absolu	codeur
	-Numérique incrémental	Codeur compteur
Logique	-Tout-ou-rien	Détecteur

II.2.4 Les types des capteurs

II.2.4.1 Capteur de pression

✓ Définition d'un capteur de pression :

Par conséquent, un capteur de pression est un instrument composé à la fois d'un élément sensible à la pression pour déterminer la pression réelle appliquée au capteur et de certains composants pour convertir cette information en un signal de sortie figure 2.3.



Figure 2. 3. Transmetteur de pression

II.2.4.2 Détecteur et capteur de niveau

L'installation d'exportation est dotée de transmetteurs de niveau à déplacement ultramodernes (Magnetrol EZ Modulevel), ce sont des appareils perfectionnés à deux ou quatre fils, à sécurité intrinsèque, reposant sur un principe de flottabilité simple pour détecter des variations de niveau de liquide et les convertir en un signal de sortie 4-20 mA stable. La liaison entre l'élément détecteur de niveau et la sortie électronique permet une conception et une construction mécanique simples. La conception verticale en ligne du transmetteur permet d'alléger le dispositif et de simplifier son installation. Figure 2.4.



Figure 2.4. Transmetteur de niveau

II.2.4.3 Capteurs de température (thermomètre avec contacte électrique)

Les thermomètres avec contacts de commutation trouvent leur application à chaque fois que la température de processus doit être indiquée localement et qu'en même temps des valeurs limites doivent être surveillées. Les contacts électriques ferment ou ouvrent le circuit en fonction de la position de l'aiguille de l'instrument de mesure d'indication. Si l'indication est sensiblement au-dessus ou en-dessous d'une valeur de consigne, ils déclenchent une alarme, d'où aussi le terme « contact d'alarme ». Ces instruments sont également adaptés aux processus de démarrage, d'arrêt ou de commutation. Voir (Figure 2.5).

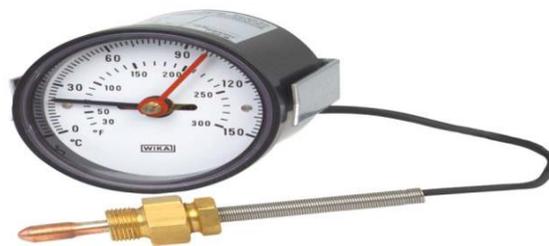


Figure 2.5. Capteur de température.

II.2.4.4 Capteur de vitesse

Définition :

Le capteur de vitesse, un composant indispensable pour assurer le fonctionnement de plusieurs systèmes embarqués, permet de mesurer la vitesse de rotation magnétique afin de fournir une tension qui correspond à la vitesse de rotation.

- ✓ **Sans entraînement** (figure 2.6).



Figure 2.6. Capteur de vitesse sans entraînement.

II.2.4.5 Capteur de position (fin de cours à contact)

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique. Figure 2.7.

En perte de vitesse, les capteurs mécaniques à contact sont les seuls encore largement utilisés. L'action mécanique sur la partie mobile du capteur permet d'établir ou d'interrompre un contact électrique.



Figure 2. 7. Capteurs de fin de cours à contact.

II.2.4.6 Les capteurs de débit

Ils sont destinés à contrôler la quantité de fluide qui s'écoule ou qui est fournie par unité de temps Figure 2.8.



Figure 2.8. Capteur de débit.

II.3 Les vannes

II.3.1 Généralité sur les vannes

Une **vanne** est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation)

L'équivalent anglo-saxon de vanne est le mot *valve*, dont le sens est plus général puisqu'il recouvre les traductions de valve, vanne et de soupape en français.

Le terme synonyme de vanne est robinet. Il est parfois utilisé pour des modèles de petites dimensions, couramment montés sur des canalisations domestiques.

II.3.2 Éléments d'une vanne

Toutes les vannes sont constituées des parties fonctionnelles suivantes :

1. Corps.
2. Voie ou passage.
3. Portée ou siège.
4. Axe ou tige.
5. Opercule, obturateur ou rotor.
6. Volant ou actionneur.
7. Chapeau ou bonnet.
8. Garniture de presse-étoupe.
9. Écrou de presse étoupe.

II.3.3 Caractéristiques des vannes

II.3.3.1 Spécification d'une vanne

Pour définir une vanne, il est nécessaire d'en spécifier les éléments suivants :

- Le type : à boisseau, à opercule, à soupape, à papillon, etc.

- La taille : depuis le petit robinet jusqu'à la très grosse vanne de régulation du débit d'eau dans une centrale hydroélectrique
- La norme de construction : qui définit les encombrements, la taille des brides éventuelles.
- Les normes usuelles sont la norme ISO, DIN ou ANSI
- La pression nominale de conception (PN) : standardisée selon les normes, par exemple PN16, PN25, PN40 (pour 16, 25 ou 40 bar).
- Le raccordement sur la tuyauterie : à visser (NPT ou BSPT), à brides, à souder (BW : bout à bout; SW : à emmanchement).
- La matière de construction : définie suivant la compatibilité des matériaux avec le fluide.
- L'actionnement de la vanne : manuel ou motorisé. Électrique, on parle alors d'électrovanne, hydraulique ou pneumatique.

II.3.4 Vannes de régulation

II.3.4.1 Définition

La vanne de régulation est utilisée comme organe de réglage dans différents types de boucles de régulation. Elle permet de contrôler le débit dans une canalisation, en modifiant les pertes de charges de celle-ci. Il existe plusieurs représentations d'une vanne Figure 2.9.



Figure 2. 9. Capteur de débit.

II.3.4.2 Éléments constituant la vanne de régulation

II.3.4.2.1 La vanne est constituée de deux éléments principaux

- **Le corps de vanne** : c'est l'élément qui assure le réglage du débit.

- **Le servomoteur** : c'est l'élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne.
- **Et aussi d'un certain nombre d'éléments auxiliaires**
 - Un contacteur de début et de fin de course
 - Une recopie de la position
 - Un filtre détendeur
 - Un positionneur

II.3.5 Caractéristiques des vannes de régulation

II.3.5.1 Caractéristique intrinsèque de débit

C'est la loi entre le débit Q et le signal de commande de la vanne Y , la pression différentielle ΔP aux bornes de la vanne étant maintenue constante.

On distingue essentiellement trois types de caractéristiques intrinsèques de débit Figure 2.10

- Linéaire.
- Égal pourcentage.
- Tout ou rien.

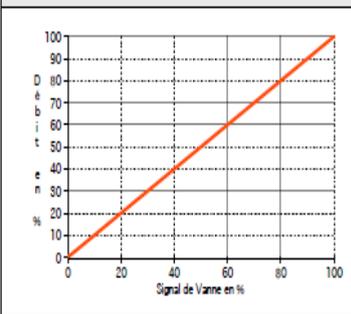
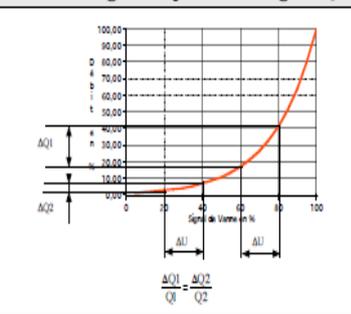
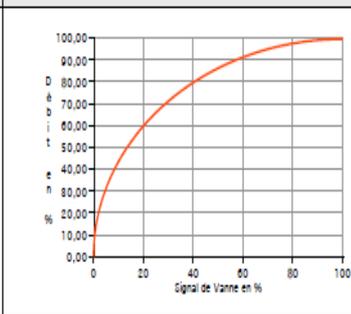
Débit linéaire PL	Débit égal en pourcentage EQP	Débit tout ou rien PT
		
<p>Le débit évolue linéairement en fonction du signal. La caractéristique est une droite. Des accroissements égaux du signal vanne provoquent des accroissements égaux de débit.</p>	<p>La caractéristique est une exponentielle. Des accroissements égaux du signal vanne provoquent des accroissements égaux de débit relatif.</p>	<p>Cette caractéristique présente une augmentation rapide du débit en début de course pour atteindre alors environ 80% du débit maximum.</p>

Figure 2.11. Caractéristique intrinsèque de débit.

II.3.5.2 Rôle de la vanne de régulation

Dans une boucle de régulation, l'organe final de réglage est le plus souvent une vanne qui par action sur le débit d'un fluide (gaz ou liquide) permet de réguler la grandeur mesurée (pression,

débit, niveau, température).

Cette vanne dont le mouvement est commandé par le signal venant du régulateur est dite vanne de régulation.

Les vannes de régulation, encore appelées vannes automatiques peuvent se décomposer en deux grandes familles, suivant le type de déplacements utilisés.

Ces déplacements sont :

- Longitudinaux pour les vannes automatiques classiques.
- Rotatifs pour les vannes automatique type C AMFLEX de MASONEILAN Ou MAXFLOW de Schlumberger.
- Les vannes automatiques, utilisées dans l'industrie chimique et pétrolière, sont le plus souvent à commande pneumatique.
- Cependant, la même fonction peut être remplir par une vanne automatique à commande hydraulique, un registre ou des vannes commandées par un servomoteur pneumatique (circuits d'air ou de fumées sur les fours), un variateur d'incidence de pales ou un variateur de vitesse de rotation commandant le débit d'air à travers un aéroréfrigérant.

II.3.6 Vanne motorisée

Une **vanne pneumatique** est un robinet à commande motorisé dont le mécanisme de fermeture et d'ouverture est actionné par un servomoteur à gaz comprimé (habituellement de l'air) Figure 2.1

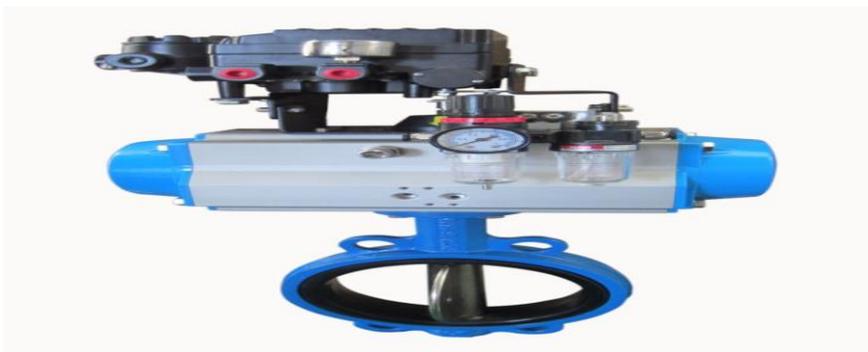


Figure 2.12. Vanne pneumatique

II.3.6.1 Domaines d'application d'une vanne pneumatique

Les vannes pneumatiques entrent dans l'élaboration de systèmes d'automatisation ou à commandes déportées. À ce titre, on les retrouve dans tous les secteurs de l'industrie, de la machine-outil, de la chimie, de la pétrochimie, du médical, de la pharmacie, de

l'agroalimentaire, des transports, etc.

Elles trouvent également des applications dans les collectivités : chauffages à eau chaude, à air ou à vapeur, climatisation, transport de combustibles liquides ou gazeux, lutte contre l'incendie....

II.3.7 Les pompes

Une pompe à eau est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler de l'eau à l'aide d'un moteur électrique et d'une turbine en sortie d'axe, l'eau est refoulée avec force.

Figure 2.13.



Figure 2. 13. Pompe à eau électrique

II.4 Conclusion

Pour automatisé un dispositif, il faut identifier les capteurs qui nous donnent sont état à chaque instant et également ses actionneurs avec lesquels on pourra agir sur son fonctionnement.

Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de l'automate programmable API.

Chapitre III

III.1 Introduction

L'automate programmable industriel (API) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. L'automate trouve sa place dans les domaines les plus variés comme dans les chaînes de fabrication (usinage, montage, cimenteries etc...), pour les opérations de manutention (stockage, chargement, empilage etc...), il assure les fonctions les plus complexes comme la régulation de ces systèmes. On trouve sur le marché différentes variétés, ceci est dû à la diversité des constructeurs (ABB, TOSHIBA, ALLEN BRALEY, SIMATIC...) qui utilisent des langages de programmation différents.

III.2 La structure d'un système automatisé

Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-dessous
Figure 3. 1 :

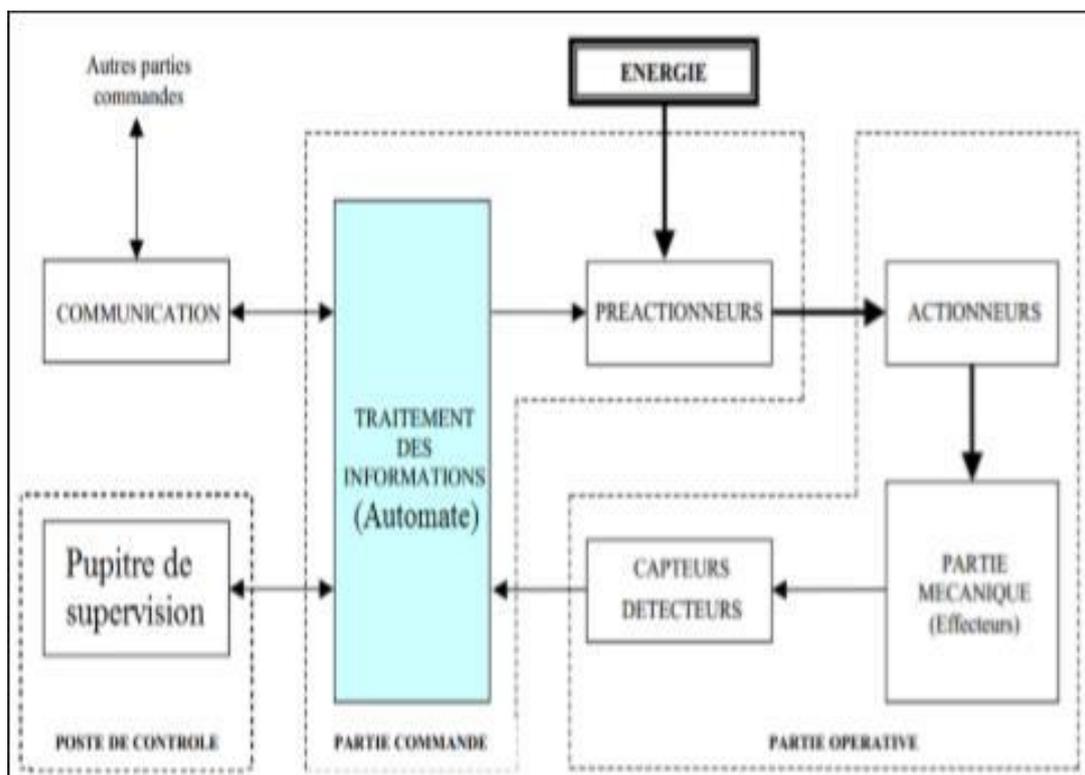


Figure 3. 2. Structure d'un système automatisé.

III.2.1 Partie commande

La partie commande d'un système automatisé est le centre de décision. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs, ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique...) et les actionneurs comme par exemple : moteurs, distributeur. Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations.

Celui-ci reçoit les consignes du poste de contrôle (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs. En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches, elle va commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation ou à d'autres systèmes de commande ou supervision en utilisant un réseau et un protocole de communication.

III.2.2 Unité de traitement d'informations

L'unité de traitement d'informations est un ensemble d'appareils (électriques, mécaniques ou biologiques) permettant de traiter automatiquement des informations.

Cette opération peut être gérée par un API, une carte Arduino ou DSP...

Dans notre système nous avons utilisé un API comme unité de traitement d'informations.

III.2.3 Pré-actionneur

Un pré-actionneur est un élément qui sur réception d'un ordre de la partie commande, fournit à l'actionneur qui lui est associé l'énergie requise pour fonctionner.

Les pré-actionneurs utilisés avec les actionneurs électriques sont principalement les contacteurs magnétiques et les variateurs de vitesse.

Pour les actionneurs pneumatiques et hydrauliques, les pré-actionneurs les mieux adaptés à la tâche sont les distributeurs électropneumatiques ou électrohydrauliques, selon le cas.

III.2.4 Partie opérative

La partie opérative effectue les actions (tâches) ordonnées par la partie commande. Elle dispose d'actionneurs pour produire des actions sur les effecteurs et elle adresse des comptes rendus à la partie commande avec les capteurs.

III.2.5 Actionneurs

Les actionneurs sont des convertisseurs électromécaniques conçus pour mettre en mouvement des systèmes mécaniques à partir de commande électrique.

Ce sont essentiellement des moteurs et des vérins.

Ils produisent de l'énergie mécanique à partir d'énergie électrique, hydraulique ou pneumatique mais toujours contrôlés par des signaux de commande électrique.

Il y'a plusieurs types d'actionneurs, comme par exemple les :

- ❖ Actionneurs pneumatiques
- ❖ Actionneurs hydraulique
- ❖ Actionneurs électriques

III.2.6 Effecteurs

L'effecteur agit directement sur la matière d'œuvre et lui apporte sa valeur ajoutée comme par exemple : une pince, un tapis roulant...etc.

III.2.7 Capteurs

Le capteur est un organe qui prélève des informations sur le comportement de la partie opérative et les transforme en une information exploitable par la partie commande.

Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie). Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

III.2.8 Poste de contrôle (pupitre)

C'est la partie qui effectue la supervision du système. Aussi appelé l'interface homme machine. Elle permet d'effectuer des réglages d'afficher des messages et de gérer les défauts.

III.3 Automate programmable industrielle(API)

III.3.1 Introduction de l'API

L'automate programmable industrielle (API) était considérée comme une machine séquentielle, capable de suppléer des automatismes réalisés en logique traditionnelle, en apportant toutefois de profonds bouleversements dans la manière de concevoir et d'organiser le contrôle d'un processus. L'intégration de l'automate programmable renforce le degré de fiabilité de l'équipement et offre une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement.

Aujourd'hui, l'automate programmable n'est plus seulement une machine séquentielle mais il est beaucoup plus considéré comme un calculateur de processus grâce aux énormes progrès quant à la structure de base, la qualité et la diversité des outils proposés.

III.3.2 Historique de l'API

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande.

Les coûts de l'électronique permettant alors de remplacer avantageusement les technologies actuelles.

III.3.3 Définition

API est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

III.3.4 Structure interne des API

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple. Cette structure comporte quatre parties principales : Une unité de traitement (un processeur CPU); Une mémoire ; des Interfaces et des modules d'entrées-sorties.

Une alimentation. Un bus interne (liaisons parallèles) est utilisé pour échanger les informations entre les différents éléments de l'automate (entrées, sorties, mémoires).

III.3.5 Processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties et d'autre part à exécuter les instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. Figure 3.2

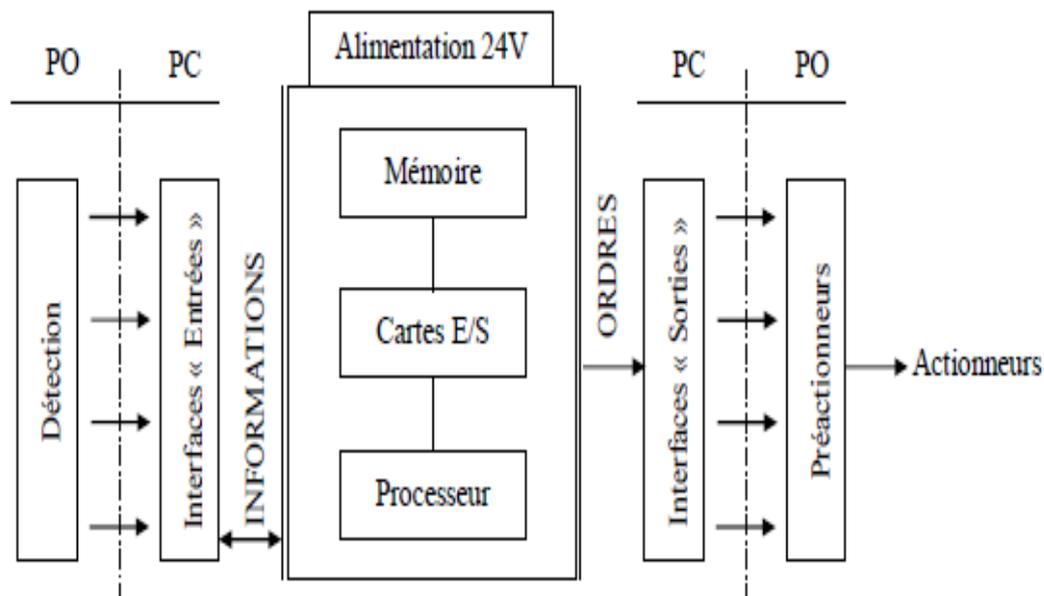


Figure 3.3. Structure interne des API.

III.3.6 Mémoire

Elle est conçue pour :

- ❖ recevoir les informations issues des capteurs d'entrées
- ❖ recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties.
- ❖ recevoir et conserver le programme du processus.

Il existe dans les automates trois types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes

:

- **Mémoire de programme** : Cette mémoire est utilisée pour stocker le programme. Elle est en général de type EEPROM (electrically erasable PROM : mémoires mortes reprogrammables effacement électrique).
- **Mémoire système** : Cette mémoire, présente dans le cas d'automates à microprocesseurs, est utilisée pour stocker le système d'exploitation et elle est programmée en usine par le constructeur. Elle peut donc sans problème être réalisée en technologie PROM (c'est-à-dire programmable une seule fois, sans possibilité d'effacement) voire ROM (mémoire morte accessible uniquement en lecture).

- **Mémoire de données** : Elle est utilisable en lecture-écriture des données pendant le fonctionnement. C'est une mémoire de type RAM (mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer) utilisant une technologie spéciale (CMOS) à très faible consommation électrique du moins, à l'état de repos et elle nécessite une batterie de sauvegarde.

III.3.7 Interfaces et cartes d'Entrées / Sorties

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP).

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes ...) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre.

Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate.

Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif ...).

L'interface réalise trois fonctions principales :

- Le découplage mécanique (borniers à vis par exemple) entre le câblage processus et le câblage interne de l'automate.
- Le découplage électrique (isolation galvanique) : Le problème est de se protéger contre les tensions de mode commun existant non seulement entre les signaux d'entrée et l'automate mais aussi entre les signaux d'entrée eux-mêmes.
- L'adaptation des niveaux de tensions (Par exemple, atténuer les entrées haut niveau hors standards, amplifier les entrées bas niveau, effectuer la transformation courant/tension)
- La conversion analogique/numérique.
- Filtrage des signaux parasites : Élimination des parasites industriels de fréquence supérieure à celles du signal utile.
- La synchronisation des transferts conformément aux procédures d'échange du BUS de l'automate.

III.3.8 Alimentation électrique

Tous les automates actuels sont équipés d'une alimentation 240 V 50/60 Hz, 24 V DC. Les entrées sont en 24 V DC et une mise à la terre doit également être prévue.

III.3.9 Modules complémentaires (spéciaux)

Les automates compacts permettent de commander des sorties en T.O.R et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique.

Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks.

Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

III.3.10 Principales fonctions

- **Cartes de comptage rapide:** elles permettent d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate. (Signal issu d'un codeur de position).
- **Cartes d'entrées / sorties analogiques:** Elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur. La fonction inverse (sortie analogique) est également réalisée. Les grandeurs analogiques sont normalisées : 0-10V ou 4-20mA.
- **Cartes de communication (RS485, Ethernet ...)** : Ils permettent d'établir des communications à distance avec d'autres systèmes de traitement par lignes séries: paires téléphoniques, coaxes, fibres optiques, ...
- **Cartes d'entrées / sorties déportées:** ils permettant de décentraliser des châssis entrées / sorties industrielles sur des distances importantes (ordre du km). Cette possibilité de décentralisation permet, dans de nombreux cas, de réduire substantiellement le volume de câblage entre le processus et l'automate.
- **Autres cartes**
 - ❖ Cartes de régulation PID.
 - ❖ Cartes de commande d'axe.
 - ❖ Cartes de pesage.
 - ❖ Cartes de surveillance et de contrôle.

III.3.11 Domaine d'utilisation des automates

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (Convoyage, emballage ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

III.3.12 Les avantages des automates programmables

On peut citer quelques avantages qu'ils offrent :

- ❖ La possibilité de mettre en œuvre plusieurs automates en réseau.
- ❖ La possibilité de tester ses programmes avant utilisation.
- ❖ La possibilité d'agir sur deux paramètres le matériel et le programme.
- ❖ Rapidité d'exécution.
- ❖ La flexibilité dans la possibilité d'ajout ou suppression d'une ou plusieurs entrées/sortie (capteur/actionneur).
- ❖ la réduction de des coûts de câblage et de maintenance.
- ❖ la réduction de beaucoup d'espace requis pour l'installation.

III.4 Choix d'un automate programmable pour l'atelier d'empilage

Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier des charges de son système et de regarder sur le marché l'automate le mieux adapter aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

III.4.1 Critères matériels

❖ **Nombre d'entrées/ sorties**

Le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks des que le nombre d'entrées/sorties nécessaires devient élevé.

❖ **Type de processeur**

La taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans une gamme très étendue.

❖ **Fonction de communication**

L'automate doit pouvoir communiquer avec les systèmes de commande (api, supervision...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (profibus).

III.4.2 Critères fonctionnels

Dans le cas de notre système on a des capteurs de types : T.O.R (tout ou rien) électrique.

Le nombre d'entrées binaires =60 et le nombre de sorties binaires =60 donc on pourra choisir un automate programmable de la série S7-300.

III.4.3 Critère technologique

L'automate s7-300 offre une grande variété d'e/s tout ou rien qui présentent la particularité d'être parfaitement adaptés au milieu industriel ou fonctionne généralement

à l'automate afin d'assurer la fiabilité des échanges d'information.

III.4.4 Critères économiques

Le critère économique est un facteur important dans le choix d'un automate comme les différents coûts d'étude et de mise en oint et de maintenance.

L'existence de la documentation et le savoir –faire du personnel sur le matériel ont parfaitement contribué au choix d'un API SIEMENS S7-300.

- ❖ Le nombre d'entrées/sorties.
- ❖ La nature des entrées/sorties (numérique, analogique, etc....).
- ❖ La nature du traitement (temporisation, comptage, etc....).
- ❖ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ❖ La communication avec les autres systèmes.
- ❖ Les moyens de sauvegarde du programme (Disquette, carte mémoire, etc....).
- ❖ La fiabilité et la robustesse.

En tenant compte des points soulignés précédemment, nous avons choisi comme système de traitement des informations l'automate SIEMENS S7– 300.

III.5 Présentation de l'automate S7 – 300

L'automate programmable industriel S7 – 300 fabriqué par SIEMENS, qui fait partie de la gamme SIMATIC S7 est un automate destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes. Figure 3.3

La configuration et le jeu d'instruction des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire les exigences typiques et industrielles et la capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée.

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU, du coupleur et de modules d'entrées/sorties.

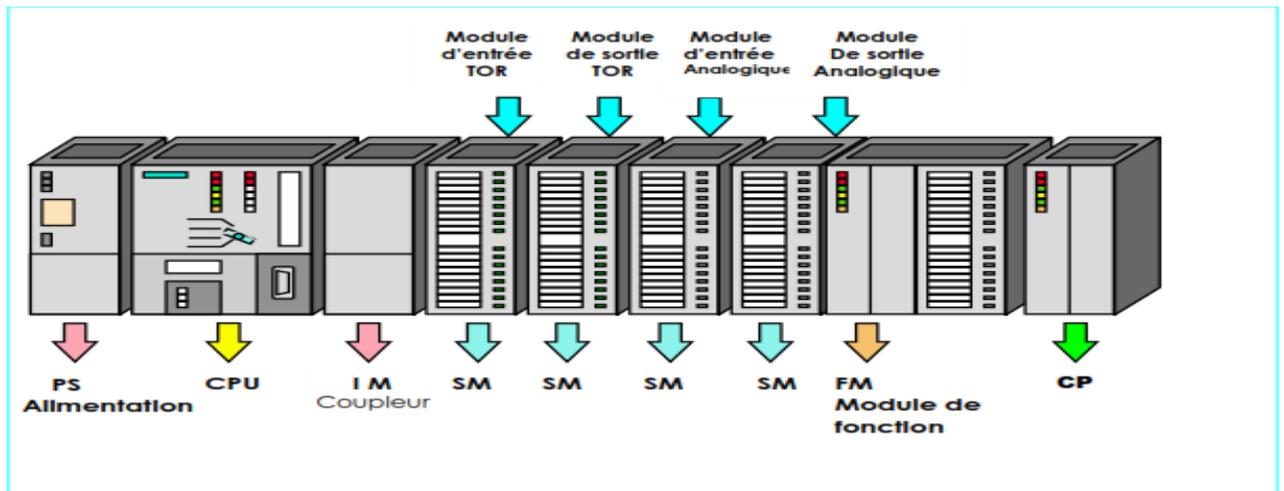


Figure 3.4. L'automate programmable S7 – 300.

III.5.1 Modularité

Le S7 – 300 est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible.

Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation, Les types des modules sont les suivants :

1. Modules d'alimentations (PS).
2. Unité centrale(CPU).
3. Coupleurs(IM).
4. Processeurs de communication (CP).
5. Modules de fonctionnements (FM).
6. Modules de signaux (SM).
7. Modules de simulation (SM 374).

- **Qu'est qu'un profilé support ?**

Les profilés supports ou les châssis (rack) constituent des éléments mécaniques de base de la SIMATIC S7 – 300, ils remplissent les fonctions suivantes figure 3.4 :

- La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension.
- L'acheminement du bus de fond de panier aux différents modules.

Dans le S7 – 300 ; les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités c'est-à-dire que le profilé support dans le S7 – 300 contient au maximum 11 emplacements

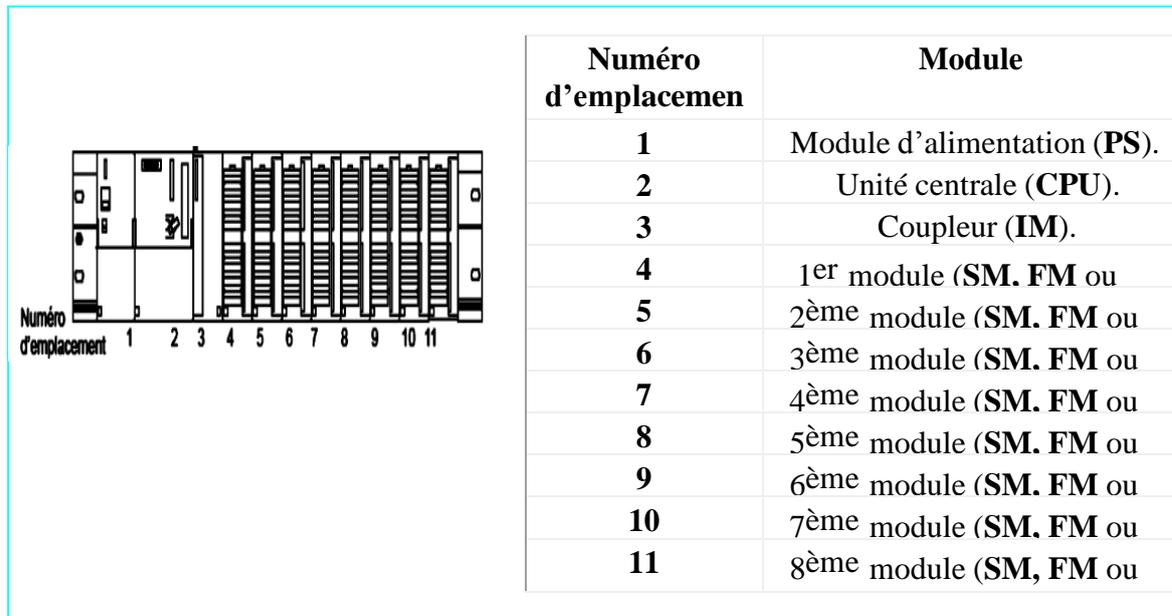


Figure 3.4. Le profilé – support pour l'API S7 – 300.

III.5.2 Module d'alimentation

Le module d'alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de (24V, 48V, 120V ou 230V) pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs en (24V, 48V, 120V ou 230V).

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.
- Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe.

III.5.3 Unités centrales (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate car elle permet de :

- Lire les états des signaux d'entrées.
- Exécuter le programme utilisateur et commander les sorties.
- Régler le comportement au démarrage et diagnostiquer les défauts par les LEDS.

Le S7 – 300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance,

On compte les versions suivantes

figure 3.5 :

- **CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.**
- **CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM**

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction (FM), la particularité de ces CPU est qu'elles sont dotées d'entrées/sorties TOR intégrées, des EEPROM intégrées et des fonctions intégrées qui sont les suivantes :

- Fonction intégrée fréquencemètre.
- Fonction intégrée compteur.
- Fonction intégrée compteur A/B.

CPU avec interface PROFILBUS DP (CPU 315 – 2 DP, CPU 316 – 2 DP CPU 318 – 2 DP)

Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux, toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP à l'exception de la CPU 318 – 2 DP où elle est utilisée uniquement comme un maître DP.



Figure 3.5. Unités centrales (CPU).

III.5.4 Coupleur (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphériques ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base. Pour l'API S7 – 300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365 : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.
- IM 360 et IM 361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

III.5.5 Module communication (CP)

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec :

- Des commandes robots.
- Communication avec des pupitres opérateurs.

- Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

III.5.6 Modules de fonctions (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs. On peut citer les modules suivants :

- FM 354 et FM 357 : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- FM 353 : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- FM 355 : Module de régulation.
- FM 350 – 1 et FM 350 – 2 : Module de comptage.

III.5.7 Modules de signaux (SM).

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées TOR, des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogique. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. Figure 3.6

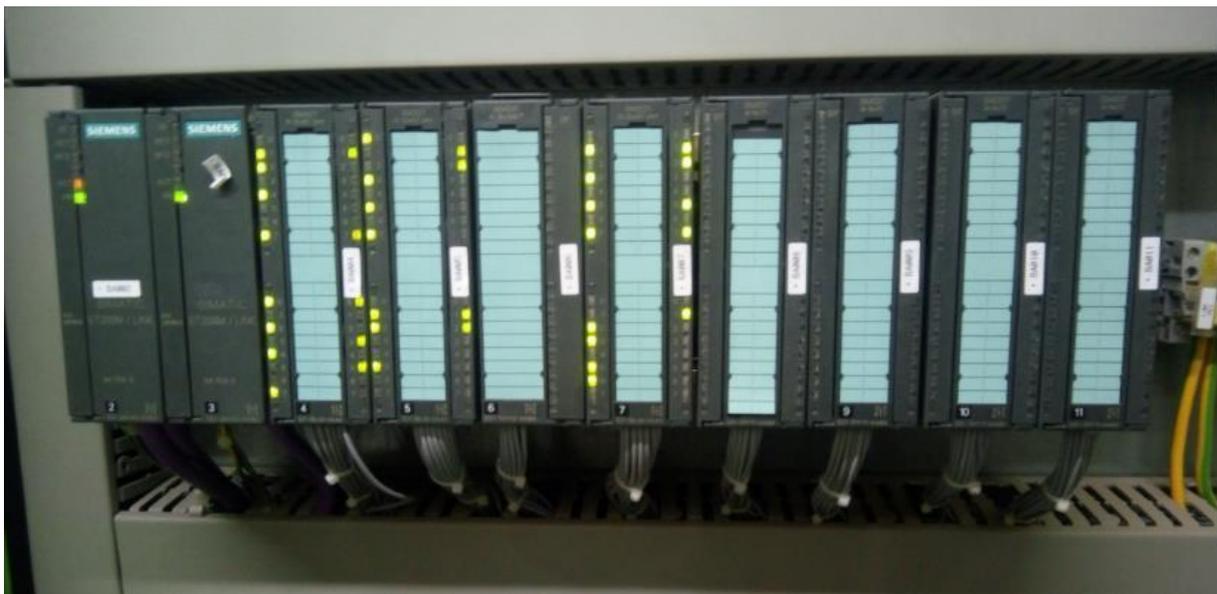


Figure 3.6. Modules de signaux (SM).

➤ Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

III.5.8 Les modules d'entrées/sorties.

Les modules d'entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7 – 300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers. En utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc....).

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des

capteurs, au niveau du signal interne du S7 – 300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7 – 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou Pré – actionneurs.

III.5.8 Les modules d'entrées/sorties analogique.

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques, les entrées et les sorties analogiques possèdent des convertisseurs analogique – numérique et numérique – analogiques d'une résolution de 11 bits + bit de signe, les images des valeurs analogiques sont représentées sur 16 bits, pour les modules possédant une résolution inférieure à 15 bits + bit de signe, les bits de poids plus faibles ne sont pas représentatif.

III.5.9 Les modules d'entrées analogiques.

Les modules d'entrées analogiques (SM 331) convertissent un signal analogique issu des capteurs analogiques en un signal numérique. Ces modules ne comportent qu'un circuit de conversion analogique numérique CAN, car la CPU de l'automate S7 – 300 ne peut lire que les valeurs analogiques binaires.

La conversion analogique/numérique concerne les entrées analogiques des étendues de tension (± 80 mV, ± 250 mV, ± 500 mV, ± 5 V, ± 10 V), de courant (± 10 mA, $\pm 3,2$ mA, ± 20 mA), de résistance (150 Ω , 300 Ω et 600 Ω) et de température, en un mot (De compléments à 2) au format de 8, 12 ou 16 bits, afin que l'automate puisse traiter ces variables par de la programmation (gestion d'alarme, contrôle, asservissement...).

✓ Représentation des valeurs analogiques sur 15 bits.

Le signe (S) d'une valeur analogique est toujours codé dans le bit n° 15 :

- 0 si nous avons une valeur analogique positive.
- 1 si nous avons une valeur analogique négative.

Tableau VII : La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits.

Résolution	Valeur analogique															
Numéro de bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Valeur de bit	S	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

III.5.9.1 Les modules de sorties analogiques (SM 332)

Les modules de sorties analogiques (SM 332) réalisent la conversion des signaux numériques internes (du S7 – 300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré – actionneurs analogiques, ces modules comportent donc des circuits de convertisseurs numériques analogiques CNA, le transfert des valeurs numériques vers le module s'effectue par multiplexage piloté par le processeur automate.

La conversion des voies de sorties analogiques est réalisée séquentiellement, c'est-à-dire que les voies de sorties analogiques sont converties les unes après les autres.

Cependant, il existe des modules où ils sont à la fois des modules d'entrées et sorties analogiques (FM 334), ces modules réalisent les deux fonctions.

III.5.10 Modules de simulation (SM 374)

Le module de simulation SM 374 est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service en cours de fonctionnement. Dans le S7 – 300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- La simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- La signalisation d'état des signaux de sorties par des LEDS.

III.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les différentes parties d'un système automatisé, partie opérative, partie commande et partie supervision. Ainsi que les protocoles de communication utilisés. Cela va nous aider dans la réalisation de notre projet et de comprendre la fonction des éléments qui constitue.

Chapitre IV

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous présentons le descriptif du logiciel utilisé « le STEP 7 » et nous présenterons le programme de la commande automatique des équipements de production du cycle combiné.

IV.2 Description de logiciel step7

IV.2.1 Définition

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes

D'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes. [12]

IV.2.2 Gestionnaire de Projet Simatic Manager

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

IV.2.3 Mode d'emploi

Dans STEP 7 on est libre de choisir l'une des deux procédures suivantes figure 4.1:

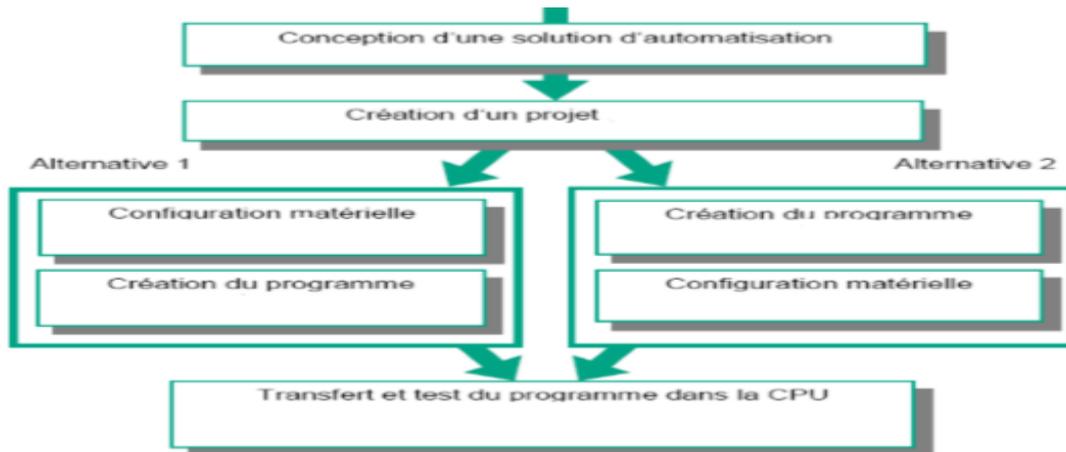


Figure 4.1. Mode d'emploi de STEP7.

IV.2.4 Les langages de programmation

Pour créer un programme sous STEP7, on dispose de trois langages de programmation CONT, LIST et LOG :

- **Programmation à schéma logique (LOG):** Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques et les fonctions complexes Figure 4.2.

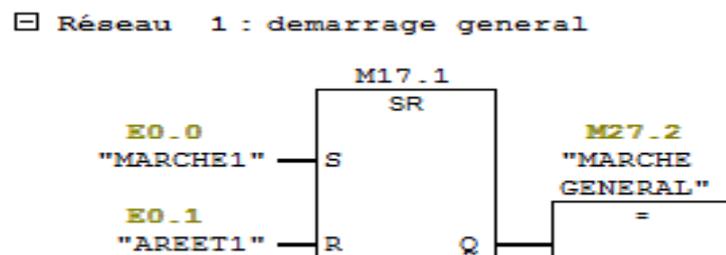


Figure 4.2. Présentation d'un schéma logique (LOG).

- **Programmation à schéma contact (CONT) :** C'est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions est très semblable aux schémas de circuits électriques. Le langage à CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. Figure 4.3

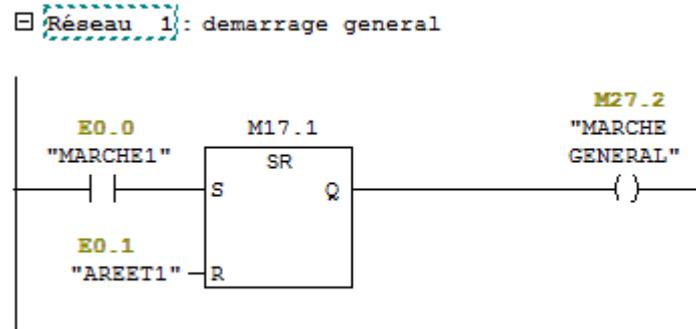


Figure 4.3. Présentation d'un schéma contact (CNT)

- **Programmation à liste (LIST) :** C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans cette programmation, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (paramètres de blocs et accès structurés aux données). Figure 4.4

```

Réseau 1: démarrage general
U   "MARCHE1"           E0.0
S   M   17.1
U   "AREET1"           E0.1
R   M   17.1
U   M   17.1
=   "MARCHE GENERAL"   M27.2
  
```

Figure 4.4. Présentation du langage LIST

IV.2.5 Structure du programme STEP7

La programmation structurée permet la rédaction claire et transparente de programmes. Elle permet la construction d'un programme complet à l'aide de modules qui peuvent être échangés et/ou modifiés à volonté. Pour permettre une programmation structurée confortable, il faut prévoir plusieurs types de modules : (OB) Bloc d'organisation, (FB) Bloc fonctionnel, (FC) Fonction, (SFB) Bloc fonctionnel système, (SFC) Fonction système, (DB) Bloc de données.

IV.2.6 Blocs existant sur step7

Le système d'automatisation utilise différents types de blocs dans lesquels peuvent être mémorisés le programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus, le programme peut être structuré en différents blocs.

- **Bloc d'organisation** [11]. Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.
- **Fonction** [10] : Une fonction (FC) assure une fonctionnalité spécifique du programme. Les fonctions peuvent être paramétrables.

- **Bloc fonctionnel** : Du point de vue du programme, les blocs fonctionnels s'apparentent aux fonctions FB et SFB, mais ils disposent en plus de zones mémoires spécifiques, sous forme de blocs de données d'instance. Les blocs fonctionnels conviennent pour la programmation de fonctionnalités récurrentes encore plus complexes (assurer des tâches de régulation).
- **Blocs de données** : Les blocs de données (DB) sont des zones de données du programme. DB utilisateur, mise à la disposition d'espace mémoire pour les variables de types données. Il existe deux types blocs de données
 - Bloc de données globales.
 - Bloc de données d'instance.

IV.2.7 Mémentos

Des mémentos sont utilisés pour le fonctionnement interne de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des éléments électroniques bistables servent à mémoriser les états logiques "0" et "1". Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties.

IV.2.8 Mnémoniques

Les mnémoniques sont les noms que l'on attribue aux variables globales de l'API. L'emploi des mnémoniques à la place des adresses absolues améliore considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme et aide à isoler des défauts éventuels. Les mnémoniques ainsi définies sont utilisables dans tout le programme utilisateur d'un module programmable.

IV.2.9 Les différents types de variables

Dans l'environnement de STEP 7, on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable. Le tableau ci-dessous résume les types de variables utilisés.

Tableau VIII : Différents types de variables contenues dans le STEP7

Groupe	Types de données	Signification
Type de données binaires	BOOL BYTE WORD DWORD	Les données de ce type occupent 1 bit, 8bits, 16bits ou 32bits.
Type de données sur caractère	CHAR	Les données de ce type occupent Du jeu de caractère ASCII.

Type de données numériques	INT DINT REAL	Les données de ce type permettent de traiter des valeurs numériques
Type de données temporelles	TIME DATE TIME OF-DAY S5TIME	Les données de ce type représentent les diverses valeurs de durée et de date dans le STEP 7.

IV.2.10 Création de projet S7 avec configuration matérielle

IV.2.10.1 Démarrage du logiciel STEP7

Pour lancer le logiciel STEP7, on localise l'icône SIMATIC Manager sur l'écran de l'ordinateur puis avec un double clic sur cette icône, on se permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle. Figure 4.5

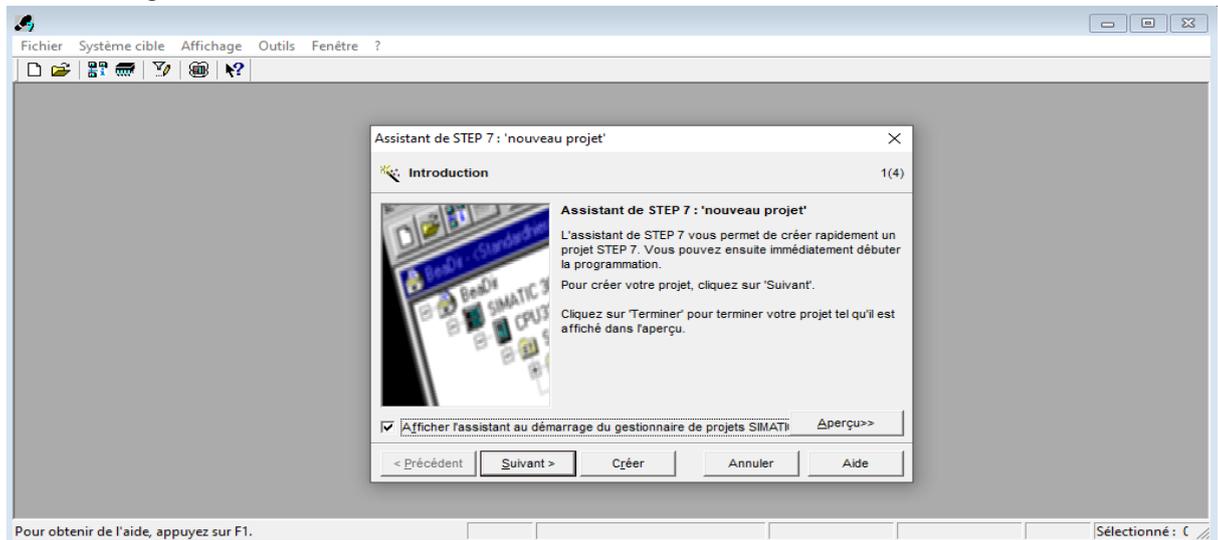


Figure 4. 5. Assistant nouveau projet

IV.2.10.2 Création d'un projet STEP7

Le logiciel SIMATIC Manger étant maintenant ouvert. On clique sur l'item fichier puis assistant nouveau projet. Après la sélection du type de la CPU et l'insertion du bloc d'organisation et le langage a liste, une fenêtre s'ouvre pour donner un nom au projet et on clique sur crée. Figure 4.6

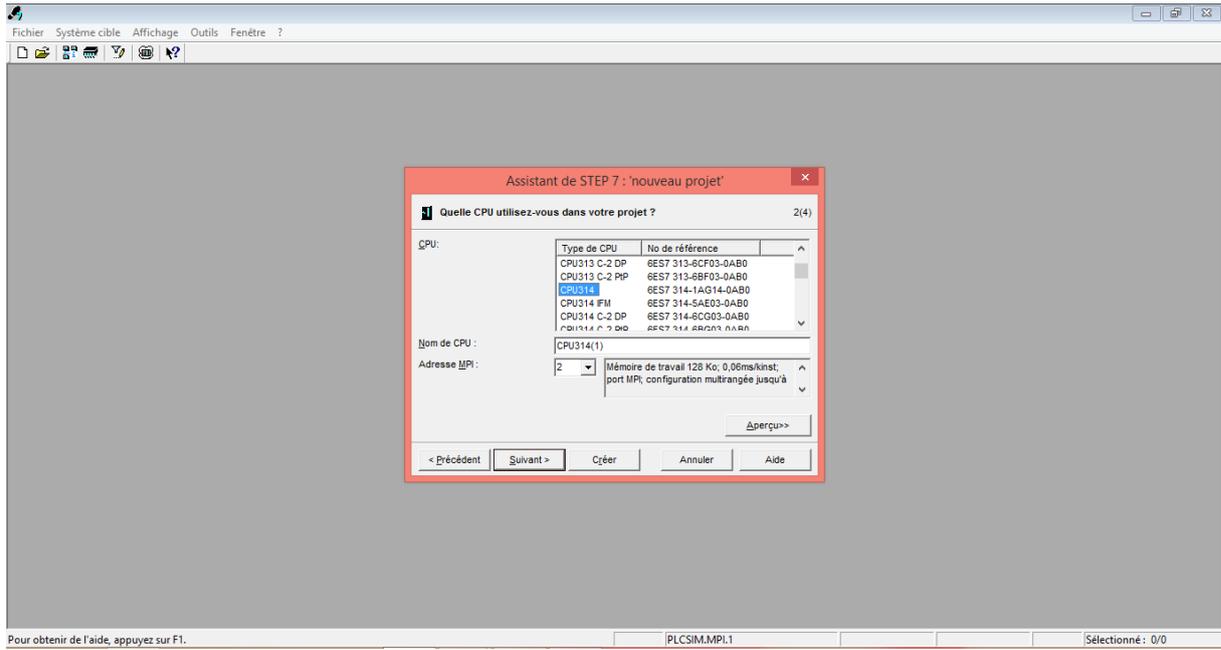


Figure 4.6. Choix de la CPU

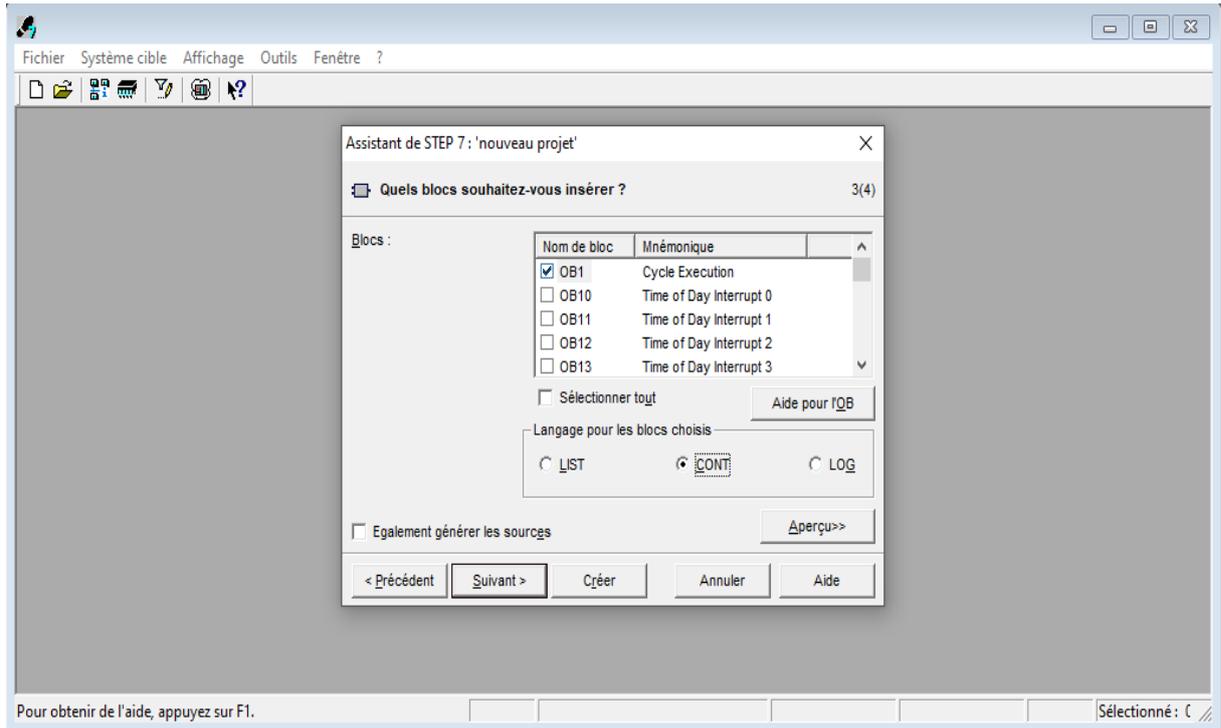


Figure 4.7. Bloc d'organisation

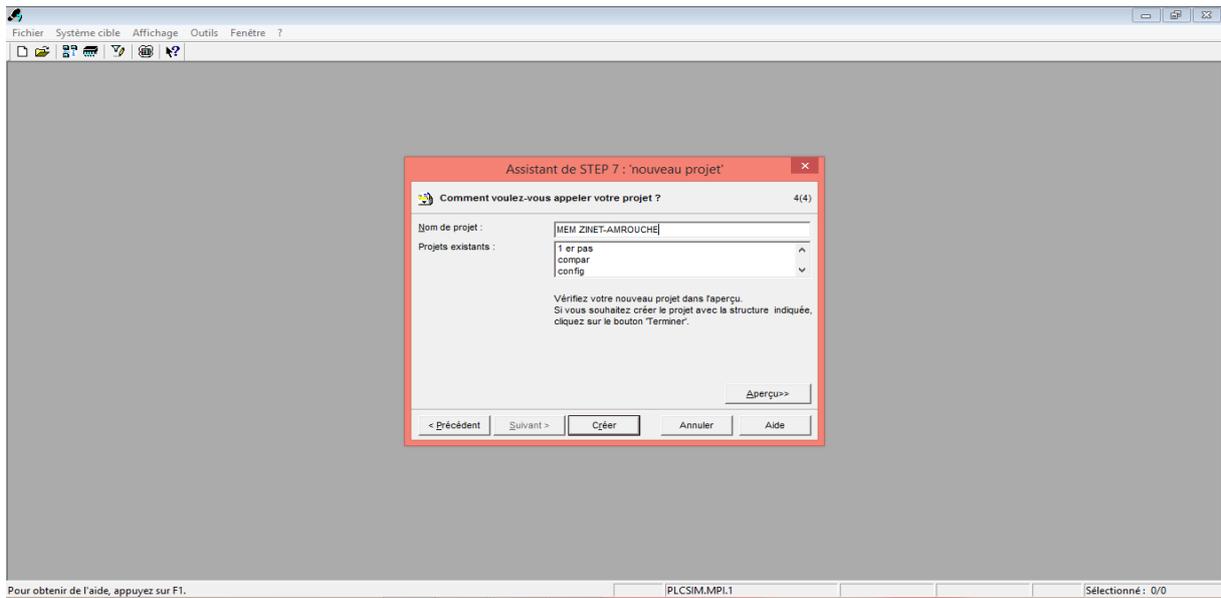


Figure 4.8 . Nom et création du projet

IV.2.10.3 Configuration matériel

C'est une étape importante qui correspond à l'agencement des châssis et des modules. Ces derniers sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine Figure 4.9.

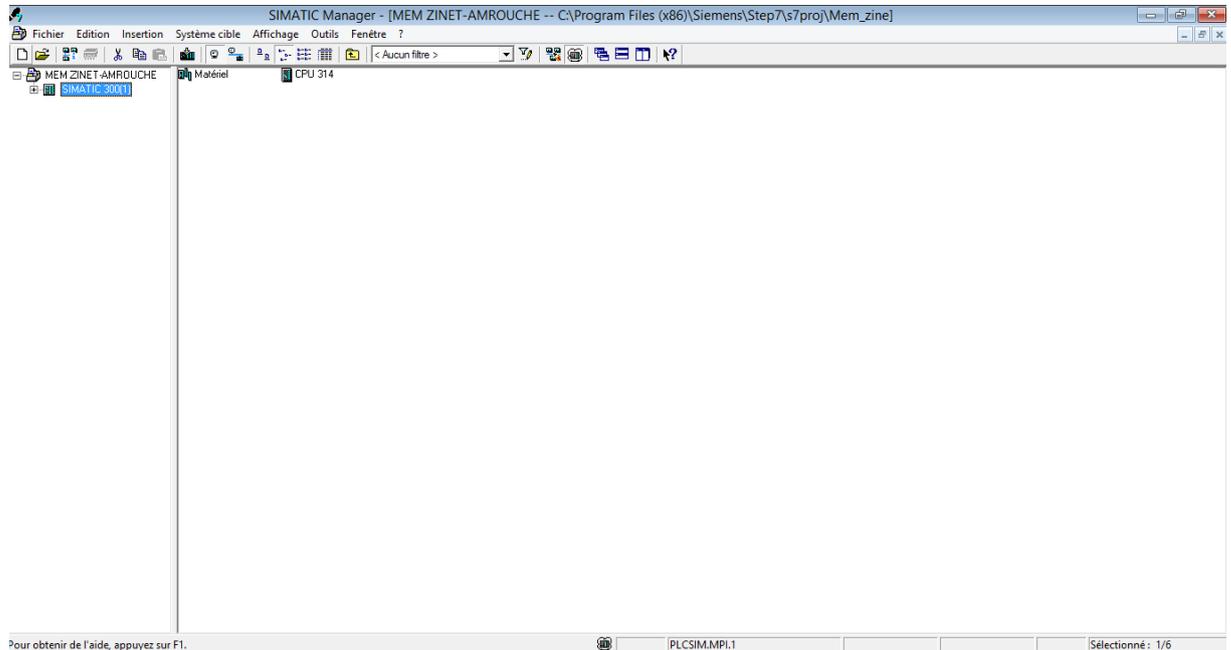


Figure 4. 9. Station SIMATIC S7-300.

Le choix du matériels SIMATIC S7-300 avec une CPU314, nous conduit à introduire la hiérarchie suivante *Figure 4.10* :

- ❖ On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant. Pour la station 300, on aura « RACK-300 » et on le glisse dans le châssis.
 - ❖ Après avoir choisie le RACK, on lui glisse la CPU314C-2DP dans l'emplacement N°2.
 - ❖ L'emplacement N°1 est réservé pour l'alimentation et le N°3 réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.
 - ❖ Les autres emplacements sont réservés pour les modules qui se trouvent dans le fichier 300. L'automate se compose de trois modules d'entrée digitales et deux pour les sorties.

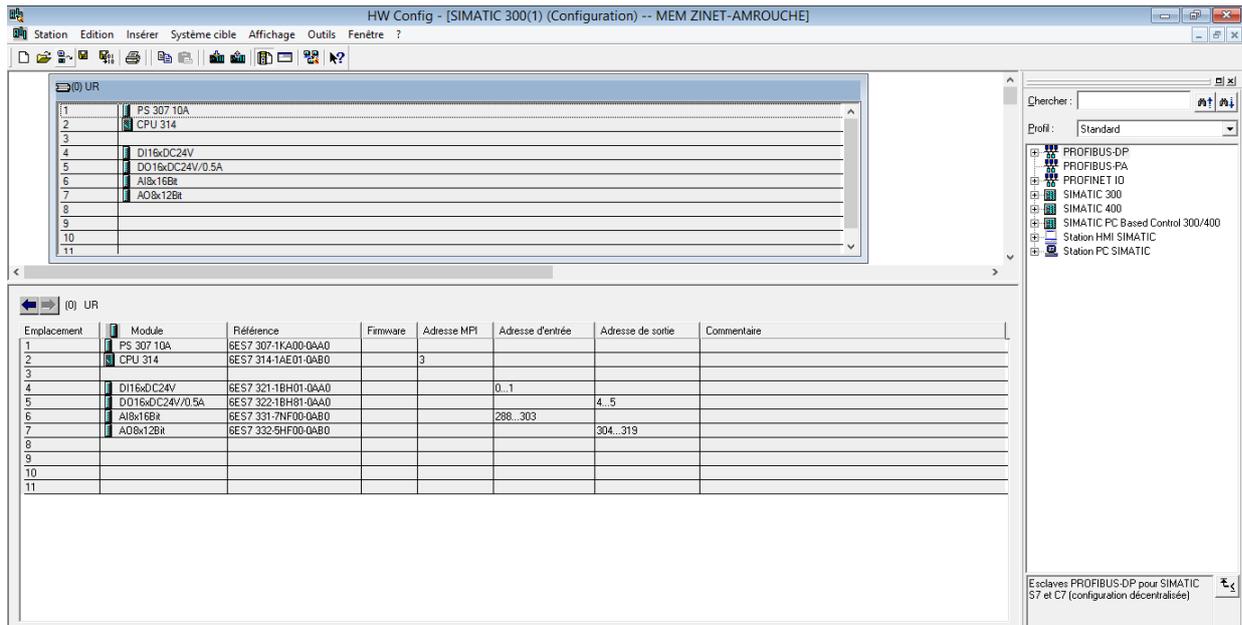
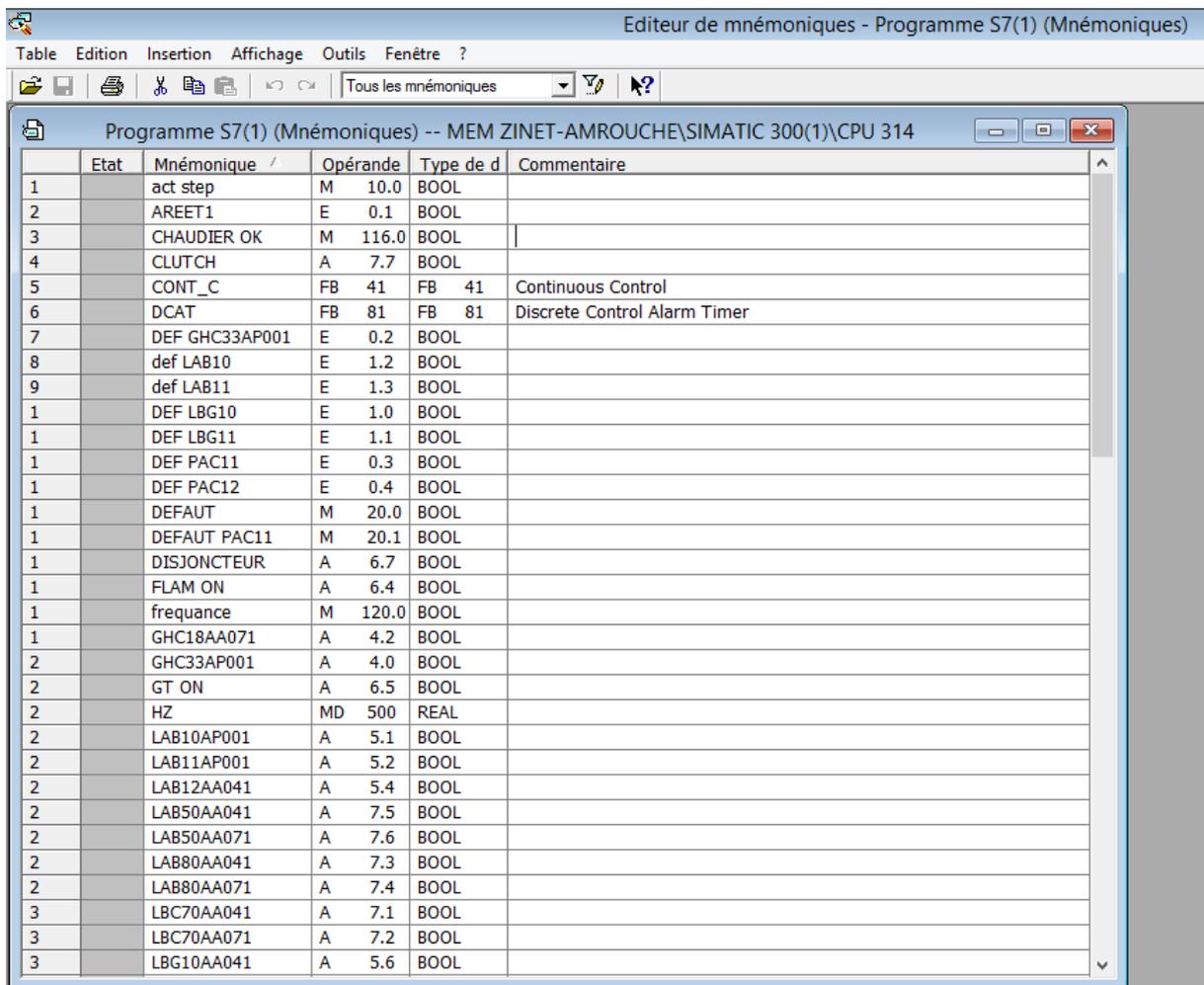


Figure 4. 10.Configuration matériels.

IV.2.10.4 Création de la table des mnémoniques Figure 4.11



Editeur de mnémoniques - Programme S7(1) (Mnémoniques)

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

Tous les mnémoniques

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- MEM ZINET-AMROUCHE\SIMATIC 300(1)\CPU 314

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
3		LBG10AP001	A 4.5	BOOL	
3		LBG11AP001	A 5.5	BOOL	
3		LBG12AA071	A 6.0	BOOL	
3		LBG14AA041	A 6.6	BOOL	
3		LBG16AA071	A 6.1	BOOL	
3		LCA30AA041	A 4.7	BOOL	
3		LCA30AA071	A 4.6	BOOL	
4		LCA40AA071	A 5.0	BOOL	
4		LEAD_LAG	FB 80	FB 80	Lead / Lag Algorithm
4		MARCHE GENERAL	M 27.2	BOOL	
4		MARCHE1	E 0.0	BOOL	
4		MW	MD 600	REAL	
4		NG	A 6.3	BOOL	
4		NG %	MD 300	REAL	
4		niveau	MD 50	REAL	
4		niveau condance...	M 6.2	BOOL	
4		niveau condance...	M 6.1	BOOL	
5		niveau condance...	M 6.3	BOOL	
5		niveau condance...	M 6.0	BOOL	
5		niveau HP	MD 200	REAL	
5		niveau IP	MD 90	REAL	
5		niveau LP	MD 70	REAL	
5		PAB11AA041	A 4.4	BOOL	
5		PAC11AP001	A 4.3	BOOL	
5		PAC12AP001	A 5.3	BOOL	
5		permissive de ma...	M 600.0	BOOL	
5		permissive stop	M 400.0	BOOL	
6		PERMISIVE DE FL...	M 660.0	BOOL	
6		pression condens...	MD 67	REAL	
6		PRESSION HP	MD 700	REAL	
6		PRESSION LP BP	MD 900	REAL	
6		RPM	MD 400	REAL	
6		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
6		STEP 1	M 1.0	BOOL	
6		STEP 2	M 1.1	BOOL	
6		STEP 3	M 1.3	BOOL	
7		STEP 4	M 1.4	BOOL	
7		STEP 5	M 1.7	BOOL	
7		STEP 6	M 4.0	BOOL	
7		STEP 7	M 3.0	BOOL	
7		STOP LAB	M 10.1	BOOL	
7		STOP LAB10	E 0.6	BOOL	
7		STOP LAB11	E 1.7	BOOL	
7		STOP PAC11	E 0.5	BOOL	
7		STOP PAC12	E 1.5	BOOL	
7		temperatur cond...	MD 65	REAL	
8		TEMPERATUR HP...	MD 800	REAL	
8		TG START	A 6.2	BOOL	
8		UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
8		V	MD 40	REAL	
8		vanne LBG16AA071	MD 100	REAL	
8		vanne reg lca	MD 60	REAL	
8		vanne LBG12AA071	MD 80	REAL	
8		vittes	M 110.0	BOOL	
8					

Figure 4.11. Tables des mnémoniques

IV.2.11 Simulation du programme avec le S7-PLCSIM

IV.2.11.1 Présentation du PLC-SIM

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme de l'utilisateur élaboré dans un automate programmable et simulé dans l'ordinateur ou à travers une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée par le logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire d'établir une liaison avec un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux).

L'application S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser, modifier et surveiller les différents paramètres utilisés dans le programme, comme activer ou désactiver des entrées. En exécutant le programme dans la CPU, on a la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et forcer d'autres variables de prendre d'autres valeurs. On a aussi la possibilité de remédier à d'éventuelles erreurs.

IV.2.11.2 Configuration du PLCSIM

Dans l'application S7-PLCSIM, on crée de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'automate programmable de simulation et pour créer les diverses fenêtres. Figure IV.12

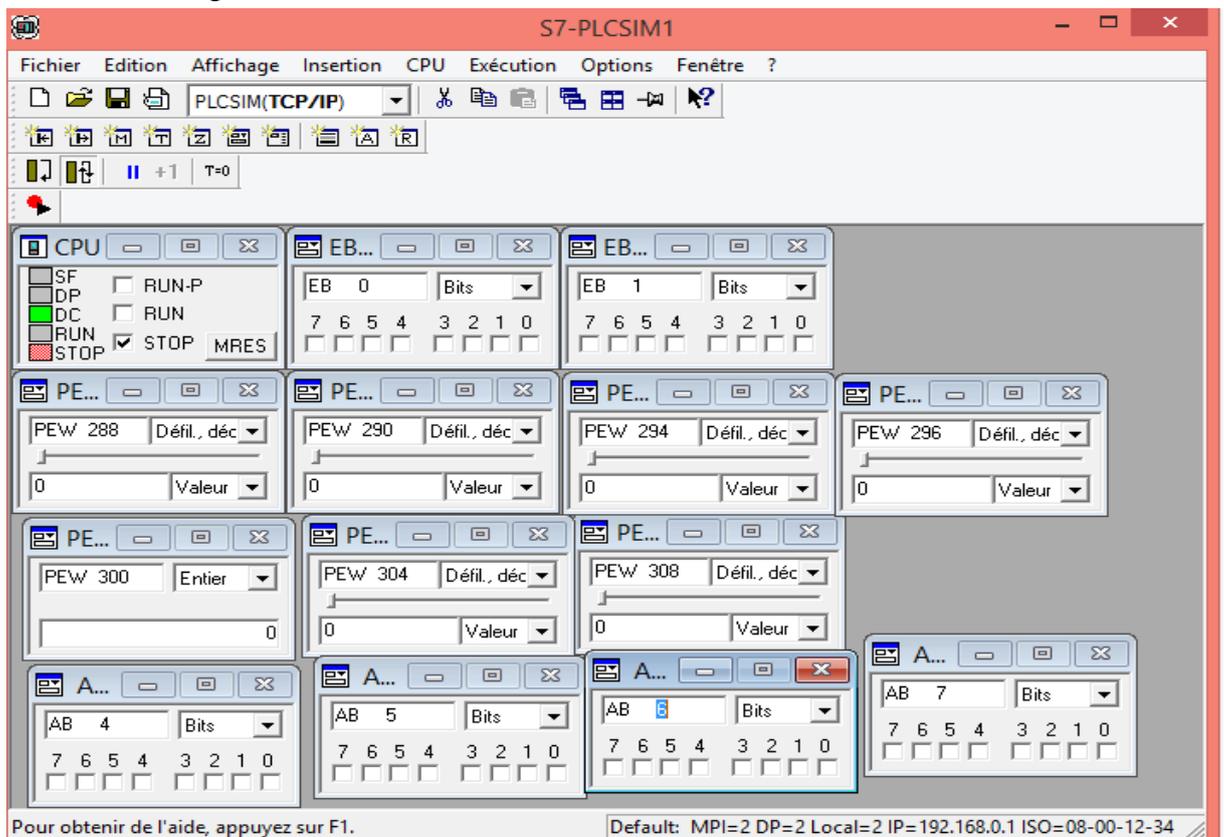


Figure 4.12. Simulation S7-PLCSIM.

IV.2.11.3 Exécution du programme

Une fois l'exemple du programme chargé dans la CPU, on peut exécuter le programme. Il faut s'assurer préalablement que le cycle continu est sélectionné comme mode d'exécution. Pour sélectionner le mode d'exécution continu du programme, on choisit la commande « Exécution Mode Cycle continu », ou on clique sur le bouton correspondant dans la barre d'outils, et pour mettre la CPU en mode RUN et démarrer l'exécution du programme, on clique sur la case à cocher RUN (Marche) ou RUN P dans la fenêtre « CPU ».

IV.2.11.4 État de fonctionnement de la CPU

➤ État de marche (RUN-P) :

La CPU exécute le programme et nous permet de le modifier ainsi que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque du programme durant son exécution, on doit mettre la CPU à l'état RUN-P.

➤ **État de marche (RUN) :** La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), on ne peut ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque (comme les valeurs d'entrées).

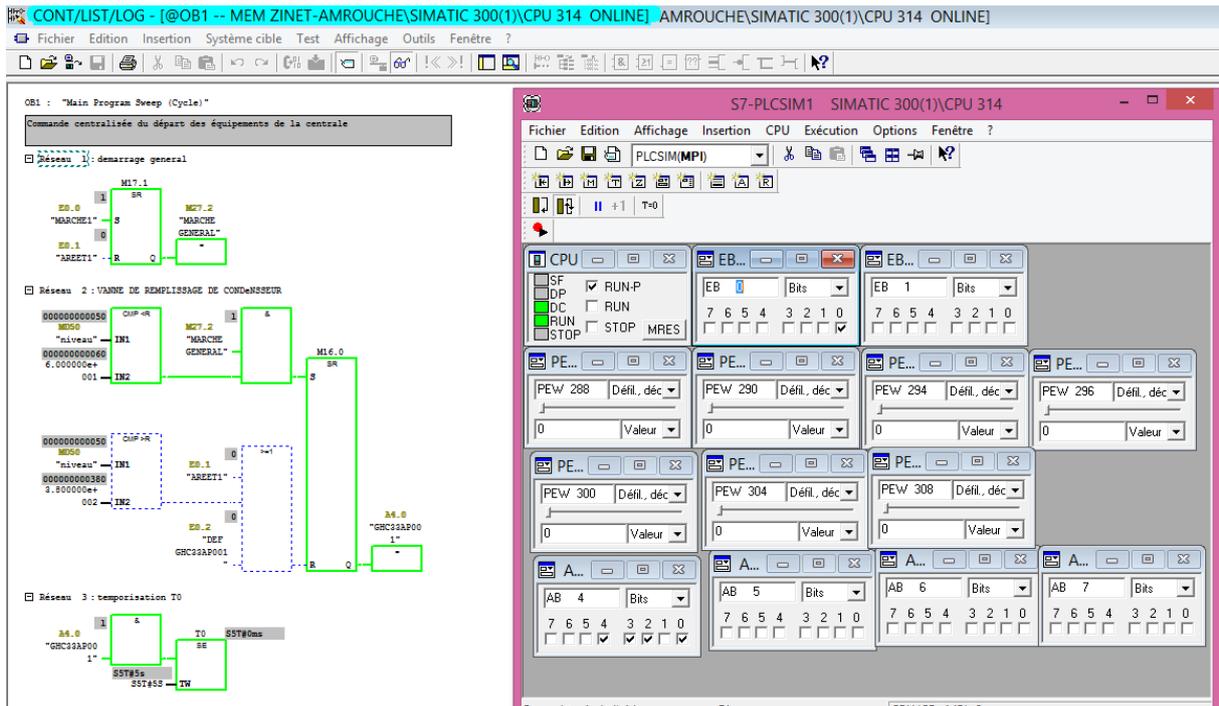
➤ **État d'arrêt (STOP)** La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt (STOP) des CPU réelles, les sorties ne prennent pas de valeurs (de sécurité) prédéfinies, mais conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU est passée à l'état d'arrêt (STOP). Nous pouvons charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt.

IV.2.12 Simulation

L'état de fonctionnement du programme dans l'automate peut être visualisé de diverse façon, bien sur l'observation des voyants des sorties permet de vérifier l'état des sorties en fonction de l'état des entrées.

IV.2.12.1 Notre simulation

Nous avons accompli un programme pour effectuer la commande automatique de démarrage et arrêt des équipements de production du cycle combiné par un API S7/300 dans la centrale de CAPT DJENAT



• **Réseau 1 : Démarrage général :**

-Appuyer sur le bouton MARCHE 1(E0.0) : activer memento **MARCHE GENERAL (M0.27)**.
 -Appuyer sur le bouton ARRET 1(E0.1) : désactiver memento **MARCHE GENERAL (M0.27)**.

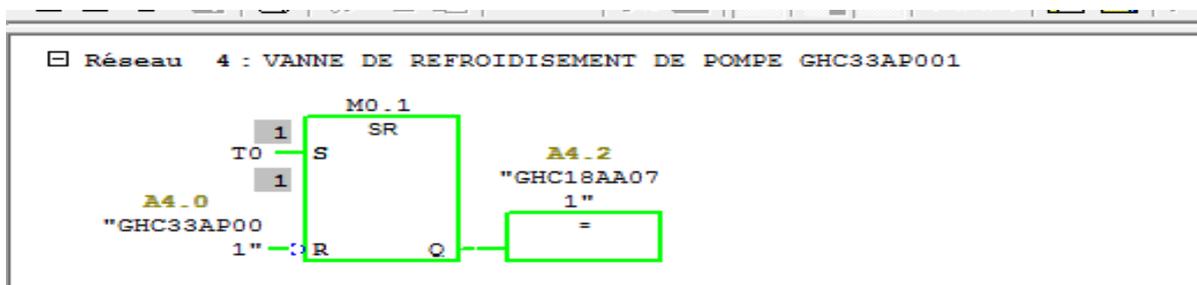
• **Réseau 2 : VANNE DE REMPLISSAGE DE CONDANSSEUR :**

Si **MARCHE GENERAL** est activée (**M0.27**) et Niveau **MD50** est inférieur à 60 cm cela donne l’activation de **GHC33AP001 (A0.4)**.

Si appuyer sur bouton arrêt 1 (E0.1) ou Niveau **MD50** supérieur à 380cm ou défaut de la pompe **GHC33AP001 (E0.2)**: **GHC33AP001** est hors service (off).

• **Réseau 3: temporisation T0 :**

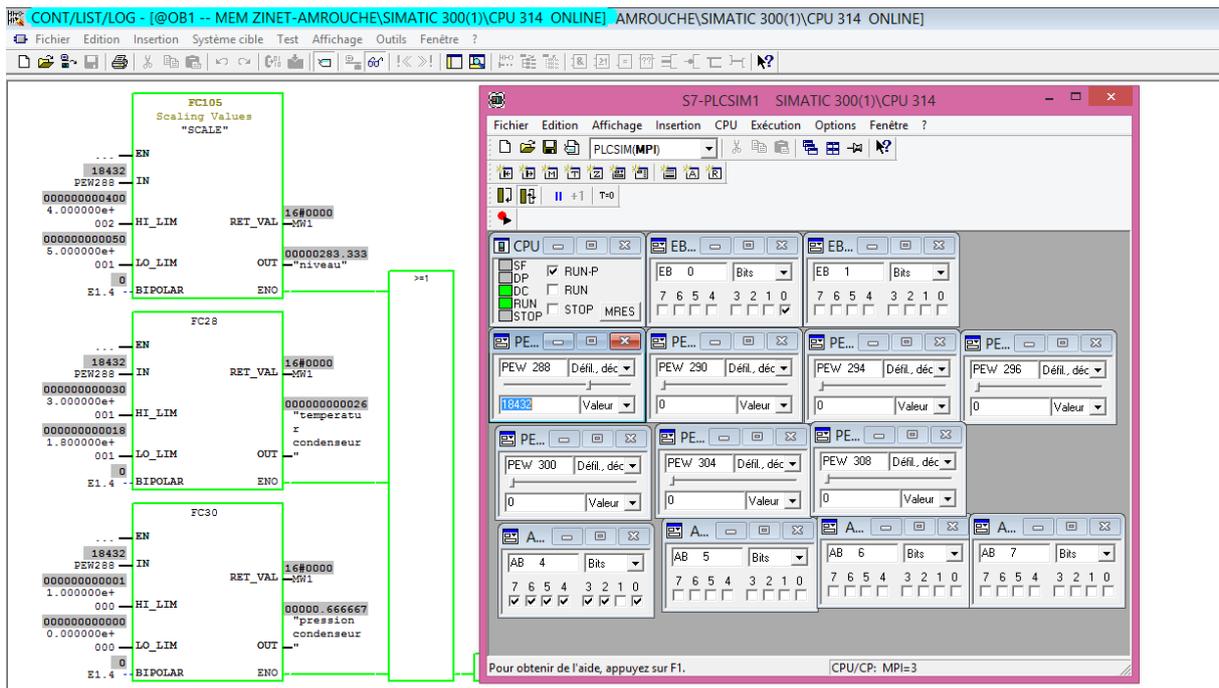
GHC33AP001 est ON (**A0.4**) cela donne l’activation de la temporisateur **T0**



• **Réseau 4 : VANNE DE REFOUEMENT DE POMPE GHC33AP001**

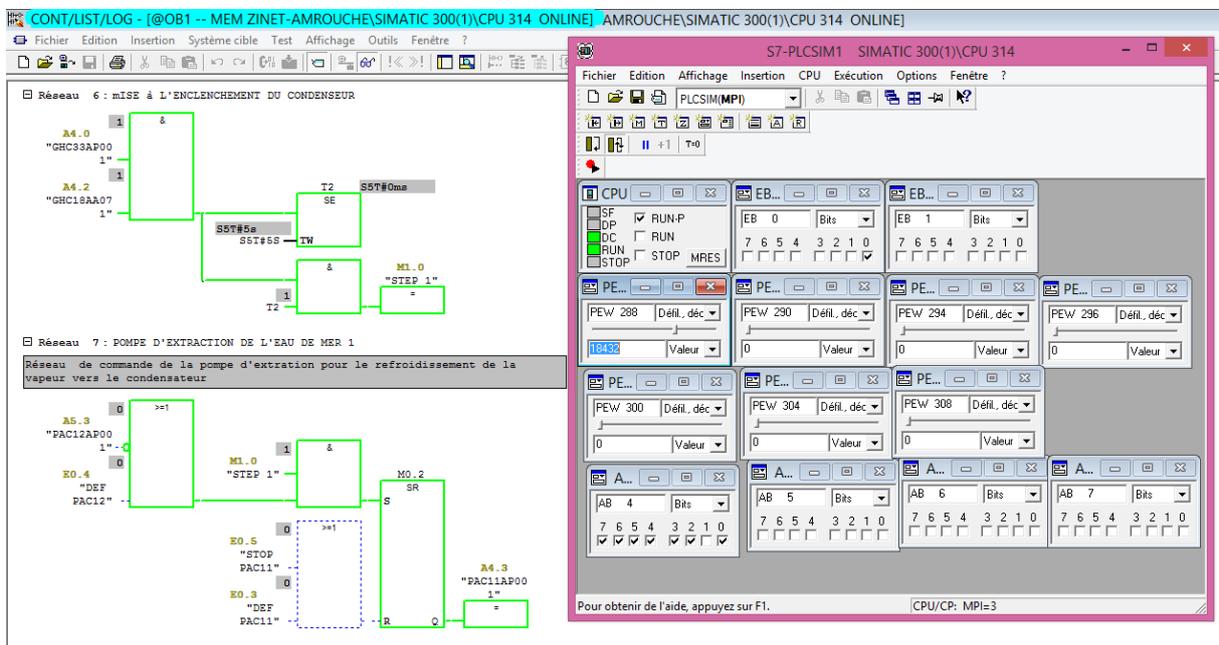
5s après l’activation de **T0**, **GHC18AA071** est ouvre (**A4.2**)

La Pompe **GHC33AP001** est OFF donc **GHC18AA071** est fermé.



• **Réseau 5**

Pour varier le niveau MD50 et température de condenseur MD65 et la pression de condenseur MD67 on doit Utiliser l'entrée analogique PEW288.



• **Réseau 6**

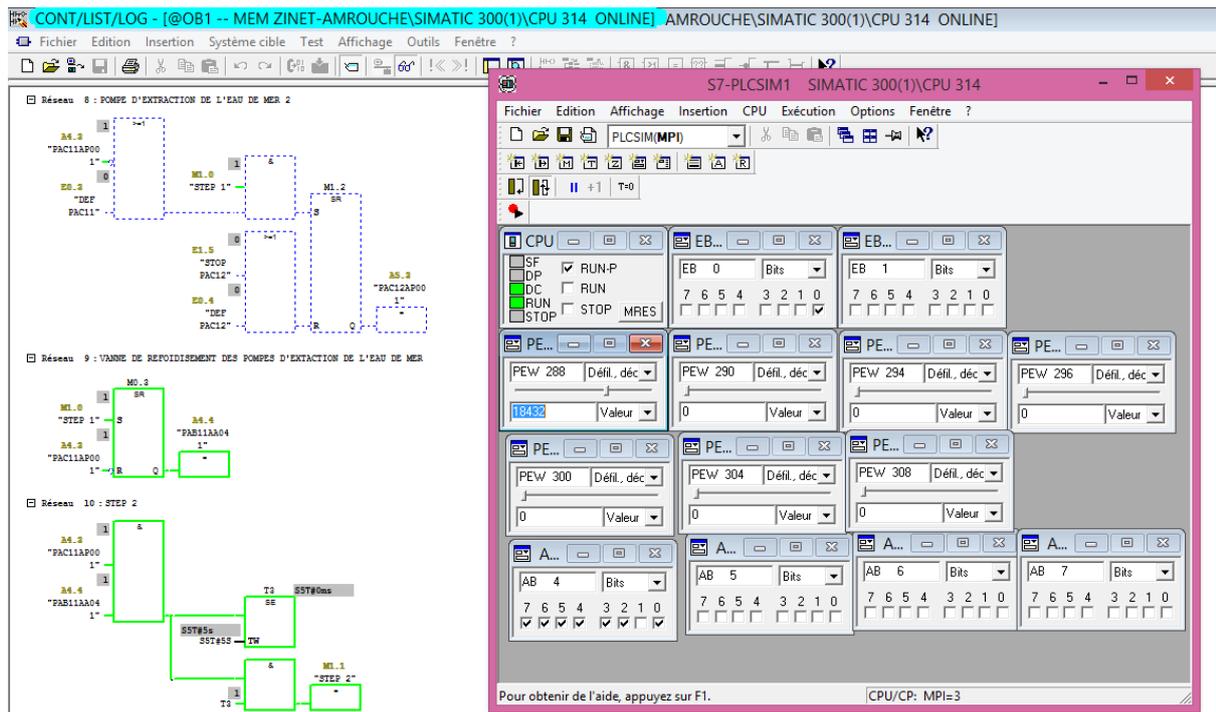
A4.0 "GHC33AP001" est marche
 A4.2 "GHC18AA071" est marche = T2 est active.
 5 seconde de l'activation de T2, « STEP 1 » (M1.0) s'active

- **Réseau 7 : POMPE D'EXTRACTION DE L'EAU DE MER 1**

"STEP 1" est active et PAC12AP001 (A5.3) EST EN MODE ARRET OU DEFAUT PAC12 E0.4

→ PAC11AP001 A4.3 EST MARCHE

STOP PAC11 E0.5 OU DEFAUT PAC 11 E0.3 → PAC11AP001 EST EN MODE ARRET



- **Réseau 8 : POMPE D'EXTRACTION DE L'EAU DE MER 2**

"STEP 1" est active ET PAC11AP001 (A4.2) Est EN mode ARRET OU DEFAUT PAC11 E0.2

→ PAC12AP001 A4.3 EST MARCHE

Stop PAC12 E0.5 OU DEFAUT PAC 12 E0.3 → PAC12AP001 EST ÉTEINTE

- **Réseau 9 : VANNE DE REFOULEMENT DES POMPE D'EXTACTION DE L'EAU DE MER**

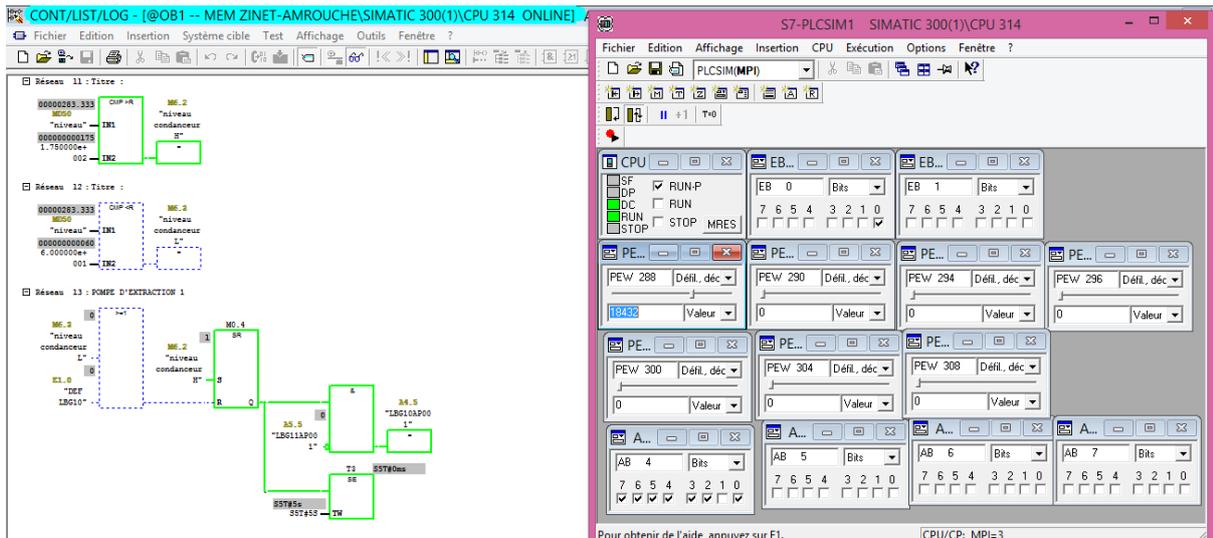
STEP1 est active → la vanne PAB11AA041 A4.4 s'ouvre

La pompe PAC11AP001 est arrêté → la vanne PAB11AA041 A4.4 s'arrête

- **Réseau 10 : STEP 2**

A4.3 est marche et A4.4 est ouvert → active T3.

Après 5 second fermer le contact T3 et activer STEP 2.



- **Réseau 11 : comparateur > R**

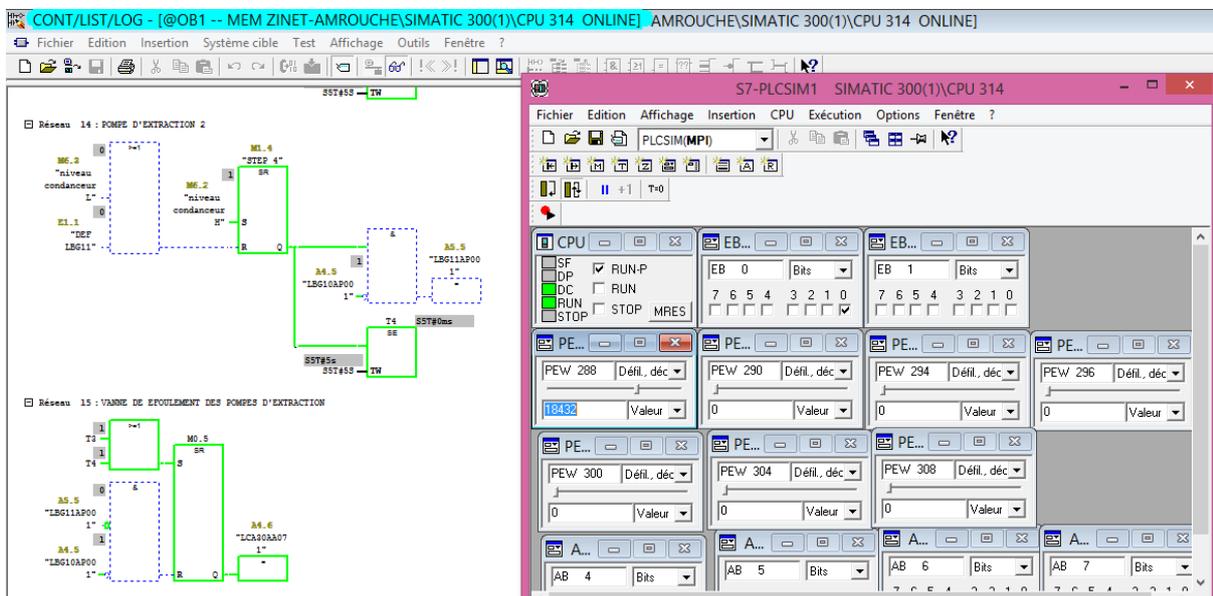
Si MD50 est supérieur à 150 CM → ACTIVER M6.2 (niveau condenseur).

- **Réseau 11 : comparateur < R**

Si MD50 est inférieur A 60 CM → activer M6.3 (niveau de condenseur).

- **Réseau 13 : POMPE D'EXTRACTION 1**

Si M6.2 est active et la pompe LBG11AP001 A5.5 fermé → La pompe A4.5 LBGAP001 s'active et activer la temporisateur T3



- **Réseau 14 : POMPE D'EXTRACTION 2**

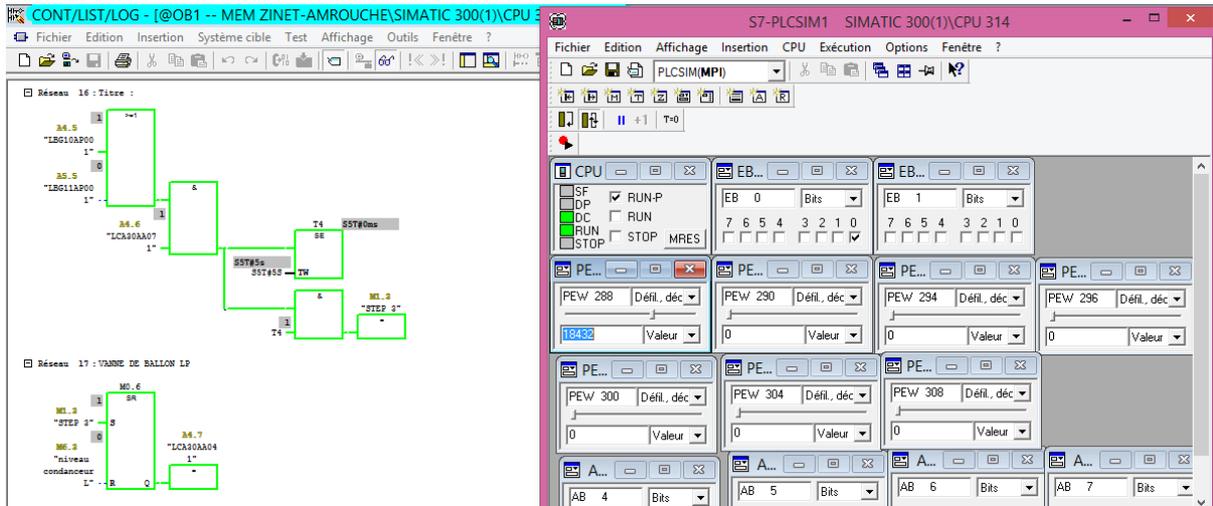
Si M6.2 est active et la pompe LBG10AP001est arrêté → La pompe A5.5 LBG11AP001 s'active et activer la temporisateur T4.

- **Réseau 15 : VANNE DE REFOULEMENT DES POMPES D'EXTRACTION :**

T3 ou T4 fonctionnent → la vanne LCA30AA071 s'active A4.6

Si LBG11AP001 A5.5 et LBG10AP001 A4.5 sont arrêtés → la vanne LCA30AA071 A4.60

s'arrête.

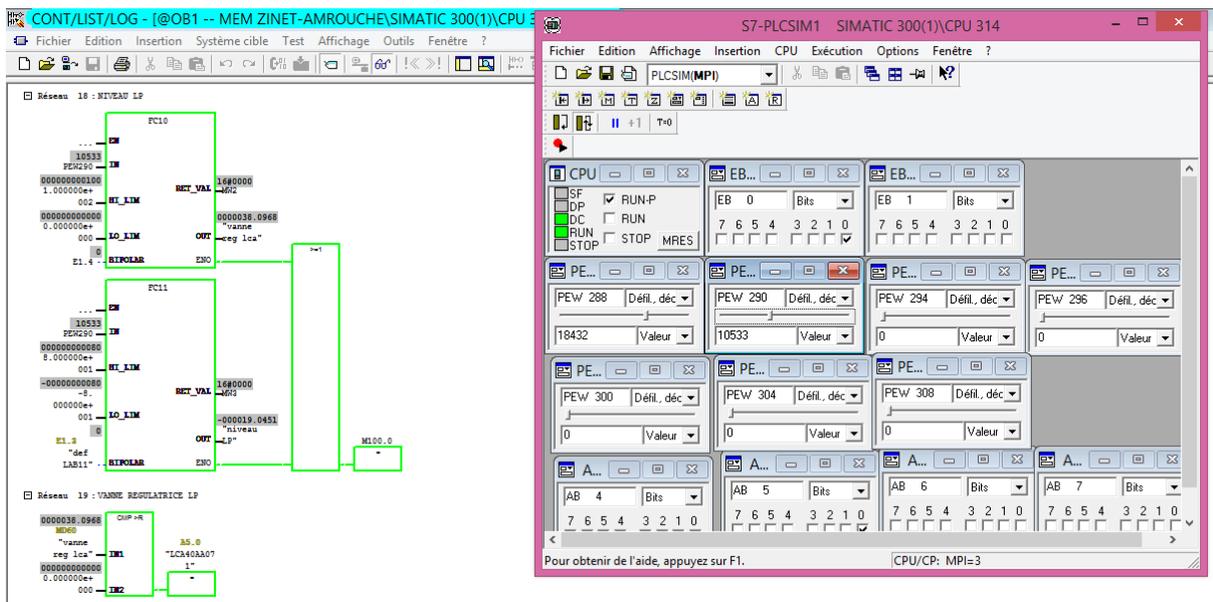


• **Réseau 16 : STEP 3**

A4.5 et A4.6 sont actifs ou A5.5 et A4.6 sont actifs = le contact T4 est fermée
5 second Après l'activation de T4 = STEP 3 M1.3 est active.

• **Réseau : 17 VANNE DE BALLON LP**

Si M1.3 STEP3 est ON = la vanne LCA30AA041s'ouvre
Si M6.3 ON=LCA30AA041est fermé

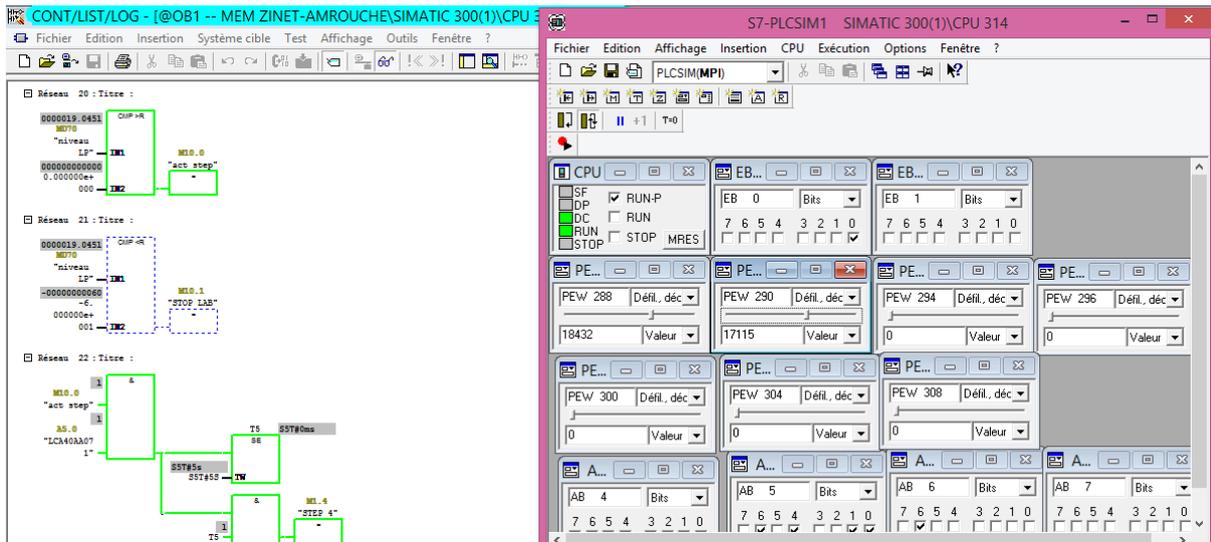


• **Réseau 18 : NIVEAU LP**

Pour varier MD60 et MD70 on doit Utiliser l'entre analogique PEW 290.

• **Réseau 19 : VANNE REGULATRICE LP**

Si le niveau de la vanne régulatrice MD60 supérieur à 0 = la vanne LCA40AA07 A5.0 s'ouvre.



• **Réseau : 19 VANNE REGULATRICE LP**

Si le niveau LP MD60 supérieur à 0 = act step A5.0 est active

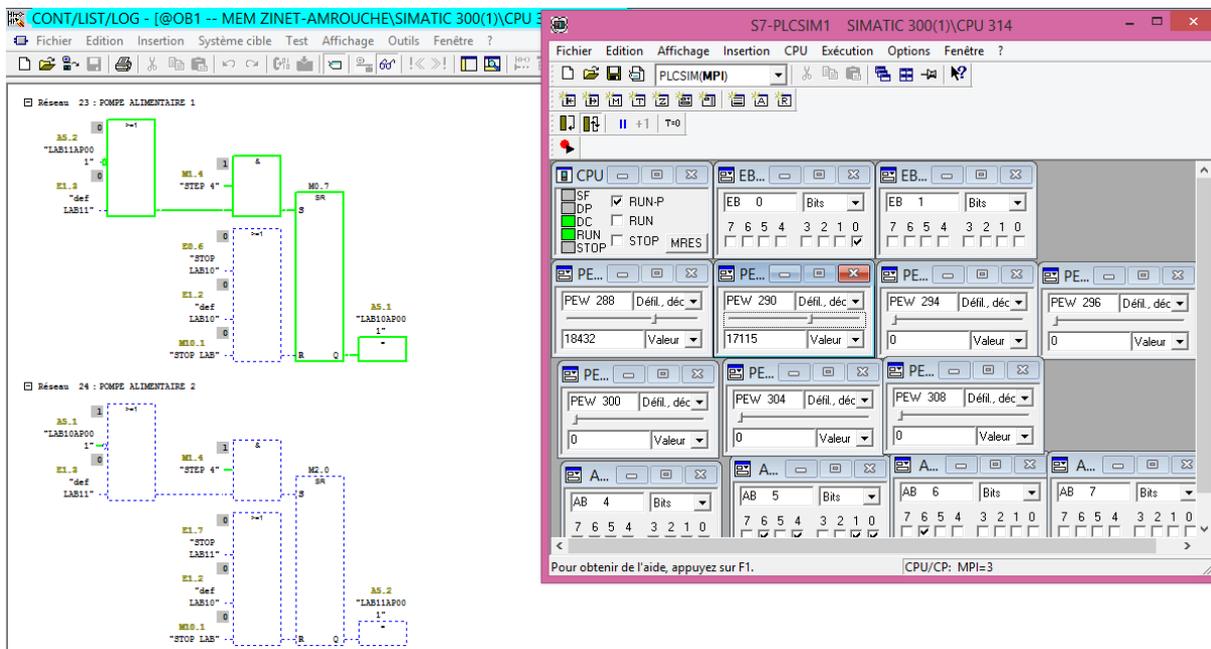
• **Réseau 21 : comparateur < R**

Si le niveau LP MD70 est inférieur à -60 cm = activer M10.1 stop LAB

• **Réseau 22 : STEP 4**

Action step M10.0 et la vanne régulatrice LCA40AA071 (A5.0) sont actifs donne une activation de T5

Après 5 seconde step 4 est active



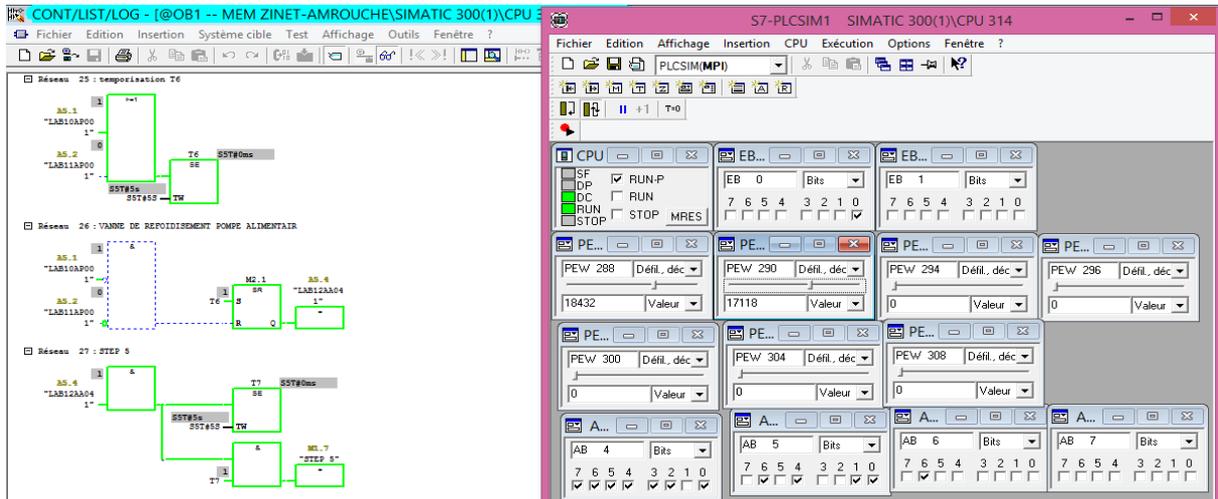
• **Réseau 23 : pompe alimentaire 1**

Si step 4 a été activé et la pompe alimentaire 2 LAB11AP00 (A5.2) est éteinte ou step 4 a été activé et la pompe alimentaire 2 a été désactivé: cela donne la pompe alimentaire 1

LAB10AP00 (A5.1) s'active.

- **Réseau 24: pompe alimentaire 2**

Si **step 4** a été activé et la pompe alimentaire 1 **LAB10AP00 (A5.2)** est éteinte ou **step 4** a été activé et la pompe alimentaire 1 a été désactivé: cela donne la pompe alimentaire 2 **LAB11AP00 (A5.2)** s'active.



- **Réseau 25: temporisation T6**

Si la pompe alimentaire 1 **LAB10AP00 (A5.2)** s'active ou la pompe alimentaire 2 **LAB11AP00 (A5.2)** s'active cela donne l'activation de **T6**.

- **Réseau 26: vanne de refoulement pompe alimentaire**

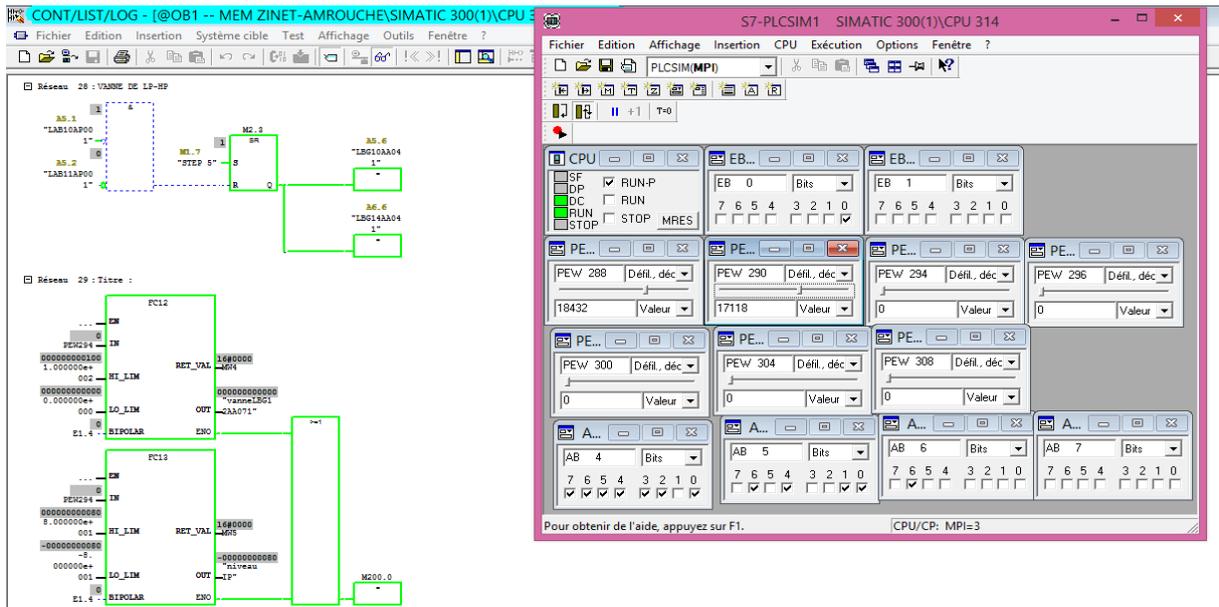
5 secondes après l'activation de **T6** la vanne **LAB12AA04** est démarré.

Si les deux pompes alimentaires **LAB10AP00** et **LAB11P00** s'arrêtent ensemble cela donne l'arrêt de la vanne **LAB12AA04 (A5.4)**.

- **Réseau 27 : STEP 5**

La vanne **LAB12AA04 (A5.4)** s'active ce qui déclenche la temporisation **T7** ;

Après 5 secondes de l'enclenchement de **T7**, **STEP 5 (M1.7)** s'active.



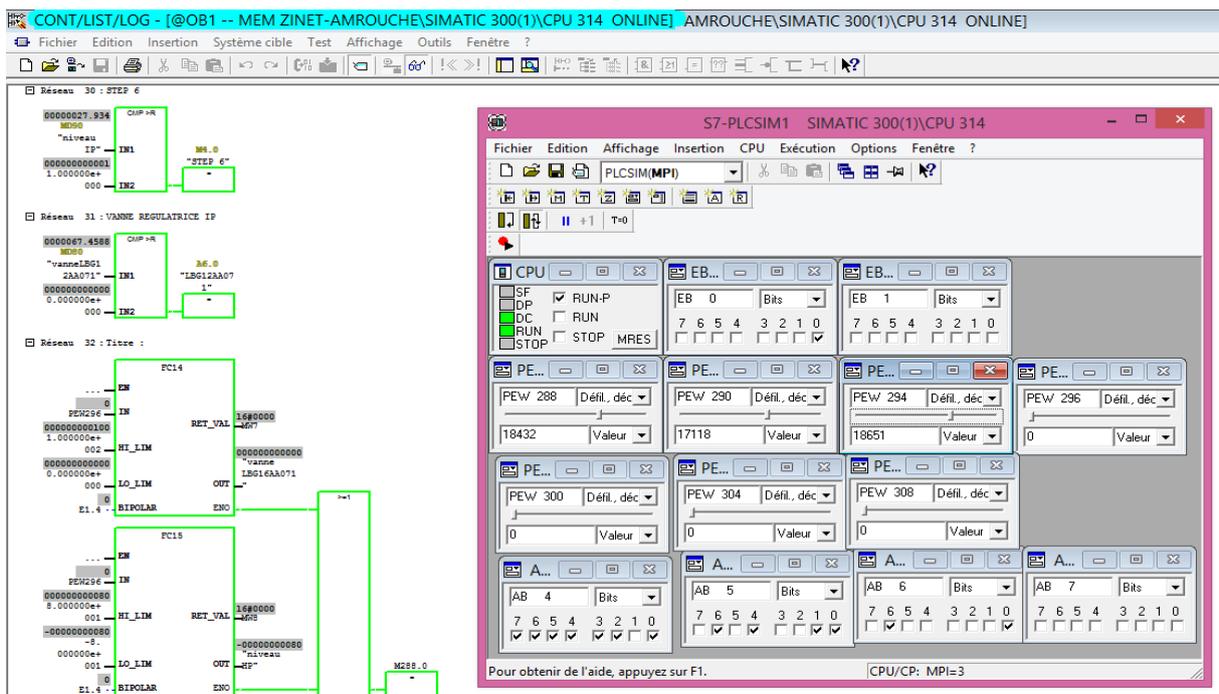
- **Réseau 28 : VANNE LP-HP**

STEP5 a été activé ce qui démarrée la vanne motorisée (TOR) **LBG10AA041** de ballon **IP** et la vanne motorisée (TOR) **LBG14AA041** de ballon **HP**.

Si les deux pompes alimentaire **LAB10AP00** et **LAB11P00** s'arrêtent ensemble cela donne l'arrêt des vannes **LBG10AA041**(A5.6) et **LAB14AA041** (A6.6).

- **Réseau 29 : Niveau vanne LBG12AA071 et niveau IP**

Pour varier (MD90 niveau IP) et MD80 (vanne **LBG12AA071**) on doit utiliser l'entre analogique **PEW 294**.



- **Réseau 30: STEP 6**

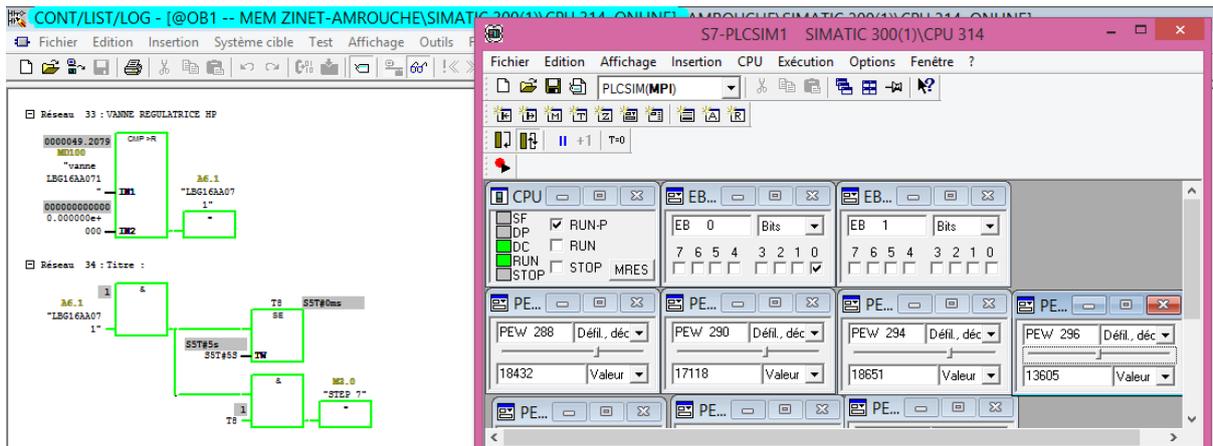
Si le niveau IP MD90 est supérieur à 1.0 cm ce qui active STEP 6 (M4.0).

- **Réseau 31: vanne régulatrice IP**

Si le niveau de la vanne LBG12AA071est supérieur à 0 cm ce qui active la vanne LBG12AA071(A6.0).

- **Réseau 32: Niveau vanne LBG16AA071 et niveau HP**

Pour varier (niveau HP) et MD100 (vanne LBG16AA07) on doit utiliser l'entre analogique PEW 296.

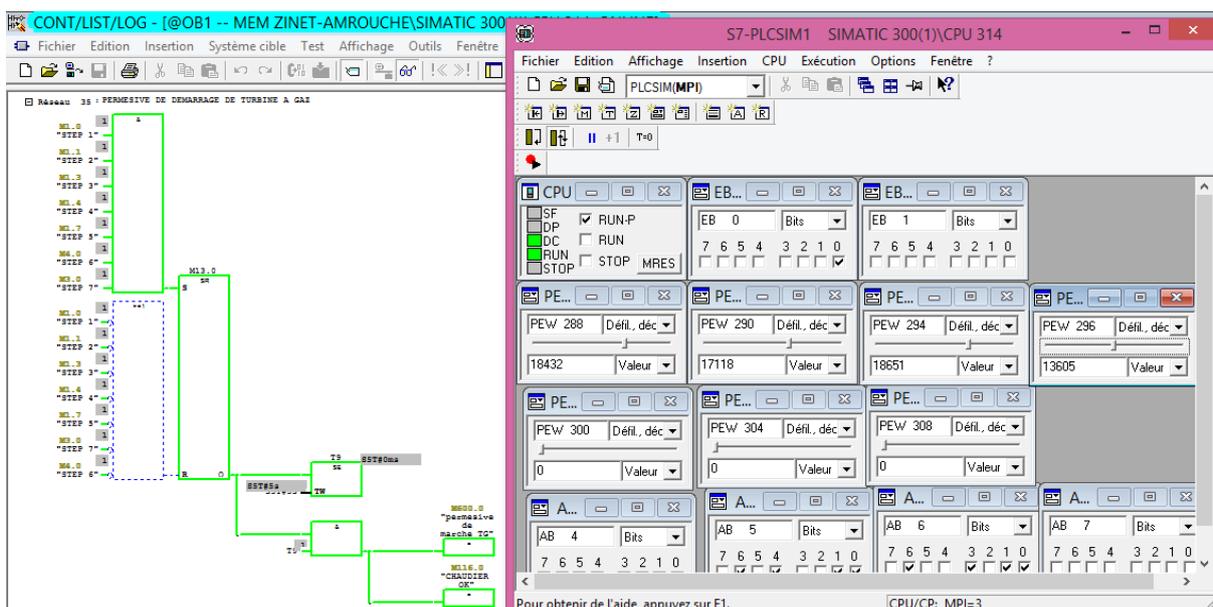


- **Réseau 33: vanne regulatrice HP**

Si le niveau de la vanne LBG16AA071 M100 est supérieur à 0 cm ce qui active la vanne LBG16AA07 (A6.1).

- **Réseau 34: STEP 7**

La vanne LBG16AA07 est active ce qui déclenche la temporisation T8
Après 5 second de l'enclenchement de T8, STEP 7 (M3.0) s'active.

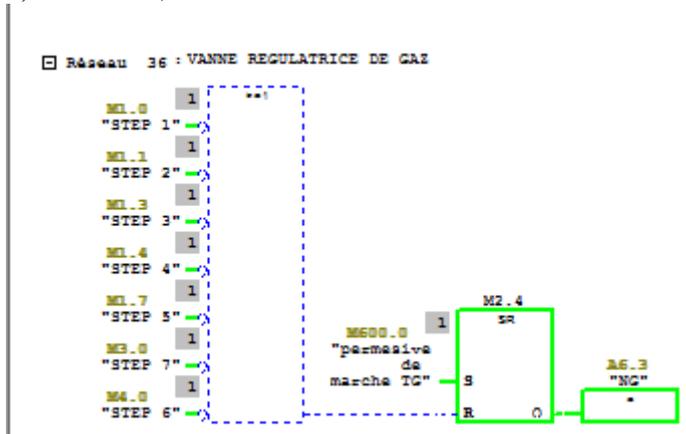


• **Réseau 35: Permissive de démarrage de la turbine à gaz**

Lorsque **STEP1** est active et **STEP 2** est active et **STEP 3** est active et **STEP 4** est active et **STEP 5** est active et **STEP 6** est active et **STEP 7** est active cela donne l'enclenchement de **T9**

Après 5 second de l'activation de **T9** ce qui activé la **permissive de marche TG M600.0** et **CHAUDIER OK M116.0**

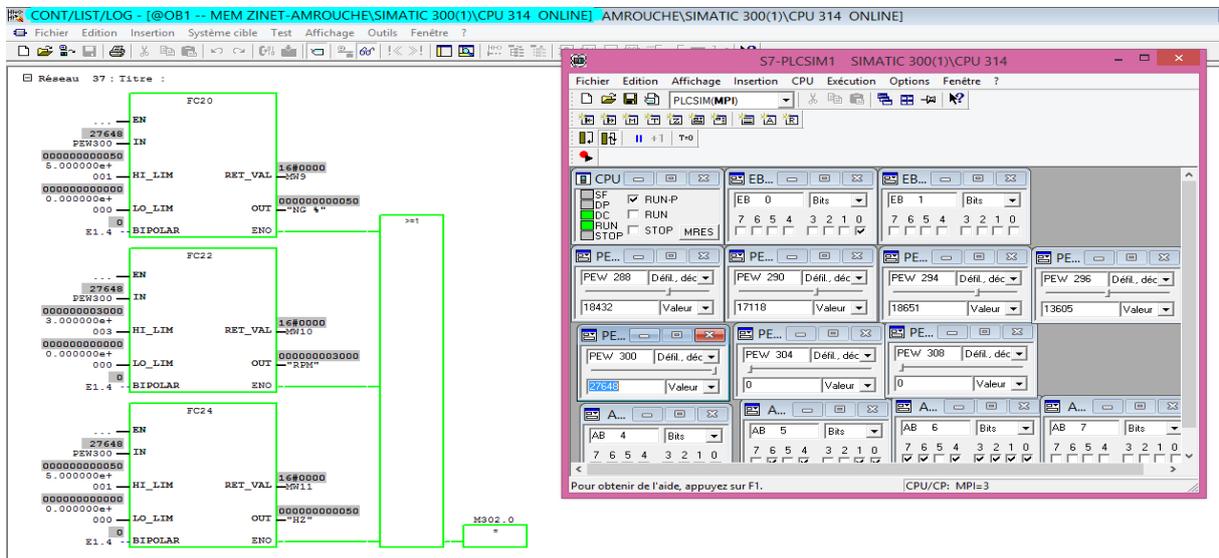
Si l'une de ces STEP (**STEP 1** ou **STEP 2** ou **STEP 3** ou **STEP 4** ou **STEP 5** ou **STEP 6** ou **STEP 7**) est arrêtée, cela conduit à un arret de **M600.0** et **M116.0**



• **Réseau 36: vanne régulatrice de gaz**

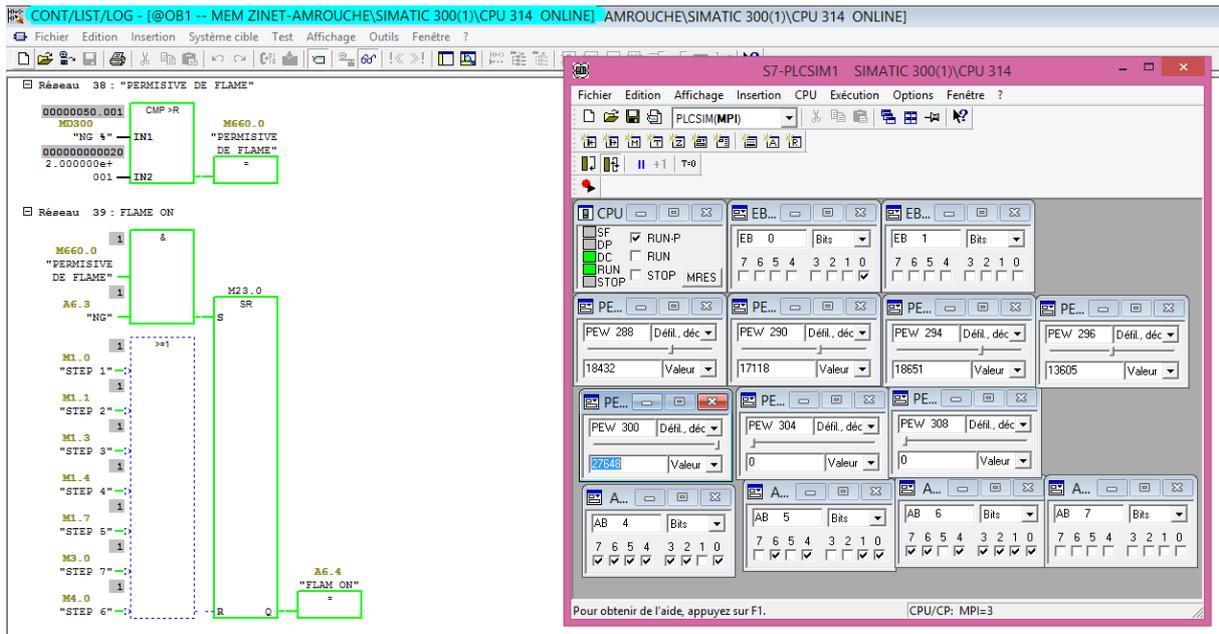
La **permissive de marche TG M600** est activé ce qui donne l'activation de **A6.3 (NG)**

Si l'une de ces STEP (**STEP 1** ou **STEP 2** ou **STEP 3** ou **STEP 4** ou **STEP 5** ou **STEP 6** ou **STEP 7**) est arrêtée, la vanne régulatrice de gaz **NG** s'arrete.



• **Réseau 37: la pression du gaz et la vitesse de TG et la fréquence**

Pour varier la pression du gaz (**NG%**) et la vitesse de la turbine à gaz (**RPM**) et la fréquence (**HZ**) on doit utiliser l'entrée analogique **PEW 300**.



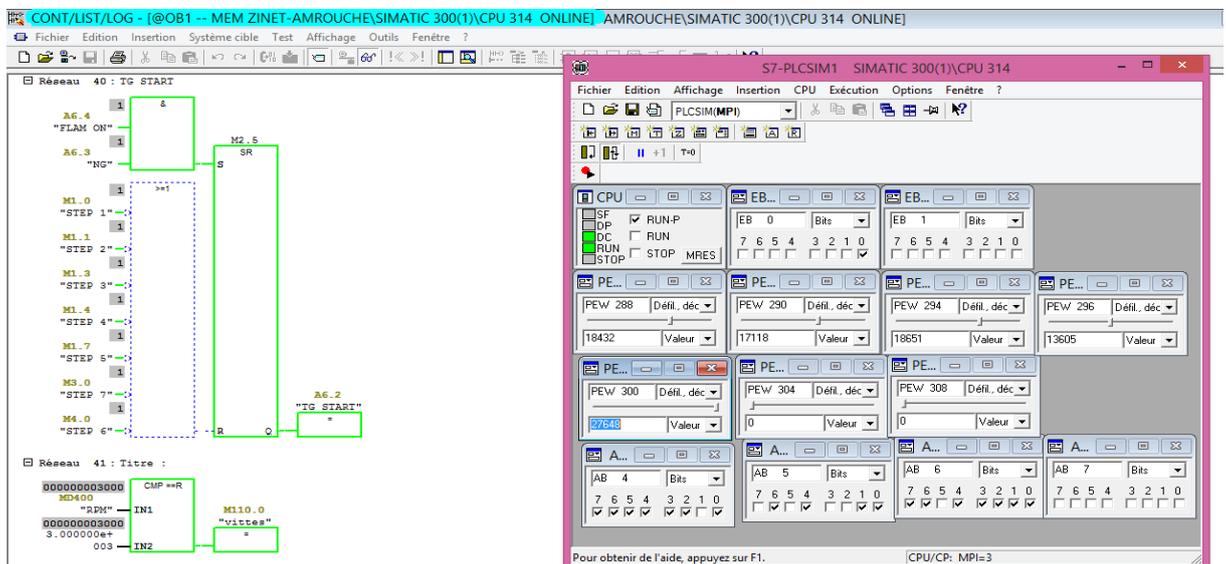
- **Réseau 38 : permissive de flamme**

Si NG est dépasser 20% cela conduit à la permissive de flamme M660.0

- **Réseau 39 : Flamme ON**

Si la permissive de flamme M660.0 est active et NG est active cela donne FLAM ON

Si l'une de ces STEP (STEP 1 ou STEP 2 ou STEP 3 ou STEP 4 ou STEP 5 ou STEP 6 ou STEP 7) est arrêtée, la flam s'arrête.



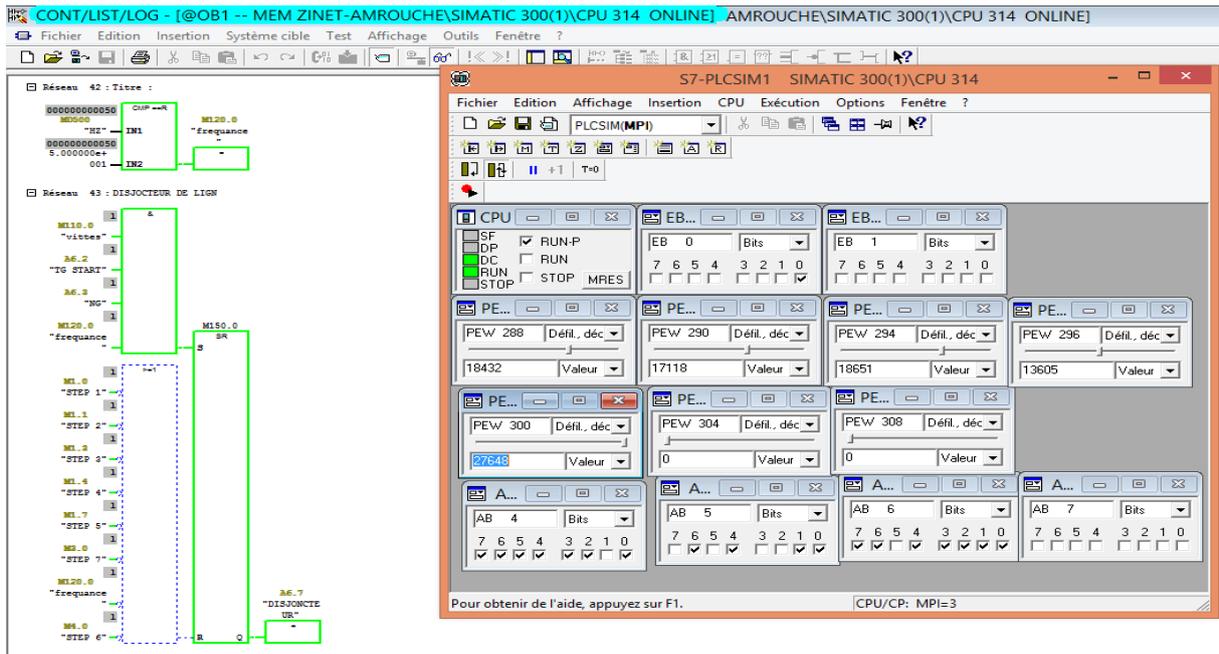
- **Réseau 40: TG START**

Si FLAM ON est activée et NG activée cela donne TG START activée.

Si l'une de ces STEP (STEP 1 ou STEP 2 ou STEP 3 ou STEP 4 ou STEP 5 ou STEP 6 ou STEP 7) est arrêtée, TG START s'arrête.

- **Réseau 41: la vitesse de rotation de la turbine à gaz (RPM)**

Si la vitesse de rotation de la turbine à gaz (RPM) est égale à 3000 tr/s, vitesse M110.0 s'active



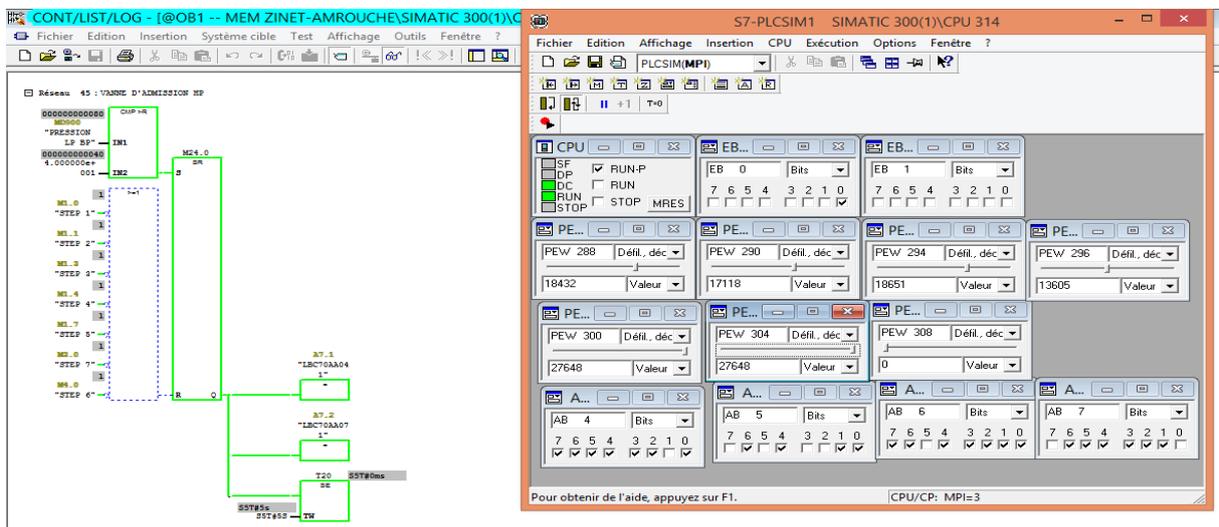
- **Réseau 42: la fréquence**

Si la fréquence est égale à 50 HZ, la fréquence M120.0 s’active.

- **Réseau 43: disjoncteur de ligne**

Si la vitesse M110.0 a été activée et la fréquence M120.0 a été activée et TG START a été activée et NG A6.3 a été activée, cela fermer le disjoncteur de ligne A6.7.

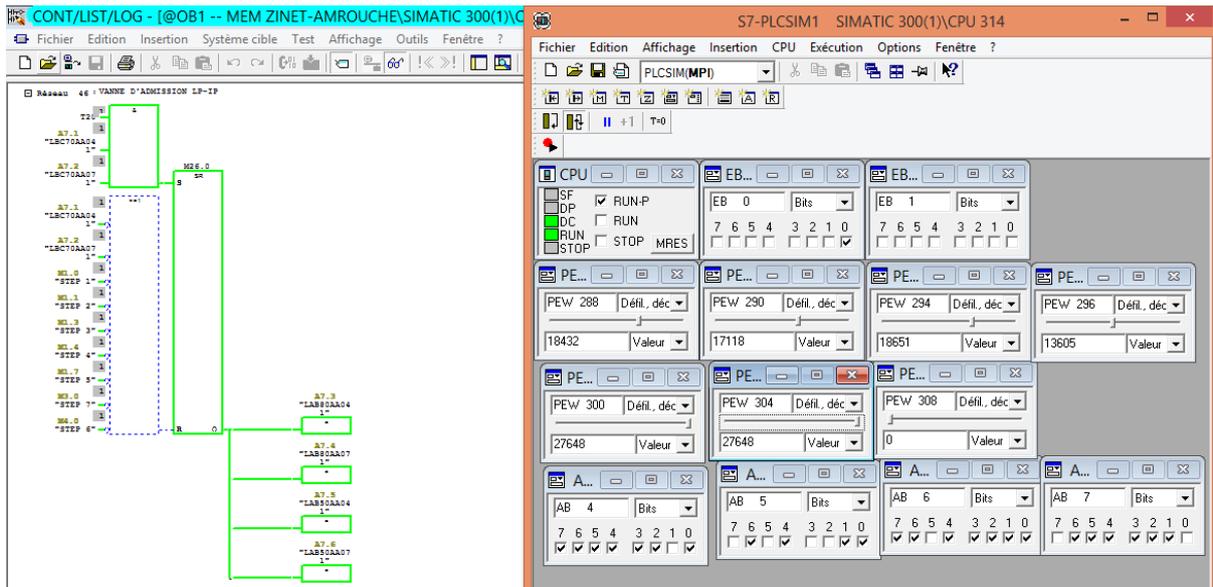
Si l’une de ces STEP (STEP 1 ou STEP 2 ou STEP 3 ou STEP 4 ou STEP 5 ou STEP 6 ou STEP 7) est arrêtée, le disjoncteur est ouvre.



- **Réseau 45: vanne d’admission HP**

Si la pression MD900 de LP- BP est supérieure à 40%, la vanne LBC70AA04 (A7.1) s’active et la vanne LBC70AA071 (A7.2) s’active et la temporisation T20 s’active.

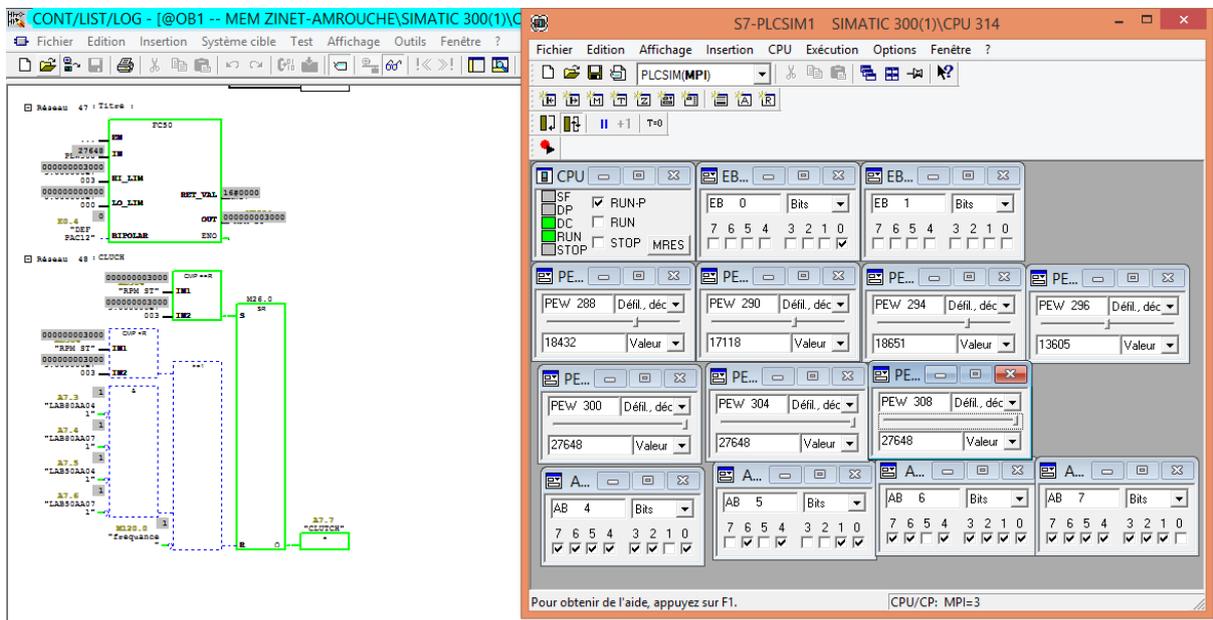
Si l’une de ces STEP (STEP 1 ou STEP 2 ou STEP 3 ou STEP 4 ou STEP 5 ou STEP 6 ou STEP 7) est arrêtée, la vanne d’admission HP s’arrête.



• **Réseau 46: vanne d'admission LP-IP**

La vanne **LBC70AA04 (A7.1)** s'active et la vanne **LBC70AA071 (A7.2)** s'active la temporisation **T20** s'active, cela donne la vanne **LAB80AA04 A7.3** s'ouvre et la vanne **LAB80AA07 A7.4** s'ouvre et la vanne **LAB50AA04 A7.5** s'ouvre et la vanne **LAB50AA07NA7.6** s'ouvre.

Si l'une de ces STEP (**STEP 1** ou **STEP 2** ou **STEP 3** ou **STEP 4** ou **STEP 5** ou **STEP 6** ou **STEP 7**) est arrêtée, la vanne d'admission **LP-IP** s'arrête.



• **Réseau 47: RPM-ST**

Pour varier la vitesse de rotation de la turbine à vapeur **RPM ST**, on doit utiliser l'entrée analogique **PEW 308**.

- **Réseau 48: CLUTCH (embrayage)**

Lorsque la vitesse **RPM ST est égale** à 3000 tr/s, cela conduit à fermer le **CLUTCH**

Si la vitesse **RPM ST** est inférieure à 3000 tr/s ou l'une de ces vannes (LAB80AA04 et lab80aa07 et LAB50AA04 et LAB50AA07) est arrêtée ou la fréquence M120.0 est inférieure à 50 HZ, le CLUTCH s'ouvre et dans ce cas, nous serons hors du cycle combiné.

IV.3 Conclusion

Après avoir opté pour une configuration adéquate de l'automate, le programme qui a été élaboré et qui va être chargé dans l'API. L'utilisation de langage S7-PLSCIM nous a permis de tester le programme élaboré vu que le STEP7 offre différentes possibilités de test telle que la visualisation du programme afin de remédier à d'éventuelles erreurs commises et les modifications appropriées avant de passer à l'implémentation dans l'automate.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de la finalisation de notre projet de fin d'étude nous tenons à remarquer que les objectifs assignés dans ce dernier sont atteints, notamment :

- Le chapitre I : ramené la description du fonctionnement des équipements de production du cycle combiné Turbine GAZ / Turbine vapeur.
- Le chapitre II : décrit succinctement l'instrumentation de cette chaîne de production dont on retrouve certains capteurs et actionneurs utilisés dans les chaînes de commandes automatiques.
- Le chapitre III : présente notre choix sur l'outil de commande du cycle TG/TV, dont la commande par API Siemens est robuste, fiable et répond aux besoins de l'utilisateur.

La commande du cycle existante de TV était la commande figée, par suite de l'adjonction technologique de la Turbine à GAZ, à la turbine à vapeur nous étions amenés à réaliser une commande adéquate à la conjugaison de ces 2 équipements.

Le programme développé est réalisé par le langage du logiciel Siemens/S7.

- Le chapitre IV : présente le développement du programme de la conduite Marche/Arrêt de ces équipements ; Ce programme est structuré dans le bloc principal OB1, dans lequel, on a créé des sous-programmes de type fonctions spéciales 'FC' et des blocs de données DB et des blocs fonctionnels FB.

En foi de quoi de la réussite du développement du software, nous préconisons son emploi par une implémentation sur l'API S7/300 choisi.

En perspective du développement et l'élargissement de ce modeste travail, nous laissons la suite de cette réalisation tels que :

- Diagnostic ;
- Journalisation du traitement des informations ;
- Maintenance ;
- Etc.

Aux futures étudiants de notre spécialité.

Conclusion générale

BIBLIOGRAPHIE



- [1] Documentation interne de la société de Ras-Djanet.
- [2] Documentation technique des constructeurs de la centrale thermique à cycle combiné de Ras -Djanet.
- [3] G. Asch, « Les capteur en instrumentation industriel », 7em édition, 2010.Dunod.
- [4] MICHEL GROUT et PATRICK SALUM, « instrumentation industriel et installation des capteurs et des vannes ». 2009. Dunod.
- [5] Georges Asch et Collaborateurs, Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod 199
- [6] J.G Webster, Measurement, instrumentation and sensors Handbook.
- [7] Georges Asch. Les capteurs en instrumentation industriel. Bordas, pris,1987
- [8] POLYTECH' Marseille D'épatement de mécanique Énergétique ´ 2 Année Option S.I.I.C
- [9] Dr Sofiane doudou, cours automate programmable industriel université Mohammed seddik benyahaia-jijel
- [10] D. YAKOUB, « Étude de la commande automatique du machine Rubaneuse par (API) siemens (S7-300 et S7-200) dans L'ENICAB », thème master, Département de Génie Électrique, Université Mohamed Khider Biskra ,2013.
- [11] J.-P. Thomesse, « Ingénierie des systèmes homme machine, » Techniques de l'ingénieur, édition, 2004
- [12] - Technique d'ingénieur, l'automate programmable industriel, Michel **BERTRAND**.
- [13].SIEMENS, « Mise en route STEP7 V5.2.Getting Started », Réf. 6ES7810-4CA06-8CA0, SIMATIC, 2002.
- [14]. SIEMENS, « Programmer avec STEP7 V5.2 », Réf. 6ES7810-4CA06-8CA0, SIMATIC, 2002.
- [15] -SIEMENS, « Langage CONT pour SIMATIC S7-300/400 »,
- [16] les sites web officiels de Siemens <http://www.automation.siemens.com/>
-