

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'Informatique
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etude
de MASTER PROFESSIONNEL**
Spécialité : **Automatique industrielle**

Présenté par
Belaid BENAMRANE
Hocine HAMRANI

Mémoire dirigé par Aldjia NAIT ABDESSELAM et co-dirigé par Akli TILOUINE

Thème

**Automatisation des pompes d'extraction
de la centrale thermique de CAP-DJINET**

Mémoire soutenu publiquement le 02/07/ 2018 devant le jury composé de :

M^{me} K.KHERRAZ

M.C.B, U.M.M.T.O, Président

M^{me} A. NAIT ABDESSELAM

M.A.A, U.M.M.T.O, Rapporteur

M^{me} G.IDIRI

M.C.B, U.M.M.T.O, Examineur

M^{me} Z.HALICHE

M.A.A, U.M.M.T.O, Examineur

R*emerciements*



Nous tenons à témoigner nos sincères remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de notre projet de fin d'études et à la réalisation de ce modeste travail.

A l'ensemble du personnel de la centrale thermique de CAP-DJINET, pour leur accueil chaleureux, leurs conseils et intérêt porté à notre travail.

En particulier, **Mr. Akli TILIOUINE** qui a été d'une aide précieuse, le temps qu'il nous a accordé, la confiance, le partage de son expertise, et sa contribution à nous servir tout au long de notre stage professionnel.

A notre promoteur **Mme. Aldjia NAIT ABDESSELAM** pour ses conseils et son intérêt incontestable qu'il nous a porté durant notre travail.

Ainsi qu'à l'ensemble des enseignants du département d'Automatique, en particulier **Mme Fadhila BOUDJEMAA** pour son soutien et ses conseils.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury qui feront l'honneur de juger notre modeste travail et d'apporter leurs réflexions scientifiques.

Enfin, on n'oserait oublier de remercier nos familles qui sont la source de cette réussite.

D *édicace*



Je dédie ce modeste travail à :

Ma mère, Mon père, aucune dédicace ne serait vous remercier pour votre soutien et présence, vos nobles sacrifices, vos conseils et assistance dans ma vie. Ce modeste travail puisse être l'expression de mon éternelle gratitude.

Mes Grand parents,

Mon frère et ma sœur,

Mon binôme,

Ma famille, Mes amis,

Sans oublier mes camarades de la promotion chacun avec son nom.

Bétaid

Je dédie ce modeste travail à :

Ma mère,

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'affection et l'amour que j'éprouve envers toi.

Puisse ce travail être la récompense de tes soutiens moraux et sacrifices.

Mon père,

Puisse ce modeste travail constituer une légère compensation pour tous les nobles sacrifices que tu t'es imposé pour assurer mon bien être et mon éducation.

Ma sœur,

Mon binôme,

Ma famille, Mes amis,

Sans oublier mes camarades de la promotion chacun avec son nom.

Hocine

Liste des figures

Chapitre I :

| | |
|--|----|
| Figure I.1 : vue satellite de centrale thermique de CAP-DJINET..... | 03 |
| Figure I.2 : Organigramme d'organisation de la centrale de CAP-DJINET..... | 05 |
| Figure I.3 : Plan de masse de la centrale thermique de CAP-DJINET..... | 07 |

Chapitre II :

| | |
|---|----|
| Figure II.1: Schéma d'un condenseur par surface..... | 10 |
| Figure II.2 : Pompe d'extraction..... | 11 |
| Figure II.3: Photo d'une bache alimentaire..... | 13 |
| Figure II.4 : Les trois corps de la turbine HP, MP, BP..... | 16 |
| Figure II.5: Photo de l'alternateur..... | 18 |
| Figure II.6 : Photo du transformateur d'évacuation d'énergie..... | 21 |
| Figure II.7 : Photo d'une sale de commande..... | 22 |
| Figure II.8 : Schéma synoptique d'une tranche thermique..... | 24 |

Chapitre III :

| | |
|---|----|
| Figure III .01: Parcours d'eau dans la pompe d'extraction RM21..... | 25 |
| Figure III .02: Parcours d'eau d'extraction..... | 26 |
| Figure III .03 : Capteur de débit de type BGN..... | 27 |
| Figure III .04 : Capteur e pression..... | 28 |
| Figure III .05 : Capteur de position..... | 29 |
| Figure III .06: Capteur de flamme type 45UV5..... | 29 |
| Figure III .07 : Contacteur électrique..... | 30 |
| Figure III .08 : Schéma d'une électrovanne..... | 31 |
| Figure III .09 : Photo d'une électrovanne..... | 32 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure III .10 : Moteur triphasé asynchrone..... | 33 |
| Figure III .11 : Vue de face et vue en coupe d'une pompe centrifuge..... | 33 |
| Figure III .12 : Schéma du circuit d'extraction..... | 37 |
| Figure III.13 : Eléments de base d'un GRAFCET..... | 50 |
| Figure III.14 : Saut d'étape et reprise d'étape..... | 50 |
| Figure III.15 : Divergence et convergence en OU..... | 51 |
| Figure III.16 : Divergence et convergence en ET..... | 51 |
| Figure III.1 7 : Les niveaux du GRAFCET..... | 53 |
| Figure III.18 : Le GRAFCET niveau 1..... | 54 |

Chapitre IV :

| | |
|---|----|
| Figure IV.01 : Situation d'un automate dans un système automatisé..... | 57 |
| Figure IV.02 : Automate S7-300 de SIEMENS..... | 59 |
| Figure IV.03 : Architecture interne d'un automate..... | 59 |
| Figure IV.04 : Constitution d'un automate S7-300. | 60 |
| Figure IV.05 : Icône de SIMATIC Manager..... | 62 |
| Figure IV.06 : Fenêtre de création du projet..... | 62 |
| Figure IV.07 :Fenêtre de sélection de la CPU..... | 63 |
| Figure IV.08 :Fenêtre de sélection du langage et de bloc utilisés..... | 63 |
| Figure IV.09 :Le nom du projet | 64 |
| Figure IV.10 :Fenêtre de configuration matérielle..... | 64 |
| Figure IV.11 :Structure du programme..... | 65 |
| Figure IV.12 :Une partie de la table des mnémoniques..... | 66 |
| Figure IV.13 :Chargement du programme sur l'automate..... | 68 |
| Figure IV.14 :Activation de la simulation..... | 69 |
| Figure IV.15 :Activation de la visualisation..... | 69 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure IV.16: Fenêtre de visualisation S7-PLCSIM..... | 70 |
| Figure IV.17: Visualisation du programme..... | 71 |
| Figure IV.18: Visualisation des phases de marche..... | 71 |
| Figure IV.19: Visualisation des phases d'arrêt..... | 72 |
| Figure IV.20: Visualisation de la simulation du programme libération marche..... | 72 |
| Figure IV.21: Visualisation de la de la protection de pompe 1..... | 73 |
| Figure IV.22: Visualisation de la de la protection de pompe 2..... | 73 |
| Figure IV.23: Visualisation de la protection commune arrêt..... | 74 |

Chapitre V :

| | |
|---|----|
| Figure V.1 : Liaisons entre le logiciel Win CC flexible et l'automate..... | 77 |
| Figure V.2 : Création d'un nouveau projet..... | 78 |
| Figure V.3 : Sélection du pupitre..... | 79 |
| Figure V.4 : Espace de travail Win CC flexible..... | 79 |
| Figure V.5 : La vue d'accueil..... | 80 |
| Figure V.6 : Vue du pupitre principal..... | 81 |
| Figure V.7 : Vue des différentes phases..... | 81 |
| Figure V.8 : Vue d'une phase..... | 82 |
| Figure V.9 : Vue des différentes alarmes..... | 82 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau III .01 : Organe d'isolement de la pompe..... | 26 |
| Tableau III .02 : Organe de contrôle de la pompe..... | 26 |
| Tableau III.3 : Organes commandés..... | 36 |
| Tableau III.4 : Organes de mesure..... | 36 |
| Tableau III.5 : Désignation des codes alphanumériques..... | 46 |

Sommaire



| | |
|----------------------------|----|
| Introduction générale..... | 01 |
|----------------------------|----|

Chapitre I : Description de la centrale thermique de CAP-DJINET.

| | |
|--|----|
| I.1) Introduction :..... | 03 |
| I.2) Présentation de la centrale thermique de CAP-DJINET | 03 |
| I.2.1) Situation géographique | 03 |
| I.2.2) Historique..... | 04 |
| I.2.2.1) Etapes de réalisation..... | 04 |
| I.2.2.2) Mise en service de la centrale | 04 |
| I.3) Organigramme d'organisation de la Centrale thermique de CAP-DJINET..... | 05 |
| I.4) Différents bloc de la centrale de CAP-DJINET..... | 06 |
| I.5) Caractéristiques technique de la centrale | 07 |
| I.5.1) le combustible | 07 |
| I.5.1.1) Le gaz naturel..... | 07 |
| I.5.1.2) Le diesel..... | 07 |
| I.5.2) Consommation nominale combustible par groupe | 07 |
| I.5.3) Capacité de production nominale..... | 08 |
| I.6) Conclusion..... | 08 |

Chapitre II : Différents composants et fonctionnement de la centrale thermique de CAP-DJINET.

| | |
|---|----|
| II.1) Introduction..... | 09 |
| II.2) Différents composants de la centrale thermique..... | 09 |
| II.2.1) Le condenseur | 09 |
| II.2.1.1) Définition | 09 |
| II.2.1.2) Le rôle | 09 |

| | |
|--|----|
| II.2.1.3) caractéristiques | 10 |
| II.2.2) Les pompes..... | 11 |
| II.2.2.1) les pompes d'extraction | 11 |
| II.2.2.1.1) Définition | 11 |
| II.2.2.1.2) Caractéristiques | 11 |
| II .2.2.2) les pompes alimentaires | 12 |
| II .2.2.2.1) Définition | 12 |
| II .2.2.2.2) Caractéristiques | 12 |
| II .2.3) Les réchauffeurs..... | 12 |
| II .2.3.1) Les réchauffeurs(BP)..... | 12 |
| II .2.3.2) Les réchauffeurs(HP) | 12 |
| II .2. 4) Le dégazeur | 12 |
| II .2.5) La bache alimentaire | 13 |
| II .2.5.1) Définition | 13 |
| II .2.5.2) Caractéristiques | 13 |
| II .2.6) Le générateur à vapeur | 13 |
| II .2.6.1) Définition | 13 |
| II .2.6.2) Caractéristiques | 14 |
| II .2.6.3) Constitution | 14 |
| II .2.6.3.1) Le ballon chaudière..... | 14 |
| II .2.6.3.2) L'économiseur | 14 |
| II .2.6.3.3) les surchauffeurs | 14 |
| II .2.6.3.4) les désurchauffeurs | 14 |
| II .2.6.3.5) Resurchauffeurs | 15 |
| II .2.6.3.6) Colonne de descente et tubes écrans | 15 |
| II .2.6.3.7) Les bruleurs..... | 15 |
| II .2.6.3.8) Ventilateurs de soufflage..... | 15 |
| II .2.6.3.9) Ventilateurs de recyclage | 15 |

| | |
|---|----|
| II .2.7) Turbine à vapeur | 16 |
| II .2.7.1) Définition..... | 16 |
| II .2.7.2) constitution | 16 |
| II .2.7.2.1) Le corps HP | 16 |
| II .2.7.2.2) Le corps MP..... | 17 |
| II .2.7.2.3) Le corps BP | 17 |
| II .2.8) Alternateur..... | 18 |
| II .2.8.1) Définition..... | 18 |
| II .2.8.2) Caractéristiques..... | 18 |
| II .2.9) Les réfrigérants | 18 |
| II .2.9.1) Réfrigérants d'été | 18 |
| II .2.9.2) Réfrigèrent d'hydrogène | 18 |
| II .2.10) Les soutirages | 19 |
| II .2.11) Les différents circuits auxiliaires de la centrale..... | 19 |
| II .2.11.1) Station de pompage et de filtration..... | 19 |
| II .2.11.2) Traitement des eaux..... | 19 |
| II .2.11.2.1) Station de dessalement d'eau de mer..... | 19 |
| II .2.11.2.1) Station de déminéralisation..... | 20 |
| II.2.11.2.3) Station d'électro-chloration..... | 20 |
| II .2.11.3) Poste de dépotage et transfert fuel..... | 20 |
| II .2.11.4) Evacuation d'énergie..... | 20 |
| II .2.11.5) Présentation de la salle de commande et de contrôle..... | 21 |
| II .2.11.5.1) Salle de commande et de contrôle..... | 21 |
| II .2.11.5.2) Système de surveillance..... | 21 |
| II.3) Fonctionnement globale de la centrale thermique de CAP-DJINET | 22 |
| II.4) Conclusion | 24 |

Chapitre III : Etude et modélisation du fonctionnement des pompes d'extraction.

| | |
|---|----|
| III .1) Introduction | 25 |
| III .2) Description de la pompe d'extraction | 25 |
| III .2.1) Présentation des pompes d'extraction | 25 |
| III .2.2) Organes d'isolement et de contrôle de la pompe..... | 26 |
| III .2.3) Lubrification de la pompe | 27 |
| III .3) Instrumentation | 27 |
| III .3.1) Les capteurs..... | 27 |
| III3.1.1) Capteurs de débit | 28 |
| III.3.1.2) Capteurs de température | 28 |
| III 3.1.3) Capteurs de pression | 28 |
| III .3.1.4) Capteur de position | 29 |
| III .3.1.5) Capteur de flamme | 29 |
| III .3.2) Les contacteur et les relais | 30 |
| III .3.2.1) Les contacteurs | 30 |
| III .3.2.2) Les relais | 30 |
| III .3.3) Les Vannes | 30 |
| III .3.3.1) Les Vannes Tout Ou Rien (TOR) | 30 |
| III .3.3.2) Les électrovannes | 30 |
| III .3.4) Les clapets | 32 |
| III .3.5) Les moteurs électriques | 32 |
| III .3.6) La pompe centrifuge | 33 |
| III 3.7) Les alimentations..... | 34 |
| III 3.8) Les transformateurs | 34 |
| III .4) Fonctionnement des pompes d'extraction | 34 |
| III .4.1) Parcours d'eau dans le circuit d'extraction | 34 |
| III .4.2) Démarrage des pompes d'extraction..... | 35 |

| | |
|---|----|
| III .4.3) Etats de fonctionnement du circuit..... | 35 |
| III .4.4) Les organes commandés | 36 |
| III .4.5) Les organes de mesure | 36 |
| III.5) Le logigramme du déroulement des phases..... | 38 |
| III.5.1) Introduction | 38 |
| III.2) Le logigramme fonctionnel du déroulement des phases..... | 38 |
| III.6) Le GRAFCET | 49 |
| III.6.1) Définition | 49 |
| III.6.2) Les concepts de base d'un GRAFCET..... | 49 |
| III.6.3) Structure de base du GRAFCET | 50 |
| III.6.4) Hiérarchisation..... | 52 |
| III.6.4.1) GRAFCET de tâche | 52 |
| III.6.4.2) Macro étape..... | 52 |
| III.6.5) Les niveau de GRAFCET | 52 |
| III.6.5.1) Le GRAFCET niveau 1 | 52 |
| III.6.5.2) Le GRAFCET niveau 2..... | 53 |
| III.6.5.3) Le GRAFCET niveau 3..... | 53 |
| III.6.6) Modélisation du système | 53 |
| III.7) Conclusion | 55 |

Chapitre IV : Automate programmable industriels, Logiciel STEP7, Programmation et simulation.

| | |
|-----------------------------------|----|
| IV.1) Introduction | 56 |
| IV.2) Systèmes automatisés | 56 |
| IV.2.1) Définition | 56 |
| IV.2.2) Structure générale | 56 |
| IV.2.3) Système de commande | 56 |

| | |
|---|----|
| IV.3) Les automates programmables industriels | 57 |
| IV.3.1) Définition d'un automate programmable industriel (API)..... | 57 |
| IV.3.2) Le rôle de l'automate..... | 57 |
| IV.3.3) Objectif d'un automate programmable..... | 58 |
| IV.3.4) Choix d'un automate..... | 58 |
| IV.3.5) L'automate S7-300 | 58 |
| IV.3.5.1) Présentation le l'automate S7-300 | 58 |
| IV.5.2.2) Architecture interne d'un automate S7-300 | 59 |
| IV.3.5.3) Constitution..... | 59 |
| IV.3.5.4) Caractéristiques..... | 60 |
| IV.3.5) La console de programmation | 60 |
| IV.4) Le logiciel STEP7 : | 61 |
| IV.4.1) Présentation du logiciel STEP 7 | 61 |
| IV.4.2) Langages de programmation | 61 |
| IV.4.3) Création d'un projet en STEP7..... | 61 |
| IV.5) Création du projet | 61 |
| IV.6) Les mnémoniques | 65 |
| IV.7) La programmation | 66 |
| IV.7.1) Les modes de programmation | 66 |
| IV.7.2) Structure de programmation..... | 66 |
| IV.7.3) Les blocs de programmation..... | 67 |
| IV.8) Validation et simulation | 68 |
| IV.8.1) Introduction sur S7-PLCSIM..... | 68 |
| IV.8.2) Simulation par PLCSIM | 68 |
| IV.9) Les états de fonctionnement de la CPU | 69 |
| IV.10) La visualisation du programme | 70 |
| IV.11) Conclusion | 74 |

Chapitre V : Réalisation d'une plateforme de supervision.

| | |
|---|----|
| V.1) Introduction | 75 |
| V.2) Définition de la supervision industrielle | 75 |
| V.3) Présentation du logiciel Win CC flexible2008 | 75 |
| V.4) Constitution d'un système de supervision | 75 |
| V.4.1) Module de visualisation | 76 |
| V.4.2) Module d'archivage..... | 76 |
| V.4.3) Module de traitement..... | 76 |
| V.4.4) Module de communication | 76 |
| V.5) Etape de mise en œuvre d'un système de supervision | 76 |
| V.5.1) Etablir une liaison directe..... | 76 |
| V.5.2) Création de la table des variables..... | 77 |
| V.6) Importance de la supervision | 77 |
| V.6.1) Sur le personnel..... | 77 |
| V.6.2) Sur l'entreprise | 78 |
| V.7) Création d'un projet Win CC flexible..... | 78 |
| V.8) Les vues de notre projet | 80 |
| V.8.1) La vue d'accueil | 80 |
| V.8.2) La vue du pupitre principal | 81 |
| V.8.3) La vue des phases | 81 |
| V.8.4) La vue d'une des phases | 82 |
| V.8.5) La vue des alarmes | 82 |
| V.9) Conclusion | 83 |

Bibliographie

Introduction générale

De nos jours, les technologies d'automatisation ne cessent d'évoluer dans tous les domaines en utilisant moins de composants, pour améliorer la production et la sécurité.

L'énergie électrique représente un besoin indispensable dans tous les domaines. Cette énergie est produite principalement par la conversion d'énergie mécanique aux moyens d'alternateurs.

Une centrale thermique est une centrale qui produit de l'électricité à partir d'une source de chaleur. Cette source peut être un combustible brûlé (gaz, fioul). Grâce à son capital énergétique (pétrole et gaz), l'Algérie a misé sur les centrales thermiques pour produire son énergie, ainsi le groupe SONELGAZ a construit plusieurs centrales thermiques (à vapeur, gaz).

La centrale thermique de CAP-DJINET ou nous effectuons notre projet occupe une place importante dans le réseau de production électrique en ALGERIE, en effet c'est la deuxième centrale thermique à vapeur vu sa puissance (704MW).

L'objectif de notre travail est d'automatiser le fonctionnement des pompes d'extraction de la centrale thermique, car la partie commande est basée sur la logique câblée. L'évolution des technologies d'automatisation a donné naissance aux automates programmables industriels(API), leur introduction dans le milieu industriel garantie une souplesse de manipulation, une haute fiabilité, diagnostic rapide des pannes qui nécessite pas un grand investissement, et les gains de temps. A cet effet, nous avons adapté une solution de commande et de supervision à l'aide d'un automate programmable industriel S7 300 pour la commande des pompes d'extraction.

Pour mener à terme notre objectif, nous avons organisé notre travail comme suit :

- Le premier chapitre, consiste à présenter la centrale thermique de CAP-DJINET.
- Le deuxième chapitre, sera consacré à l'étude des différents composants et le fonctionnement général de la centrale thermique.
- Le troisième chapitre, on va étudier le parcours d'eau d'extraction, le fonctionnement des pompes d'extraction et sa modélisation par GRAFCET.
- Le quatrième chapitre, nous allons présenter l'automate choisi, le logiciel utilisé, la réalisation de la solution de commande et sa vérification par une simulation.

- le cinquième chapitre consiste à réaliser une plateforme de supervision pour la visualisation et le contrôle du système en temps réel.
- Enfin nous terminerons par une Conclusion générale.

Chapitre I : Description de la centrale thermique de CAP- DJINET

I.1) Introduction :

Une centrale thermique appelé aussi centrale électrique produit de l'électricité à partir de la chaleur produite par la combustion de combustibles (gaz ou liquide), et cela par la force de la vapeur qui fait tourner une turbine couplée à un alternateur. La centrale thermique à vapeur demande de grande quantités d'eau c'est pour cela on les trouve au bord de mer, rivières, lac, etc. En Algérie à cause du manque de points d'eau la centrale thermique de CAP-DJINET a été construite au bord de la mer afin de subvenir aux énormes besoins d'eau de cette dernière.

I.2) Présentation de la centrale thermique de CAP-DJINET :

I.2.1) Situation géographique :

La centrale thermique de CAP-DJINET se situe au bord de la mer dans la wilaya de BOUMERDES à 80Km à l'est de la capitale ALGER. Elle couvre une superficie de 35 Hectares, comprends 4 groupes d'une capacité de 176 MW chacun.

Le choix du site s'est fait selon les critères suivants :

- Proximités de la mer (les besoins importants d'eau).
- Conditions du sous-sol favorables.
- Possibilités d'extension.
- Proximité des importants consommateurs (zone industrielle de Rouïba et Rghaia). [1]



Figure I.1 : Vue par satellite de centrale thermique de CAP-DJINET.

I.2.2) Historique :

La centrale thermique a été conçue et construite par un consortium Austro-Allemand : SIEMENS-KWU-SGP (SIEMENS-KRAFTWERK-AG(RFA)-SIMMERING GARZ PAUKER. Ce groupe avait la responsabilité d'étude, de supervision, de montage, et de contrôle de l'ouvrage, ainsi qu'une entreprise espagnole « DRAGADOS » qui avait la tâche de réaliser le système de raccordement à l'eau de mer.

En plus de « DRAGADOS », on compte aussi des entreprises Algériennes qui ont participé à la réalisation de cette station parmi elles : ENCC, ETTERKIB, BATIMETAL, GENISIDER, INERGA, SNLB, PROSIDER, ENATUB, SNIC, GTP, SONATRAM, SOGEP.

La centrale thermique a été construite de 1980 et 1986, les principaux contrats de réalisation ont été signés en 1980 et le début du montage a commencé en mars 1981 ; la première tranche d'énergie a été fournie aux réseaux le 17 juin 1986. [1]

I.2.2.1) Etapes de réalisation :

Calendrier de réalisation des principales opérations se présente comme suit :

Travaux de génie civil : Début : Juin 1981, Fin : Mars 1985.

Montage mécanique : Début : Mars 1984, Fin : Septembre 1986.

Montage électrique : Début : Mars 1984, Fin : Septembre 1986. [1]

I.2.2.2) Mise en service de la centrale :

La mise en service des quatre groupes de la centrale s'est effectuée comme suit :

Groupe 1, couplage sur le réseau le 17/06/1986.

Groupe 2, couplage sur le réseau le 17/09/1986.

Groupe 3, couplage sur le réseau le 29/11/1986.

Groupe 4, couplage sur le réseau le 21/02/1987. [1]

I.3) Organigramme d'organisation de la centrale thermique de CAP-DJINET :

La centrale est organisée comme suit : [1]

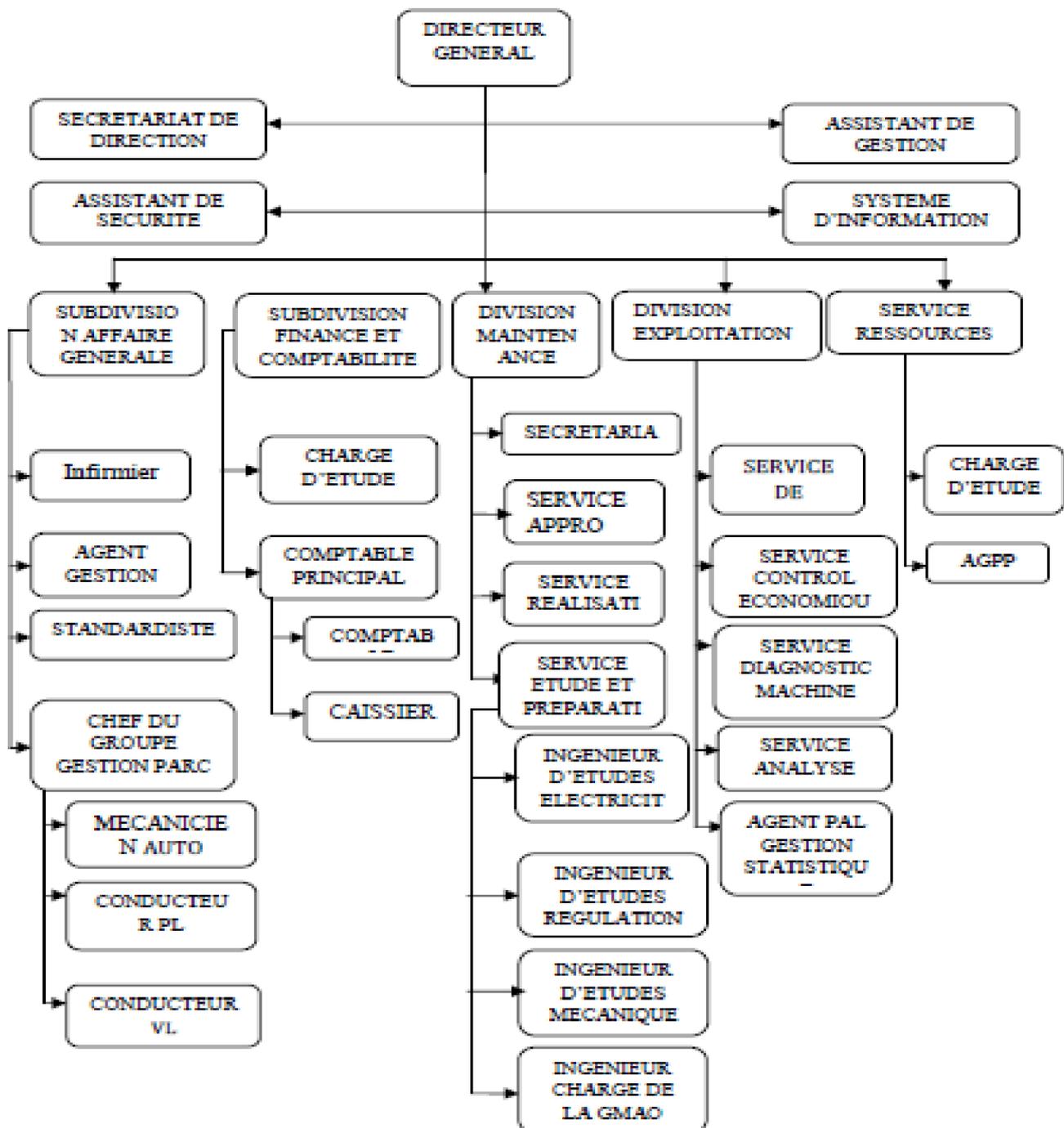


Figure I.2 : Organigramme d'organisation de la centrale de CAP-DJINET.

I.4) Différents bloc de la centrale de CAP-DJINET:

Les différents blocs qui constituent la centrale sont :

- Salle des machines
- Chaudières.
- Locaux des auxiliaires électriques et mécaniques.
- Tour de prise d'eau de mer.
- Station détente gaz.
- Réservoir de stockage du fuel.
- Station de dépotage et pompage du fuel.
- Station de production d'hydrogène.
- Poste d'alimentation en hydrogène.
- Aire des transformateurs,
- Station de chloration.
- Station pompage (les pompes alimentaires, les pompes d'extraction, les pompes d'aspiration),
- Station de déminéralisation,
- Station de dessalement d'eau de mer,
- Station des pompages d'eau alimentaire.
- Fosse de neutralisation.
- Station de pompe d'incendie.
- Atelier magazine
- Bâtiment administrative.
- Cantine.
- Parking.
- Poste de garde.
- Logement d'exploitation.

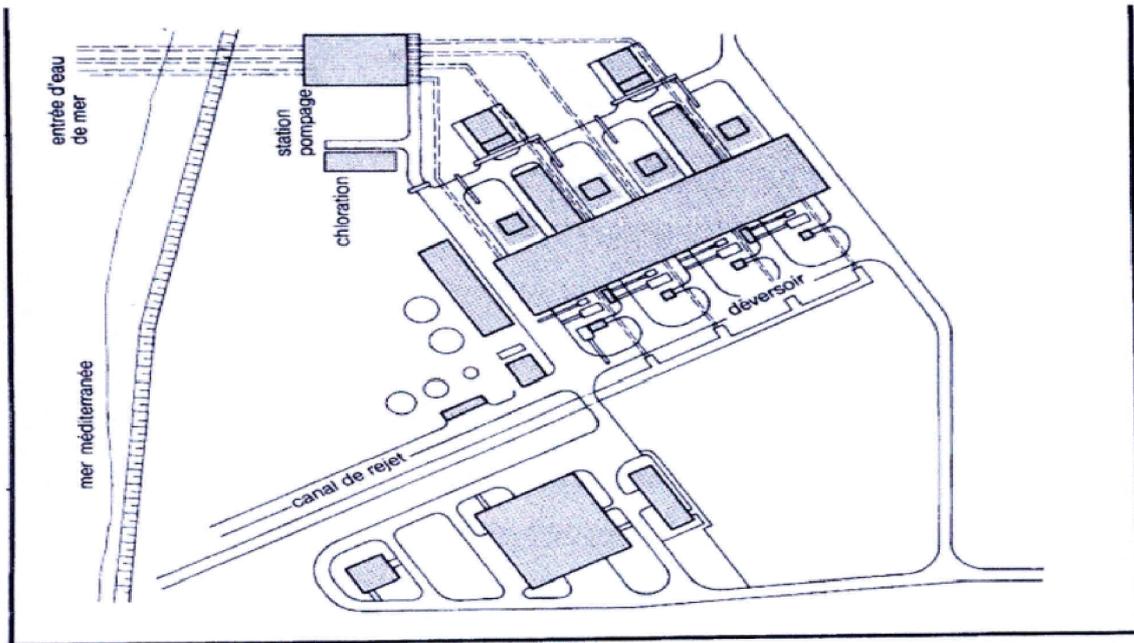


Figure I.3 : Plan de masse de la centrale thermique de CAP-DJINET.

I.5) Caractéristiques techniques de la centrale :

I.5.1) le combustible :

I.5.1.1) Le gaz naturel :

Le combustible utilisé par la chaudière est le gaz naturel acheminé par gazoduc de HASSI R'MEL, avec un débit de 160000 N/m³ nécessaire pour le fonctionnement en pleine charge des 04 groupes de la centrale. Cette alimentation en gaz est constituée de 02 lignes de filtration gaz et de 03 lignes de régulation pour la détente gaz de 6 à 60bars.

I.5.1.2) Le diesel :

En cas de rupture de l'alimentation en gaz, le secours est assuré par un dispositif d'alimentation en fuel composé de deux réservoirs d'une capacité totale de 20000 m³.

[1]

I.5.2) Consommation nominale combustible par groupe :

La consommation nominale combustible de chaque groupe est de :

- Alimentation en gaz : $Q=40\ 000\text{Nm}^3/\text{h}$.
- Alimentation en fuel : $P=42\text{m}^3/\text{h}$.

I.5.3) Capacité de production nominale :

La centrale thermique est composée de 4 tranches identiques de type thermique-vapeur d'une puissance unitaire de 176 MW (borne alternateur). La puissance totale installée est de 704MW, la puissance fournie aux réseaux est de 672 MW (borne usine).La consommation totale des auxiliaires des 4 tranches et des auxiliaires communs est d'environ est de 32 MW.

[1]

I.6) Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté la centrale thermique de CAP-DJINET dans sa globalité.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude des différents composants et le fonctionnement De la centrale thermique.

**Chapitre II : Différents
composants et
fonctionnement de la centrale
thermique de CAP-DJINET**

II.1) Introduction :

La centrale thermique produit de l'énergie électrique à partir d'énergie chimique (combustion de combustible) par l'intermédiaire de vapeur d'eau dans un circuit fermé. Les transformations importantes du circuit sont : La transformation de l'énergie chimique en énergie calorifique par la combustion. Ensuite transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique par la turbine et enfin transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique à l'aide de l'alternateur.

Les unités industrielles de productions d'électricité consomment de grandes quantités de combustible qui sont en général des ressources limitées et non renouvelables, pour cela il est souhaitable d'optimiser l'utilisation de ces ressources, l'idéal est d'utiliser aux maximum les énergies avant de les évacuer dans la nature.

Dans ce chapitre nous allons identifier les différents composants et leur rôle dans les circuits et étudier le fonctionnement général de la centrale thermique.

II.2) Différents composants de la centrale thermique :

La centrale thermique de CAP-DJINET se compose de quatre groupes identiques chacun d'eux contient les équipements principaux suivants :

II.2.1) Le condenseur :

II.2.1.1) Définition :

Le condenseur est l'un des éléments du circuit thermique. Il existe deux types de condenseur, le condenseur par surface et le condenseur par mélange ; le type du condenseur de la centrale thermique de CAP-DJINET est de type **condenseur par surface** qui est un échangeur par surface.

La vapeur évacuée par la turbine basse pression se condense aux contacts des parois des tubes dans lesquelles passe l'eau de mer (source froide). . [1]

II.2.1.2) Le rôle :

Ces condenseurs ont pour rôle d'assurer la condensation de la vapeur évacuée par la turbine basse pression BP et de la réintroduire dans le circuit, d'augmenter la chute d'enthalpie de la vapeur détendue en établissant une dépression, afin d'obtenir un rendement

de la turbine aussi élevé que possible. De dégazer le condensât et évacuer les incondensables (en majorité de l'air) et de recevoir également le condensât des réchauffeurs (BP).

II.2.1.3) caractéristiques :

- La pression dans le condenseur est de 0.07 bar absolue.
- Température d' eau de mer 6 °C à 8 °C.
- Surface d'échange est de 10101 m².
- Masse de condenseur à vide est de 258,5 T.
- Matériaux de tube : titans.
- Vitesse d'eau dans les tubes est de 1,8 m/s.
- Débit vapeur est de 98,5 kg/s.
- Débit d'eau de refroidissement est de 6500 kg/s (eau de mer).
- Nombre de tubes est de 14850.
- Longueur des tubes est de 11,490 m.
- La température de sortie est de 32,9 °C.
- La pression de sortie est de 0,05 bars.

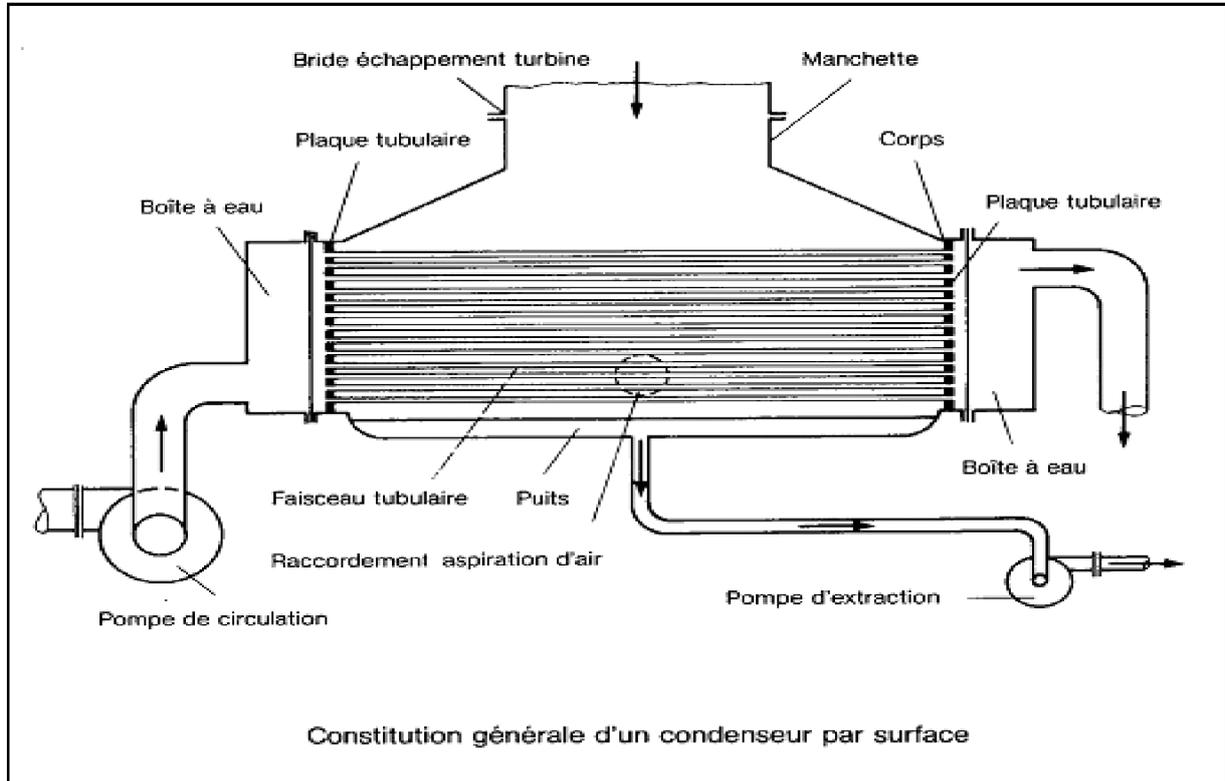


Figure II.1: Schéma d'un condenseur par surface.

II.2.2) Les pompes :

Il existe deux types de pompes :

II.2.2.1) les pompes d'extraction :

II.2.2.1.1) Définition :

Les pompes d'extraction ont pour rôle d'assurer le transfert du condensat de la sortie du condensateur jusqu'à la bache alimentaire en passant par les trois réchauffeurs BP.

II.2.2.1.2) Caractéristiques :

- type de pompes : centrifuge à trois étages.
- Température d'entrée est de 32.9°C.
- Température de sortie est de 33.0°C.
- Débit nominal est de 414m³/h.
- Pression de service (hauteur totale) de 16.8bars.
- Pression (hauteur à débit nul) de 19.7 bars.

La centrale thermique de CAP-DJINET dispose de deux pompes d'extraction pour chaque groupe dont une peut assurer le fonctionnement.



Figure II.2 : Pompe d'extraction.

II .2.2.2) les pompes alimentaires :

II .2.2.2.1) Définition :

Les pompes alimentaires servent à alimenter le générateur de vapeur avec de l'eau nécessaire en passant par les réchauffeurs à haute pression HP.

Les pompes alimentaires doivent fournir la quantité nécessaire pour maintenir le niveau de l'eau dans le réservoir de la chaudière entre deux limites bien définies.

II .2.2.2.2) Caractéristiques :

- Type : pompe centrifuge.
- Température de l'eau : 151.4°C.
- Débit nominale de 261.6m³/h.
- Pression d'aspiration de 5.6bars.
- Pression de refoulement : 177 bars.

La centrale thermique de CAP-DJINT dispose de 03 pompes d'alimentation dont 02 assurent le fonctionnement et une de réserve.

II .2.3) Les réchauffeurs :

II .2.3.1) Les réchauffeurs (BP) (Basse Pression) :

Les réchauffeurs BP (BP1, BP2, BP3) ont pour rôle de réchauffer le condensat lors de son transfert à la bache alimentaire. Ils sont alimentés par le soutirage qui viennent de l'alternateur.

II .2.3.2) Les réchauffeurs(HP) (Haute Pression) :

Le rôle de ces deux réchauffeurs (HP5, HP6) est de réchauffer l'eau d'alimentation lors de son transfert dans la chaudière. Ils sont alimentés par soutirages provenant : l'un des corps HP.

II .2. 4) Le dégazeur :

Le dégazeur a pour rôle d'éliminer les gaz des eaux. Il contient une chambre de mélange pour les condensats à dégazer, une plaque de dégazeur, un collecteur horizontal, une zone de collecte et l'évacuateur des incondensables.

II .2.5) La bêche alimentaire :

II .2.5.1) Définition :

C'est un réservoir cylindrique combiné avec un dégazeur. Il reçoit à partir des pompes d'extractions de l'eau, qui traverse un certain nombre de réchauffeurs. Son rôle consiste à réchauffer et conditionner la pression à l'aspiration de la pompe alimentaire.

II .2.5.2) Caractéristiques :

- Le volume total de 163 m³
- Diamètre de l'enveloppe : 3,6 m.
- La longueur de la bêche : 16,5 m.
- Température à la sortie de bêche : 150 – 151 °C.
- Pression de 4,9 – 5 bars.
- Le débit est 145,34 kg/s
- Température d'entrée : 114 °C.



Figure II.3: Une bêche alimentaire.

II .2.6) Le générateur à vapeur :

II .2.6.1) Définition :

Le générateur à vapeur (chaudière) a pour rôle de transformer l'eau en vapeur à haute pression pour alimenter le groupe turbine alternateur. Le générateur à vapeur est du type circulation naturelle.

II .2.6.2) Caractéristiques :

- Capacité de vaporisation maximale : 523 tr/h.
- Pression de service : 160 bars.
- Température de vapeur : 540 °C.
- Consommation en gaz naturel : 40m³/h.

II .2.6.3) Constitution :

**II .2.6.3.1) Le ballon de la
chaudière :**

C'est un réservoir dont le rôle est de séparer naturellement la phase vapeur de la phase liquide. Ses caractéristiques sont :

- Pression de service : 160bars.
- Volume d'eau : 26.9m³.

II .2.6.3.2) L'économiseur :

C'est un échangeur de chaleur, son rôle est de réchauffer l'eau d'alimentation pour éviter les chocs thermique dans le ballon chaud. Ses caractéristiques sont :

- Volume d'eau : 10.5m³.
- Surface d'échange : 2080m².
- Pression de service : 164.3bar.

II .2.6.3.3) les surchauffeurs :

Les surchauffeurs sont au nombre de trois (primaire, secondaire et tertiaire), permettant grâce à la récupération de la chaleur sensible des fumées provenant des foyers, d'élever la température de la vapeur au-delà du point de saturation pour atteindre la température de 540°C.

II .2.6.3.4) les désurchauffeurs :

Une partie de l'eau d'alimentation est élevée devant son entrée dans l'économiseur dans un circuit annexe et injectée dans la vapeur surchauffée à un étage intermédiaire de surchauffé.

Elle sert au réglage de la température de vapeur à la sortie de la dernière surchauffée.

L'injection de cette eau de désurchauffe dans la vapeur se fait par pulvérisation dans un mélange appelé désurchauffeur.

II .2.6.3.5) Resurchauffeurs :

Ce sont des échangeurs de chaleur dont lesquels, une partie de la vapeur qui est passée par la turbine HP réchauffe l'eau d'alimentation. Le rendement thermique ainsi obtenu est meilleur que si la vapeur dérive dans le resurchauffeur allait aux turbines moyennes pression (MP) et basse pression(BP).

II .2.6.3.6) Colonne de descente et tubes écrans :

Les tubes écrans constituant les parois de la chambre de combustion sont alimentés leur partie inférieure par quatre colonnes dites de descente. La chaleur reçue par ces tubes essentiellement par rayonnement et transmise à l'eau en vue de sa vaporisation.

II .2.6.3.7) Les brûleurs :

Le générateur de vapeur est équipé de huit brûleurs qui fonctionnent au gaz naturel ou fuel léger. Ils sont disposés sur quatre étages de la face avant de la chaudière.

II .2.6.3.8) Ventilateurs de soufflage :

Les ventilateurs de soufflage ont pour rôle d'acheminer au générateur de vapeur l'air nécessaire à la combustion.

Ils aspirent l'air de l'extérieur et ils le font parvenir aux brûleurs à travers des préchauffeurs à vapeur et le réchauffeur rotatif. Chaque tranche est équipée de deux ventilateurs chacun peut assurer 60% du débit nominal.

II .2.6.3.9) Ventilateurs de recyclage :

Chaque tranche est équipée de deux ventilateurs de recyclage des fumées. Ils aspirent une partie des gaz des combustions à la sortie de la chaudière et l'injecter à la partie basse de la chambre de combustion. Ce système permet un gain de rendement, surtout à basse charge.

II .2.7) Turbine à vapeur :

II .2.7.1) Définition :

La turbine est une machine composée de corps **HP**, **MP**, **BP** qui servent à convertir l'énergie calorifique d'un courant de vapeur en énergie mécanique.



Figure II.4 : Les trois corps de la turbine HP, MP, BP.

II .2.7.2) Constitution :

II .2.7.2.1) Le corps HP :

Le corps HP de la turbine est une construction en tonneau, il est équipé d'un étage de réglage pour régularisation par groupe de tuyère. Quatre ensembles combines vannes d'arrêt soupapes régulatrices associées à autant de groupes de tuyères, ils sont déposés de chaque côté du corps à vapeur, conduite à la turbine par l'intermédiaire de tuyauterie parvient aux soupapes régulatrices après avoir traverses les vannes d'arrêt. A partir de ces soupapes la vapeur s'écoule dans l'enveloppe.

Des clapets anti-retour sont montés sur la tuyauterie des resurchauffeurs pour empêcher le reflux chaud du resurchauffeur vers le corps HP. Ses caractéristiques sont :

- Simple flux à double enveloppe.
- La pression d'admission : 138 bars.
- Le débit de vapeur : 532 tonnes/h.
- La température de vapeur : 535°C.
- Nombres d'étages à réaction : 23 étages.
- Nombre d'étages à action : 01 étage.

II .2.7.2.2) Le corps MP :

Le corps MP est équipé de deux vannes d'interception et de deux soupapes modératrices déposées symétriquement de part et d'autres du corps. La vapeur resurchauffe véhiculée par la tuyauterie parvient aux soupapes modératrices après avoir traverses les vannes d'interceptions.

A partir des soupapes modératrices la vapeur s'écoule dans le corps de la turbine vers les demi-corps supérieurs et inférieurs. Elle pénètre dans l'enveloppe interne par les pipes d'admission bridée au centre de l'enveloppe externe .Cette disposition qui se traduit par des directions d'écoulement opposés dans les deux flux ce qui permet d'équilibrer l'admission de vapeur au milieu du corps. Ses caractéristiques sont :

- Double flux a double enveloppe.
- La pression d'admission de 36bars.
- Le débit de vapeur : 408 tonnes/h.
- La température de vapeur : 535°C.

II .2.7.2.3) Le corps BP :

Le corps BP est du type double flux .Il s'agit d'une construction mécano soudée comprenant une carcasse et une double enveloppe .La vapeur provenant du corps MP pénètre dans le corps interne de l'enveloppe double en amont des aubages BP par les pipes d'admissions déposés de part et d' autres du cops BP.

Des compensateurs sont montés sur les gaines de vapeur pour éviter la déformation des enveloppes sous l'effet de la dilatation thermique. Ses caractéristiques sont :

- La pression d'admission : 5.5 bars.
- Le débit de vapeur : 406t/h.

- La température de vapeur : 282°C.
- Nombres d'étages à réaction : 2*8etages.

II .2.8) Alternateur :

L'alternateur est une machine qui transforme l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique. Ses caractéristiques sont :

- La puissance maximale produite est de : 176 MW.
- La tension : 15,5 KV.
- La fréquence : 50 Hz.
- L'intensité du courant: 8195 A.



Figure II.5: L'alternateur.

II .2.9) Les réfrigérants :

II .2.9.1) Réfrigérants d'été :

Les réfrigérants d'été servent à refroidir l'eau d'extraction dans le cas de température élevée dans le circuit (généralement en été).

Les deux réfrigérants utilisent l'eau de mer comme source froide, le débit d'eau de mer est de 2*15m³/h.

II .2.9.2) Réfrigèrent d'hydrogène :

Les réfrigérants d'hydrogène sert à refroidir l'hydrogène contenu dans l'alternateur. .Les quatre réfrigérants d'hydrogène (H₂) (4*25%) sont logés horizontalement à l'intérieure de

l'enveloppe de l'alternateur. C'est des échangeurs par surface qui refroidissent l'H₂ chaud par la méthode des courants croisés.

L'échange de chaleur entre le H₂ et l'eau de refroidissement s'effectue par l'intermédiaire de tubes à ailettes parcourus par de l'eau.

II .2.10) Les soutirages :

Le principe du soutirage dans une machine à vapeur est d'utiliser de la vapeur qui a déjà travaillé dans la turbine pour réchauffer l'eau d'alimentation. L'échange de chaleur s'effectue dans un échangeur de calories. La vapeur refroidie est ensuite redirigée vers le condenseur.
[1]

II .2.11) Les différents circuits auxiliaires de la centrale : II 2.11.1) Station de pompage et de filtration :

La position de la station de pompage et de filtration d'eau de mer est profonde de sept mètres environ dans la mer. La prise d'eau est située à 900 mètres de la côte. L'arrivée de l'eau à la station de pompage se fait par trois tubes en béton d'un diamètre de 2.70m. La station de filtration se compose de quatre voies de filtration chacune d'elles et équipée d'une grille avec dégrillage et d'un tambour afin d'éviter l'intrusion de déchets dans l'installation.

II .2.11.2) Traitement des eaux :

II 2.11.2.1) Station de dessalement de l'eau de mer :

La station de dessalement a pour rôle la produire de l'eau dessalée à partir de l'eau de mer. Ses caractéristiques sont :

- Quatre unités de dessalement produisant 500 m³/j, chacune assure la production en eau dessalé stockée dans deux baches de 2x 2700 m³.
- Le type de l'installation est Multi-flash, c'est-à-dire à évaporation successives sur 18 étages e l'évaporateur.

Trois produits chimiques sont injectés pour le traitement de l'eau, qui sont les suivants :

- **Le belgard EVN** : Inhibiteur d'incrustation utilisé pour éviter l'entartrage.
- **La belite (M33)** : produit anti-mousse utilisé pour éviter la formation de la mousse au niveau des évaporateurs.

- **Le bisulfite de sodium (Na₂SO₃)** : Produit permettant l'élimination du chlore dans l'eau pour diminuer la conductivité.

II .2.11.2.2) Station de déminéralisation :

Deux chaînes de déminéralisation de 40 m³/h, chacune parachève le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle eau-vapeur. Les lites mélangés : sont un mélange de résines cationique (Duo lite A101 et C20MB).Le stockage d'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs de 1500 m³ chacun.

II .2.11.2.3) Station d'électro-chloration :

La chloration de l'eau de mer permet de protéger le circuit d'eau de mer, (condenseur, conduite d'amenée d'eau de mer, etc.) contre tout encrassement pouvant être causé par les micro-organismes marins. Elle se fait par injection d'hypochlorite de sodium, l'installation est prévue pour produire 2 x 150 Kg/h de chlore avec deux unités. En condition de chloration continue, 104 000 m³/h d'eau de circulation sont continuellement chlorés.

II .2.11.3) Poste de dépotage et transfert de fuel :

La centrale dispose de 02 bâches de stockage d'une capacité de : 2*10000m³.

II .2.11.4) Evacuation d'énergie :

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaire de lignes 225 KV sur les postes de BOUDOUAOU et de SI MUSTAPHA. Ses caractéristiques sont :

- 168 MW sont évacués à travers un transformateur élévateur principal(TP).
- Un disjoncteur machine (BBC) à commande air comprimé pour protéger 1 alternateur contre les défauts électriques.

Un disjoncteur ligne de 220KV à gaz SF₆ à commande hydraulique pour protéger le groupe des défauts extérieurs. [1]



Figure II.6 : Transformateur d'évacuation d'énergie.

II .2.11. 5) Présentation de la salle de commande et de contrôle :

II .2.11.5.1) Salle de commande et de contrôle :

Chaque paire de tranches est contrôlée et réglée depuis une salle de commande.

La salle de commande comprend pour chaque tranche :

- Deux pupitres de conduites.
- Deux tableaux verticaux où sont rassemblés les organes de commande et les appareils d'enregistrement de la plus grande partie des paramètres.
- Un tableau synoptique schématisant les auxiliaires électriques.

II .2.11.5.2) Système de surveillance :

Pour permettre une bonne conduite du groupe de production des paramètres d'exploitation (température, pression, niveau d'eau, vibration, etc.), les différents équipements du groupe sont indiqués et enregistrés en permanence en salle de commande et signalés en cas de dépassement de seuil.

Pour une meilleure analyse en cas d'incident, un consigneur d'état est installé pour permettre l'enregistrement des alarmes dans un ordre chronologique. [1]



Figure II.7 : La salle de commande.

II.3) Fonctionnement globale de la centrale thermique de CAP-DJINET :

Les centrales thermiques à vapeur fonctionnent à partir de la combustion de ressources naturelles : gaz, fioul, charbon. Une fois brûlé, le combustible produit une source de chaleur qui chauffe l'eau dans les tubes qui tapissent les parois de la chaudière. Ce qui permet de transformer l'eau en vapeur qui actionne la turbine, elle-même fait tourner l'alternateur. Ainsi on produit de l'électricité.

Les pompes d'extractions aspirent le condensat à partir de condenseur à pression de 0,05 bars et une température de 33 °C, et refoulent l'eau vers les réchauffeurs basse pression 1 (BP1), basse pression 2 (BP2), basse pression 3 (BP3) où l'augmentation de la température s'effectue comme ceci : 52 °C à la sortie de réchauffeur BP1, 84 °C à la sortie de réchauffeur BP2 et 113°C à la sortie de réchauffeur BP3.

Cette eau est prise à la bêche alimentaire en passant par le dégazeur ou elle va subir un dégazage (élimination du O₂) sa température alors est de 152 °C et sa pression est de 170 bars.

L'eau de la bêche alimentaire est aspirée par les pompes d'alimentation où elles l'envoient vers les réchauffeurs haute pression 5 (HP5) et haute pression 6 (HP6) où l'augmentation de la température s'effectue comme ceci : 200 °C à la sortie de réchauffeur HP5 et 246 °C à la sortie de réchauffeur HP6.

L'eau d'alimentation passera à travers la soupape alimentaire pour entrer dans la chaudière au niveau de l'économiseur qui va encore l'élever en température à environ 300° avant son entrée dans le ballon chaudière.

L'eau chaude arrive au ballon chaudière, les parois tubulaires qui tapissent la chambre de combustion où elle atteint la température d'ébullition, et même la température de vaporisation. La moitié supérieure du ballon chaudière contient de la vapeur saturée. Celle-ci est dirigée sur les trois surchauffeurs, où sa température augmente jusqu'à 540 °C. En cas d'une température plus élevée que cette dernière, il y a le déclenchement des désurchauffeurs afin de la diminuer jusqu'à 540 °C, la pression reste presque constante (170 bars).

La vapeur de surchauffeur arrive au corps haute pression (HP) de la turbine où elle détente jusqu'à 40 bars et sa température diminue jusqu'à 375 °C, puis elle retourne vers les resurchauffeurs qui se trouvent dans la chaudière, où elle se réchauffe pour atteindre les 544°C. Ensuite elle entre dans le corps moyenne pression (MP) de la turbine qui continuera jusqu'au corps basse pression (BP), en passant par ces trois corps, elle fournit le travail moteur.

La dernière étape est le condenseur, dans lequel s'effectue la condensation de la vapeur sous vide à une pression de 0,05 bars et à une température de 33 °C. L'eau recueillie est froide et recommence son cycle de nouveau. [1]

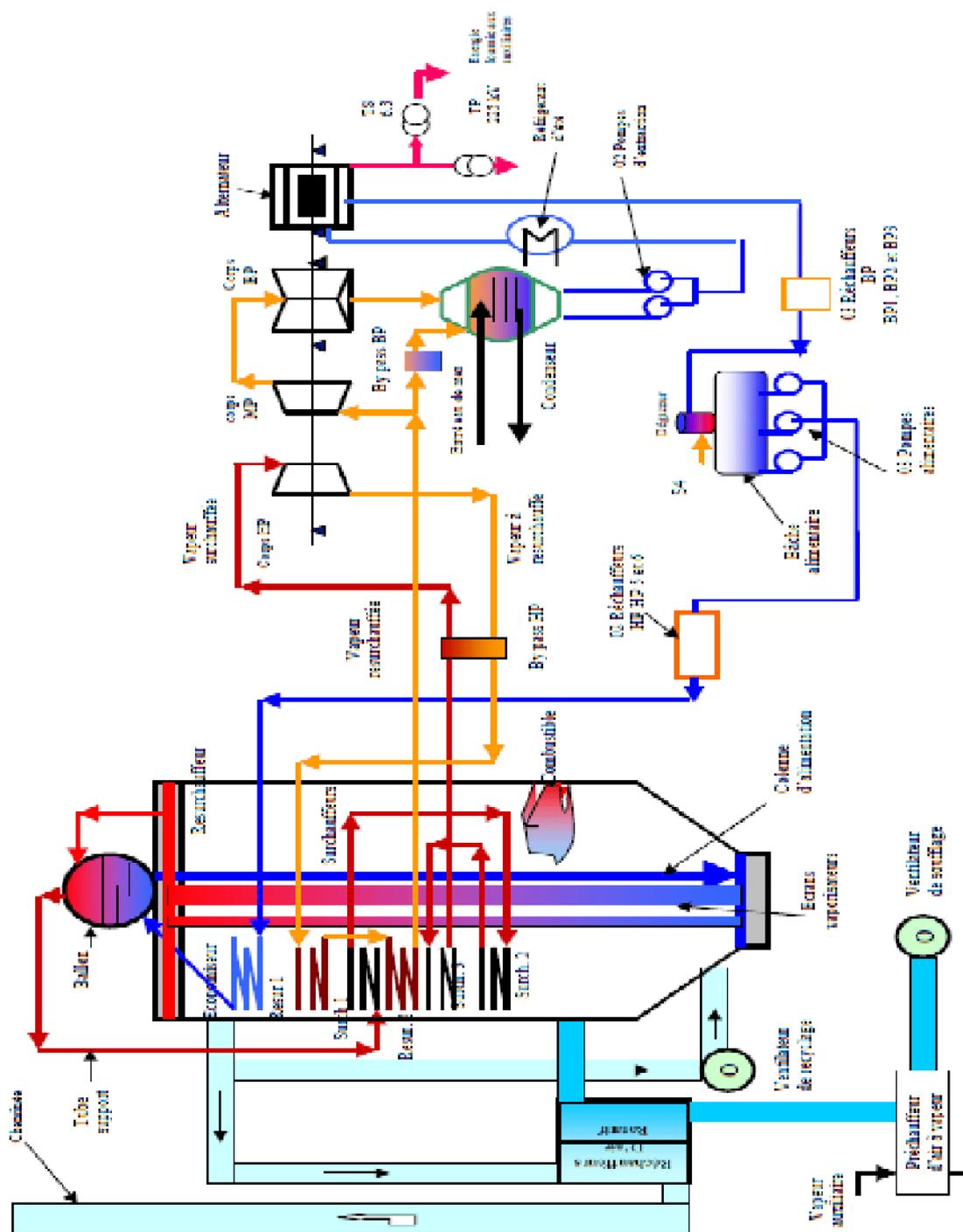


Figure II.8 : Schéma synoptique d'une tranche thermique.

II.4) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait une présentation de différents constituants et le fonctionnement globale d'une tranche thermique de la centrale thermique de CAP-DJINET.

Le chapitre suivant sera consacré à l'étude et à la modélisation du fonctionnement des pompes d'extraction.

**Chapitre III : Etude et
modélisation du
fonctionnement des pompes
d'extraction**

III .1) Introduction :

La pompe d'extraction a pour rôle d'acheminer le condensat principal a la sortie du condenseur vers la bache alimentaire. Pour pouvoir réaliser une solution de commande pour les pompes d'extraction qui est le but de notre projet, la première étape est d'étudier le fonctionnement de ces dernières.

Au terme de ce chapitre nous aurons modélisé le processus par GRAFCET pour faciliter la réalisation d'une solution programmée.

III .2) Description de la pompe d'extraction :

III .2.1) Présentation des pompes d'extraction :

La pompe d'extraction est un système composé d'une pompe centrifuge à quatre étages couplée à un moteur asynchrone. Dans le circuit on a deux pompes d'extraction : **RM21** et **RM22**, déposées en parallèle dont une en service qui assure 100% de la charge et une de réserve. [1]

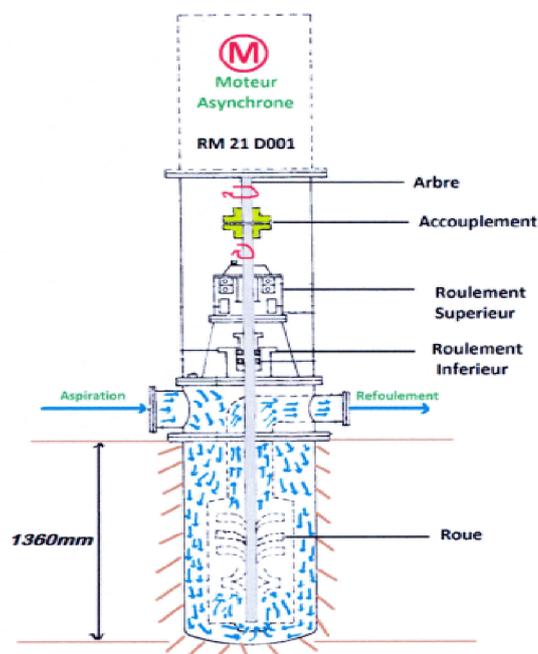


Figure III.1: Parcours d'eau dans la pompe d'extraction RM21.

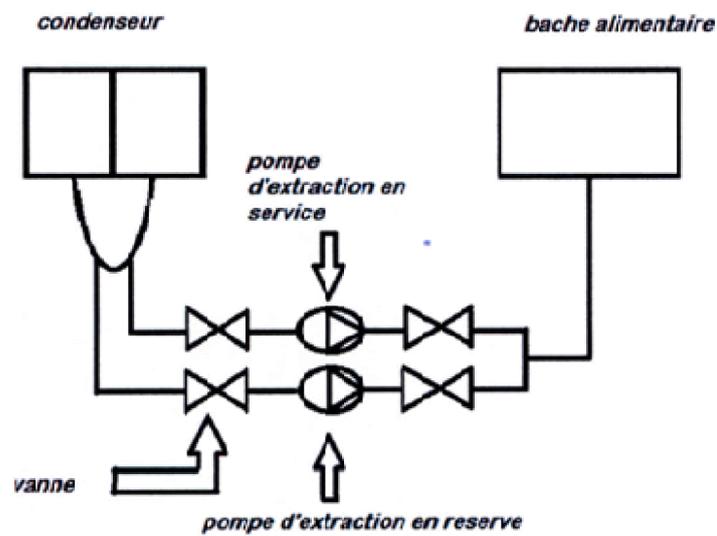


Figure III.2: Parcours d'eau d'extraction.

III .2.2) Organes d'isolement et de contrôle de la pompe :

| Repère | Désignation |
|--------------|-------------------------|
| RM11/12 S001 | Vanne d'isolement amont |
| RM21/22 S001 | Vanne d'isolement aval |

Tableau III.1 : Organes d'isolement de la pompe.

| Repère | Désignation |
|--------------|-------------------------------------|
| RM21/22 P001 | Pression de refoulement de la pompe |
| RM11/12 P002 | Pression d'aspiration de la pompe |
| RM21/22 L002 | Niveau huile palier |
| RM21/22 T003 | Température palier de la pompe |

Tableau III.2 : Organes de contrôle de la pompe.

III .2.3) Lubrification de la pompe :

La pompe d'extraction est lubrifiée par une huile à faible viscosité afin que la température du palier ne dépasse pas 80°C. Cette huile est refroidie par l'eau du condensat.

III .3) Instrumentation :**III .3.1) Les capteurs :**

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

Un capteur est caractériser par :

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

Parmi les capteurs utilisés on trouve :

III.3.1.1) Capteurs de débit :

C'est un élément de mesure de débit ; constitué d'un flotteur conique avec aimant permanent et d'un diaphragme. Lorsque le fluide traverse de bas en haut le diaphragme avec une vitesse suffisante, il se trouve soulevé jusqu'à ce qu'il établit un équilibre entre la force de poussée qui attaque le flotteur et le poids de ce dernier. L'état d'équilibre correspond à une indication de débit.



Figure III.3 : Capteur de débit de type BGN.

III.3.1.2) Capteurs de température :

C'est un élément qui transforme un changement de température en un signal électrique. Destinés à détecter un seuil de température dans un réservoir ou une canalisation.

III 3.1.3) Capteurs de pression :

Les capteurs de pression électroniques sont utilisés afin de mesurer les différentes pressions des installations hydrauliques. Les transmetteurs de pression électroniques enregistrent la pression et la convertissent en un signal de sortie proportionnel.

On trouve deux capteurs de pression :

- Capteur de pression absolue : capable d'effectuer une mesure de pression en un point donné.
- Capteur de pression différentiel : doté de deux entrées de mesure pour effectuer une mesure différentielle directe par rapport à la pression d'air ambiante.



Figure III.4 : Capteur de pression.

III .3.1.4) Capteur de position :

Les détecteurs de positions 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. Les interrupteurs de positions électromécaniques sont actionnés par contact direct avec un objet.



Figure III.5 : Capteur de position.

III .3.1.5) Capteur de flamme :

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



Figure III.6: Capteur de flamme type 45UV5.

III.3.2) Les contacteur et les relais :

III .3.2.1) Les contacteurs :

C'est un dispositif électrotechnique qui sert à établir ou interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique ou pneumatique. Lorsque la bobine est alimentée, le contacteur se ferme et établit le circuit entre le réseau d'alimentation et le récepteur.



Figure III .7 : Contacteur électrique.

III .3.2.2) Les relais :

Un relais est un appareil dans lequel un phénomène électrique (courant ou tension) contrôle la communication (on/off) d'un élément mécanique ou d'un élément électrique. C'est en quelque sorte un interrupteur que l'on peut actionner à distance et où la fonction de coupeur est dissociée de la fonction de commande.

III .3.3) Les Vannes :

III .3.3.1) Les Vannes Tout Ou Rien (TOR) :

La vanne tout ou rien ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée. Son rôle principal est d'assurer des fonctions de sécurité et d'utilité.

III .3.3.2) Les électrovannes :

Une électrovanne est un moyen simple et économique pour piloter les réseaux de fluide à distance grâce à un signal électrique. Les fonctions courantes pour laquelle une électrovanne peut être utilisée sont : l'alimentation à distance, le sanctionnement de tuyauterie, la fonction de by-pass la distribution par dérivation, et la purge des réservoirs et tuyauterie.

Une électrovanne est composée de deux parties :

Une tête magnétique constituée principalement d'une bobine, noyau, tube, culasse, ressort du noyau.

- **Bobine** : Partie électrique, destinée à créer un champ magnétique, constituée d'un cylindre de fils de cuivre enroulé et isolé. La bobine est maintenue en position sur le tube par un clip.
- **Noyau** : Cylindre, de faible magnétisme résiduel, déplacé par la force électromagnétique.
- **Tube** : Sert de guide au noyau mobile qui se déplace par la force électromagnétique générée par la bobine.
- **Ressort de noyau** : Ressort de maintien en position du noyau mobile en l'absence d'alimentation de la bobine.
- **Culasse** : Masse métallique située à l'extrémité du tube ayant comme fonction d'améliorer le champ magnétique lors du fonctionnement.

Un corps comprenant des orifices des raccordements, obturés par clapet, membrane, piston.

L'ouverture et la fermeture de l'électrovanne sont liées à la position du noyau mobile qui est déplacé sous l'effet du champ magnétique engendré par la mise sous tension de la bobine.

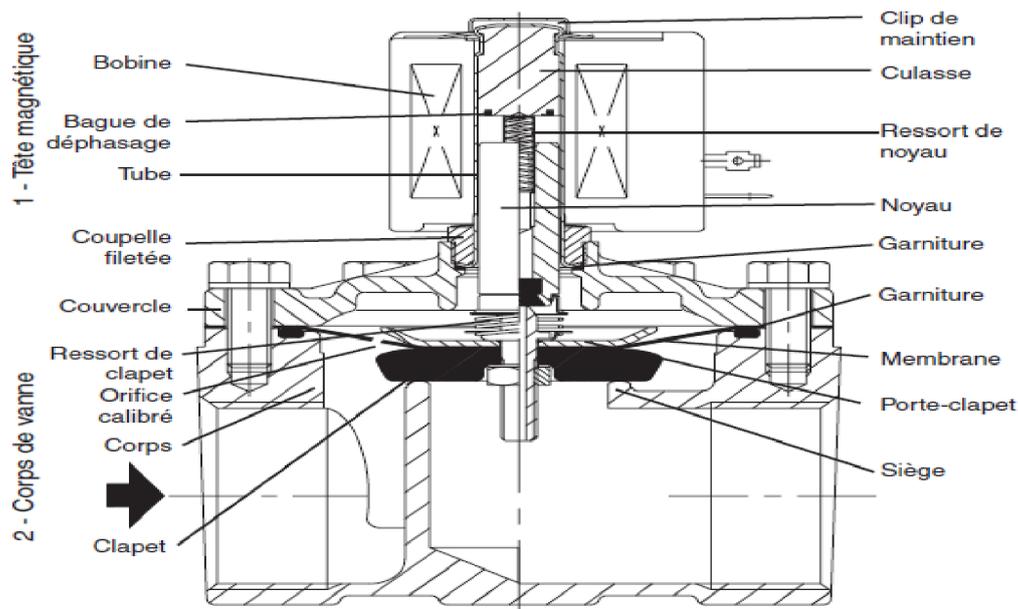


Figure III.8 : Schéma d'une électrovanne.



Figure III.9 : Une électrovanne.

III .3.4) Les clapets :

C'est un dispositif mécanique qui offre opposition au passage d'un fluide dans un circuit.

On trouve deux types de clapets :

- Clapet à double siège : constitué de deux clapets par deux sièges vissés.
- Clapet à cage : comprend un obturateur et une cage.

III .3.5) Les moteurs électriques :

Le moteur électrique est une machine asynchrone triphasée composée d'une partie fixe le stator et d'une partie mobile qui est le rotor. Le but est de transformer l'énergie électrique du courant en énergie mécanique. On alimente un système de trois bobines décalées de 120 degrés par un courant triphasé, un champ magnétique tournant se crée engendrant un couple de force sur le rotor agissant sur le rotor et tend à rattraper le champ tournant statorique. Le rotor tourne dans le même sens que le champ tournant.

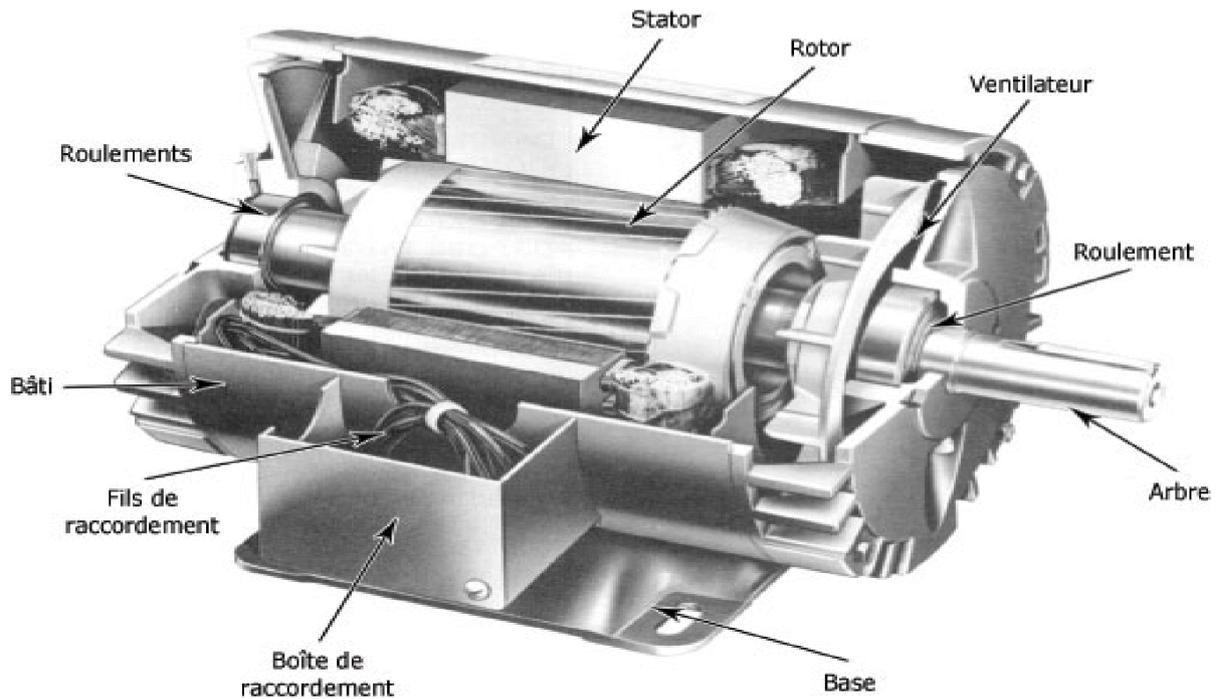


Figure III .10 : Moteur triphasé asynchrone.

III .3.6) La pompe centrifuge :

La pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe du liquide en le forçant à travers une roue à aube ou d'une hélice appelé impulseur. Le liquide est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement et enfin refoulé tangentielllement.

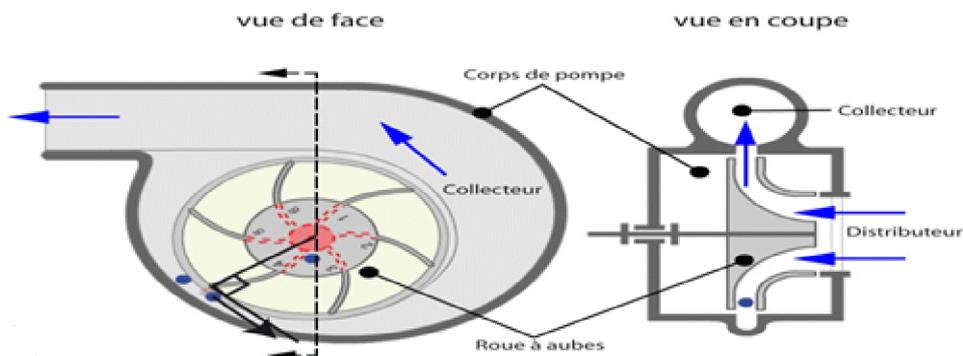


Figure III .11 : Vue de face et vue en coupe d'une pompe centrifuge.

III 3.7) Les alimentations :

Pour commander le procédé d'extraction les signaux délivrés sont standardisés à 24V, servant à :

- Alimentation des lampes témoins, alarmes et klaxons.
- Actionner les relais de tension 220V en passant par un transformateur 24V-220V, le signal obtenu 220V/50Hz sert à commander les vannes de réglage.
- Actionner les relais de tension 6,3KV en passant par deux transformateurs 24V/220V et 220V/6,3KV, le signal obtenu sert à commander les pompes d'extraction.

III 3.8) Les transformateurs :

Un transformateur est un appareil électrique statique destiné à transformer une tension (courant) alternative en une autre tension (courant) alternative de même fréquence mais d'amplitude généralement différente afin de l'adapter aux différents besoins d'utilisation.

III .4) Fonctionnement des pompes d'extraction :**III .4.1) Parcours d'eau dans le circuit d'extraction :**

Les pompes d'extraction **RM21D001** et **RM22D001** ont pour rôle d'acheminer le flux du condensat vers la bache alimentaire en passant par le réfrigérant d'été, le réfrigérant alternateur, le réfrigérant de buées, les éjecteur de vapeur de service et les trois réchauffeurs basses pression **BP1, BP2, BP3**. Le condensat s'échappe de la sortie du condenseur par une des deux pompes d'extraction (la pompe en service).

Les pompes d'extraction acheminent le flux à travers les organes d'arrêt et les clapets de retenue dans le collecteur **RM32**, celui-ci alimente le réfrigérant alternateur avec une partie de l'écoulement (50% environs), qui peut être amené directement à travers les réfrigérants d'été **VC53** et **VC 54**, l'autre partie de l'écoulement s'achemine par la conduite **RM30** muni d'une soupape de réglage, puis ramène le condensat vers le réfrigérant des buées avec robinetterie. Le condensat traverse après cela deux condenseurs montés en parallèle des éjecteurs de vapeur de service **SL13 B001** et **SL14 B001** par les conduites **RM37** et **RM38**.

Le collecteur **RM40** amène le flux de condensat, en passant par un orifice de mesure, des soupapes de réglage et des clapets de retenue, jusqu'à l'entrée du réfrigérant de condensat **RH10W002** de la sortie de celui-ci **RM51, RM52** et **RM53** mènent aux réchauffeurs basse

pression **RH10 W001**, **RH20W01** et **RH30W001**. Le condensat réchauffé arrive par la vanne à moteur **RM50S003** et des organes d'arrêt dans la bêche alimentaire **RH40BS001** avec une température de 114°C°. «C'est ici que ça se passe un dégazage complet qu'on appelle 'STORK' »

Les réchauffeurs basses pression peuvent être verrouillés par une vanne actionnée par un moteur pouvant être contournés par le BAY PASS **RM50**.

III .4.2) Démarrage des pompes d'extraction :

Le démarrage d'une des pompes d'extraction nécessite l'absence de conditions de protection tel que le niveau d'huile et la température des paliers indiqués par les capteurs de niveau **RM21/22 L002**, et de température **RM21/22 T003** ; et les conditions imposés par le circuit tel que le niveau du condenseur **SD11 L002** et le niveau dans les réchauffeurs **RH10**, **RH20** et **RH30**.

La présence des conditions de libération est nécessaire pour le démarrage des pompes telle que le niveau d'eau du condenseur supérieur à un minimum défini indiqué par le capteur **SD11 L004** ainsi qu'une présélection (la sélectionnée est en service et l'autre en réserve). [1]

III .4.3) Etats de fonctionnement du circuit :

Le fonctionnement du circuit d'extraction est indiqué par trois états :

- **Etat de marche** : Le programme de la pompe d'extraction est en marche : son indication est indiquée par l'allumage de la lampe de validation de l'étape marche.
- **Etat d'arrêt** : Une lampe est allumée si le signal du programme de la pompe est en arrêt (repos).
- **Etat de défaut** : En présence d'une erreur lors du fonctionnement, une lampe est allumée.

III .4.4) Les organes commandés :

| Composants | Organe commandé |
|------------|---|
| RM21 D001 | Pompe d'extraction 1 |
| RM22 D001 | Pompe d'extraction 2 |
| RM30 S001 | Vanne d'H2 alternateur |
| RN30 S001 | Vanne devant le réchauffeur BP2 |
| RN21 S001 | Vanne devant le condenseur |
| RN20 S001 | Vanne devant le réchauffeur BP1 |
| RH44 S001 | Vanne d'écoulement de la bache alimentaire |
| RM63 S001 | Vanne d'arrosage du condensateur |
| RM62 S002 | Vanne devant le condenseur SD |
| RM61 S001 | Vanne devant la bache tampon |
| RM41 S001 | Vanne de recyclage |
| RM40 S001 | Vanne du condenseur vapeur des éjecteurs de service |
| RM36 S001 | Vanne de transfert vapeur |
| RN20 S001 | Vanne devant le réchauffeur BP1 |
| RN21 S001 | Vanne devant le réchauffeur BP3 |

Tableau III.3 : Organes commandés.

III .4.5) Les organes de mesure :

| Capteur | Grandeur détectée |
|----------------|--|
| SD11 L004 XG02 | Niveau condenseur <min |
| SD11 L002 XG52 | Niveau condenseur >min |
| RH10 L003 XG01 | Niveau réchauffeur BP1 >max |
| RH20 L005XG01 | Niveau réchauffeur BP2 >max |
| RH30 L005 XG01 | Niveau réchauffeur BP3 >max |
| RH40 L009 XG01 | Niveau bache alimentaire >max |
| RM21 L002 XG02 | Niveau huile palier de la pompe d'extraction 1<min |
| RM22 L002 XG02 | Niveau huile palier de la pompe d'extraction 2<min |

| | |
|--------------|--|
| RM30F001XH52 | Débit de sortie de la pompes d'extraction <min |
| RM22T003XG03 | Température palier pompe d'extraction 2 >max |
| RM22T003XG03 | Température palier pompe d'extraction 1 >max |

Tableau III.4 : Organes de mesure.

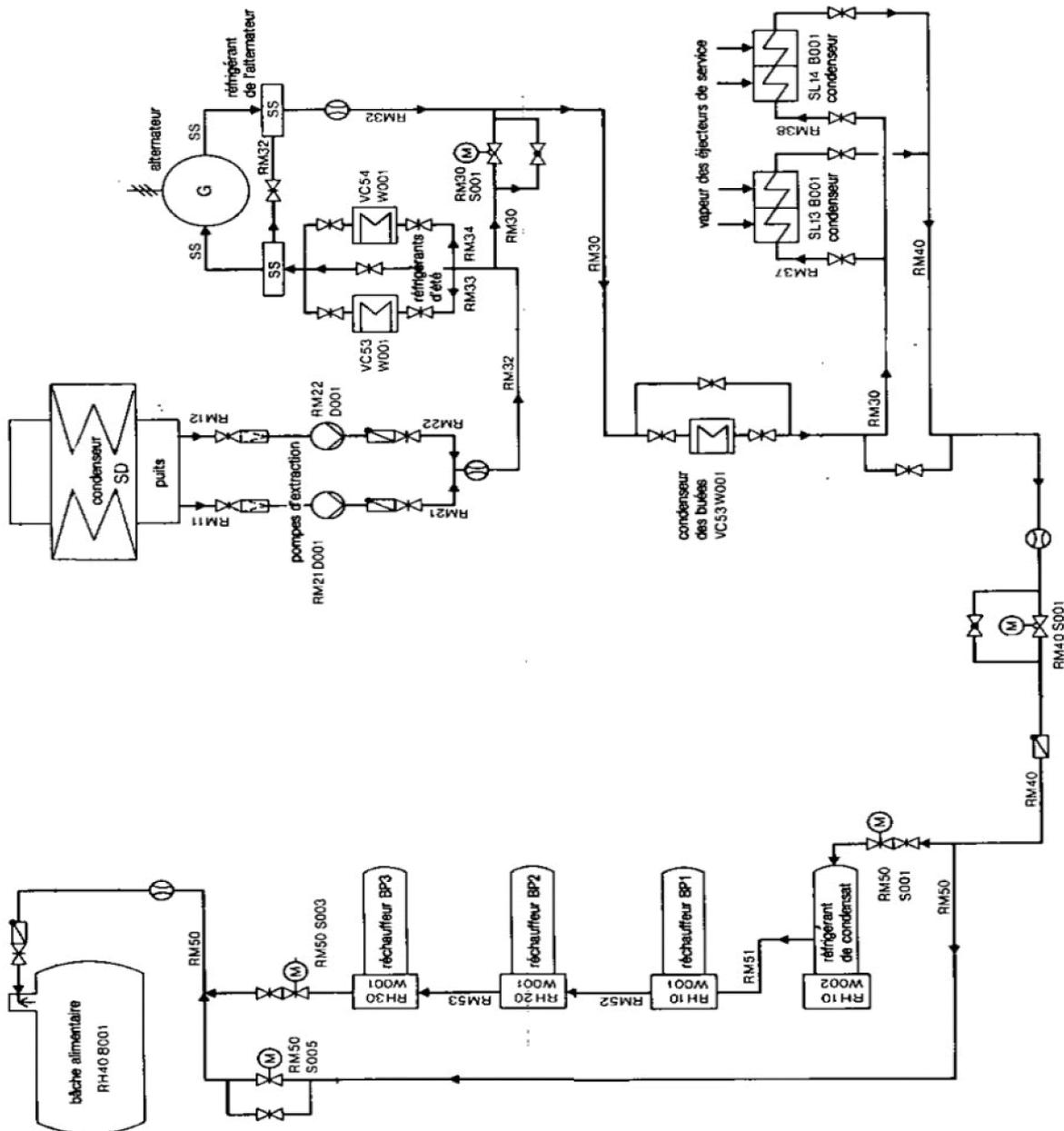


Figure III .12 : Schéma du circuit d'extraction.

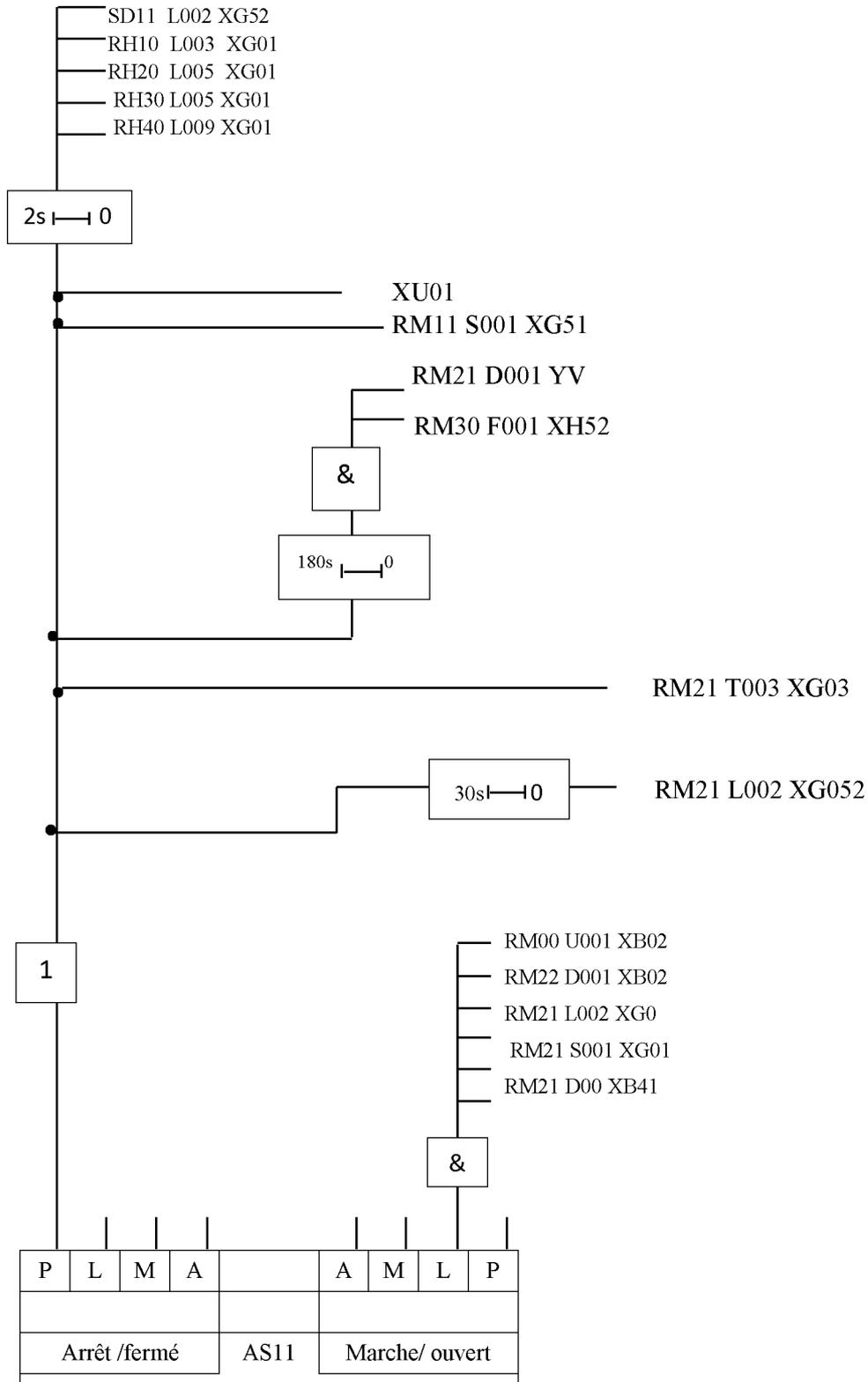
III.5) Le logigramme du déroulement des phases:**5.1) Introduction :**

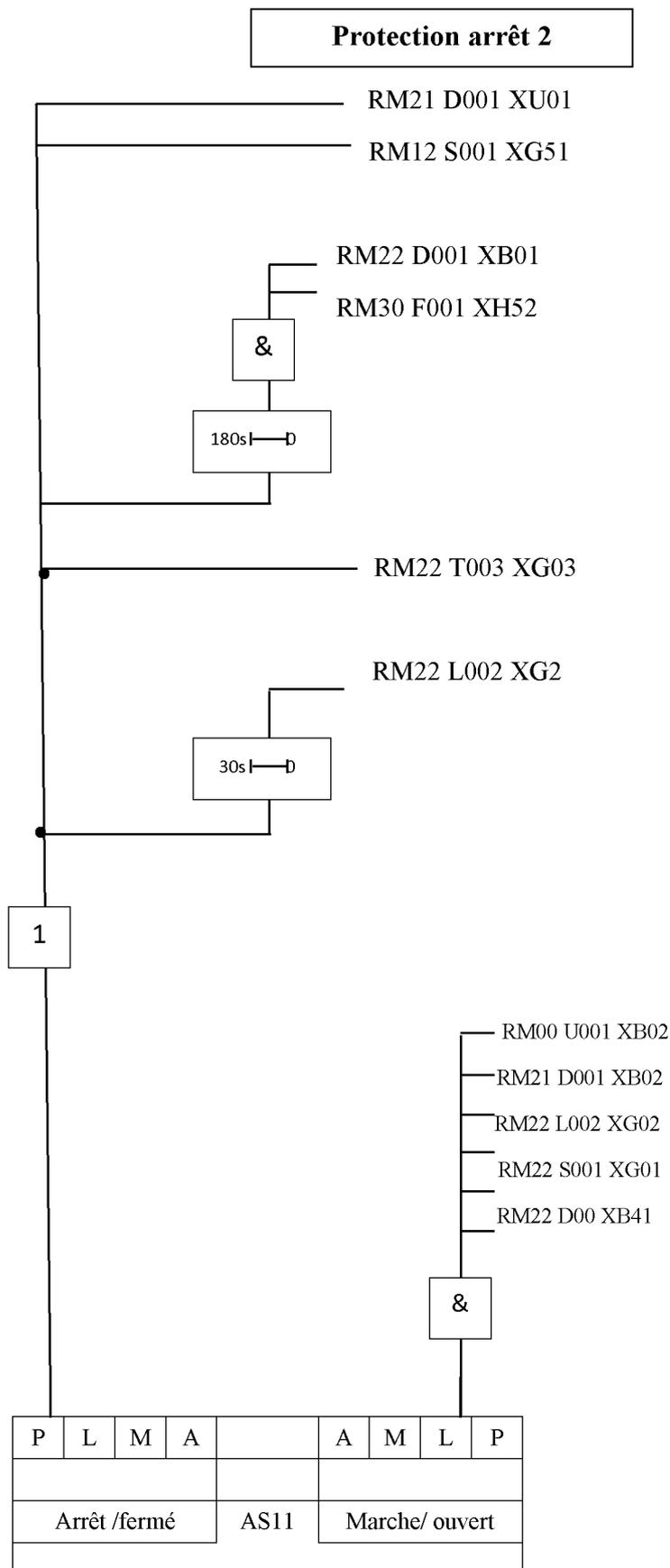
La technique de commande de la pompe d'extraction repose sur la technique ISKAMATIC. Le système de commande en logique combinatoire et séquentielle (C.L.C.S) est représenté par un logigramme fonctionnel des pompes d'extraction. [2].

Remarque :

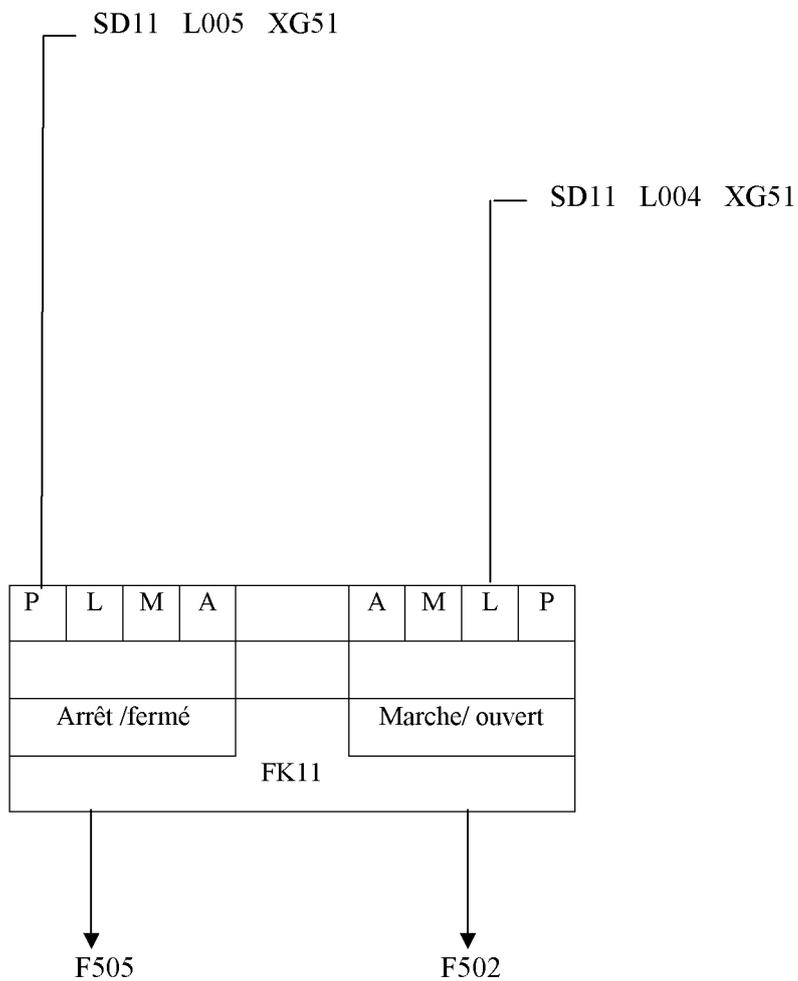
Tous les capteurs utilisés sont des capteurs de fin de course TOR (Tous Ou Rien). Dont ils s'activent à une position ou une grandeur prédéfinie, et se désactivent lors de l'absence de cette dernière.

5.2) Le logigramme fonctionnel du déroulement des phases :

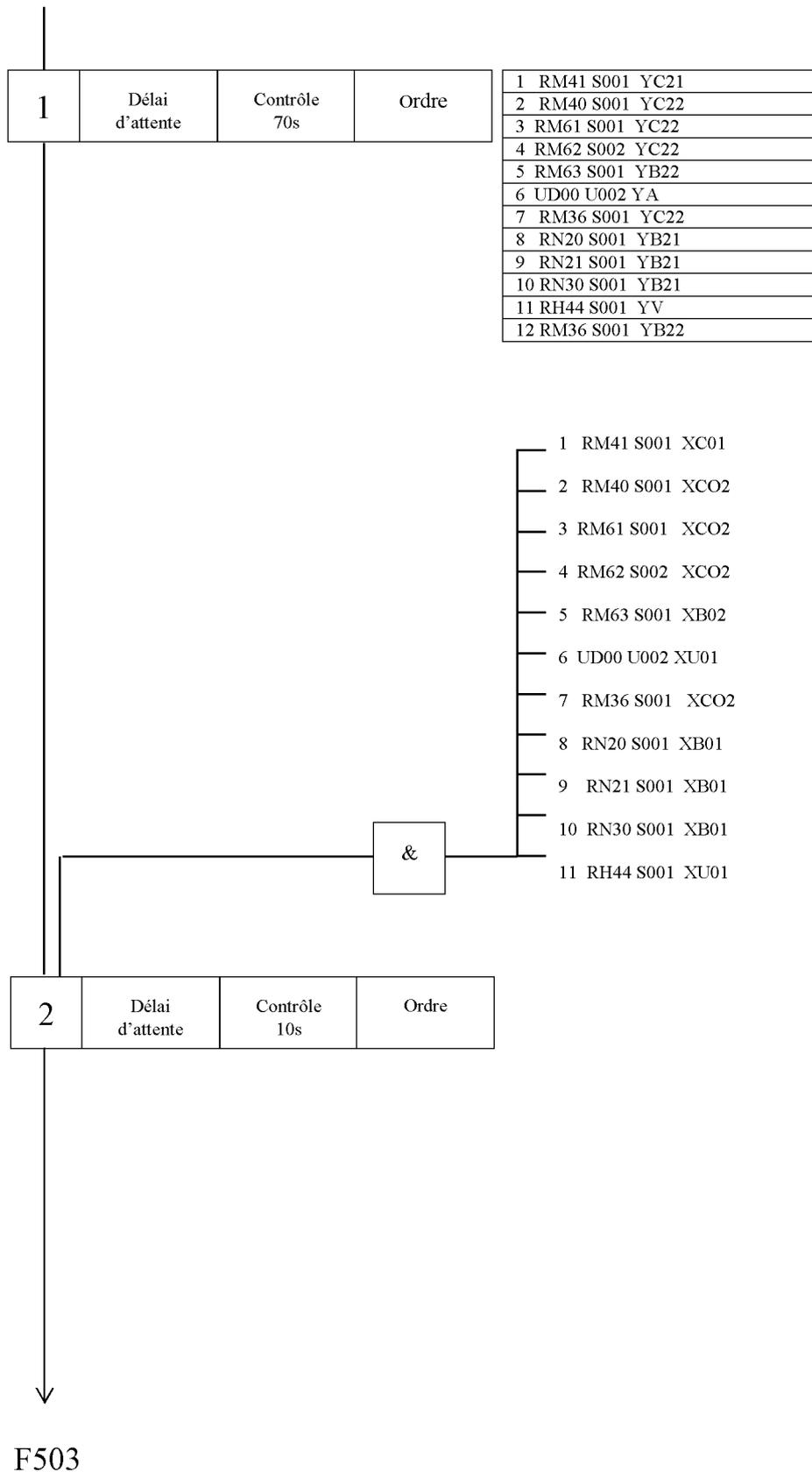


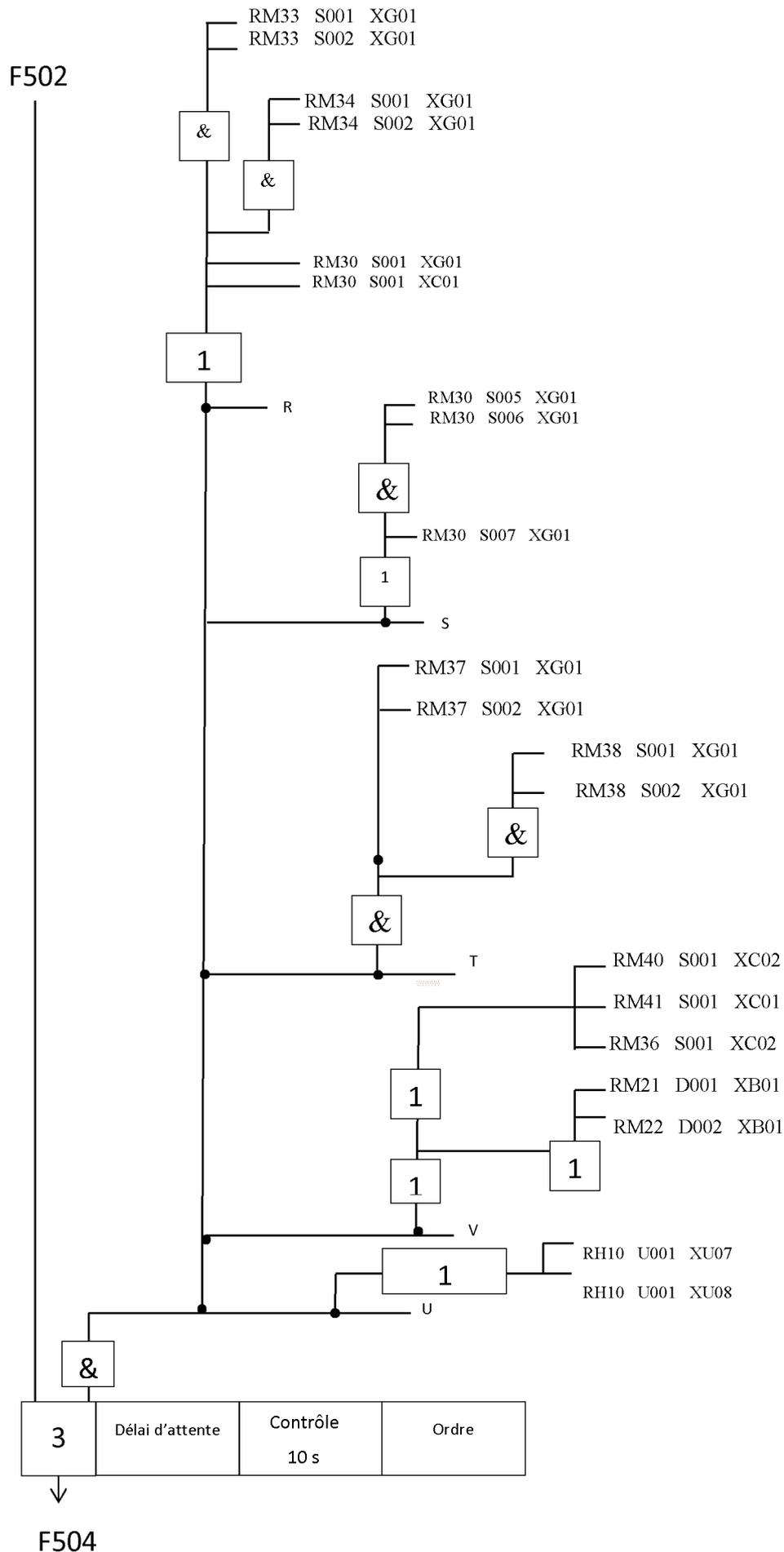


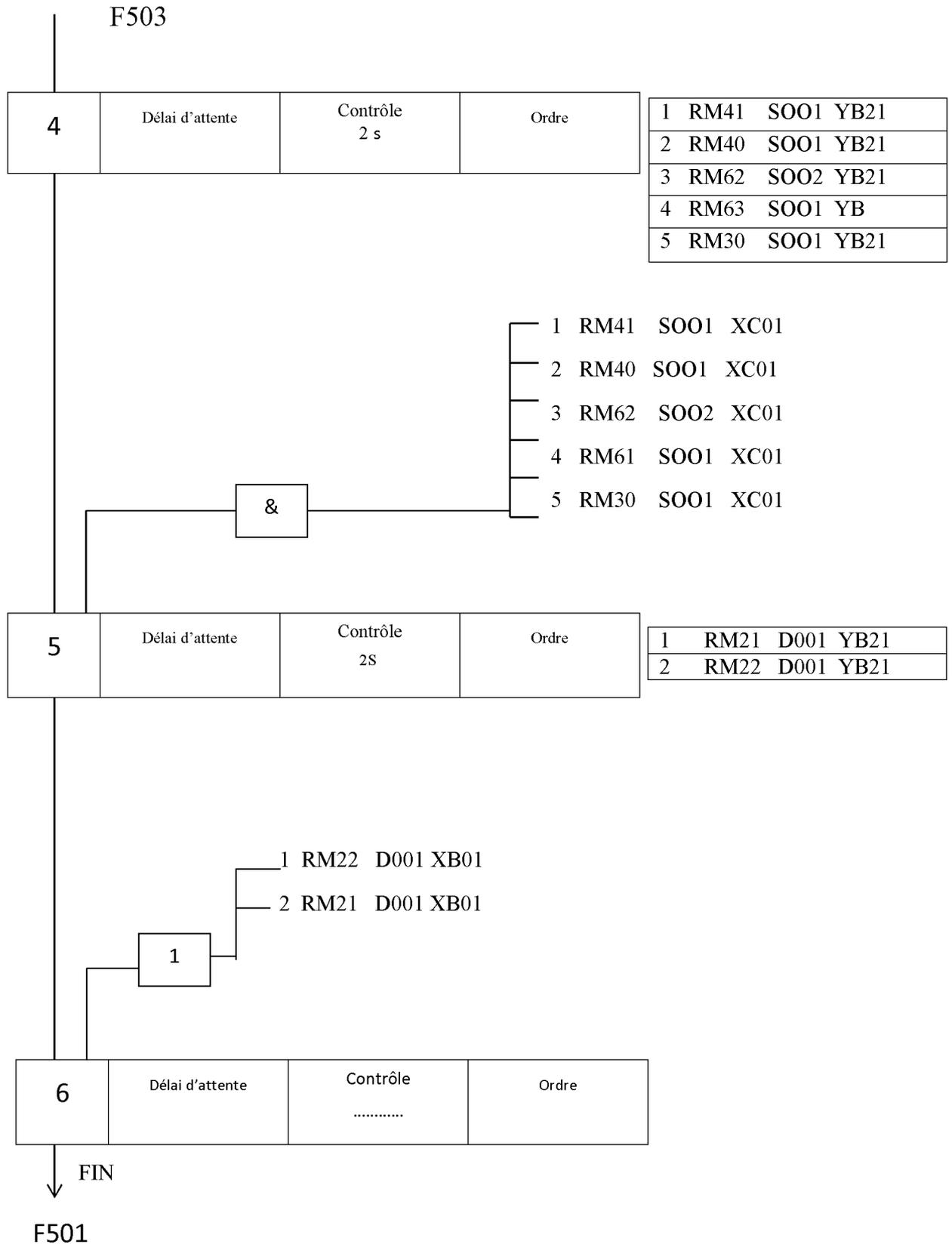
Phases de marche



F501

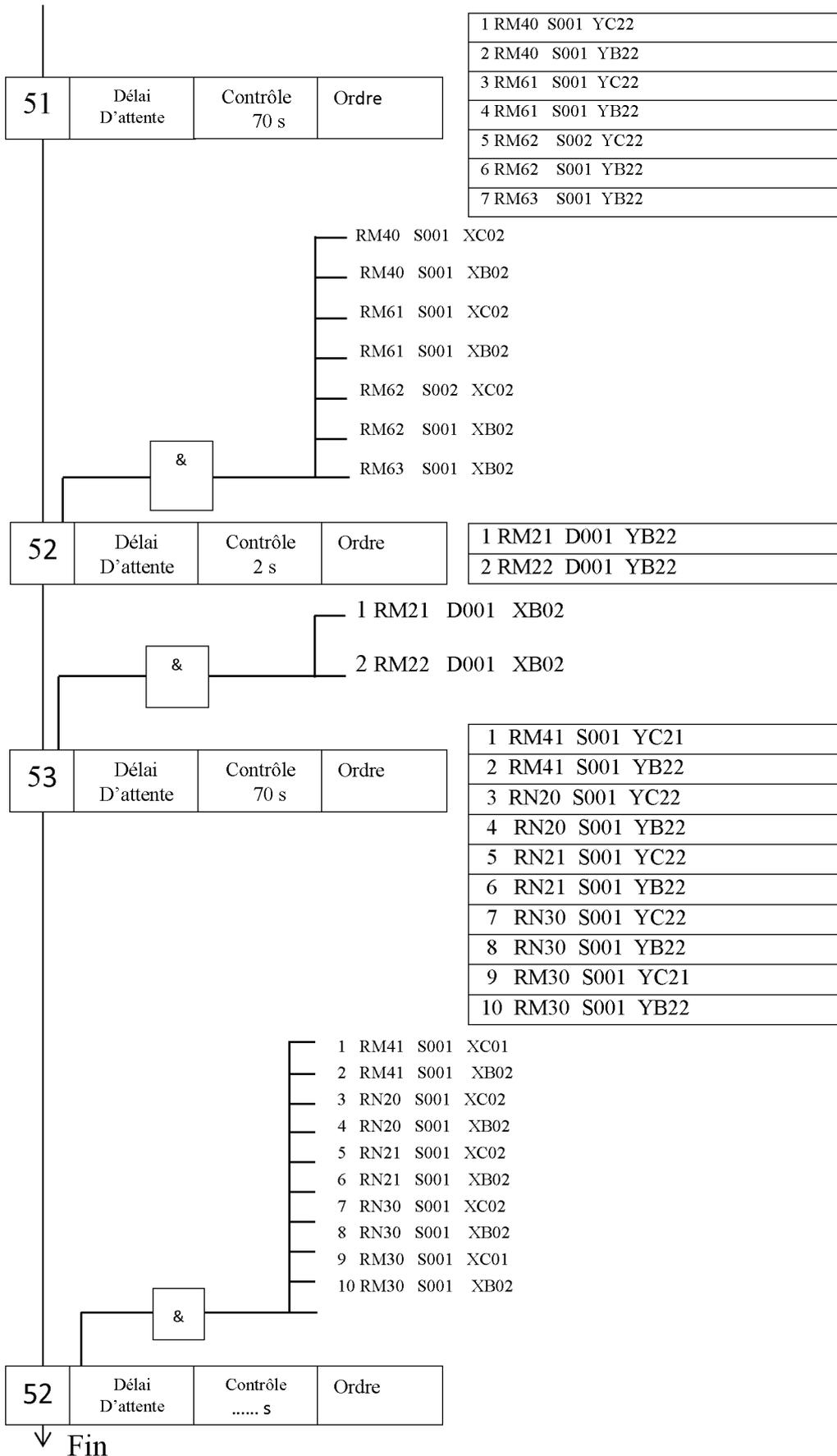






F503

Phases d'arrêt



F503

| | |
|----------------|--|
| RM62 D002 XB02 | Vanne devant condenses manu |
| RM22 L002 XG52 | Huile palier pompe niveau <min |
| RM22 T003 XG03 | Palier pompe 2 t >max |
| RM30F001 XH52 | Débit arrière pompe extraction<min |
| RM22 D001 XB01 | Pompe d'extraction 2 marches |
| RM12 S001 XG51 | Vanne aspiration pompe extraction 2 fermée |
| RM21 L002 XG52 | Huile palier pompe extraction1 niveau <min |
| RM21 T003 XG03 | Palier pompe extraction 1 t>max |
| RM30 F001 XH52 | Débit arrière pompe extraction <min |
| RM21 D001 XB01 | Pompe d'extraction 1 marche |
| RM11 S001 XG51 | Vanne aspiration pompe extraction 1 |
| RH40 L009 XG01 | Bâche alimentaire niveau >max |
| RH30 L005 XG01 | Réchauffeur bp 3 niveau >max |
| RH20 L005 XG01 | Réchauffeur bp 2 niveau >max |
| RH10 L003 XG01 | Niveau condenseur <min |
| SD11 L002 XG52 | Niveau condenseur <min |
| RN30 D001 XB02 | Vanne devant réchauffeur 2 bp manu |
| RN30 S001 XC02 | Vanne devant réchauffeur 2 bp fermée |
| RN30 D001 XB01 | Vanne devant réchauffeur 2 bp auto |
| RN21 D001 XB02 | Vanne devant condenses manu |
| RN21 S001 XC02 | Vanne devant condenses fermée |
| RN21 D001 XB01 | Vanne devant condenses auto |
| RN20 D001 XB02 | Vanne devant réchauffeur 1 bp en manuel |
| RN20 S001 XC02 | Vanne devant réchauffeur 1 bp fermée |
| RN20 D001 XB01 | Vanne devant condenses auto |
| RH44 S001 XU01 | Vanne écoulement Bache alimentaire auto |
| RH10 U001 XU08 | Rechauffeur bp oper bypass |
| RH10 U001 XU07 | Rechauffeur bp oper normal |
| UD00 U001 XU01 | Auto app eau b tamp auto |
| RM63 S001 XB02 | Vanne d'arrosage condenses fermée |
| RM62 D001 XB01 | Vanne devant condenses auto |
| RM62 S002 XC02 | Vanne devant condenses fermée |
| RM61 DOO1 XB02 | Vanne devant bache tampon manuel |

| | |
|----------------|---|
| RM61 D001 XB01 | Vanne devant bache tampon auto |
| RM61 S001 XC02 | Vanne bache tampon fermée |
| RM41 D001 XB02 | Vanne de recyclage manuel |
| RM41 D001 XB01 | Vanne de recyclage auto |
| RM41 S001 XC01 | Vanne recyclage ouverte |
| RM40 D001 XB02 | Vanne condenseur manuel |
| RM40 D001 XB01 | Vanne condenseur auto |
| RM40 S001 XC02 | Vanne condenses fermee |
| RM38 S002 XG01 | Vanne arriere éjecteurs serv2 ouverte |
| RM38 S001 XG01 | Vanne devant éjecteur serv 2 ouverte |
| RM37 S002 XG01 | Vanne arriere éjecteur serv2 ouverte |
| RM37 S001 XG01 | Vanne devant éjecteur serv1 ouverte |
| RM36 S001 XC02 | Vanne transfert vapeur fermée |
| RM34 S002 XG01 | Vanne arriere réfrigérateur d'été 2 ouverte |
| RM34 S001 XG01 | Vanne devant réfrigérateur d'été 2 ouverte |
| RM33 S002 XG01 | Vanne arriere réfrigérateur d'été 1 ouverte |
| RM33 S001 XG01 | Vanne devant réfrigérateur d'été 1 ouverte |
| RM32 S001 XG01 | Bypass réfrigérateur d'été ouverte |
| RM30 D001 XB02 | Vanne h2 t alternateur manuel |
| RM30 S001 XC01 | Vanne t h2 alternateur ouverte |
| RM30 D001 XB01 | Vanne h2 t alternateur auto |
| RM30 S007 XG01 | Baypass condenseur buées ouverte |
| RM30 S006 XG01 | Vanne arriere condenseur buées ouverte |
| RM30 S005 XG01 | Vanne devant condenseur buées ouverte |
| RM22 D001 XB02 | Pompe extraction 2 arrêt |
| RM22 D001 XB41 | Chariot à disjoncteur embroche2 |
| RM22 S001 XG01 | Vanne de refoulement pompe extraction 2 ouverte |
| RM22 L002 XG02 | Huile palier pompe extraction2>min |
| RM21 D001 XB02 | Pompe extraction 1 arrêt |
| RM21 D001 XB41 | Chariot à disjoncteur embroche1 |
| RM21 S001 XG01 | Vanne de refoulement pompe extraction 1 ouverte |
| RM21 L002 XG02 | Huile palier pompe extraction1 |
| SD11 L004 XG02 | Niveau condenseur >min |

| | |
|----------------|--|
| RM00 U001 XU01 | Programme auto pompe extraction |
| R | Sous programme r |
| S | Sous programme s |
| T | Sous programme t |
| U | Sous programme u |
| V | Sous programme v |
| C | Sous programme c |
| RM41 S001 YC21 | Ouvrir la vanne de recyclage |
| RM40 S001 YC22 | Fermer la vanne du condenseur |
| RM61 S001 YC22 | Fermer la vanne de la bache tampon |
| RM62 S002 YC22 | Fermer la vanne devant le condenseur |
| RM63 S001 YB22 | Fermer la vanne d'arrosage du condenseur |
| UD00 U002 YA | Programme auto app eau b tampon en marche |
| RM36 S001 YC22 | Fermer la vanne transfert vapeur |
| RN20 S001 YB21 | Vanne du réchauffeur bp1 en auto |
| RN21 S001 YB21 | Vanne devant le condenseur en auto |
| RN30 S001 YB21 | Vanne devant réchauffeur bp2 en auto |
| RH44 S001 YV | Vanne d'écoulement de la bache alimentaire en auto |
| RM36 S001 YB22 | Vanne de transfert de vapeur en manuel |
| RM41 SOO1 YB21 | Vanne de recyclage en auto |
| RM40 SOO1 YB21 | Vanne du condenseur en auto |
| RM62 SOO2 YB21 | Vanne devant le condenseur en auto |
| RM61 SOO1 YB22 | Vanne devant la bache tampon en auto |
| RM30 SOO1 YB21 | Vanne d'h2 alternateur en auto |
| RM21 D001 YB21 | Pompe d'extraction 1 en marche |
| RM22 D001 YB21 | Pompe d'extraction 2 en marche |
| RM40 S001 YB22 | Vanne condenses manuel |
| RM61 S001 YB22 | Vanne bache tampon en manuel |
| RM62 S001 YB22 | Vanne devant condenseur manuel |
| RM21 D001 YB22 | Pompe d'extraction1 en arret |
| RM22 D001 YB22 | Pompe d'extraction 2 en arret |
| RM41 S001 YB22 | Vanne recyclage en Manuel |

| | |
|----------------|---|
| RN20 S001 YC22 | Fermer la vanne devant le réchauffeur BP1 |
| RN20 S001 YB22 | La vanne devant le réchauffeur BP1 manuel |
| RN21 S001 YC22 | Fermer la vanne devant le condenseur |
| RN21 S001 YB22 | La vanne devant le condenseur en manuel |
| RN30 S001 YC22 | Fermer la vanne devant le réchauffeur BP2 |
| RN30 S001 YB22 | La vanne devant le réchauffeur BP2 manuel |
| RM30 S001 YC21 | Ouvrir la vanne H2 T alternateur |
| RM30 S001 YB22 | la vanne H2 T alternateur en manuel |

Tableau III.5 : Désignation des codes alphanumériques.

III.6) Le GRAFCET :

Pour établir le cycle de fonctionnement d'un processus, on utilise un outil graphique appelé GRAFCET.

III.6.1) Définition :

Le **GRAFCET (graphe fonctionnel de commande étapes-transition)** est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automate séquentiel. Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus. [4]

III.6.2) Les concepts de base d'un GRAFCET :

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- **Étape :** caractérise un comportement de la partie commande, une étape est active ou inactive. Une action est associée à cette étape.
- **Transition :** l'évolution entre les étapes est validée par les désactivations de l'étape précédente et une réceptivité (condition logique).
- **Liaison :** arc orienté reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

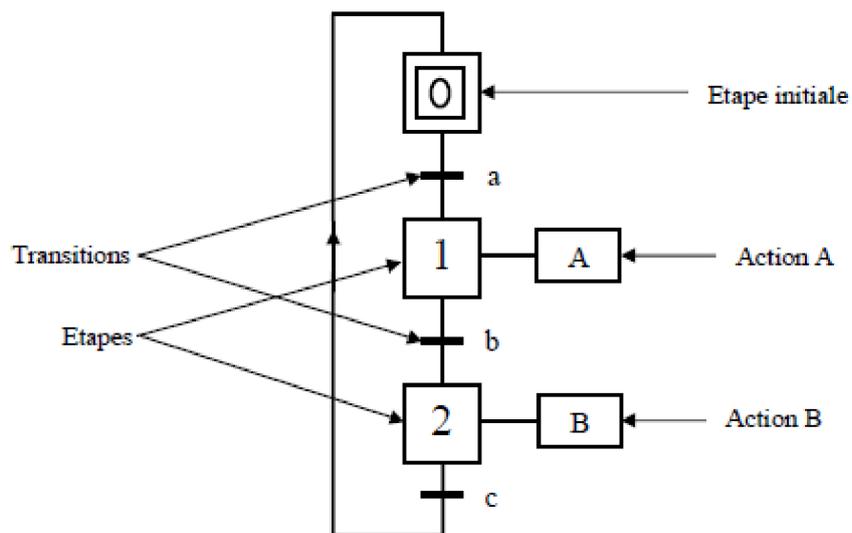


Figure III.13 : Eléments de base d'un GRAFCET.

III.6.3) Structure de base du GRAFCET :

a) Saut d'étapes et reprise d'étape :

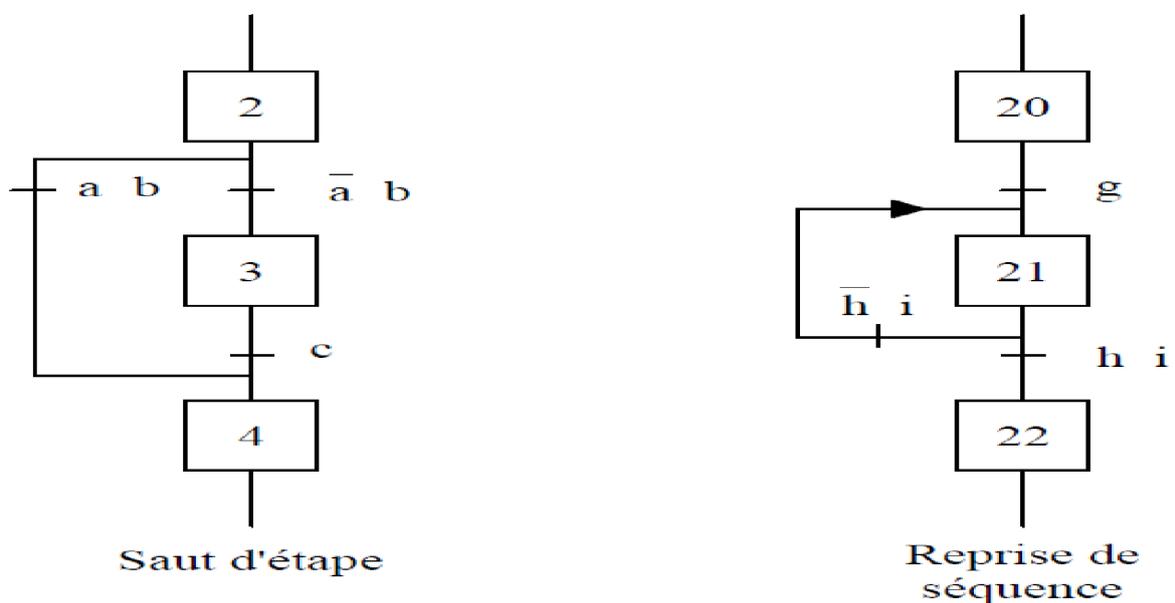


Figure III.14 : Saut d'étape et reprise d'étape.

b) Divergence et convergence OU :

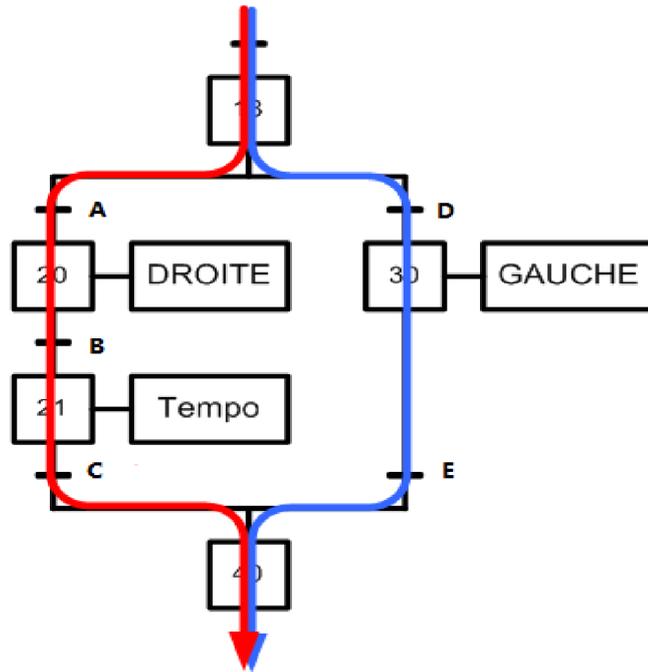


Figure III.15 : Divergence et convergence en OU.

C) Convergence et divergence ET :

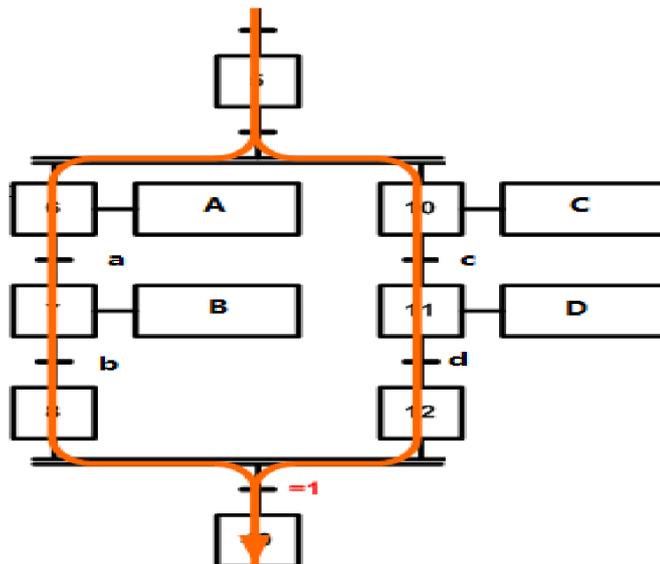


Figure III.16 : Divergence et convergence en ET.

III.6.4) Hiérarchisation :

Dans la plupart des applications, il est plus simple d'utiliser plusieurs GRAFCET travaillant ensemble pour contrôler un automatisme. Mais parfois, même en analysant simplement le fonctionnement normal on peut se rendre compte que l'utilisation de plusieurs GRAFCET simplifie la tâche. Cela introduit deux nouvelles notions, celle de tâche et de macro étape. [5]

III.6.4.1) GRAFCET de tâche :

Les GRAFCET de tâches sont l'équivalent de sous-programmes pour décrire le fonctionnement de sous-ensembles de la machine.

III.6.4.2) Macro étape :

Une macro étape sert à représenter un ensemble d'étapes et de transitions. Elle se substitue à une étape de GRAFCET. Les trois règles suivantes s'appliquent :

1. L'expansion de la macro étape comporte une étape d'entrée repérée « E » et une étape de sortie repérée « S ». La macro étape est identifiée par « M ».
2. Tout franchissement de la transition précédant la macro étape active l'étape d'entrée de la macro étape.
3. L'étape de sortie participe à l'activation de la transition suivant la macro étape.

La macro étape permet donc de simplifier la représentation du GRAFCET. Une macro-étape n'est pas une routine comme une tâche, mais expansion du GRAFCET.

III.6.5) Les niveau de GRAFCET :**III.6.5.1) Le GRAFCET niveau 1 :**

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

III.6.5.2) Le GRAFCET niveau 2 :

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

III.6.5.3) Le GRAFCET niveau 3 :

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

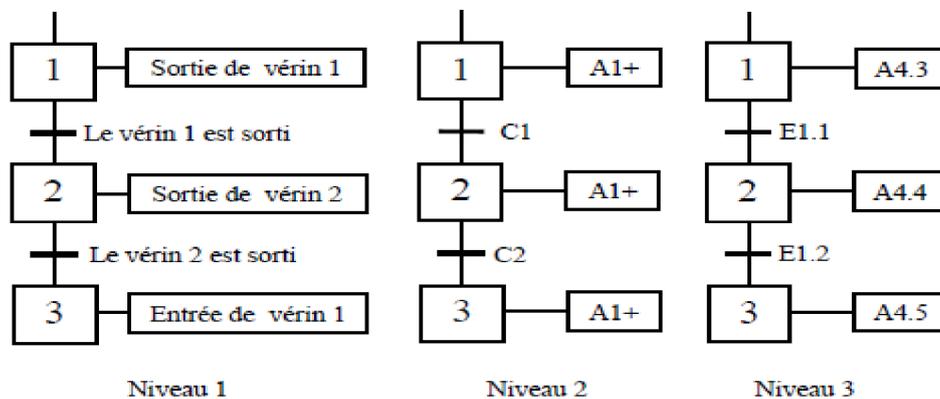
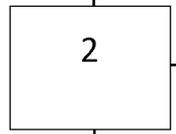
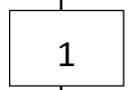
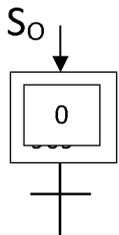
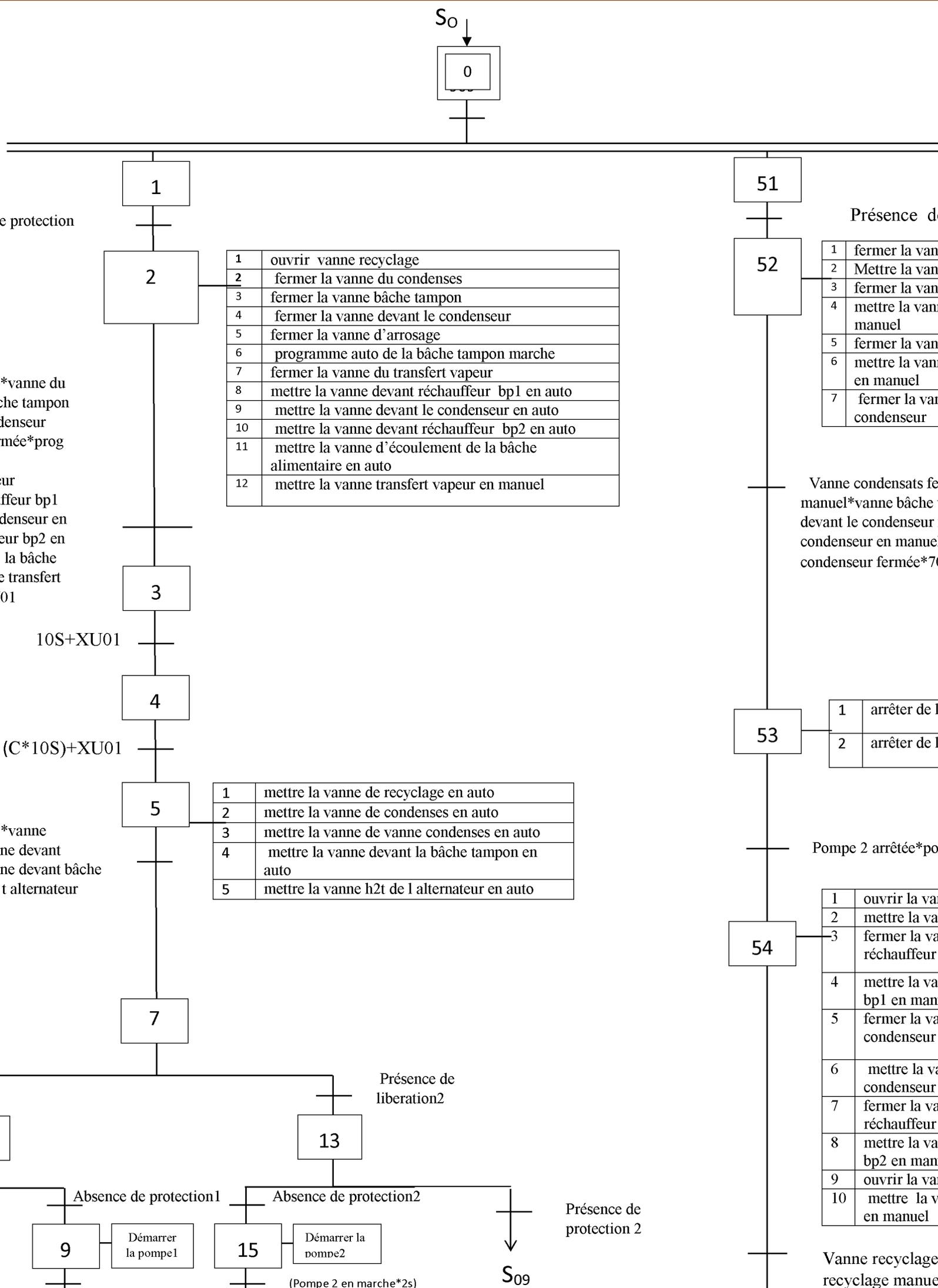


Figure III.17: Les niveaux du GRAFCET.

III.6.6) Modélisation du système :

GRAFCET niveau 1 :

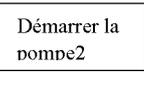
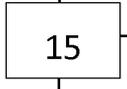
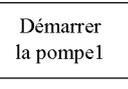
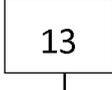
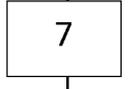
Notre GRAFCET est donné comme suit (**voir figure III .18**) :



| | |
|----|--|
| 1 | ouvrir vanne recyclage |
| 2 | fermer la vanne du condenses |
| 3 | fermer la vanne bache tampon |
| 4 | fermer la vanne devant le condenseur |
| 5 | fermer la vanne d'arrosage |
| 6 | programme auto de la bache tampon marche |
| 7 | fermer la vanne du transfert vapeur |
| 8 | mettre la vanne devant réchauffeur bp1 en auto |
| 9 | mettre la vanne devant le condenseur en auto |
| 10 | mettre la vanne devant réchauffeur bp2 en auto |
| 11 | mettre la vanne d'écoulement de la bache alimentaire en auto |
| 12 | mettre la vanne transfert vapeur en manuel |

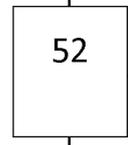


| | |
|---|--|
| 1 | mettre la vanne de recyclage en auto |
| 2 | mettre la vanne de condenses en auto |
| 3 | mettre la vanne de vanne condenses en auto |
| 4 | mettre la vanne devant la bache tampon en auto |
| 5 | mettre la vanne h2t de l alternateur en auto |

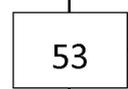


(Pompe 2 en marche*2s)

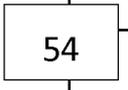
So9



| | |
|---|----------------------------|
| 1 | fermer la vanne |
| 2 | Mettre la vanne |
| 3 | fermer la vanne |
| 4 | mettre la vanne en manuel |
| 5 | fermer la vanne |
| 6 | mettre la vanne en manuel |
| 7 | fermer la vanne condenseur |



| | |
|---|--------------|
| 1 | arrêter de l |
| 2 | arrêter de l |



| | |
|----|-----------------------------|
| 1 | ouvrir la vanne |
| 2 | mettre la vanne |
| 3 | fermer la vanne réchauffeur |
| 4 | mettre la vanne bp1 en man |
| 5 | fermer la vanne condenseur |
| 6 | mettre la vanne condenseur |
| 7 | fermer la vanne réchauffeur |
| 8 | mettre la vanne bp2 en man |
| 9 | ouvrir la vanne |
| 10 | mettre la vanne en manuel |

Vanne recyclage recyclage manuel

e protection

*vanne du bache tampon condenseur fermée*prog

eur réchauffeur bp1 condenseur en réchauffeur bp2 en la bache de transfert 01

10S+XU01

(C*10S)+XU01

*vanne devant bache devant bache t alternateur

Présence de libération2

Absence de protection1

Absence de protection2

Présence de protection 2

Vanne condensats fe manuel*vanne bache devant le condenseur condenseur en manue condenseur fermée*70

Pompe 2 arrêtée*po

III.7) Conclusion :

Au terme de ce chapitre nous avons fait une étude du fonctionnement des pompes d'extraction puis on a modélisé ce dernier par l'outil GRAFCET, afin de faciliter la réalisation d'une solution programmée.

Le prochain chapitre sera consacré à la réalisation d'une solution programmée à l'aide d'un automate programmable S7-300 en utilisant le logiciel step7.

**Chapitre IV : Automate
programmable industriels,
Logiciel STEP7,
Programmation et simulation**

IV.1) Introduction :

De nos jours, les automates programmables industriels API représentent les constituants les plus utilisées pour réaliser une automatisation d'un processus. Ils sont présents dans tous les secteurs industriels et agricoles mais aussi dans les services, ils répondent à un grands nombre d'activités par leur capacité d'adaptation et de flexibilité. Cela est dû à son environnement de développements et aux larges possibilités d'interconnexions.

Dans ce chapitre nous allons présenter l'automate programmable utilisé ainsi que le logiciel step7 utilisé pour la programmation, et enfin la réalisation de la solution de commande et sa simulation.

IV.2) Systèmes automatisés :**IV.2.1) Définition :**

Un système automatisé est un ensemble de moyens matériels et logiciel qui constituent la partie automatisme, conduite de production d'une installation industrielle.

IV.2.2) Structure générale :

Dans le secteur industriel on utilise un système automatisé de structure identique, composé de plusieurs parties :

- **Partie opérative** : Les actionneurs (vérins, moteurs) qui agissent sur la partie mécanique à son tour agit sur produit afin de lui donner de la valeur ajoutée. Ainsi que les capteurs et les détecteurs qui permettent de connaître l'état du système.
- **Partie commande** : Elle élabore des ordres qui exécutent le processus, de retour elle reçoit des comptes rendus sur l'état du système.
- **Poste de contrôle** : Se compose de pupitre de commande, de supervision et de signalisation. Il permet à l'opérateur de commander le système (Départ, Marche, Arrêt).

IV.2.3) Système de commande :

Pour réaliser un organe de commande on dispose de plusieurs outils, qui sont habituellement classées en deux catégories :

- **La logique câblée :**

Cette technologie utilisée par la centrale de CAP-DJINET est simple, mais chaque modification peut entraîner une augmentation du nombre de fils donc une augmentation de dépenses, ainsi une intervention sur le câblage et la maintenance nécessite une main d'œuvre conséquente.

- **La logique programmée :**

C'est la mise en place d'un automate programmable industriel (API) qui va entraîner une réduction du câblage et des performances élevées, aussi une prise de contrôle plus stricte.

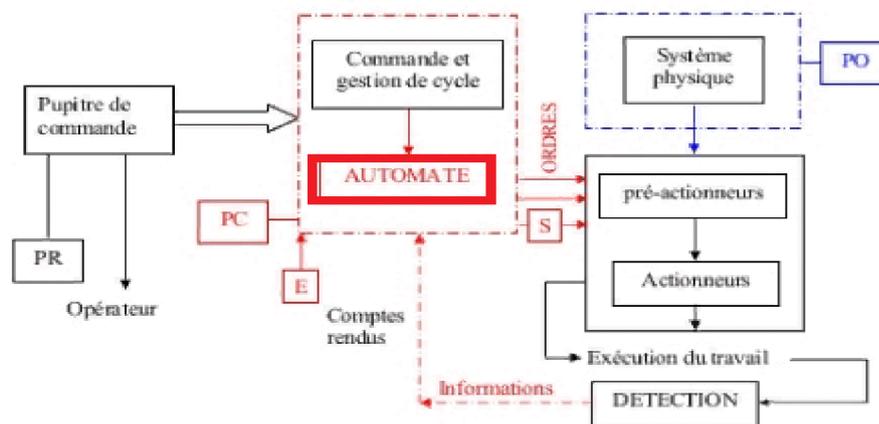


Figure IV.1 : Situation d'un automate dans un système automatisé.

IV.3) Les automates programmables industriels :

IV.3.1) Définition d'un automate programmable industriel (API) :

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique permettant la commande et la surveillance d'un processus industriel. Il est équipé d'une mémoire, programmable par l'utilisateur à l'aide d'un langage ajusté. Le rôle de l'automate est de réagir aux changements d'état de ses entrées en modifiant l'état de ses sorties. [3]

IV.3.2) Le rôle de l'automate :

L'API assure la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit dans un langage

propre à l'automate des directives concernant le déroulement du processus industriel a automatiser.

IV.3.3) Objectif d'un automate programmable :

Les principaux objectifs d'un automate programmable sont :

- Une meilleure rentabilité.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- Faciliter la maintenance de l'installation par un diagnostic rapide.
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme.

IV.3.4) Choix d'un automate:

Le choix de l'automate se fait suivant les caractéristiques suivantes:

- Le nombre et la nature des entrée/sortie.
- La capacité de traitement du processeur et sa communication avec les autres systèmes.
- Les moyens de sauvegarde des programmes (cartes, disquettes).
- La fiabilité et la robustesse. [2]

Pour notre projet nous avons choisi l'automate **S7-300** de SIEMENS.

IV.3.5) L'automate S7-300 :

IV.3.5.1) Présentation de l'automate S7-300 :

L'automate **S7-300** de SIEMENS, est fabriqué par la famille SIMATIC est de type modulaire. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

Il offre des performances élevées pour les installations et les machines, ne nécessite pas d'entretien, disposant de nombreuses fonctions intégrées. [2]



Figure IV.2 : Automate S7-300 de SIEMENS.

IV.5.2.2) Architecture interne d'un automate S7-300 :

L'architecture interne de l'automate est donnée par la figure ci :

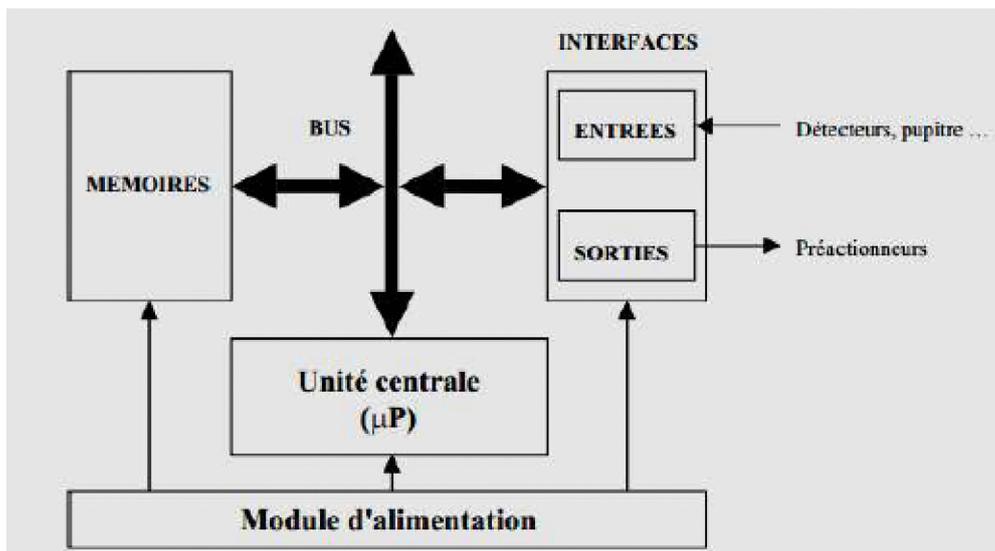


Figure IV.3 : Architecture interne d'un automate.

IV.3.5.3) Constitution :

L'automate S7-300 est de type modulaire offrant la gamme de modules suivants :

- Unité centrale CPU traitement doté d'une mémoire.
- Module d'alimentation (PS).
- Module de signaux (SM) entrées et de sorties TOR et analogique.
- Module de simulation (SM 374).
- Le châssis.
- Les connecteurs frontaux.

- Module coupleur pour configuration multi rangée du S7-300.
- Processeur de communication (CP) avec d'autres éléments du réseau. [2]

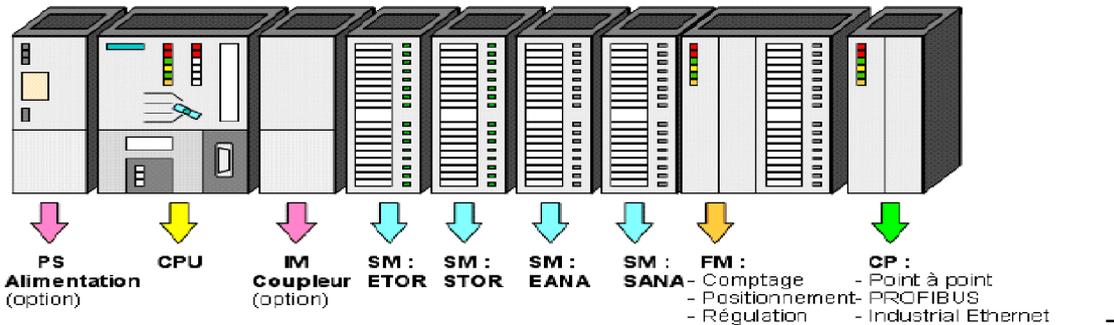


Figure IV.4 : Constitution d'un automate S7-300.

IV.3.5.4) Caractéristiques :

L'automate S7-300 se caractérise:

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS, ETHERNET, PROFINET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil de configuration matériel. [2]

IV.3.5) La console de programmation :

La console de programmation est un outil pour la saisie des données machines et des données du processeur et aussi la supervision du programme. Les consoles actuelles de programmation et de supervision sont des PC avec un environnement standards(WINDOWS).

IV.4) Le logiciel STEP7 :

IV.4.1) Présentation du logiciel STEP 7 :

Le logiciel STEP 7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation. Il permet de programmer un automate en différents langages. Il assiste l'utilisateur dans toutes les phases de processus de création de la solution d'automatisation :

- La création des projets.
- La configuration matérielle.
- La gestion des mnémoniques.
- La création de programme.
- Le chargement du programme dans un système cible.
- Le teste de l'installation d'utilisation.
- le diagnostic lors des perturbations.
- La simulation du programme.

IV.4.2) Langages de programmation :

La programmation en STEP7 nous offre trois modes de représentation :

- **Mode LIST** (liste des instructions) :C'est un langage textuel de la machine, cette représentation permet de programmer librement et de manière détaillée des opérations complexes.
- **Mode CONT** (schéma de contact) :C'est un langage de programmation graphique, s'apparente à des circuits électriques.
- **MODE LOG**(Logigramme) :c'est un langage de programmation qui se base sur l'utilisation des portes logiques.

IV.4.3) Création d'un projet en STEP7 :

Un projet STEP7 comporte la définition complète de l'automatisme autrement dit les deux grandes parties : **la configuration matérielle et la création du programme.**

IV.5) Création du projet :

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

1. En cliquant deux fois sur l'icône de SIMATIC Manager, on lance le logiciel :



Figure IV.5 : Icône de SIMATIC Manager.

2. La fenêtre suivante va nous permettre de créer un projet :

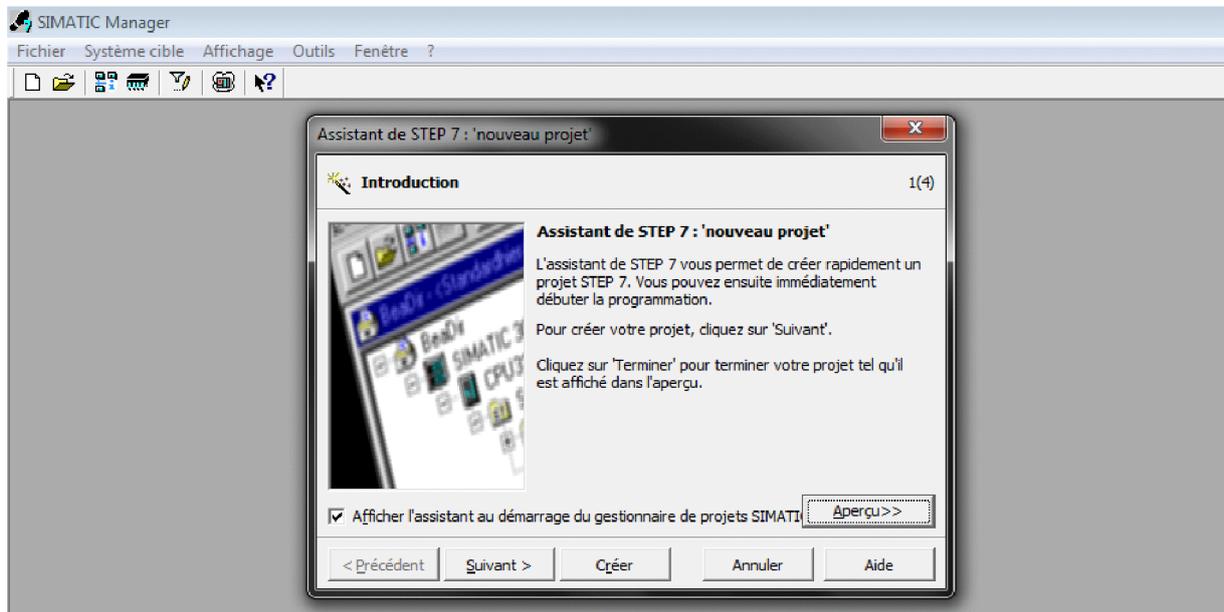


Figure IV.6 : Fenêtre de création du projet.

3. On clique sur suivant, on aura une fenêtre qui nous permettra de choisir la CPU :

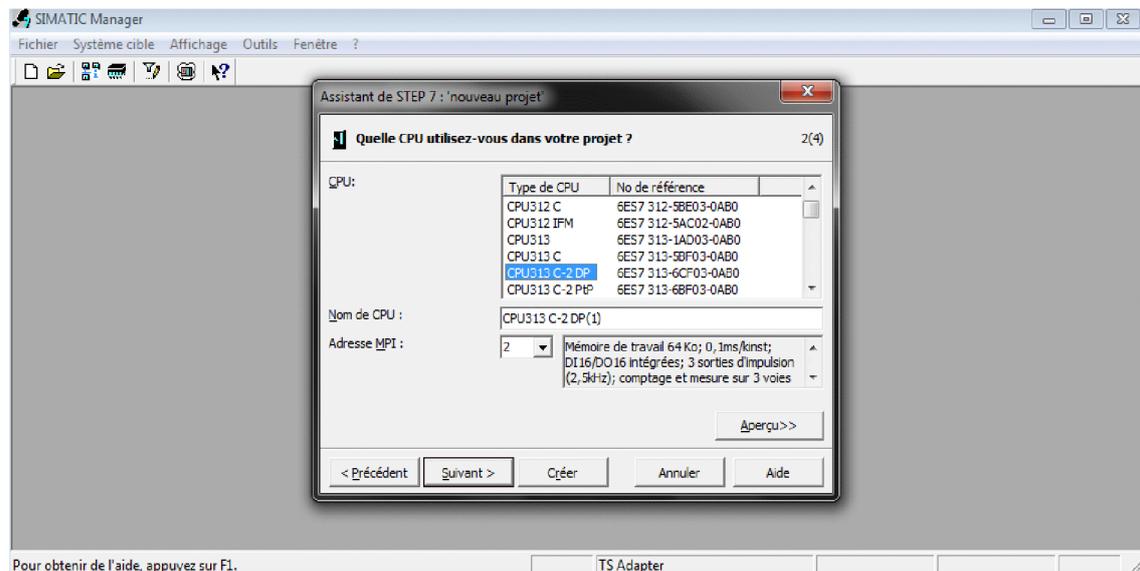


Figure IV.7:Fenêtre de sélection de la CPU.

Pour notre projet nous allons choisir la **CPU 313C-2DP**.

4. Après sélection de la CPU, on clique sur suivant une fenêtre apparaîtra, elle nous permettra de choisir les blocs à insérer et le langage utilisé :

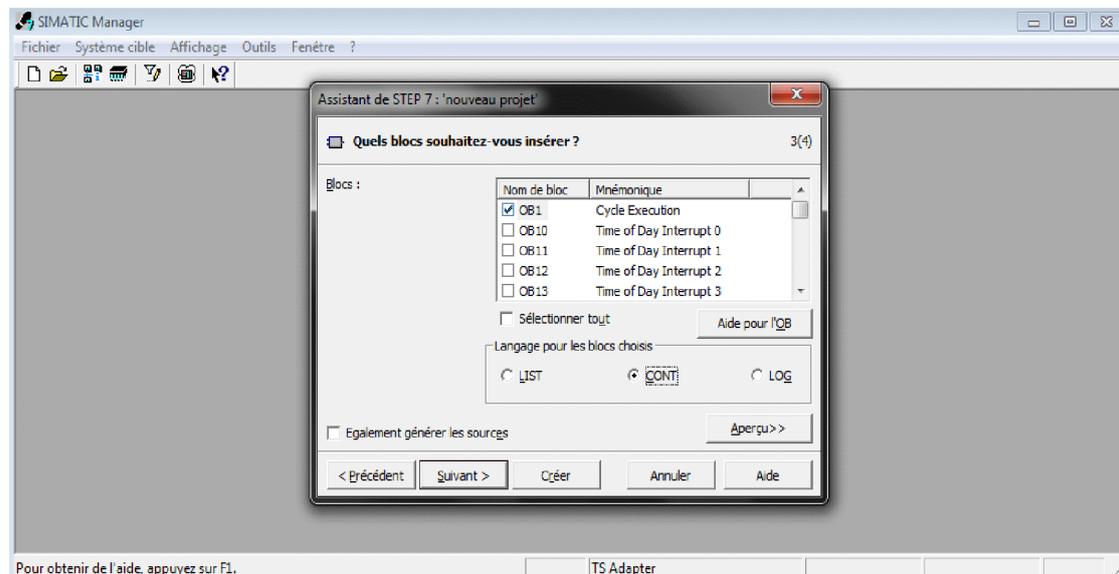


Figure IV.8:Fenêtre de sélection du langage et de bloc utilisés.

5. Une dernière fenêtre apparaît pour la création du projet qui permet de nommer notre projet :

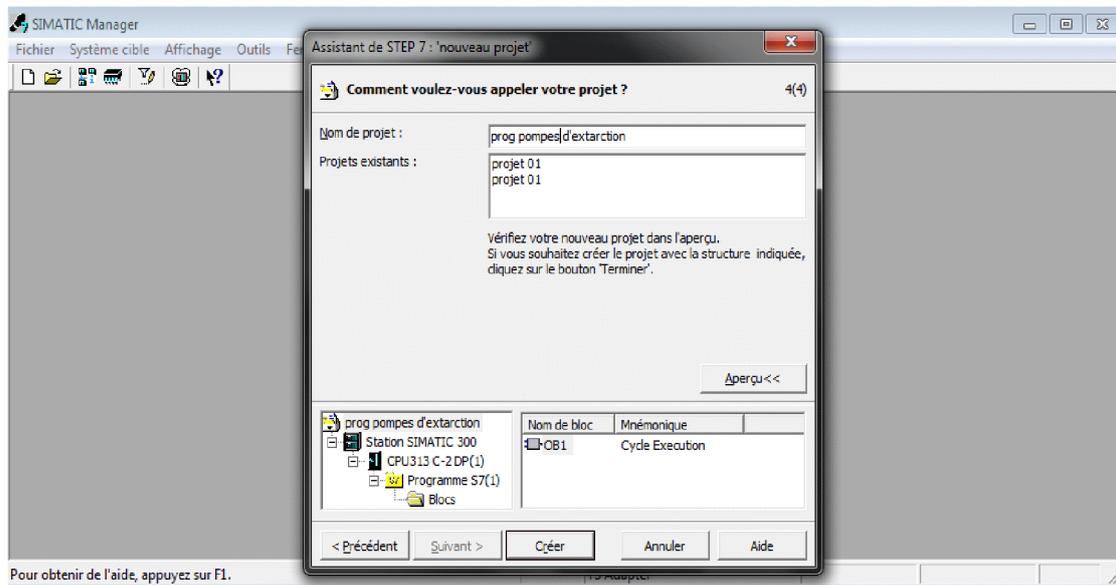


Figure IV.9:Le nom du projet.

6. Une fois le projet est créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme suit :

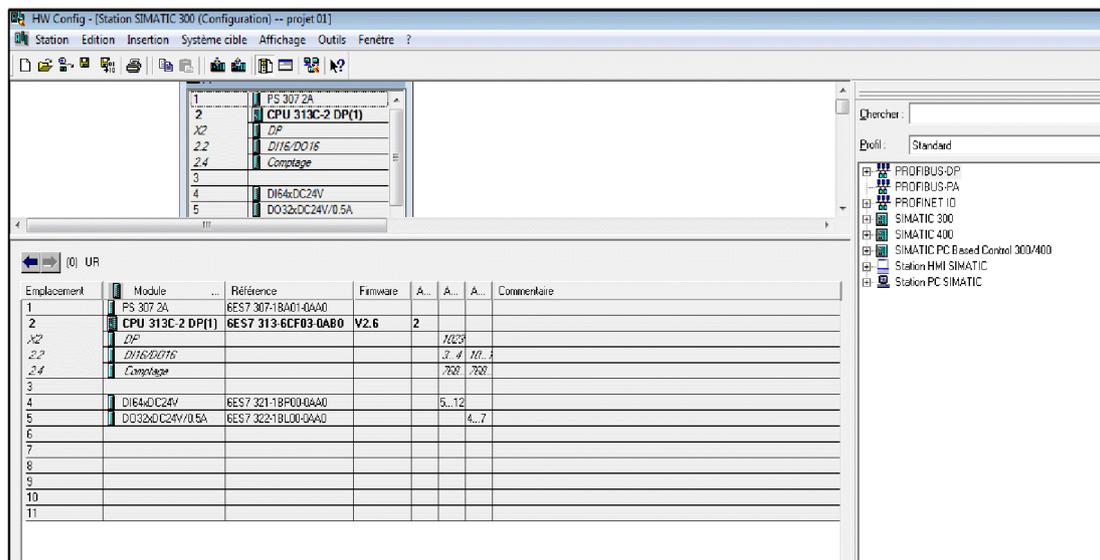


Figure IV.10:Fenêtre de configuration matérielle.

7. Ensuite on passe au programme que nous avons développé pour commander les pompes d'extraction :

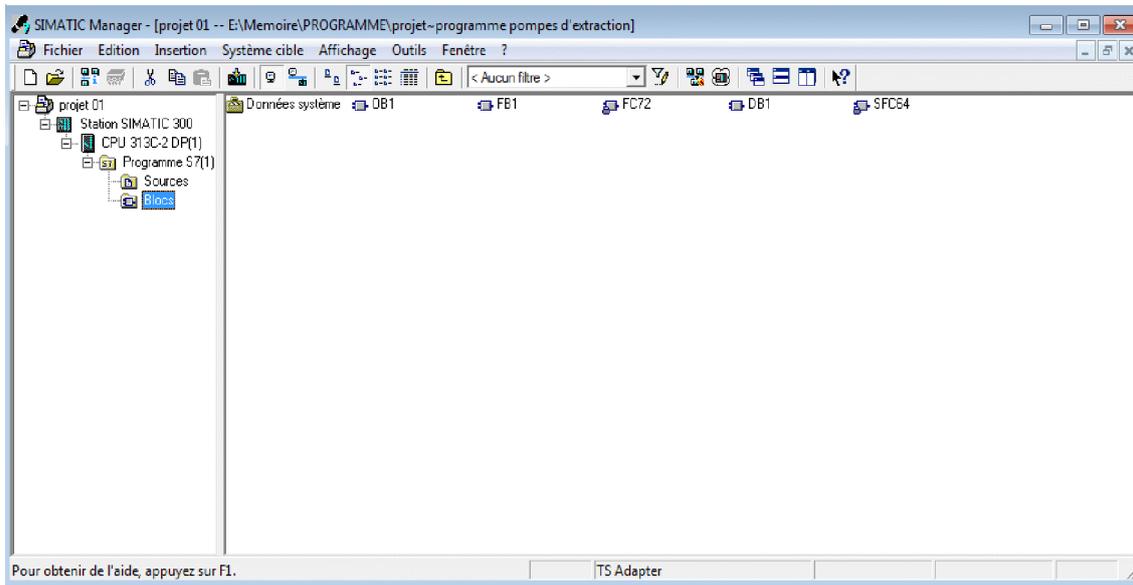


Figure IV.11: Structure du programme.

IV.6) Les mnémoniques :

La saisie des mnémoniques est très utiles, elles permettent de déclarer les différentes entrées/sorties ainsi que les mementos pour les distinguer et faciliter la programmation. On peut aussi ajouter un commentaire décrivant l'action ou l'état de chaque mnémonique.

Il suffit d'aller dans la table des mnémoniques et faire entrer les différents éléments, le nom du symbole, son adresse réel, son type et son commentaire comme suit :

| | Etat | Mnémonique | Opéra | Type de d | Commentaire |
|----|------|---------------------|-------|-----------|--|
| 5 | | XU01 | T 12 | TIMER | |
| 6 | | Protection 2 | MW 28 | WORD | |
| 7 | | Protection 1 | MW 26 | WORD | |
| 8 | | Defaillance 2 po... | MW 25 | WORD | |
| 9 | | Alarme | M 2.1 | BOOL | les deux pompes hors service |
| 10 | | XU01 sup | M 2.0 | BOOL | |
| 11 | | BP AR URG sup | M 1.7 | BOOL | |
| 12 | | BP sup | M 1.4 | BOOL | |
| 13 | | T VALIDE | M 1.3 | BOOL | Transition validée |
| 14 | | C | M 1.2 | BOOL | SOUS POGRAMME C |
| 15 | | V | M 1.1 | BOOL | condition V |
| 16 | | U | M 1.0 | BOOL | condition U |
| 17 | | T | M 0.7 | BOOL | condition T |
| 18 | | S | M 0.6 | BOOL | condition S |
| 19 | | R | M 0.5 | BOOL | conditions R |
| 20 | | P2 | M 0.4 | BOOL | Protection pompe 2 |
| 21 | | P1 | M 0.3 | BOOL | Protection pompe 1 |
| 22 | | L2 | M 0.1 | BOOL | liberation pompe 2 |
| 23 | | L1 | M 0.0 | BOOL | liberation pompe1 |
| 24 | | RM62 D002 XB02 | E 8.7 | BOOL | VANNE DEV CONDENSES MANU |
| 25 | | BP ARRET D'URG... | E 8.6 | BOOL | BOUTON D'ARRET D'URGENCE |
| 26 | | RM22 L002 XG52 | E 8.5 | BOOL | HUIL PALIER PPE NIVEAU <MIN |
| 27 | | RM22 T003 XG03 | E 8.4 | BOOL | PALIER PPE 2 T >MAX |
| 28 | | RM30F001 XH52 | E 8.3 | BOOL | DEBIT AR PPE EXTCACTION <MIN |
| 29 | | RM22 D001 XB01 | E 8.2 | BOOL | POMPE D'EXTRACTION 2 MARCHÉ |
| 30 | | RM12 S001 XG51 | E 8.1 | BOOL | VANNE ASPIRATION PPE EXTRACT 2 FERMEE |
| 31 | | RM21 L002 XG52 | E 8.0 | BOOL | HUIL PALIER PPE EXTRACTION NIVEAU <MIN |
| 32 | | RM21 T003 XG03 | E 7.7 | BOOL | PALIER PPE EXTRACTION 1 T>MAX |

Figure IV.12: Une partie de la table des mnémoniques.

IV.7) La programmation :

IV.7.1) Les modes de programmation :

La programmation peut s'effectuer en trois modes de représentations :

- **En schéma contact (CONT) :** c'est une programmation graphique, qui fait penser au schéma de contact des circuits électriques.
- **En liste d'instruction (LIST) :** c'est une programmation textuelle de la machine.
- **En logigramme (LOG) :** c'est une programmation graphique qui utilise les boîtes d'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques.

IV.7.2) Structure d'une programmation :

a) Programme linéaire :

Il est utilisé pour des commandes simples et de volumes moins importants. De multiples opérations et instructions de différentes fonctions sont stockées dans un seul bloc d'organisation (OB1) qui traite cycliquement le programme.

b) Programme structuré :

Pour les automatismes complexes, le programme utilisateur est subdivisé en fonctions principales que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FB, FC), ces fonctions sont chargées dans OB1.

IV.7.3) Les blocs de programmation :

Un bloc correspond à une partie du programme, délimité par sa fonction, sa structure et son application. Les différents blocs :

- **Blocs d'organisation(OB) :**

Il constitue l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur, c'est dans ce bloc que l'on définit l'ordre de traitement du programme utilisateur. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un OB plus prioritaire.

- **Blocs fonctionnel(FB) :**

Permet la transmission de paramètres dans le programme utilisateur. Il contient un programme qui est exécuté quand ce bloc qui est appelé par un autre bloc de code. Il facilite la programmation des fonctions complexes souvent utilisées.

- **Fonction (FC) :**

Une fonction assure une fonctionnalité spécifique dans une séquence de programme. Les fonctions peuvent être paramétrables. Il contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegardé ses variables temporaires dans la pile de données locales.

- **Blocs de données (DB) :**

Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs.

- **Les SFC et SFB :**

Les blocs fonctionnels sont intégrés au système d'exploitation de la CPU pour créer des messages.

IV.8) Validation et simulation :**IV.8.1) Introduction sur S7-PLCSIM :**

S7-PLCSIM est une application qui permet de tester et d'exécuter le programme élaboré dans l'automate programmable et simulé dans un ordinateur ou une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée en utilisant le logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec le matériel ; cela pour remédier à d'éventuelles erreurs. [2]

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

IV.8.2) Simulation par PLCSIM :

On charge le programme sur l'automate on active la visualisation et la simulation :

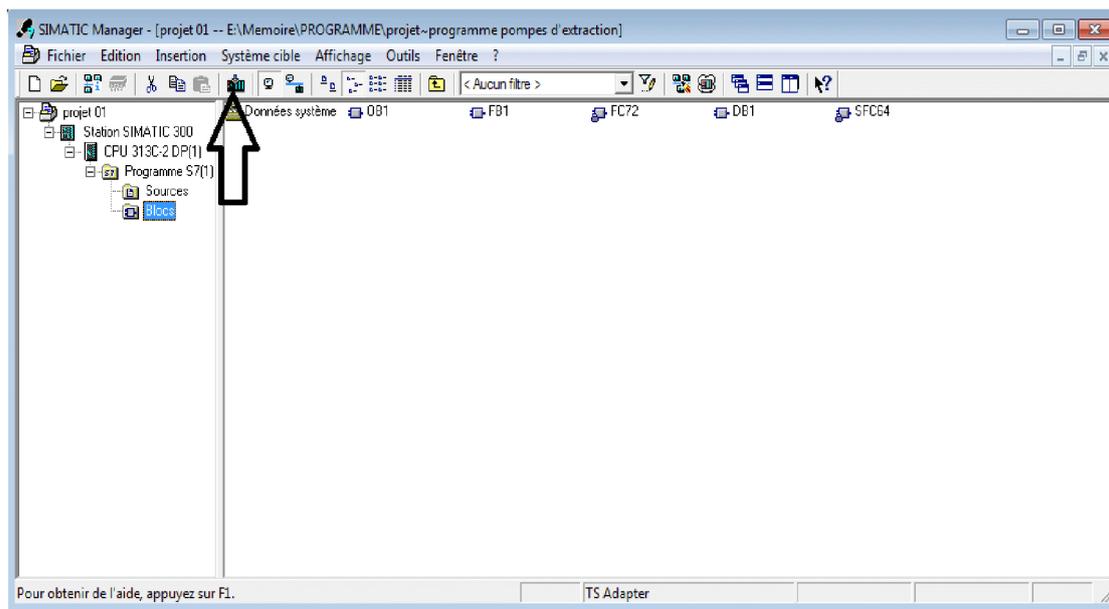


Figure IV.13:Chargement du programme sur l'automate.

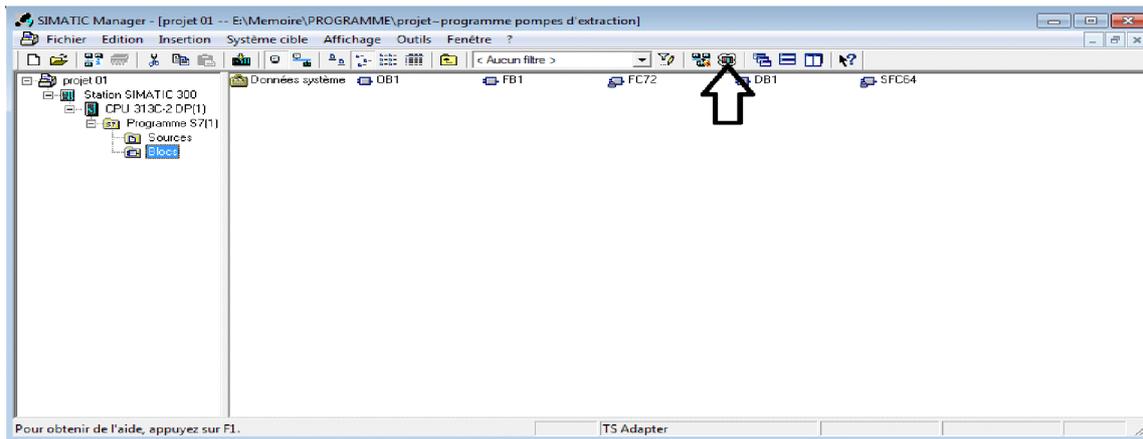


Figure IV.14: Activation de la simulation.

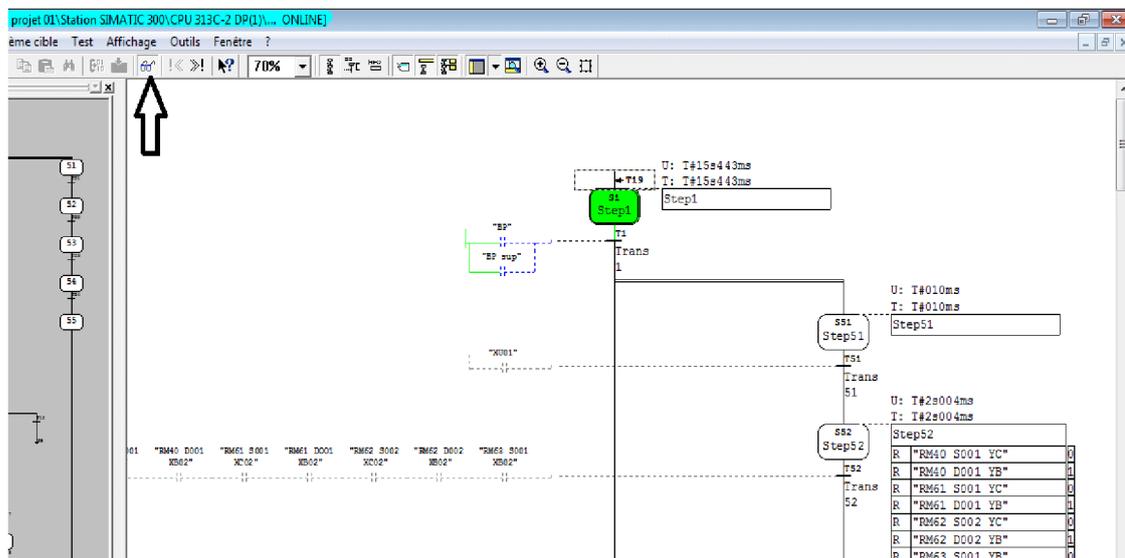


Figure IV.15: Activation de la visualisation.

IV.9) Les états de fonctionnement de la CPU :

On a un état d'arrêt STOP et deux états de marche RUN-P, RUN :

- **Etat d'arrêt STOP** : La CPU n'exécute aucun programme, dans cet état on peut charger des programmes dans la CPU. Le passage de l'état d'arrêt à celui de marche démarre le programme à partir de la première opération.
- **Etat de marche RUN** : La CPU exécute le programme en lisant les entrées en actualisant les sorties. On ne peut ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP 7.

- **Etat de marche RUN-P** : La CPU exécute le programme tout en nous permettant de le modifier, de même que ses paramètres.

Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque du programme durant son exécution, nous devons mettre la CPU à l'état RUN-P.

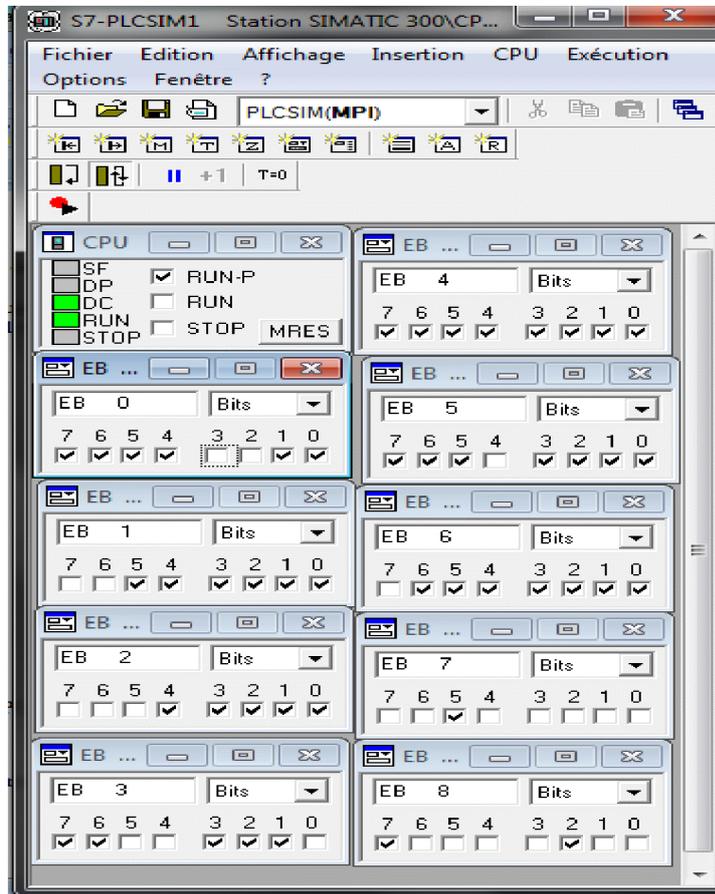


Figure IV.16:Fenêtre de visualisation S7-PLCSIM.

IV.10) La visualisation du programme :

Après le chargement du programme dans la CPU, et la mise en marche de PLCSIM sur (RUN-P), on clique sur l'icône :



Le STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme.

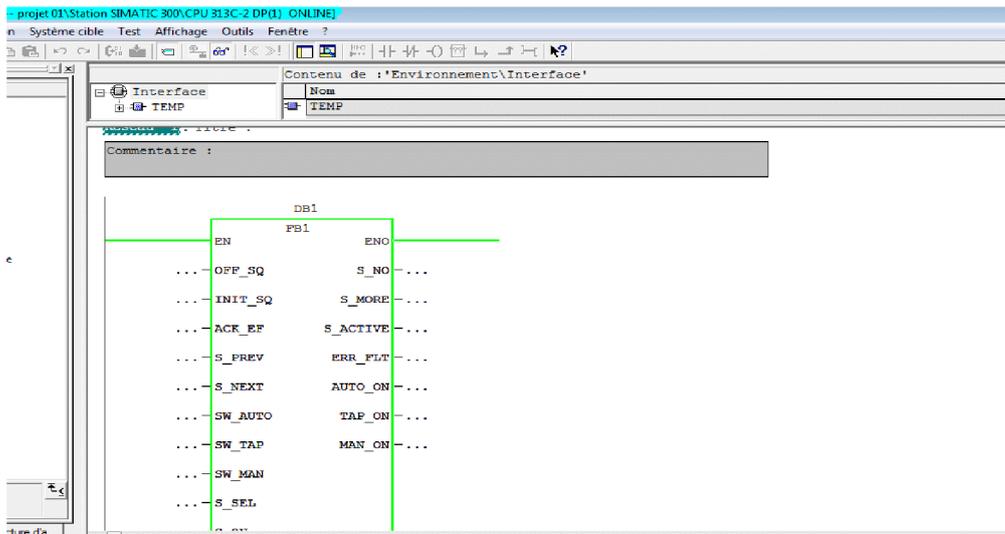


Figure IV.17: Visualisation du programme.

Le bloc FB1 :

- Phases de marche :

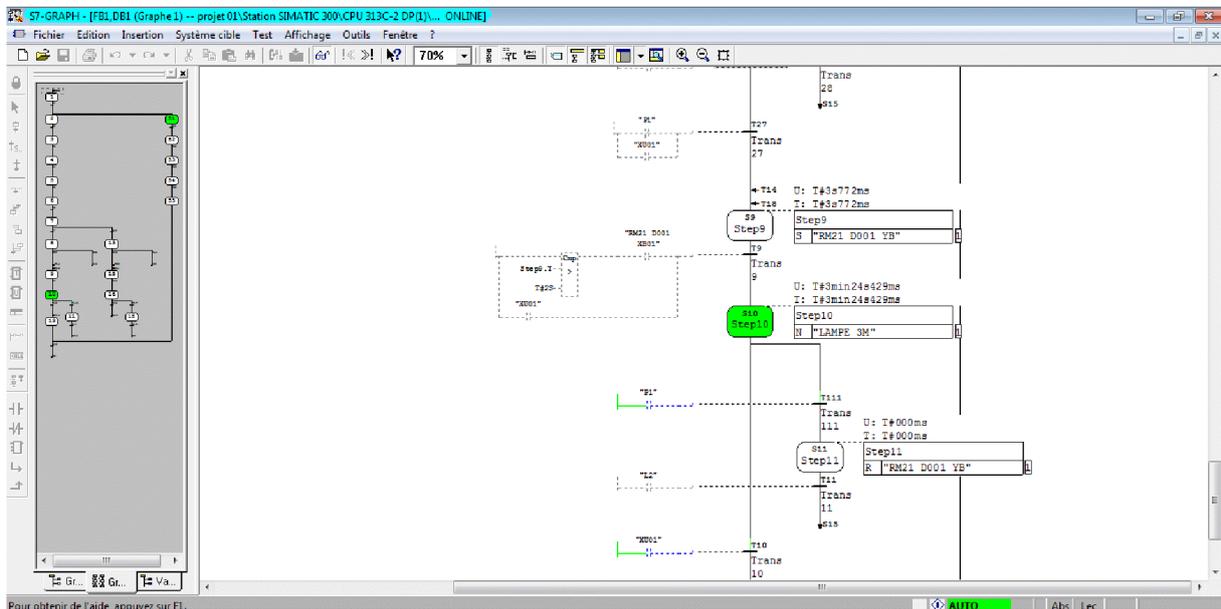


Figure IV.18: Visualisation des phases de marche.

- Phases d'arrêt :

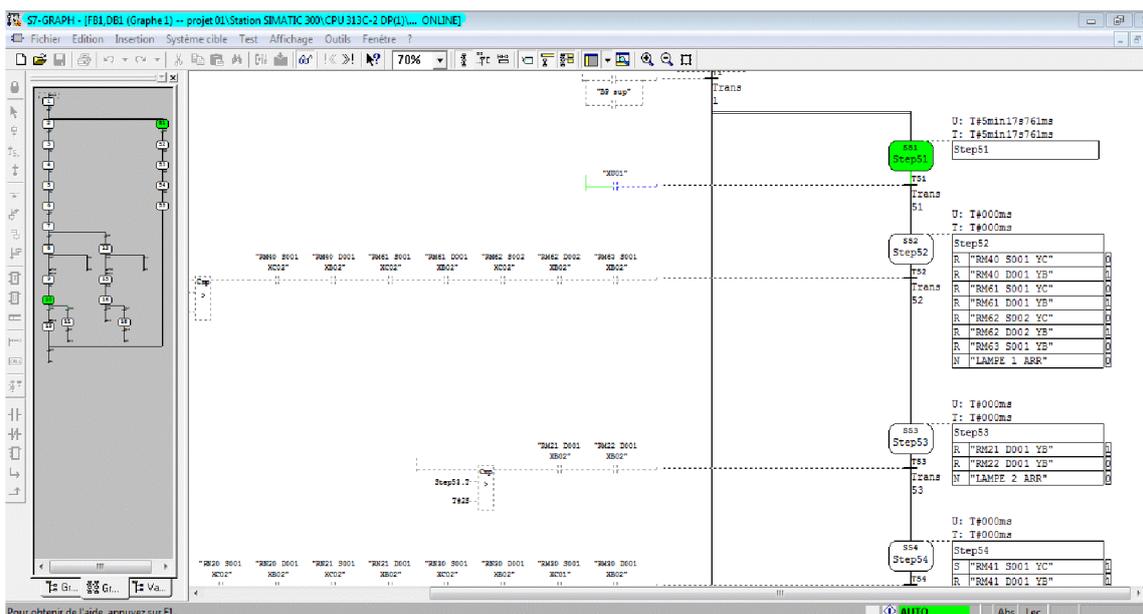


Figure IV.19: Visualisation des phases d'arrêt.

Le bloc OB1 :

- Activation de la libération :

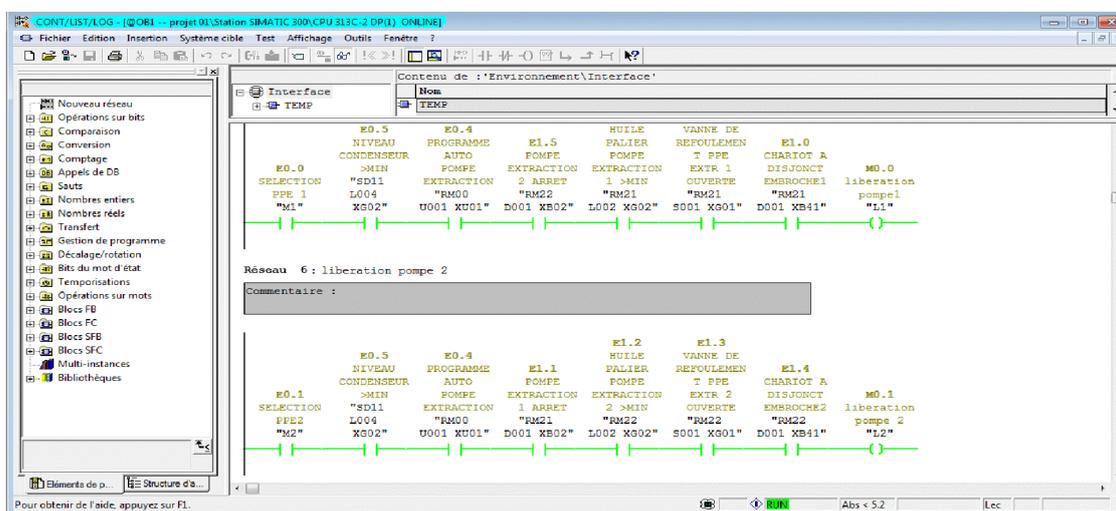


Figure IV.20: Visualisation de la simulation du programme libération marche.

- La protection de la pompe 1 :

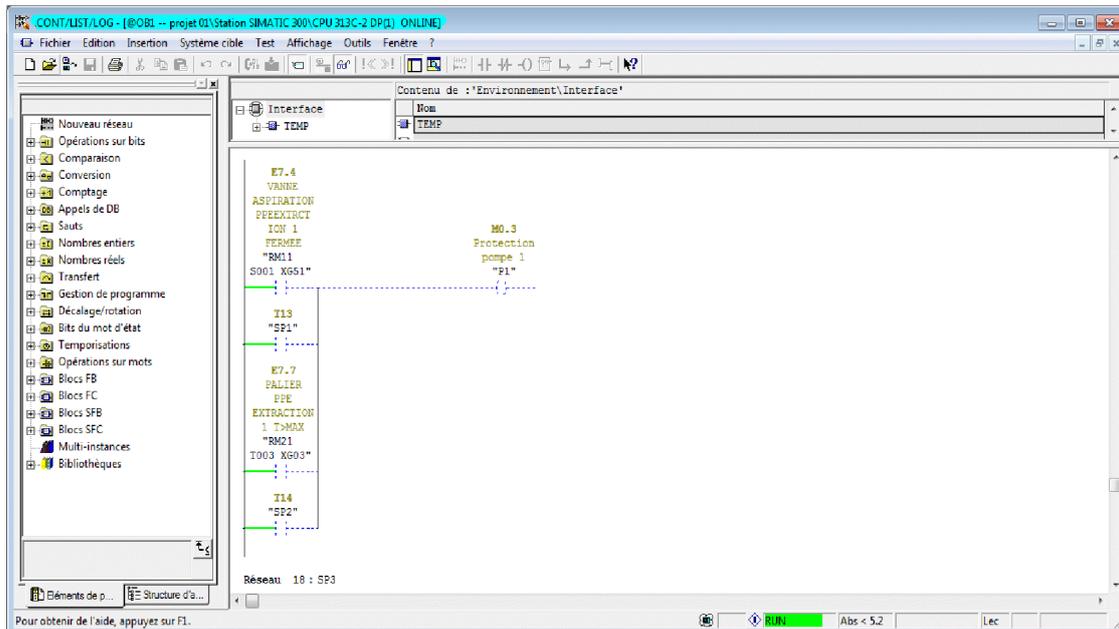


Figure IV.21: Visualisation de la de la protection de pompe 1.

- La protection de la pompe 2 :

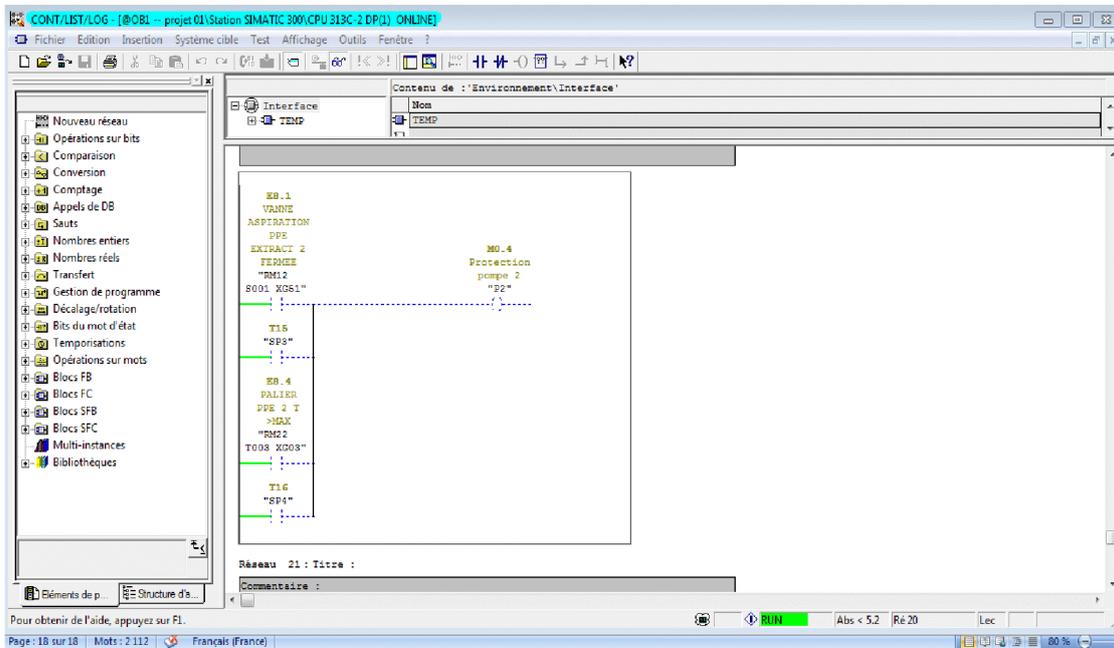


Figure IV.22: Visualisation de la de la protection de pompe 2.

- La protection commune arrêt :

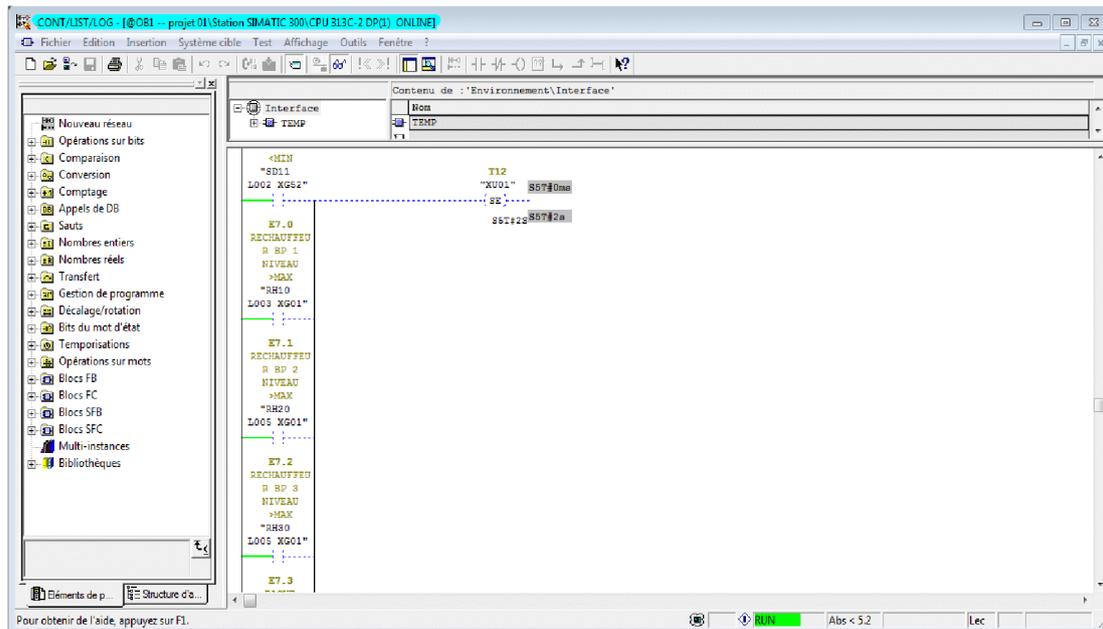


Figure IV.23: Visualisation de la protection commune arrêt.

IV.11) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les deux parties principales d'un système automatisé tel que l'automate et le logiciel de programmation. Suite à cela nous avons réalisé une solution de commande pour le fonctionnement des pompes d'extraction.

Dans le prochain chapitre nous allons réaliser une plateforme de supervision pour notre système.

Chapitre V : Réalisation d'une plateforme de supervision.

V.1) Introduction :

Pour un bon fonctionnement du procédé, il faut prendre les bonnes décisions, il est essentiel d'avoir une vision sur l'état de ce dernier. Les systèmes de supervision ont pour mission de collecter les données et les mettre en forme pour être visualisées par l'opérateur. Ainsi, ils offrent la possibilité de centraliser la vision des organes physiques (capteurs et actionneurs) parfois très éloignés.

Dans ce chapitre nous allons réaliser une plateforme de supervision à l'aide du logiciel WIN CC flexible 2008.

V.2) Définition de la supervision industrielle :

La supervision industrielle est une forme évoluée de dialogue entre l'homme et la machine (Homme/Machine). Elle permet la surveillance et le contrôle du procédé.

Grâce à une configuration à l'aide d'un logiciel de supervision, l'opérateur visualise en temps réel les étapes d'un procédé et détecte des éventuels problèmes qui peuvent survenir au cours du fonctionnement d'une installation.

Le rôle de la supervision industrielle est de :

- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Surveille les procédés industriels à distance.
- La simulation de programme avant leur mise en œuvre grâce au logiciel Win CC Flexible. [5]

V.3) Présentation du logiciel Win CC flexible 2008 :

Le Win CC est un logiciel de supervision développé et distribué par SIEMENS. C'est un outil d'ingénierie pour la configuration cohérente de tous les systèmes d'exploitation SIMATIC HMI. Il apporte une efficacité de configuration grâce à sa bibliothèque qui contient des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables, des outils intelligents. [5]

V.4) Constitution d'un système de supervision :

Un système de supervision est généralement composé de modules suivants :

V.4.1) Module de visualisation :

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

V.4.2) Module d'archivage:

Le module d'archivage a pour rôle de mémoriser les données (événements et alarmes), afin qu'elles soient exploitées à des fins de maintenances et des gestions de production.

V.4.3) Module de traitement :

Il permet de convertir les données et de les présenter à l'opérateur via le module de visualisation sous une forme prédéfinie.

V.4.5) Module de communication :

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

V.5) Etape de mise en œuvre d'un système de supervision :

Pour créer plateforme de supervision, il faut prendre en connaissance les éléments de l'installation ainsi que le logiciel utilisé pour la programmation.

Pour notre plateforme nous allons utiliser le logiciel Win CC flexible qui est le mieux adapté pour la gamme SIEMENS. [2]

V.5.1) Etablir une liaison directe :

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

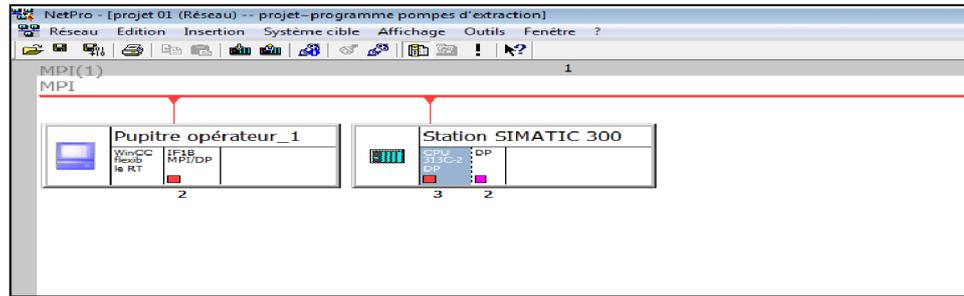


Figure V.1 : Liaisons entre le logiciel Win CC flexible et

V.5.2) Création de la table des variables :

Après avoir effectué une liaison entre le Win CC et l'automate, nous aurons la possibilité d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate (mémoires entrées/sorties, mémentos, bloc de données). Ces variables servent à communiquer entre le pupitre opérateur et l'automate.

Pour faire une correspondance entre les données de l'automate (Projet STEP 7) et les données de la supervision (Win CC), on a construit une table correspondance via l'onglet variable. Chaque ligne correspond à une variable spécifiée par :

- Son nom.
- Son type.
- Sa liaison avec l'automate.
- le taux de rafraîchissement : le temps entre deux lectures du Win CC.

V.6) Importance de la supervision:

La supervision a une importance considérable dans le milieu industriel, tant que pour l'entreprise que le personnel.

V.6.1) Sur le personnel:

La supervision permet d'éviter l'exécution de tâches délicates dans des milieux hostiles ou éloignés ce qui rends le travail moins contraignant et améliore les conditions du travail.

V.6.2) Sur l'entreprise:

La supervision a un effet considérable sur l'entreprise :

- Respecter les délais en diminuant le nombre de pannes et en réduisant le nombre de dépannages.
- Améliorer et maintenir la qualité, ceci se fait par le maintien des équipements dans un bon état de fonctionnement.
- Réduire les coûts en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

V.7) Création d'un projet Win CC flexible :

Pour créer un projet sous le logiciel Win CC Flexible 2008 on procède comme suit :

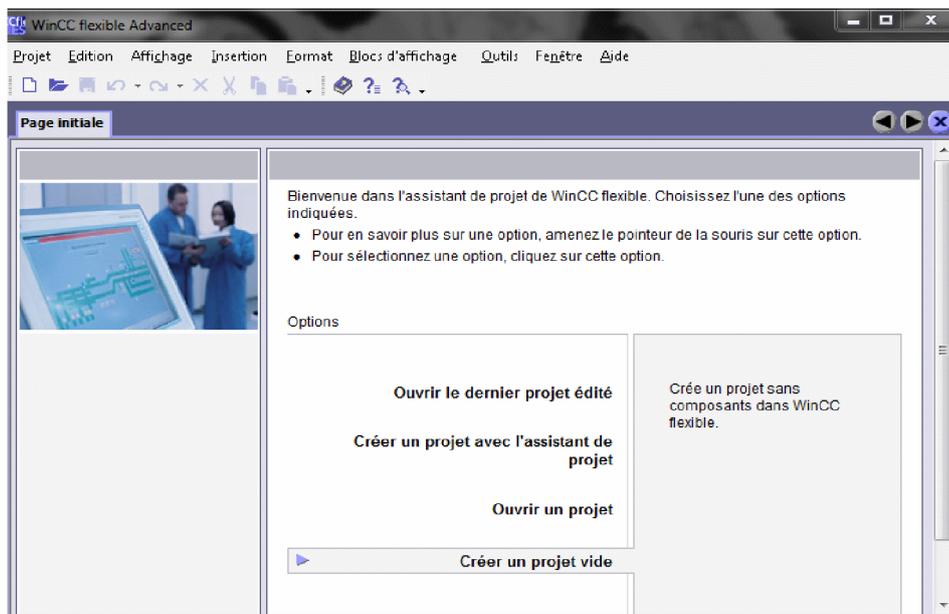


Figure V.2 : Création d'un nouveau projet.

- a) Création du projet :** On démarre le logiciel, une fenêtre apparaît et on choisit « Créer un projet vide ».

- b) **Sélection du pupitre** : Après la création du projet une fenêtre apparaîtra pour la sélection du pupitre à utiliser.

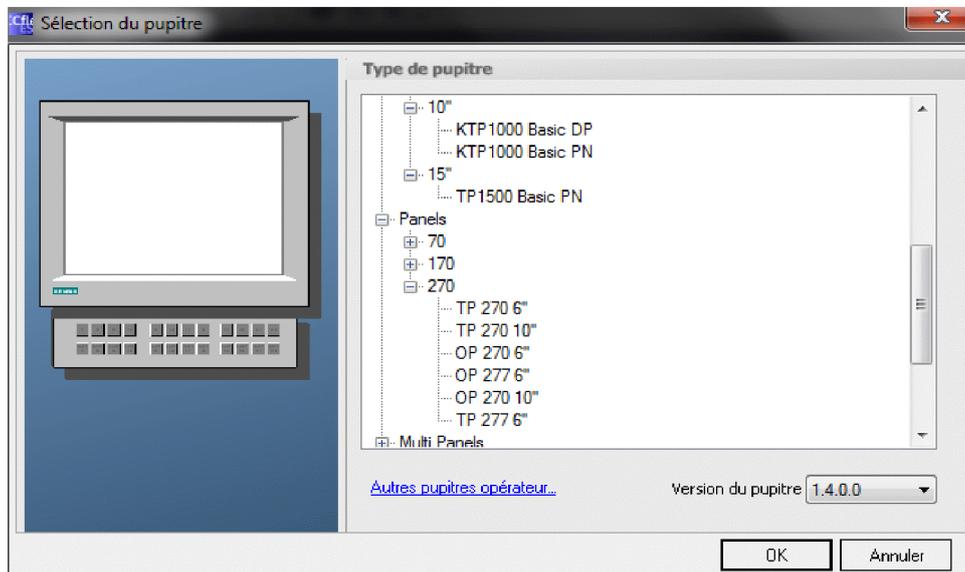


Figure V.3 : Sélection du pupitre.

- c) **L'espace de travail** : Après sélection du pupitre, une fenêtre de l'espace du travail Win CC Flexible s'ouvre. L'espace de travail de Win CC flexible nous offre tous les outils nécessaires à la présentation d'un quelconque système automatique, mécanique, hydraulique et autres.

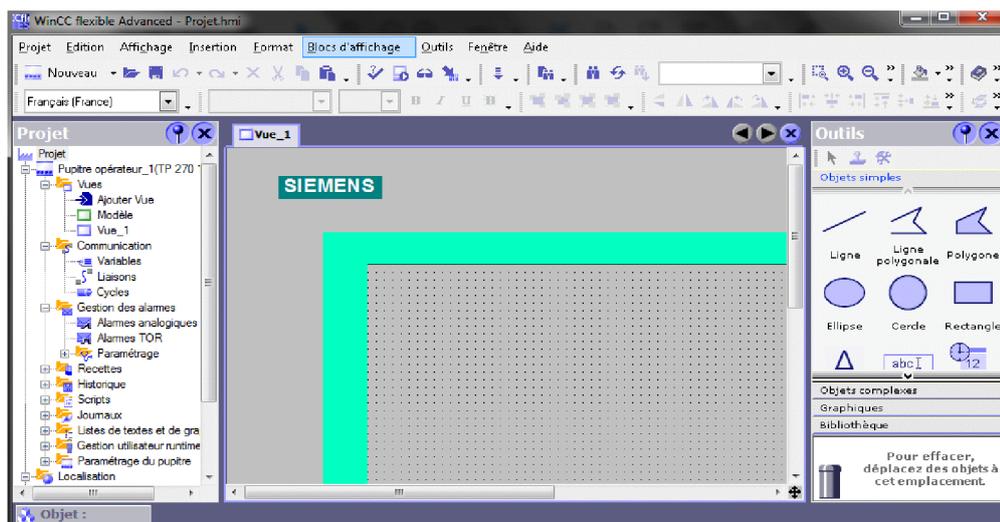


Figure V.4 : Espace de travail Win CC flexible.

d) Edition des vues : On réalise alors les vue de notre plateforme de supervision contenant les différents éléments de notre système.

e) Compilation et simulation : A la fin de la configuration du projet, il est nécessaire de vérifier le projet et détecter d'éventuelles erreurs, pour cela on dispose d'une commande de contrôle de cohérence, on aura alors un fichier projet compilé.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration à l'aide du simulateur Runtime.

V.8) Les vues de notre projet :

V.8.1) La vue d'accueil :

La vue d'accueil donne des informations sur le projet et permet l'accès au pupitre principal :



Figure V.5 : La vue d'accueil.

V.8.2) La vue du pupitre principal :

Cette vue contient les différents boutons de démarrage, arrêt d'urgence, accès aux phases ainsi que la visualisation de la pompe en marche.

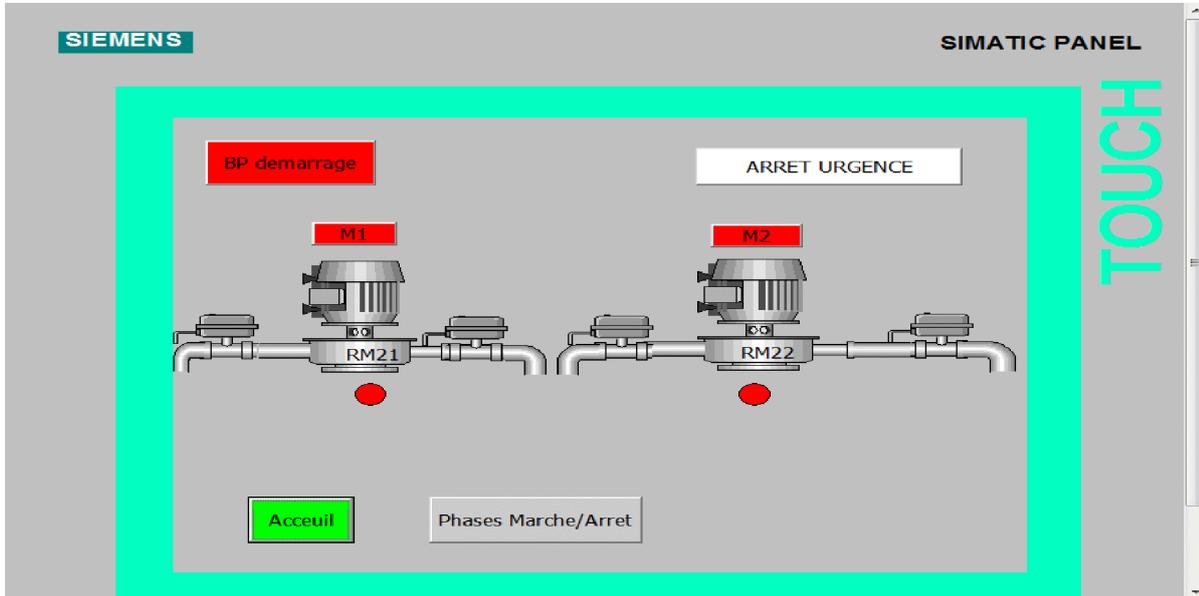


Figure V.6 : Vue du pupitre principal.

V.8.3) La vue des phases :

Sur cette vue sont représentées les différentes phases de marche et d'arrêt ; ainsi qu'un accès direct à ces phases et des boutons de retour au pupitre principale aussi l'accueil.

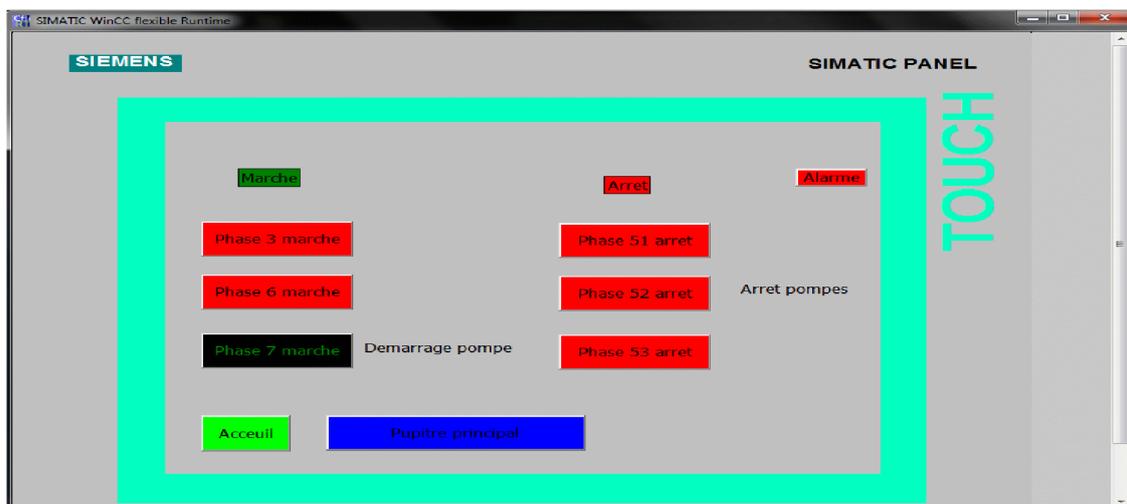


Figure V.7 : Vue des différentes phases

V.8.3) La vue de l'une des phases :

La vue d'une phase contient les actions qui sont réalisées dans cette dernière. Chaque vue contient des boutons de retour à l'accueil, au pupitre principal et aux phases marche/arrêt.

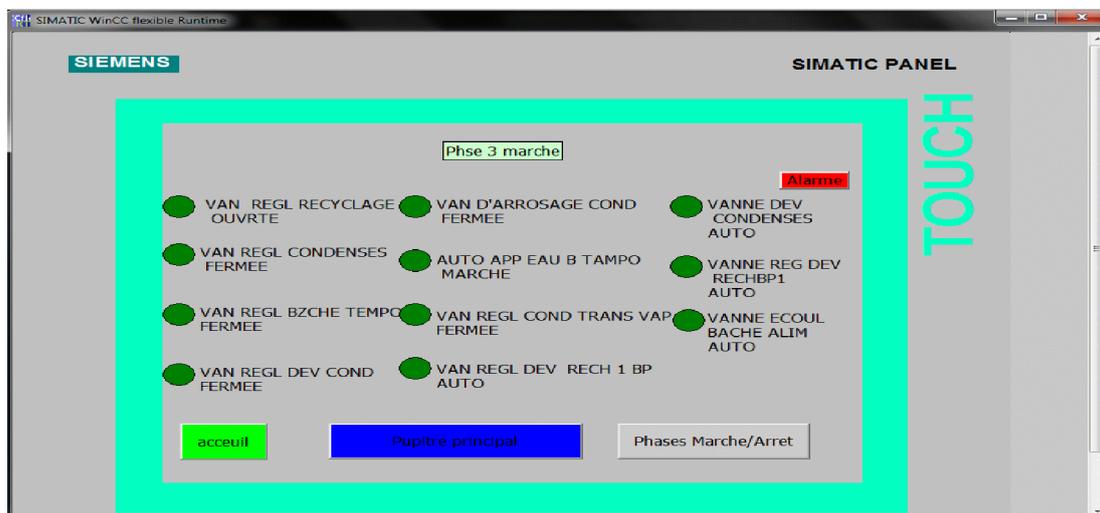


Figure V.8 : Vue d'une phase.

V.8.5) La vue des alarmes :

Sur cette vue nous pourrions recueillir des informations sur les différentes alarmes activées, et un bouton pour acquitter ces alarmes.

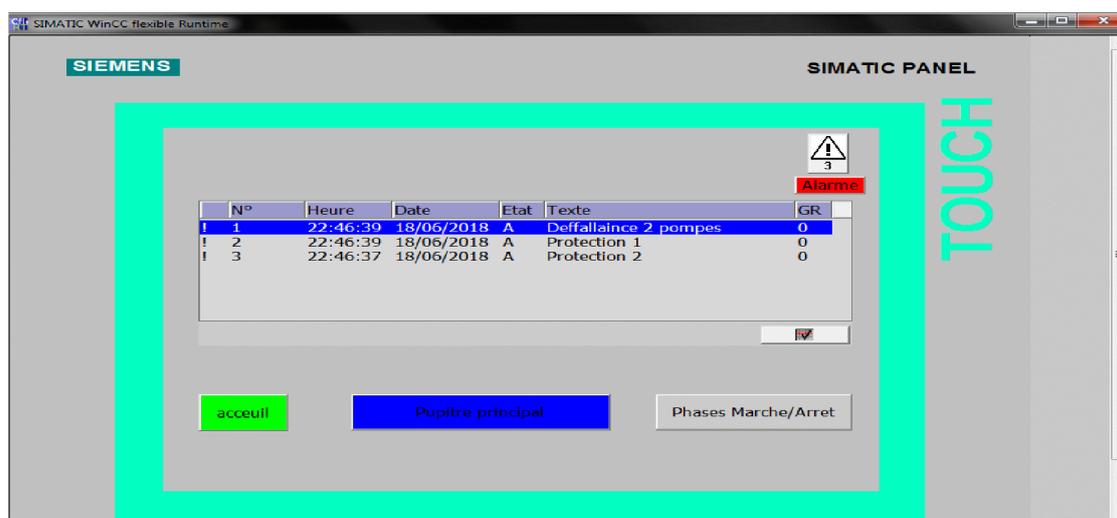


Figure V.9 : Vue des différentes alarmes.

V.9) Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté la supervision des procédés industriels, son importance, et les outils nécessaires pour sa réalisation.

Nous avons alors réalisé sous le logiciel Win CC Flexible une plateforme de supervision permettant la visualisation et le contrôle direct des systèmes temps réel.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le but du travail effectué dans le cadre de notre projet, avec l'appui d'un stage pratique au sein de la centrale thermique de CAP-DJINET, est de réaliser une solution programmable pour la commande et supervision du fonctionnement des pompes d'extraction.

Le remplacement de la commande existante décrite dans le chapitre III, où nous avons mentionné les inconvénients de cette commande ; notre choix s'est portée sur l'outil d'automatisation à savoir l'API, ceci dans le but d'offrir une grande fiabilité et l'application ne nécessite pas un grand investissement.

La commande des processus par un API est la solution recherchée de plus en plus dans l'industrie, en raison de la précision des traitements numériques qu'ils effectuent pour générer la commande adéquate dans toutes les conditions.

Pour atteindre notre objectif, nous avons opté pour un automate S7 de SIEMENS pouvant être programmé par le logiciel STEP 7 puis transféré à l'automate à la fin de son exécution.

Par soucis de moyens, nous n'avons pas pu tester notre programme sur un automate réel, donc nous avons opté pour une autre méthode qui est la simulation par le logiciel S7-PLCSIM pour assurer le bon fonctionnement de notre programme.

Notre travail a permis aussi de développer une plateforme de supervision, afin de contrôler le fonctionnement du système en temps réel. Cela va permettre à l'opérateur d'avoir une meilleure maîtrise sur la visualisation, diagnostic des pannes et maintenance du système.

Par la simulation du programme, nous affirmons que nous avons atteint les objectifs fixés dans l'introduction générale de notre étude.

Le stage pratique qu'on a effectué au sein de la centrale thermique de CAP-DJINET, nous a permis de familiariser avec les processus industriels et surtout confronter la théorie à la pratique.

Conclusion générale :

Enfin, nous espérons que notre travail puisse servir de supports aux techniciens de la centrale thermique de CAP-DJINET, à ceux qui s'intéressent à l'automate programmable et aux promotions d'étudiants à venir.

Bibliographie

Ouvrages et mémoires :

[1] Documentation interne de la centrale thermique de CAP-DJINET.

[2] Documentation SIEMENS de la centrale thermique de CAP-DJINET.

[3] William BOLTON, «Les Automates Programmables Industriels».L'USINE NOUVELLE série EEA. Edition DUNOD.2010 FRANCE

[4] J.M.BLEUX et J.L.FANGHON «Les Automates Programmables Industriels»
COLLECTION ETAPES. 2001 FRANCE

[5] H.SEDIKI, w. ZAIDI «Développement d'une solution en logique programmée pour le contrôle et la sécurisation des brûleurs » Mémoire de master professionnel en automatique, promotion 2016. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.