



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par
Ouamar BOUHINI
Juba LAMROUS

Thème

Commande et supervision d'une pompe
d'alimentation de la chaudière de la
centrale thermique de Cap-Djinet.

Mémoire soutenu publiquement le 25/06/2015 devant le jury composé de :

M Prénom NOM

KASRI Ahmed

MAA, UMMTO, President.

M Prénom NOM

BENSIDHOUM M.Outahar

MCA, UMMTO, Encadreur.

M Prénom NOM

TLIOUINE Akli

Ingénieur, Centrale thermique de Cap-Djinet.

M Prénom NOM

KHERRAZ Khedoudja

MMA, UMMTO, Examineur.

M Prénom NOM

MELLAH Rabah

MCA, UMMTO, Examineur



REMERCEMENTS

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce modeste travail, on citera:

Tous ceux qui nous ont facilité la tâche de l'intégration au sein de l'entreprise nationale : Sonelgaz (centrale thermique Cap-Djinet).

Notre encadreur M^r : **TILIOUINE Akli** dont l'apport, tant technique qu'humain pendant le stage, contribuera à nous servir tout au long de notre carrière professionnelle.

Notre promoteur M^r : **BENSIDHOUM M.Outahar** pour son aide, le temps qu'il nous a consacré et ses orientations et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite.

Nous remercions également les membres de jury qui feront l'honneur de juger notre travail, d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

Et enfin, nos remerciements les plus chaleureux, s'adressent à nos familles et surtout nos parents qui sont la source de cette réussite.

Dédicaces

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.

Mon frère et sœurs :

Abd-el-hakim, Dahbia, Yasmine, Thiziri, Cilia.

La mémoire de mes grands-parents :

Ouamar et Nouara.

Une spéciale dédicace sera destinée à mes enseignants du primaire : monsieur MEZIACHE Ahmed et son épouse qui ont été pour moi des parents et non pas des enseignants.

Sans oublier mes camarades de la promotion et tous mes amis, chacun avec son propre nom.

Que Dieu vous garde.

Ouamar,

Dédicaces

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.

Mes frères:

Lyes et Aghiles.

La mémoire de mes grands-parents :

Mohend Said et Ouardia.

Sans oublier mes camarades de la promotion et tous mes amis, chacun avec son propre nom.

Que Dieu vous garde.

Juba.

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Présentation et fonctionnement de la centrale

I.1. Avant-propos	3
I.1.1. Historique de la centrale	4
I.1.2. Mise en service de la centrale	4
I.2. Organigramme de la centrale de Cap-Djinet	5
I.2.1. Direction de l'unité centrale TV Cap-Djinet	5
I.2.2. Division Maintenance	6
I.2.3. Service réalisation « électrique »	7
I.3. Caractéristique technique de la centrale	8
I.3.1. Combustible	8
I.3.2. Consommation nominale combustible par groupe	8
I.4. Puissance installée de la centrale	8
I.5. Principaux équipement dans la centrale	8
I.5.1. Le générateur de vapeur (SGP Autriche)	8
I.5.2. La turbine	9
I.5.3. Eau de réfrigération (eau de mer)	9
I.5.4. Le poste d'eau	10
I.5.5. Alternateurs (SIEMENS Autriche)	10
I.5.6. Station de dessalement de l'eau de mer (KRUPP)	10
I.5.6.1. Rôle de la station de dessalement	10
I.5.6.2. Station de déminéralisation	11
I.5.6.3. Station électro-chloration (DENORA / Italie)	11
I.6. Evacuation d'énergie	11
I.7. Commande et contrôle	11
I.7.1. Système de surveillance d'alarme et d'analyse	12
I.7.2. Salle de commande centralisée	12
I.8. Principe de fonctionnement de la centrale de Cap-Djinet	12
I.9. Conclusion	15

Chapitre II : Etude du bloc de pompage

II.1. Introduction	17
II.2. définition	17
II.3. description	17
II.4. composition de la pompe	17
II.4.1. La pompe nourricière	18
II.4.1.1. Principe de fonctionnement	18
II.4.1.2. les caractéristiques techniques de la pompe nourricière	18
II.4.2. Le moteur électrique	19
II.4.2.1. Définition	19
II.4.2.2. Le principe de fonctionnement	19

II.4.2.3. La composition du moteur	20
II.4.2.4. Les caractéristiques techniques de notre moteur	20
II.4.3. Le coupleur hydraulique	20
II.4.3.1. Définition.....	20
II.4.3.2. Principe de fonctionnement	21
II.4.3.3. La composition du coupleur.....	21
II.4.3.4. les caractéristiques techniques du coupleur hydraulique	23
II.4.3.5. Réglage de la vitesse de sortie	23
II.4.4. Pompe principale « pompe à engrenage »	23
II.4.4.1. accessoires de la pompe principale	23
II.4.4.2. Les caractéristiques techniques de la pompe principale.....	25
II.5. Les instrumentations utilisées dans le circuit RL.....	26
II.5.1. Les capteurs	26
II.5.2. Détecteurs de pressions (pressostat).....	27
II.5.3. Détecteurs de températures (thermostats).....	27
II.5.4. Détecteurs de niveau.....	27
II.6. Equipements des armoires.....	27
II.6.1. Les disjoncteurs.....	27
II.6.2. Les contacteurs.....	28
II.6.3. Les relais	28
II.7. mise en service du groupe motopompe d'alimentation.....	29
II.7.1. Mise en marche de la pompe nourricière.....	29
II.7.2. Mise en marche de la pompe principale	29
II.7.3. démarrage par protection du groupe motopompe d'alimentation	29
II.7.4. Mise à l'arrêt du groupe motopompe d'alimentation.....	30
II.7.5. Arrêt par protection du groupe motopompe d'alimentation.....	30
II.8. Conclusion.....	32

Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

III.1. Introduction	34
III.2. Définition	34
III.3. les concepts de base d'un GRAFCET	34
III.3.1. Règles d'évolution du grafcet	34
III.3.2. Sélection de séquences et séquences simultanées	38
III.3.3 : Saut d'étape.....	39
III.3.4. Reprise de séquence	40
III.4. Niveau d'un grafcet	40
III.4.1. Grafcet niveau 1	40
III.4.2. Grafcet niveau 2	41
III.4.3. Grafcet niveau 3.....	41
III.5. Mise en équation d'un grafcet.....	41
III.6. Modélisation par l'outil grafcet.....	43
III.6.1. Grafcet du système de démarrage et d'arrêt de la pompe d'alimentation.....	43
III.6.2 : Table des abréviations utilisées dans le grafcet	48
III.7. Conclusion	49

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

IV.1. Introduction	51
IV.2. Définition d'un automate programmable industriel (API).....	51
IV.3. Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés industriels	51
IV.3.1. Structure générale d'un système automatisé.....	51
IV.3.2. Système de commande	52
IV.4. choix d'un automate programmable industriel	53
IV.5. Présentation générale de l'automate S7-300	53
IV.5.1. Aspect externe	53
IV.5.2. Aspect interne	54
IV.6. Caractéristique de l'automate S7-300.....	54
IV.7. Constitution de l'automate S7-300.....	54
IV.8. Programmation de l'automate S7-300	55
IV.8.1. Configuration et paramétrage de l'automate	56
IV.8.2. Marche à suivre pour la configuration d'une station.....	56
IV.8.2.1. Adressage des modules du S7-300.....	57
IV.8.2.2. Les mémentos.....	57
IV.8.2.3. Représentation de programme.....	57
IV.8.3. programmation sous STEP7.....	58
IV.8.3.1. Systèmes d'exploitation.....	58
IV.8.3.2. Programme utilisateur	58
IV.8.4. Création du projet	60
IV.8.5. Saisis des mnémoniques	64
IV.9. Test et simulation du programme	64
IV.9.1. Introduction générale sur le S7-PLCSIM	64
IV.9.2. Etats de fonctionnement de la CPU	65
IV.9.2.1. Etat de marche (RUN-P)	65
IV.9.2.2. Etat de marche (RUN)	65
IV.9.2.3. Etat d'arrêt (STOP)	65
IV.9.2.4. Indicateurs de la CPU	65
IV.9.3. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM	65
IV.9.3.1 Simulation du programme projet fin d'études	67
IV.9.3.2. Visualisation de l'état du programme	67
IV.10. Conclusion	73

Chapitre V : Développement de la plateforme de supervision

V.1. Introduction	75
V.2. Présentation du logiciel Win CC flexible 2008	75
V.3. Définition de la supervision industrielle	75
V.4. constitution d'un système de supervision	76
V.5. Etapes de mise en œuvre	76
V.5.1. Etablir une liaison directe	76
V.5.2. Création de la table des variables	77
V.6. Création d'un projet sous WinCC flexible 2008	77
V.7. Les vues du projet	80
V.7.1. Vue d'accueil	80
V.7.2. Vue de pupitre de commande.....	80
V.7.3. Vue d'une phase	81

V.8. compilation et simulation	82
V.9.Conclusion	82

Conclusion générale	84
----------------------------------	----

Annexes

Bibliographie

Introduction générale

Introduction générale :

Malgré les succès spectaculaires remportés par la science et la technologie, l'homme dépend toujours des ressources en énergie que lui fournit la nature, et qui est nécessaire pour le fonctionnement de nos machines.

La découverte de l'énergie électrique qui a bien changé notre mode de vie, est devenue un besoin vital pour l'homme et elle occupe une place importante dans le domaine de l'industrie.

Le taux de consommation en électricité par cette dernière, augmente dans notre pays, d'où la nécessité d'assurer une meilleure adaptation entre la demande et l'offre en énergie.

Actuellement les entreprises sont en concurrence rude, se retrouvant dans l'obligation d'améliorer les techniques de protection et de la productivité tout en augmentant les normes de sécurité du personnel et du matériel. Ceci dit, il faut disposer d'une chaîne de production souple et performante.

C'est ainsi que l'idée des procédés automatisés dans l'industrie a émergé.

L'évolution de la technologie et le développement de l'informatique, constitue un ensemble qui a donné naissance aux automates programmables industriels (API).

L'introduction des automates dans les procédés industriels permet un gain du temps, une souplesse accrue dans la manipulation et une haute fiabilité, elle facilite aussi la localisation et l'élimination rapide des pannes.

L'automatisation d'un procédé des machines et des installations industrielles consiste à assurer la conduite et la commande par un dispositif technologique.

Dans notre travail, on a effectué un stage à la centrale thermique à vapeur de Cap-Djinet. On s'est intéressé particulièrement au système de la pompe d'alimentation qui alimente la chaudière en eau.

Notre projet consiste à étudier le système de démarrage et d'arrêt d'une pompe d'alimentation, tout en passant de la technologie câblée disposée au niveau de la centrale, à la technologie programmée à base d'un API.

Pour le programme de démarrage et d'arrêt des pompes d'alimentations, nous avons opté pour un automate SIEMENS S7-300 pour respecter la technologie existante au niveau de la centrale.

Ce rapport est organisé comme suit :

- Le premier chapitre sera consacré à décrire la centrale thermique de Cap-djinet et son fonctionnement.
- Dans Le deuxième chapitre nous étudierons le bloc du pompage.
- Et pour le troisième chapitre nous expliquons le fonctionnement de la pompe en le modélisant à l'aide du GRAFCET.
- Le quatrième chapitre sera consacré à la programmation et la simulation de démarrage de la pompe d'alimentation avec « SIMATIC S7-300 ».
- Le dernier chapitre consistera en développement d'une solution de supervision avec le logiciel Win CC.
- Et en fin nous terminerons par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation et fonctionnement de la centrale

I.1. Avant-propos :

La centrale thermique se situe au bord de la mer, à 80 km à l'est d'Alger. Elle est installée sur une superficie de 35 hectares à Cap-Djinet, wilaya de Boumerdes. Elle comprend 4 groupe de 176 MW chacun, soit une puissance électrique totale de 704 MW. La puissance fournie au réseau est de 672 MW, le reste, (environ 32 MW), est consommé par les auxiliaires.

Cette centrale est construite entre 1980 et 1986, afin de renforcer l'alimentation en énergie électrique du pays. La première tranche d'énergie fournie au réseau de distribution a été effectuée le 17 juin 1986.

C'est une centrale thermique à vapeur qui utilise l'eau comme caloporteur d'énergie à haute température et sous pression.

Les principaux ateliers de la centrale[1], [2] :

- Salle des machines.
- Chaudières.
- Locaux des auxiliaires électriques et autres mécaniques.
- Tour de prise d'eau de mer.
- Station détente gaz.
- Réservoir stockage fuel.
- Station pompage et fuel.
- Station de production d'hydrogène.
- Poste d'alimentation en hydrogène.
- Aire des transformateurs.
- Station de chloration.
- Station pompage (les pompes d'alimentations, les pompes d'extraction, les pompes d'aspiration,...).
- Station de déminéralisation.
- Station de dessalement d'eau de mer.

La figure suivante représente l'image satellite de la centrale thermique de Cap-Djinet.



Figure I.1 : Vue de la centrale de Cap-Djinet (par satellite)

I.1.1. Historique de la centrale :

La centrale a été construite par un consortium Austro-allemand ; SIEMENS-KWU-SGP.

KWU: KRAFTWERK-AG (RFA).

SGP: SIMMERING GRAZ PAUKER (Autriche).

SIEMENS: (Autriche).

Il avaient la responsabilité des études, de la supervision du montage et du contrôle de l'ouvrage, ainsi que d'une entreprise Espagnole (DRAGADOS) à laquelle a été confiée la réalisation de la prise d'eau de mer.

Les principales entreprises algériennes qui ont participé à la réalisation de la centrale sont les suivantes : ENCC, ETTERKIB, BATIMETAL, GENISIDER, INERGA, SNLB, PROSIDER, ENATUB, SNIC, GTP, SONATRAM et SOGEP [3].

I.1.2. Mise en service de la centrale :

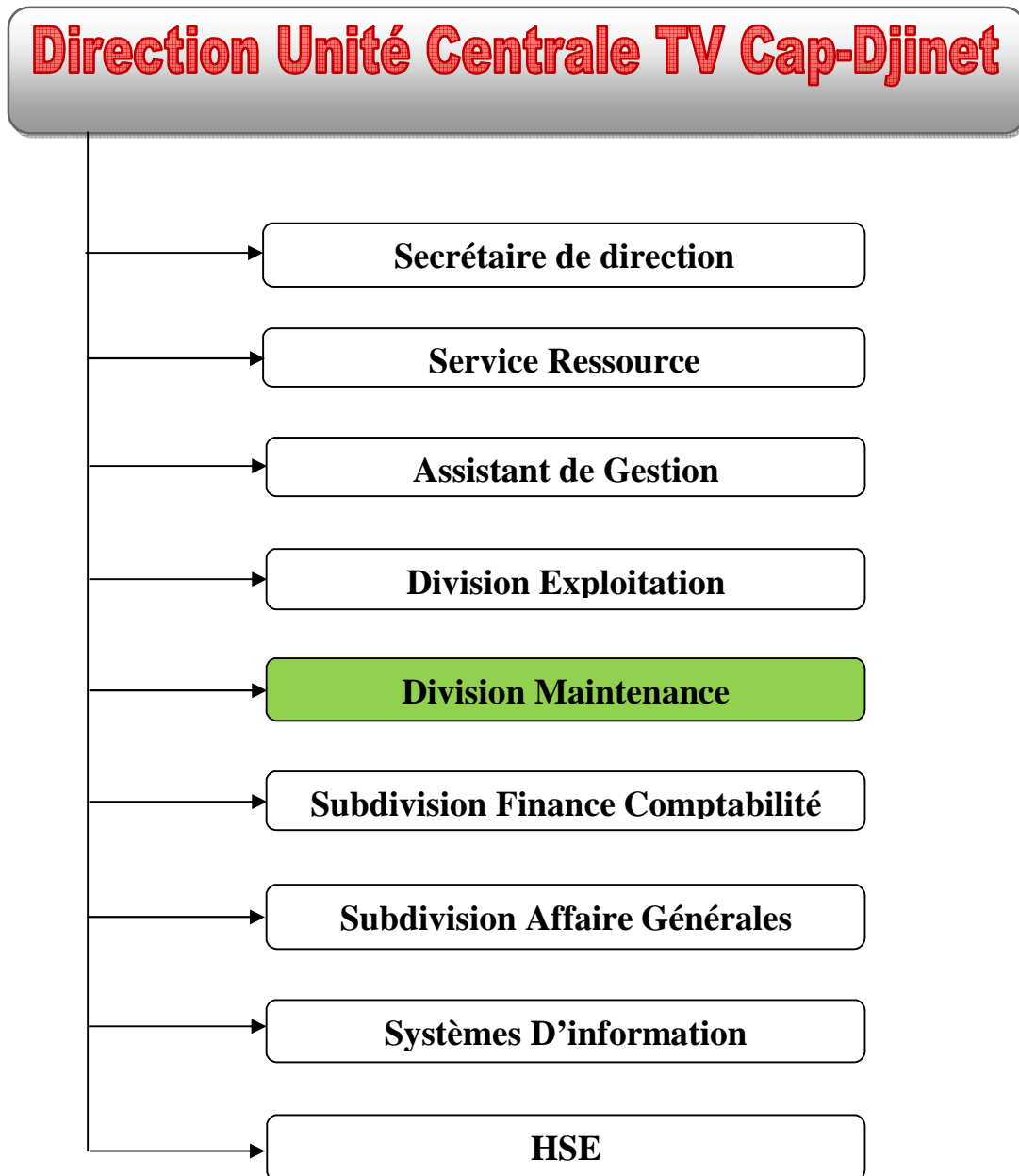
La mise en service des groupes s'est effectuée comme suite:

- 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.

I.2. Organigrammes de la centrale de Cap-Djinet :

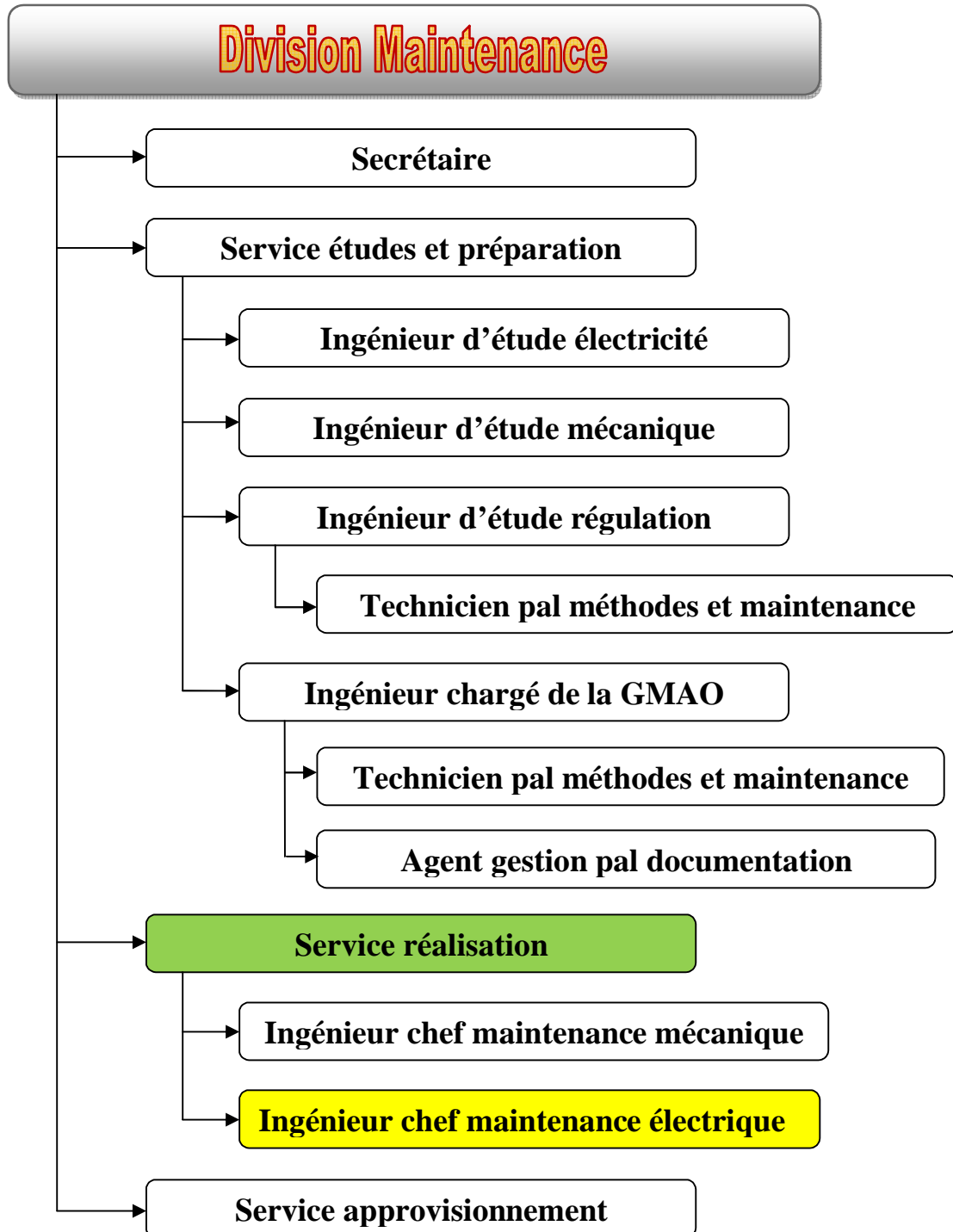
La centrale thermique de Cap-Djinet est organisée comme suit [1] :

I.2.1. Direction de l'unité centrale TV Cap-Djinet



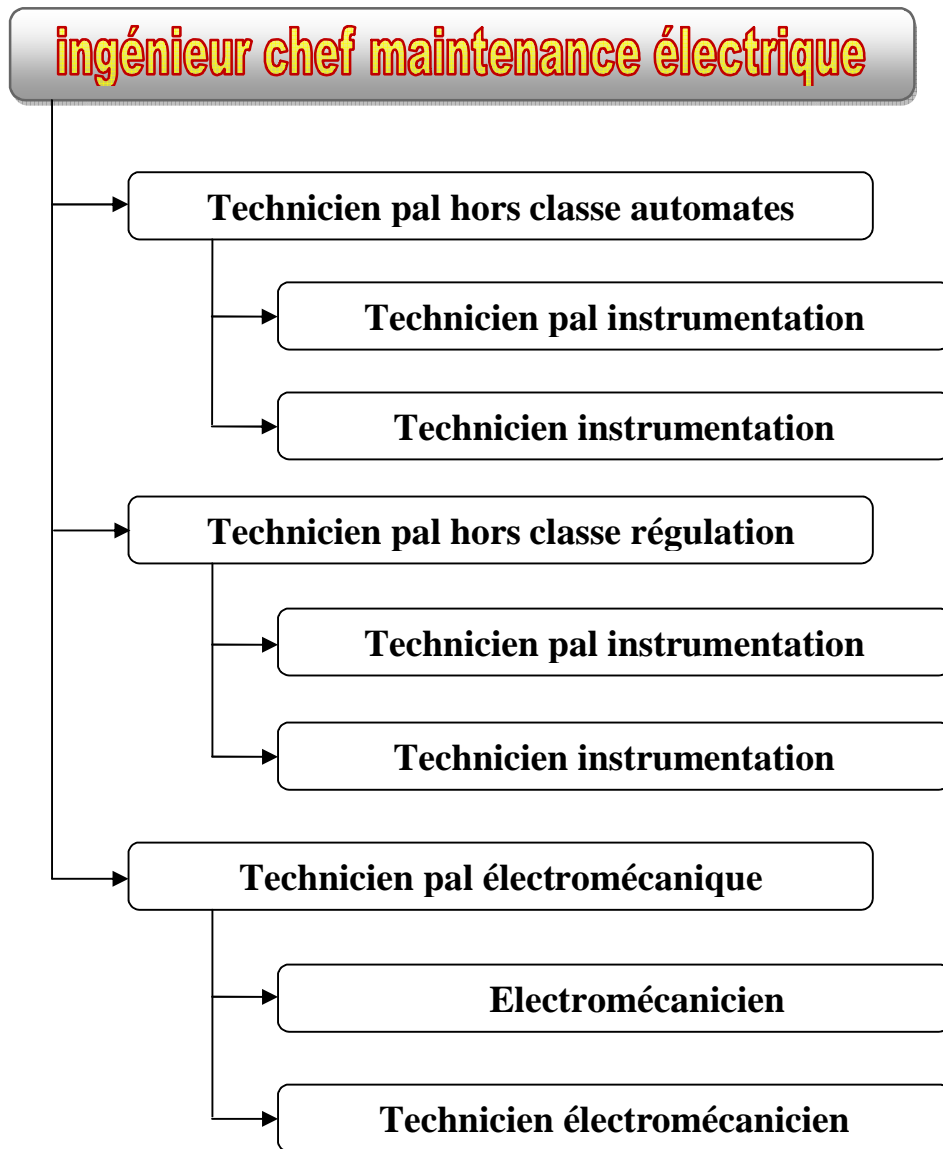
On prend comme exemple, la division maintenance :

I.2.2. Division maintenance :



On s'intéresse au service réalisation « électrique »

I.2.3. Service réalisation « électrique » :



I.3. Caractéristiques techniques de la centrale :

I.3.1. Combustibles :

- Le combustible utilisé pour les chaudières est le gaz naturel de HASSI R'MEL acheminé par gazoduc.
- Le secours est assuré par du fuel oil domestique stocké dans deux (02) réservoirs de 10 000 m³ chacun.

I.3.2. Consommation nominale combustible par groupe :

- En marche au gaz : Quantité = 40.000 m³/h.
- En marche au fuel : Quantité = 42 m³/h.

I.4. Puissance installée de la centrale :

La centrale de Cap-Djinet se compose de 4 tranches de type thermique vapeur, une puissance unitaire de 176 MW borne alternateur (BA).

La puissance totale installée est de 704 MW (BA), la puissance fournie au réseau est de 672 MW borne usine (BU).

La consommation totale des auxiliaires des 4 tranches et des auxiliaires communs est d'environ 32 MW [3].

I.5. Principaux équipements dans la centrale :

La centrale se décompose en quatre (4) tranches identiques, chaque tranche contient comme équipements principaux (stratégique) [2], [3] :

I.5.1. Le générateur de vapeur (SGP Autriche) :

a) Rôle :

Le générateur de vapeur (chaudière), de type pressurisé à circulation naturelle, a pour rôle de transformer l'eau en vapeur à pression pour alimenter le générateur turbine alternateur (GTA).

b) Constitution :

Chambre de combustion formée par les tubes écrans (faisceaux vaporisateurs) :

- Ballon (réservoir) et (01) économiseur.
- (03) surchauffeurs et (02) resurchauffeurs.
- (03) désurchauffeurs par injection d'eau pour la régulation de température vapeur.
- (04) colonnes de descentes.
- (08) brûleurs de combustion mixte gaz/fuel.

c) Caractéristiques :

- Pression de service : 160 bars.
- Température de vapeur : 540 °C

I.5.2. La turbine :

a) Rôle :

La turbine transforme l'énergie thermique contenue dans la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre. Le travail mécanique obtenu sert à entraîner l'alternateur.

b) Description :

- Turbine à 03 corps : HP, MP, et BP.
- Nombre de soutirages de vapeur : 06 alimentant, 03 réchauffeurs BP, la bêche d'alimentation et 02 réchauffeurs HP.

c) Caractéristiques :

- Longueur : 16,125 m.
- Largeur : 13 m.
- Poids : 50010³ K.
- Puissance : 176 MW.
- Pression : 138,2 bars.
- Température vapeur : 535 °C.
- Vitesse de rotation : 3000 tr/mn.

I.5.3. Eau de réfrigération, (eau de mer) :

La prise d'eau se situe en mer à 900 m de la station de pompage et de filtration. L'eau arrive par trois (03) conduites d'amener d'eau de mer, en béton de diamètre intérieure sur l'extérieur est 2,70 m / 3,00 m.

Constitution de la station de pompage :

- Une grille à grappin, pour éliminer les gros déchets.
- Un tambour filtrant à mailles fines, pour éliminer les petits déchets.
- Deux (02) pompes de circulation de 12 000 m³/h chacune, qui refoulent l'eau de mer jusqu'au condenseur.

Après avoir traversé le condenseur, l'eau de réfrigération est rejetée vers le canal de rejet qui aboutit à la mer.

I.5.4. Le poste d'eau :

a) Rôle :

Le poste d'eau est l'ensemble des équipements qui préchauffe l'eau et le transfert du condenseur jusqu'à la chaudière, en passant par la bache d'alimentation (dégazeur).

b) Constitution :

- **Condenseur** : Son rôle est d'assurer la condensation de la vapeur évacuée du corps BPde la turbine, par la circulation de l'eau de mer de refroidissement (débit de $2 \times 1200 \text{ m}^3/\text{h}$).
- **Deux pompes d'extraction** : Assurent le transfert de l'eau du puits du condenseur jusqu'à la bache d'alimentation, en passant par les trois (03) réchauffeurs BP, (le débit nominale d'une pompe d'extraction est $414 \text{ m}^3/\text{h}$).
- **Trois pompes d'alimentations** : Servent à alimenter la chaudière à partir de la bache d'alimentation. Le débit nominal des pompes est $3 \times 261,6 \text{ m}^3/\text{h}$.
- **Deux (02) pompes de circulation** : De $12000 \text{ m}^3/\text{h}$ chacune, qui refoulent l'eau de mer jusqu'au condenseur.

I.5.5. Alternateurs (SIEMENS Autriche) :

Les alternateurs sont à refroidissement à l'hydrogène sous pression de 03 bars en circuit fermé, l'hydrogène étant lui-même refroidi à l'eau d'extraction.

Caractéristiques :

- Tension nominale : 15,5 KV.
- Puissance nominale : 220 MW.
- Puissance active : 176 MW.
- Poids du stator complet : 198 tonnes.
- Poids du rotor seul : 36,7 tonnes.

I.5.6. Station de dessalement de l'eau de mer (KRUPP) :

I.5.6.1. Rôle de la station de dessalement :

La station de dessalement a pour rôle, la production d'eau dessalée à partir de l'eau de mer.

Description détaillé :

- Quatre (04) unités de dessalement produisant $500 \text{ m}^3/\text{j}$, chacune assurent la production en eau dessalée, stockée dans deux (02) bâches ($2 \times 2700 \text{ m}^3$).
- Type de l'installation : Multi-flash, c'est-à-dire à évaporation successives sur (18) étages de l'évaporateur.

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

- Le belgard EVN : Inhibiteur d'incrustation utilisé pour éviter l'entartrage.
- La belite (M_{33}) : produit anti-mousse utilisé pour la formation de la mousse au niveau des évaporateurs.
- Le bisulfite de sodium (NA_2SO_3) : Produit permettant l'élimination du chlore dans l'eau pour diminuer la conductivité.

Pour une production de 20 m^3 d'eau dessalée, on consomme 240 m^3 d'eau de mer :

- Le coût direct de la production d'un litre d'eau dessalée : 2,85 DA.
- Le coût direct de la production d'un litre d'eau déminéralisée : 0,1 DA.

Ces prix ne tiennent compte, que des charges d'exploitation (consommation de produits et salaire des agents).

I.5.6.2. Station de déminéralisation :

Deux chaînes de déminéralisation de $40 \text{ m}^3/\text{h}$, chacune parachèvent le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle eau-vapeur.

Les lits mélangés, sont un mélange de résines cationique (Duo lite A_{101} et C_{20} MB). Le stockage d'eau déminéralisée se fait dans deux (02) réservoirs de 1500 m^3 chacun.

I.5.6.3. Station électro-chloration (Denora / Italie) :

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 $2 \times 150 \text{ Kg/h}$ de chlore avec deux unités.

En condition de chloration continue, $104\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ d'eau de circulation sont continuellement chlorés.

I.6. Evacuation d'énergie :

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaire des lignes, 225 KV sur le poste ALGER-Est (Boudouaou).

Description :

- 168 MW de l'énergie électriques sont évacués à travers un transformateur élévateur principal (TP) : $15,5 \text{ KV}/220 \text{ V}$.
- 8 MW de l'énergie électriques servent à l'alimentation des auxiliaires du groupe. L'alimentation se fait à travers un transformateur abaisseur de soutirage (TS) : $15,5 \text{ KV}/6,3 \text{ KV}$.
- Disjoncteur machine BBC à commande à air comprimé P : 30 bars, sert à protéger l'alternateur contre les défauts électriques.
- Disjoncteurs ligne 220 KV à gaz SF_6 à commande hydraulique 315 bars, sert à protéger le groupe contre les défauts extérieurs.

I.7. Commande et contrôle :

La centrale thermique de Cap-Djinet se caractérise par degré élevé d'automatisme et de centralisation des commandes.

On dénombre une quarantaine de chaînes de régulation par groupe de production qui permettent un pilotage automatique du groupe.

I.7.1. Système de surveillance d'alarme et d'analyse :

Pour permettre une bonne conduite du groupe de production des paramètres d'exploitation ; (température, pression, niveau d'eau, vibrations...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, qui permet d'enregistrer les alarmes dans un ordre chronologique.

I.7.2. Salle de commande centralisée :

Chaque paire de tranches est contrôlée et réglée depuis une salle de commande. La salle de commande comprend pour chaque tranche :

- Deux (02) pupitres de conduites.
- Deux (02) tableaux verticaux où sont rassemblés les organes de commande et les appareils d'enregistrement de la plus grande partie des paramètres.
- Un (01) tableau synoptique schématisant les auxiliaires électriques.

I.8. Principe de fonctionnement de la centrale thermique :

Les pompes d'extractions aspirent le condensat à partir de condenseur à pression de 0.05 bars et une température de 33°C, elle refoule l'eau vers les réchauffeurs BP1, BP2, BP3 où l'augmentation de la température s'effectue comme ceci [1], [2]:

- 52°C à la sortie de réchauffeur BP1.
- 84°C à la sortie de réchauffeur BP2.
- 113°C à la sortie de réchauffeur BP3.

L'eau est prise à la bêche d'alimentation où passe le dégazage, sa température est de 152°C et sa pression est de 170 bars.

L'eau de la bêche d'alimentation est aspirée par les pompes d'alimentations où elles l'envoient vers les réchauffeurs HP5 et HP6, où on constate que la température augmente comme ceci :

- 200°C a la sortie de réchauffeur HP5.
- 246°C a la sortie de réchauffeur HP6.

L'eau chaude compromise arrive au ballon chaudière, les parois tubulaires qui tapissent la chambre de combustion où elle se ramène jusqu'à la température d'ébullition, et même jusqu'à la température de vaporisation.

La moitié supérieure du ballon chaudière contient de la vapeur saturée. Celle-ci est dirigée sur les trois surchauffeurs, où elle va augmenter de température 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 l'asurchauffeur arrive au corps 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 MP de la turbine qui continuera jusqu'au corps BP, en passant par ces trois corps, elle fournit le travail moteur.

Le dernier circuit est le condenseur, dans lequel s'effectue la condensation de la vapeur sous vide à une pression 0.05 bars et à la température de 33°C. L'eau recueillie est froide, elle commence son cycle de nouveau.

Voir le schéma représenté sur la figure I.2.

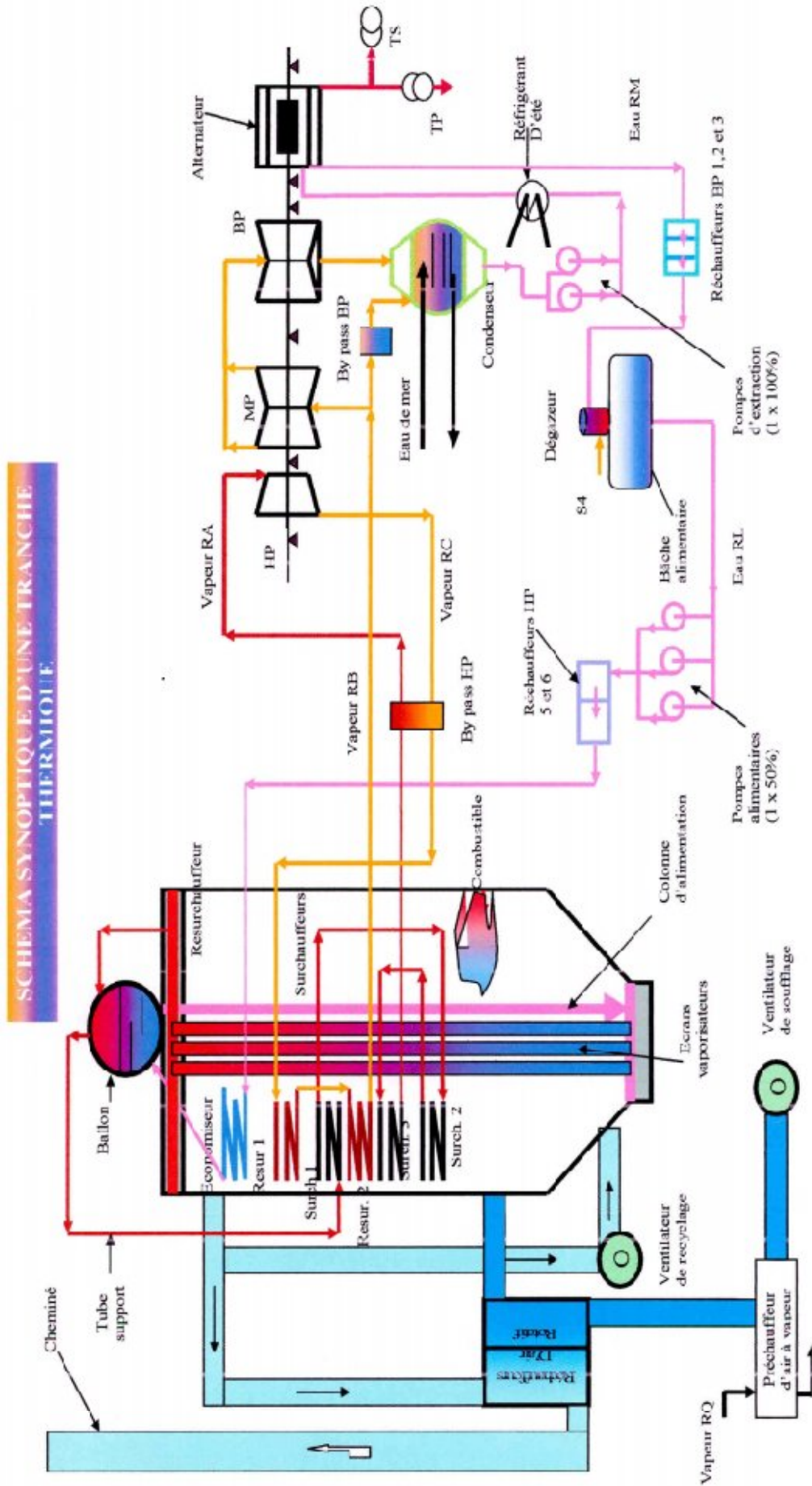


Figure I.2 : Schéma synoptique d'une tranche thermique

I.9. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation succincte des équipements de la centrale thermique de Cap-Djinet et on explique son principe de fonctionnement.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter en détail le bloc de pompage qui est la pompe d'alimentation de l'installation.

Chapitre II

Etude du bloc de pompage

II.1. Introduction :

Dans la centrale thermique à vapeur, la production du couple moteur par la turbine est obtenue par la vapeur provenant de la chaudière, sachant que la chaudière est une génératrice de vapeur qui permet de transformer l'eau de l'état liquide (l'eau de pompage) à l'état vapeur saturé. Par conséquent dans une centrale thermique à vapeur, il est nécessaire d'être équipé d'un système de pompage d'eau.

II.2. Définition :

C'est l'ensemble de tous les mécanismes (pompe, moteur,...etc.) qui sert à alimenter la chaudière (ballon chaudière) en eau à partir de la bache d'alimentation.

II.3. Description :

Chaque unité de production est équipée de trois pompes d'alimentation identiques. Au cours d'un fonctionnement normal, deux pompes en service dont chacune assure 50% du débit d'eau nécessaire, et la troisième pompe est en réserve (présélectionnée) [4].

La nomenclature de ces pompes est : **10 RL 12/22/32**.

10 : est réservé pour la tranche 10.

RL : C'est la nomenclature de circuit eau d'alimentation.

12/22/32 : C'est l'ordonnancement de ces pompes sur le site.

II.4. Composition de la pompe :

Les pompes d'alimentations sont composées selon l'ordre du placement sur le site : d'une pompe nourricière, moteur asynchrone triphasé, un coupleur hydraulique et une pompe principale.

La figure suivante illustre ce principe :

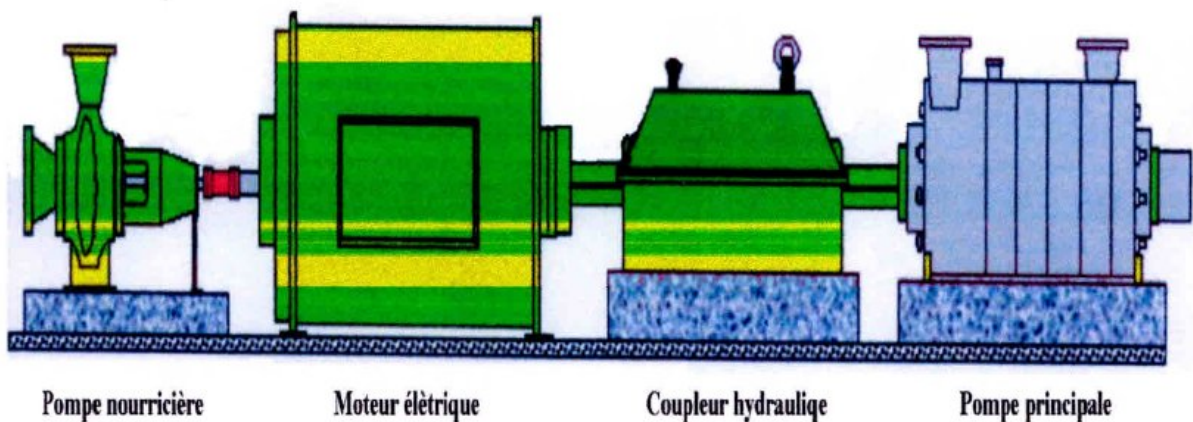


Figure II.1 : Composition de la pompe d'alimentation.

II.4.1. La pompe nourricière :

La pompe nourricière est une pompe centrifuge à un seul étage, monocellulaire à volute avec aspiration axiale et refoulement radiale. Elle sert à augmenter la pression de « 5 bars » à « 11 bars ».

La figure suivante montre l'image de la pompe nourricière :



Figure II.2 :Photo de la pompe nourricière

II.4.1.1. Principe de fonctionnement :

La pompe nourricière fonctionne suivant le principe d'une mise en rotation du fluide pompé, dans une roue tournante à grande vitesse (600-3500 tr/min).

À la sortie de la roue, le fluide est canalisé dans un diffuseur, puis ralenti dans une volute et la pression dynamique acquise au niveau de la roue (énergie de vitesse ou cinétique) est transformée en pression statique (énergie de pression) [3].

L'énergie de fluide est celle provenant de la force centrifuge. Le débit de la pompe est en fonction de :

- Vitesse de rotation N (tr/min) de la roue (régime de la pompe).
- Diamètre de la roue (vitesse périphérique).
- Caractéristiques du fluide (la viscosité, la température, la densité).
- Différence de pression en l'aspiration et le refoulement.

II.4.1.2. les caractéristiques techniques de la pompe nourricière :

La pompe nourricière est montée en charge (bac d'aspiration situé au-dessus de la pompe).

Les caractéristiques techniques de la pompe nourricière sont résumées dans le tableau suivant [2] :

Caractéristique de la pompe nourricière à 1 étage		
Référence	désignation	unité
Fluide refoulé	Eau d'alimentation	/
Température de l'eau	151,4	°C
Débit	261 ,6	T/h
Pression d'aspiration	5	bars
Pression de refoulement	11	bars
Vitesse de rotation	1492	Tr/min

Tableau II.1 : Les caractéristiques techniques de la pompe nourricière.

II.4.2. Le moteur électrique :

II.4.2.1. Définition :

Le moteur électrique est une machine asynchrone triphasée composée d'une partie fixe (stator) et d'une partie mobile (rotor). Il a pour but de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.

II.4.2.2. Le principe de fonctionnement :

On alimente un système de trois bobines décalées de 120° dans l'espace par un système de trois courants triphasés. Il se crée dans l'entrefer un champ magnétique tournant engendrant un couple de force sur le rotor, ce couple de forces agissant sur le rotor tend à rattraper le champ tournant. Le rotor tourne donc dans le même sens que le champ magnétique [3].

II.4.2.3. La composition du moteur :

Les différents constituants du moteur électrique sont donnés par a figure II.3 et ça nomenclature est donnée pat le tableau II.2.

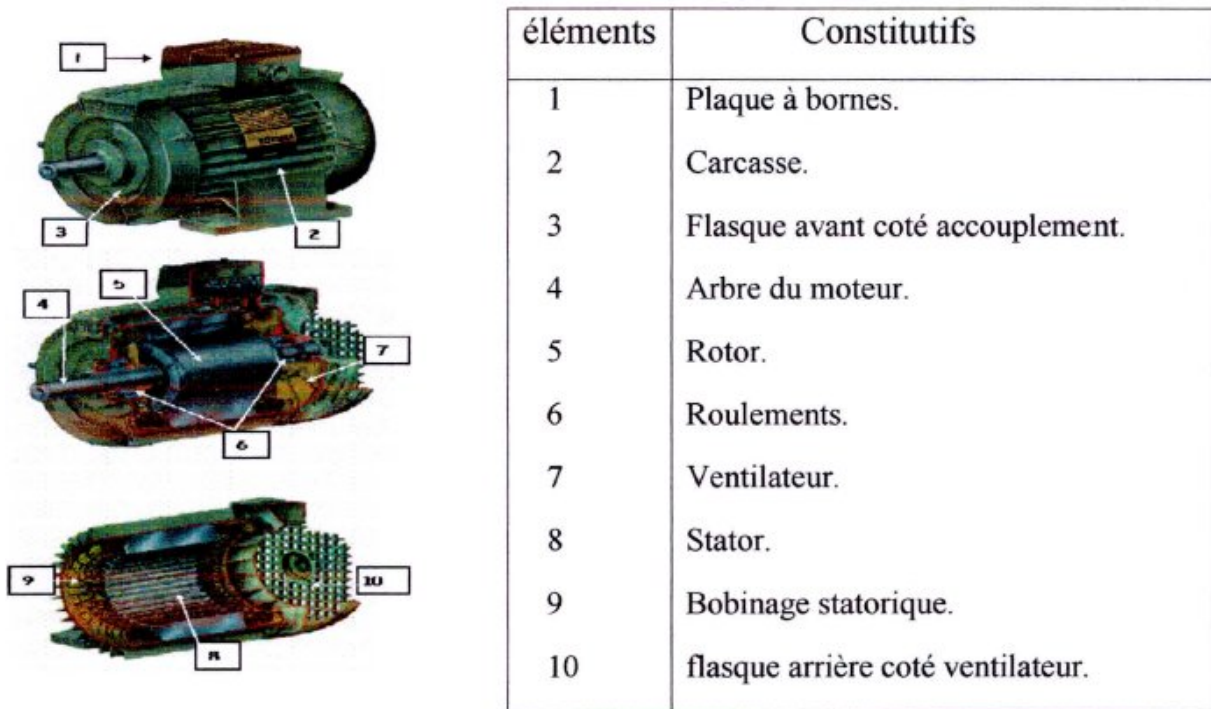


Figure II.3 :
Composition du moteur électrique

Tableau II.2 :
La nomenclature du moteur électrique

II.4.2.4. Les caractéristiques techniques de notre moteur :

Les caractéristiques techniques de notre moteur sont résumées par le tableau suivant [2] :

Puissance nominale 3000 KW	Temps de démarrage 5 sec
Tension nominale 6,3 KV	Type de palier : lisse (coussinets)
L'intensité nominale 330 A	Facteur de puissance $\cos \phi = 0,86$
Vitesse nominale 1492 Tr/min	Couplage en étoile
Niveau de bruit 95 dB (A)	Sens de rotation à droite

Tableau II.3 : Les caractéristiques techniques du moteur électrique

II.4.3. Le coupleur hydraulique :

II.4.3.1. Définition :

C'est un organe utilisé pour la transmission du mouvement entre deux machines. C'est un transformateur d'énergie mécanique en énergie hydraulique.

II.4.3.2. Principe de fonctionnement :

Le couple de la machine menant est transmis par un accouplement à l'arbre d'entrée. Entre cet arbre est l'arbre primaire, la transmission du couple se fait par des engrenages cylindriques à dentures hélicoïdales.

Ce couple accélère le fluide qui se trouve dans la roue primaire (roue pompe) du coupleur. La vitesse du fluide est ralentie par la roue secondaire (arbre de sortie). La condition de l'établissement du circuit d'huile de fonctionnement est une différence de pression entre la roue primaire et secondaire, il est alors nécessaire que la vitesse de la roue secondaire soit inférieur à celle de la roue primaire. Pour la transmission de la puissance, une déperdition (glissement de 2.7 %) est nécessaire. Donc on constate que [4], [3] :

- Si la quantité d'huile augmente, le glissement diminue et par conséquent la vitesse de sortie augmente.
- Si la quantité d'huile diminue, le glissement augmente et par conséquent la vitesse de sortie diminue.

II.4.3.3. La composition du coupleur :

❖ Transmission mécanique :

Le couple de la machine menant est transmis par un accouplement à l'arbre d'entrée de ce dernier par des engrenages à l'arbre primaire. Le pignon de l'arbre primaire est enfoncé directement sur l'arbre correspondant moyennant un joint d'ajustement serré est logé au carter radialement et axialement par des butées

❖ Rotor :

Le rotor comprend l'arbre primaire, la roue primaire, la coquille et l'arbre secondaire.

❖ Corps d'écope :

Le corps de l'écope a une fonction multiple. Logement de l'écope et de la commande de l'écope ainsi que celui des paliers et butées, refoulement de l'huile enlevée au carter d'huile de fonctionnement.

❖ Logement :

Les arbres d'entrées, primaire et secondaire du coupleur sont logés dans les paliers lisses, pour faciliter le montage.

Les paliers sont exécutés en deux pièces et pourvus d'un coussinet pour les deux sens de rotation. Les jeux des paliers sont choisis de sorte qu'un film suffisant est assuré pour toute condition de régime admissible et qu'un remplacement sans finissage des paliers. Les butées sont des paliers oscillant à segment, pour assurer une bonne force portante

❖ Servocommande :

Pour maintenir les charges sur la servocommande à un niveau assez bas, le déplacement de l'écope se fait par commande séquentielle hydraulique.

❖ Pompe de graissage auxiliaire :

La pompe à engrenage logée dans des paliers lisses, elle est entraînée par un moteur électrique moyennant un accouplement élastique. La pompe de graissage auxiliaire est à commande électrique, elle assure l'alimentation en huile de graissage pendant le démarrage et la marche par inertie ainsi qu'en cas de panne. Pour l'alimentation en huile de fonctionnement et en huile de graissage, on utilise la même huile. La pompe principale, alimentant les circuits d'huile de fonctionnement et de graissage est entraînée à partir de l'arbre d'entrée par un accouplement. (Voir la figure II.4).



Figure II.4 : photo de la pompe de graissage auxiliaire.

❖ Filtre d'huile :

Le filtre à l'huile est un filtre double à communication. Lorsque le levier de reversement est bien mis, ce n'est qu'un demi-filtre qui est en service pour le filtrage de l'huile.

❖ Réfrigérant d'huile :

Le réfrigérant d'huile est constitué par un faisceau de tube en cupronickel ou autre alliage, selon la nature de l'eau de réfrigérant. L'installation comprend au moins deux réfrigérant dont un seul est en service

II.4.3.4. les caractéristiques techniques du coupleur hydraulique [2] :

Vitesse de moteur d'entraînement	$N = 1490 \text{ tr/min}$
Rapport d'engrenage	$R = 3,6$
Vitesse d'entrée	$N = 5380 \text{ tr/min}$
Glissement à plein charge	$G = 2,7 \%$
Vitesse de sortie	$N = 5200 \text{ tr/min}$
Volume de remplissage de bac d'huile	$V = 600 \text{ L}$
Quantité d'huile de graissage nécessaire aux groupes indépendant	$Q = 50 \text{ L/min}$

Tableau II.4 : les caractéristiques techniques du coupleur hydraulique**II.4.3.5. Réglage de la vitesse de sortie :****a) Pour augmenter la vitesse de sortie :**

L'écope s'éloigne du niveau d'huile existant dans le coupleur.

La qualité d'huile enlevée diminue. Le débit de la pompe de remplissage est utilisé pour remplir la chambre d'accouplement.

b) Pour la diminution de la vitesse de sortie :

L'écope s'immerge dans l'huile. La quantité d'huile enlevée augmente. Donc, la vitesse de sortie diminue, l'huile enlevée et le surplus d'huile sont refoulés vers la carte.

II.4.4. Pompe principale :

C'est une pompe centrifuge multicellulaire à six étages avec une aspiration radiale et refoulement radial. (Voir figure II.5).



Figure II.5 : Photo de la pompe principale.

L'entraînement de cette pompe se fait par un moteur électrique de puissance 2168w et de vitesse de rotation de 1490 tr/min.

Après le deuxième étage une tubulure de prélèvement est prévue sur la pompe pour l'injection de désurchauffe des resurchauffeurs comme deuxième secour après les ventilateurs de recyclage pour maintenir la température de la vapeur à 540°C.

La pompe alimente la chaudière par l'eau chaude dessalée et déminéralisée avec une grande pression. La pompe admet l'eau par son corps d'aspiration verticalement par rapport à l'axe de son arbre.

L'eau aspirée rentre à la première roue à une pression de 11 bars. Ensuite, l'eau arrive au diffuseur pour augmenter la pression.

De cette manière, l'eau continue son écoulement à travers les autres étages jusqu'au sixième étage, sa pression atteint 170 bars avec qu'elle quitte la pompe à travers le corps de refoulement. L'étanchéité entre les étages est assurée par des joints toriques disposés entre les étages [3].

II.4.4.1. Accessoires de la pompe principale :

Divers tuyauteries sont équipées sur la pompe notamment [3] :

- Tuyauterie de retour des fuites du dispositif d'équilibrage :

Elle va de la boîte de garniture cotée refoulement au corps d'aspiration de la pompe. Elle ne comporte ni diaphragme ni robinet, elle a juste un orifice de vidange et un manomètre.

- Tuyauterie d'eau de refroidissement secondaire (VG) :

Sont montées en usine dans les limites d'encombrement de la plaque support de pompe.

Les éléments à refroidir sont :

- Huile de graissage des paliers lisses : lubrifiée par bague de graissage ou sous pression (l'entrée d'huile 40°C, la sortie 45°C)
- Les boîtes à garniture mécaniques : coté aspiration et coté refoulement réglé le débit (eau de refroidissement) pour obtenir une température de sortie d'eau entre 40°C et 50°C.
- Fouloir de presse-étoupe.

➤ Tuyauterie débit nul :

Un dispositif de débit nul, préserve la pompe de tout échauffement dangereux au faible débit, à cet effet, une soupape de décharge vers la bêche d'alimentation est équipée au refoulement de la pompe.

Cette soupape s'ouvre quand l'écart de température entrée et sortie de la pompe atteint une certaine valeur (à partir de 25°C) et se ferme quand cet écart diminue à une valeur inférieure à 5°C

Si l'on ferme complètement la soupape de réglage située au refoulement, on annule le débit de refoulement de la pompe, la pression s'élève dans corps de la pompe et atteint sa valeur maximale. L'eau contenue dans la pompe n'étant pas renouvelée, il est brassé par les roues ce qui apporte une dépense d'énergie transformée en chaleur.

Cette chaleur est donc transmise à l'eau et à la pompe, il en résulte :

- Une augmentation de la température de l'eau qui peut atteindre sa température d'ébullition correspondant à sa pression. (formation des bulles de vapeur amenant la cavitation, donc la détérioration plus au moins rapide de la pompe).
- Augmentation de la température des pièces internes de la pompe (dilatation anormale).

II.4.4.2. Les caractéristiques techniques de la pompe principale :

Les caractéristiques techniques de la pompe principale sont résumées par le tableau suivant [2] :

Variables de conduite		
Désignations des grandeurs	Valeurs de référence	unités
température	152	°C
Débit	261,6	T/h
Pression d'aspiration	11	bars
Pression de refoulement	177	bars
Puissance de moteur	3	MW
Tension moteur	6,3	KV
Vitesse de rotation	5200	Tr/min

Tableau II.5 : Les caractéristiques techniques de la pompe principale

A cause de la grande hauteur manométrique de refoulement, la poussée axiale est très élevée, pour équilibrer cette poussée on utilise, soit :

- Un disque d'équilibrage.
- Un tambour d'équilibrage.
- Une butée à patins (patin à roulettes).

II.5. Les instrumentations utilisées dans le circuit RL :

II.5.1. Les capteurs :

Définition :

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (information entrante) une autre grandeur physique de nature différente (information sortante : très souvent électrique). Cette grandeur est représentative de la grandeur prélevée, elle est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

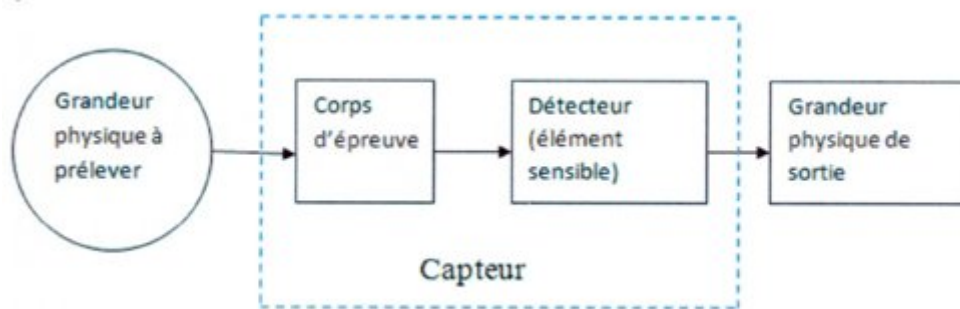


Figure II.6 : Transformation d'une grandeur physique.

Les capteurs utilisés sont :

- Détecteur de pression.
- Détecteur de niveau.
- Détecteur de température.

II.5.2. Détecteurs de pressions (pressostat) :

Ils sont destinés à contrôler une pression ou une dépression dans un circuit pneumatique ou hydraulique.

L'appareil transforme un changement de pression en un signal électrique ; lorsque la pression ou la dépression atteint la ou les valeurs de réglage, le contact électrique change d'état.



Figure II.7 : Détecteur de pression.

II.5.3. Détecteurs de températures (thermostats) :

Ils sont destinés à détecter un seuil de température dans un réservoir, l'appareil transforme un changement de température en un signal électrique.

Lorsque la température atteint la valeur de réglage, le contact électrique change d'état.



Figure II.8 : Thermostat.

II.5.4. Détecteurs de niveau :

Un détecteur de niveau (ou interrupteur à flotteur) est un dispositif suspendu au-dessus d'un plan d'eau (ou d'un autre liquide) au moyen d'un câble électrique souple constitué de deux fils isolés qui permet de détecter si le niveau de l'eau atteint ou non avec le changement de son état.

II.6. Equipements des armoires :

II.6.1. Les disjoncteurs :

Le disjoncteur est un appareil mécanique de connexion, placé en tête de l'installation pour la protéger contre les courts-circuits et les surcharges, les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit). Certains disjoncteurs permettent une télécommande à distance.



Figure II.9 : Disjoncteur compact.

II.6.2. Les contacteurs :

C'est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, capable d'établir et d'interrompre les courants dans les conditions normales de fonctionnement. La commande de contacteur peut être obtenue à la main soit par une commande extérieure (l'énergie électrique ou pneumatique ...)

Les contacteurs sont caractérisés par leur faculté de commander des puissances élevées avec un facteur d'amplification qui peut atteindre 2000. Ils garantissent une séparation électrique entre circuit d'entrée et de sortie. Leur propriété de télécommander permet de réaliser des automatismes très complexes.



Figure II.10 : Contacteur électrique.

II.6.3. Les relais :

Un relais électromécanique est un organe électrotechnique permettant la commutation de liaisons électriques. Le plus important est que le relais est un conducteur magnétique. Il est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance d'un appareil électrique et permet, entre autres une isolation galvanique entre les deux parties.



Figure II.11 : Relai miniature.

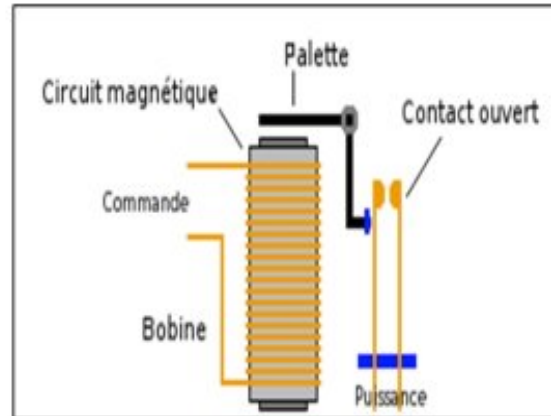


Figure II .12 : Schéma d'un relai électromagnétique.

II.7. mise en service du groupe motopompe d'alimentation :

II.7.1. Mise en marche de la pompe nourricière :

Avant que la pompe nourricière soit mise en marche, il faut satisfaire les conditions et avec l'ordonnancement suivantes :

- Mettre la pompe auxiliaire de pré-graissage en service.
- Ouvrir la conduite d'arrivée d'eau de refroidissement du réfrigérant d'huile.
- Ouvrir la tuyauterie de débit nul 10RL12 D001.
- Ouvrir la vanne d'aspiration 10RL11 S001.
- Mettre le moteur d'entraînement en marche.

II.7.2. Mise en marche de la pompe principale :

Avant qu'elle soit mise en marche, il doit satisfaire aux conditions suivantes [4] :

- Mettre le coupleur à zéro, libération de la pompe principale.
- La vanne de refoulement soit fermée 10RL22 S001.
- La soupape d'alimentation soit fermée 10RL50 S003.
- Mettre les réchauffeurs HP5, HP6 sur by-pass.

II.7.3. démarrage par protection du groupe motopompe d'alimentation :

Pour que le groupe motopompe, qui est à l'arrêt réponde au signal de démarrage par protection, il faut que les conditions citées dans l'organigramme donné par la figure II.13 doivent être satisfaites.

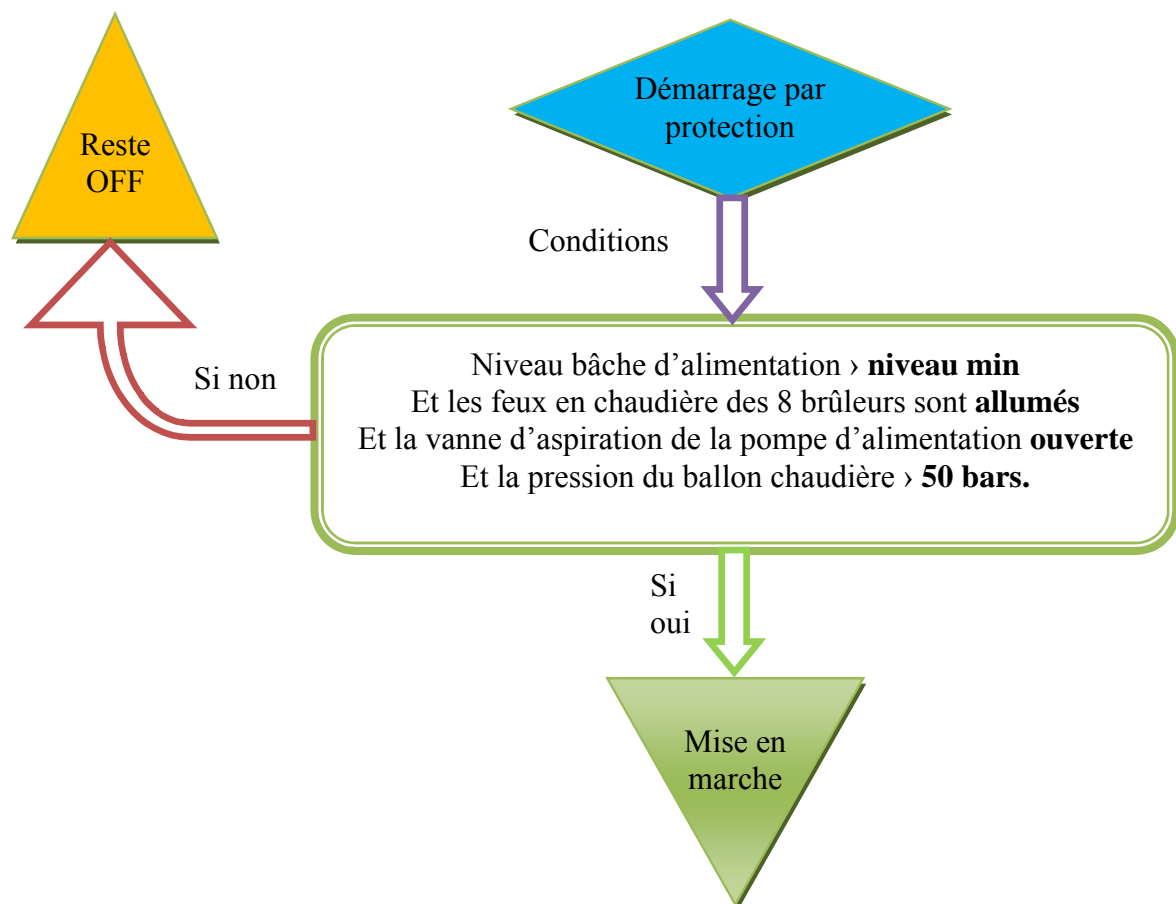


Figure II.13 : Organigramme du démarrage du groupe motopompe par protection

II.7.4. Mise à l'arrêt du groupe motopompe d'alimentation :

Pendant la période dont la pompe fonctionne avec la vanne de refoulement 10RL22 S001 partiellement ou totalement fermée :

- Ouvrir la tuyauterie de débit nul 10RL12 D001 (refoulement vers la bache d'alimentation).
- Fermer la vanne de refoulement 10RL22 S001.
- Arrêter le moteur d'entraînement.

Après quelques minutes :

- Arrêter la pompe auxiliaire de pré graissage.
- Fermer le circuit d'eau de refroidissement secondaire (VG).

II.7.5. Arrêt par protection du groupe motopompe d'alimentation :

Dans ce cas, si l'une des conditions citées dans l'organigramme est satisfaite, le groupe motopompe répond au signal de l'arrêt par protection ; donc la mise hors service du groupe motopompe d'alimentation est faite [3].

L'organigramme de l'arrêt de groupe motopompe est donnée par la figure suivante :

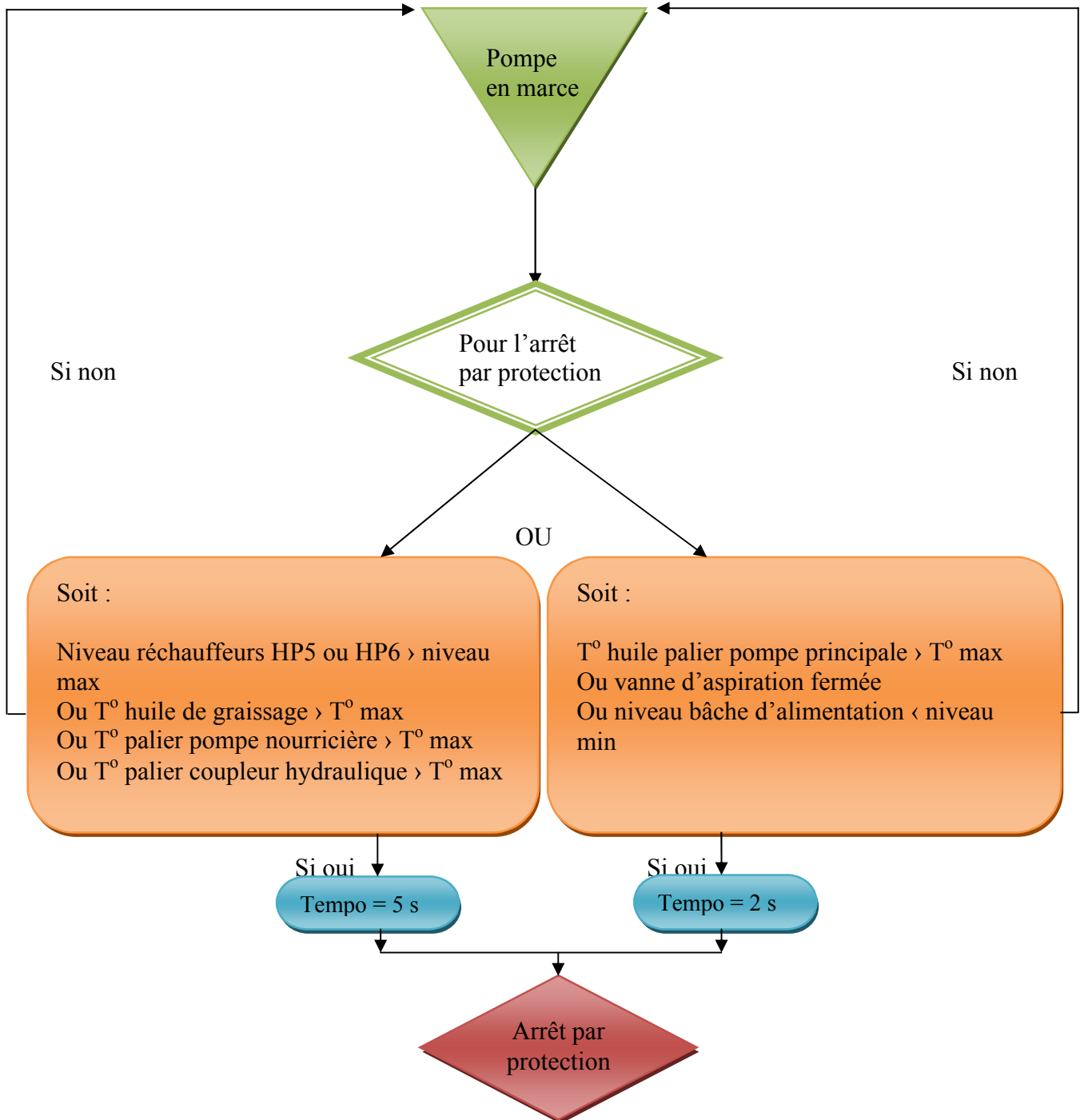


Figure II.14 : Organigramme de l'arrêt du groupe motopompe par protection

II.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fait une présentation détaillée sur le système d'eau d'alimentation, ensuite nous avons donné une description générale sur la pompe d'alimentation qui est l'objet de notre étude du point de vue processus technologique, on a aussi défini chaque composant du bloc de pompage ainsi que leur principes de fonctionnement. Ceci dit, dans notre travail, nous nous sommes intéressés aux pompes d'alimentations et leurs logique câblée, qui sera remplacée par une logique programmée avec « un automate programmable industriel » de type SIEMENS.

Le chapitre suivant sera consacré à la modélisation de démarrage et d'arrêt de la pompe d'alimentation.

Chapitre III

Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

III.1. Introduction :

Pour la conception d'un système automatisé industriel nous devons disposer d'un cahier de charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. En plus des contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme ou encore le GRAFCET.

Afin de modéliser notre système, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET. Qui est considéré comme un outil simple mais puissant, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes de fonctionnement.

III.2. Définition :

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande par Etape et Transition) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier de charges, les différents comportements de l'évolution d'un système séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Le mot GRAFCET (en lettres majuscules) est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Alors que le mot grafcet (en lettres minuscules) fait référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

III.3. les concepts de base d'un GRAFCET :

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- D'étapes auxquelles sont associées des actions (activités).
- De transition auxquelles sont associées des réceptivités.
- Des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

La figure III.1 montre les éléments de bases d'un GRAFCET.

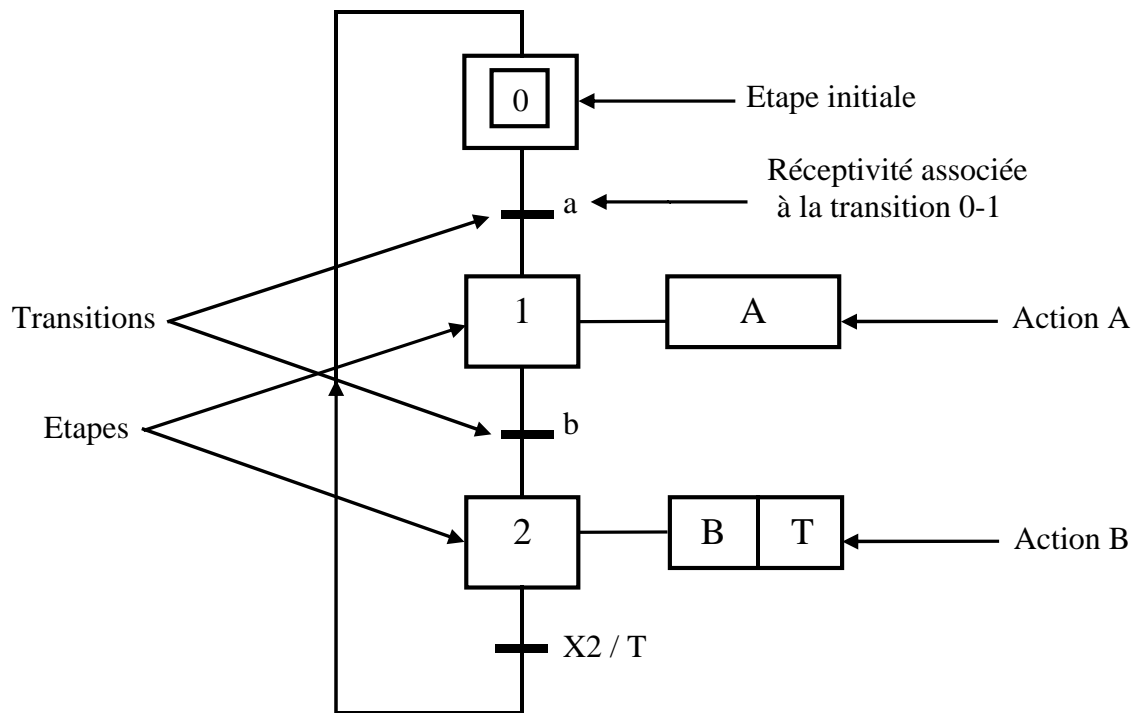


Figure III.1 : Symbolisation d'un grafcet.

Par convention, le sens naturel d'évolution est du haut en bas. Dans un cas différent, il faut montrer le sens d'évolution par une flèche.

III.3.1. Règles d'évolution du grafcet :

Les règles d'évolution réglementent la situation initiale, le franchissement des transitions, l'évolution des étapes actives, les évolutions simultanées, l'activation et la désactivation.

- **Règle 1 :**

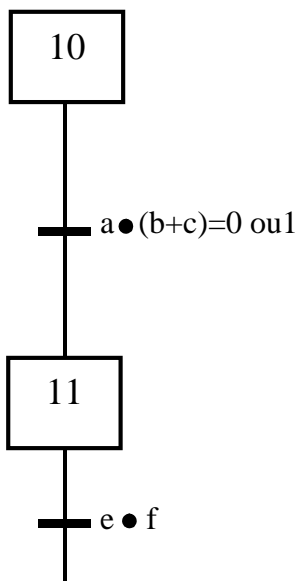
La situation initiale caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes d'actives au début de fonctionnement (étapes initiales ou étapes d'attente).

Dans un grafcet, il doit y avoir une seule étape initiale et elle est unique.

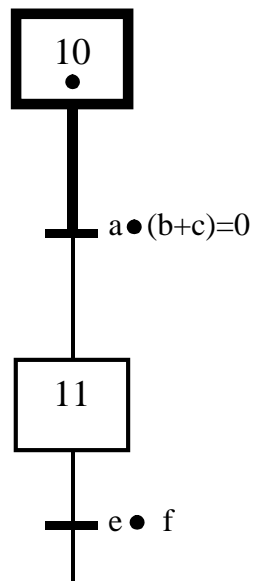
- **Règle 2 : Franchissement d'une transition :**

Une transition peut être, soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont activées. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que la réceptivité associée à la transition est vraie.

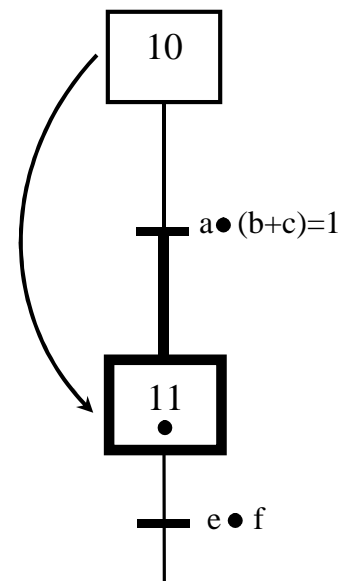
La transition est alors obligatoirement franchie.



Transition non validée.
La transition 10-11 est non validée, l'étape 10 étant inactive.



Transition validée.
La transition 10-11 est validée, l'étape 10 étant active mais ne peut pas être franchie car la réceptivité $a \bullet (b+c) = 0$.



Transition franchie.
La transition 10-11 est franchie car la réceptivité $a \bullet (b+c) = 1$. l'étape 11 est active.

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

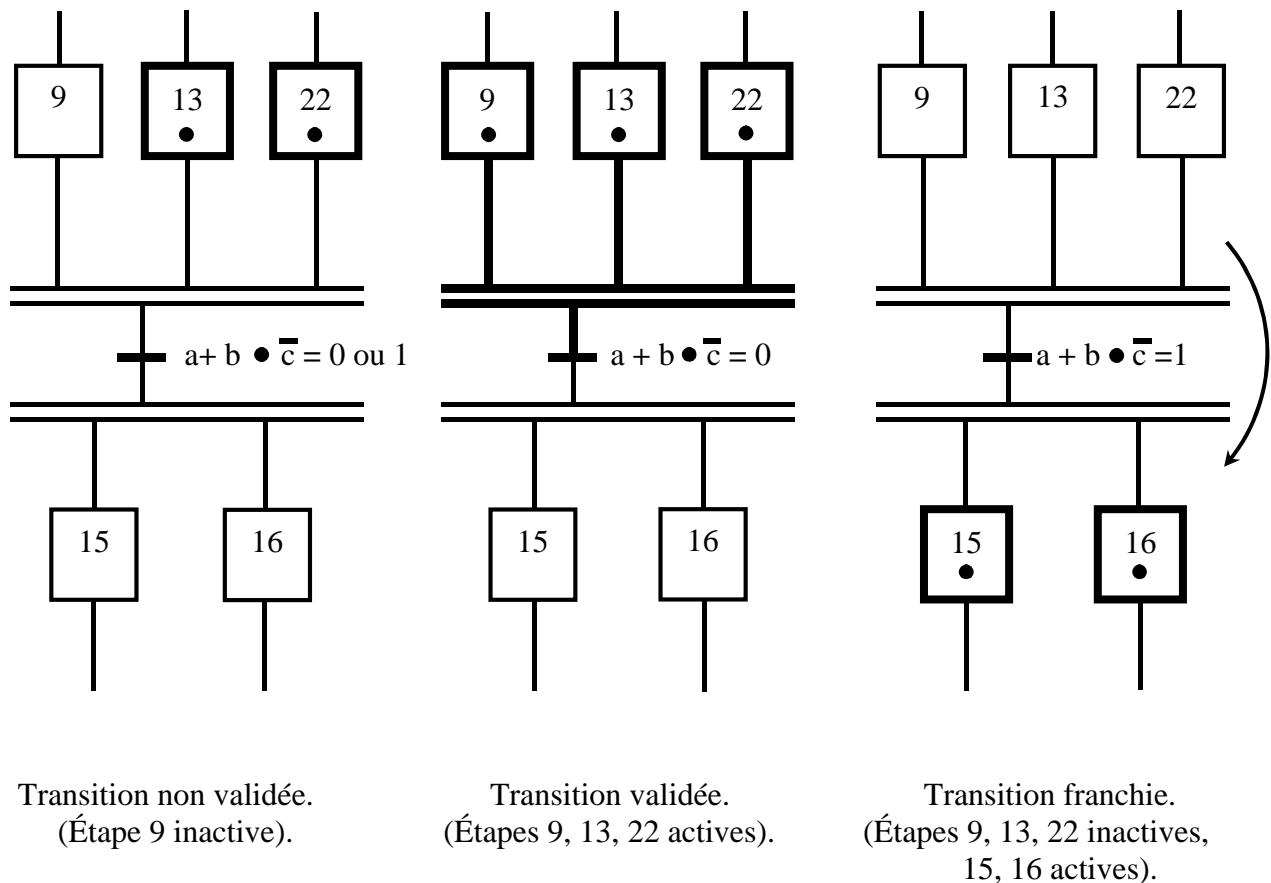


Figure III.3 : Évolution des étapes actives.

Règle 4 :

Plusieurs transitions simultanément franchissables, sont simultanément franchies.

Règle 5 :

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste activée. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

Remarque :

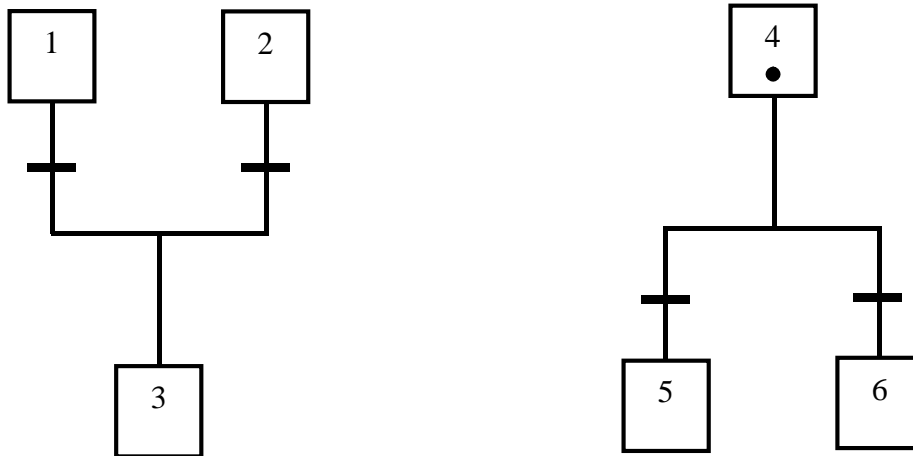
La durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si, théoriquement (règles 3 et 4), elle peut être rendu aussi petite que possible. Il en est de même de la durée d'activation d'une étape. En outre, la règle 5 se rencontre très rarement dans la pratique.

III.3.2. Sélection de séquences et séquences simultanées :

Le GRAFCET présente deux structures particulières : la sélection de séquences et les séquences simultanées.

a) Sélection de séquences :

La sélection de séquences dans un grafcet permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle est représentée à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquence permet la reprise d'une séquence unique (Figure III.4).



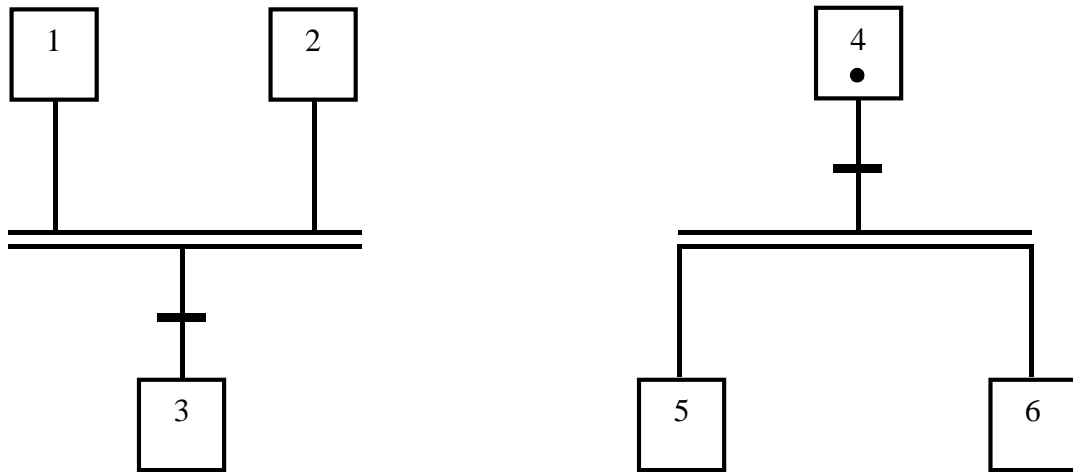
a- Fin de sélection séquences
(Convergence en OU)

b- Début de sélection de séquence
(Divergence en OU)

Figure III.4 : Représentation graphique d'une sélection de séquences.

b) Séquence simultanées :

Cette structure est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal. A la fin d'une série de séquences simultanées, on trouve, en général, un double trait suivi d'une seule transition.



a- Fin de séquences simultanées
(Convergence en ET)

b- Début de séquences simultanées
(Divergence en ET)

Figure III.5 : Représentation graphique d'une sélection de séquence.

III.3.3 : Saut d'étape :

Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (Figure III.6).

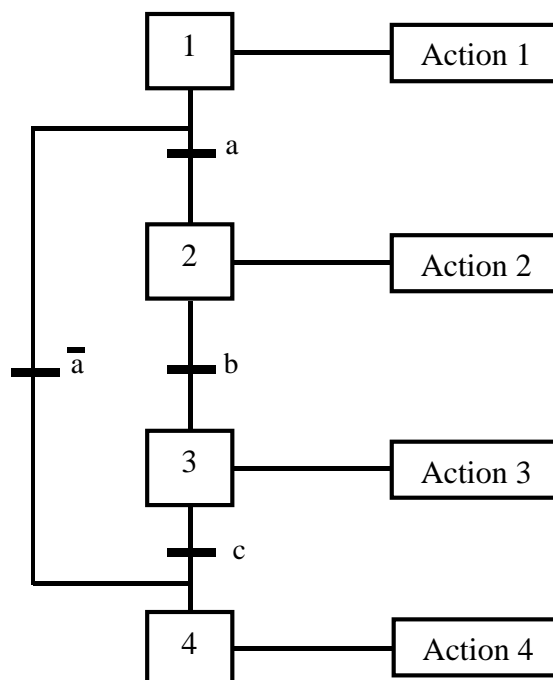


Figure III.6 : Représentation graphique du saut d'étape.

III.3.4. Reprise de séquence :

Permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue (Figure III.7).

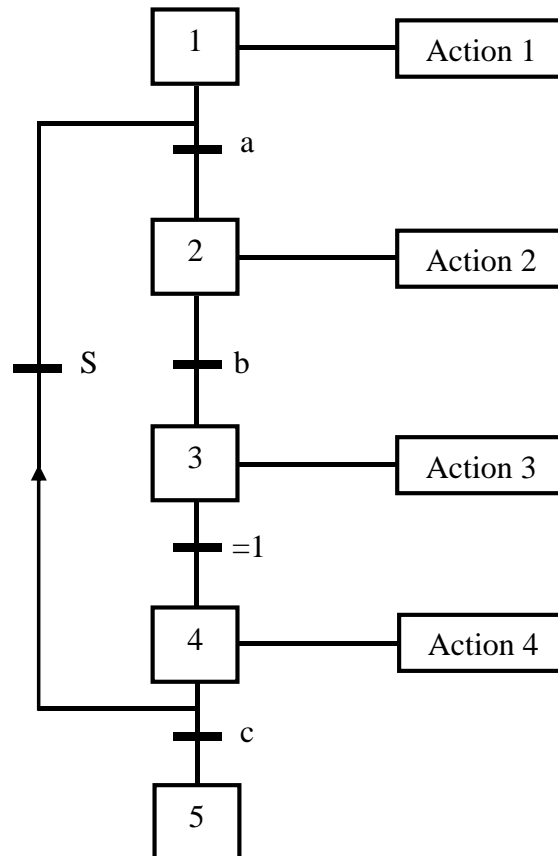


Figure III.6 : Représentation graphique d'une reprise de séquence.

III.4. Niveau d'un grafcet :

III.4.1. 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 abréviation. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

III.4.2. Grafcet niveau 2 :

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

III.4.3. 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 donnée, de façon à pouvoir élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution.

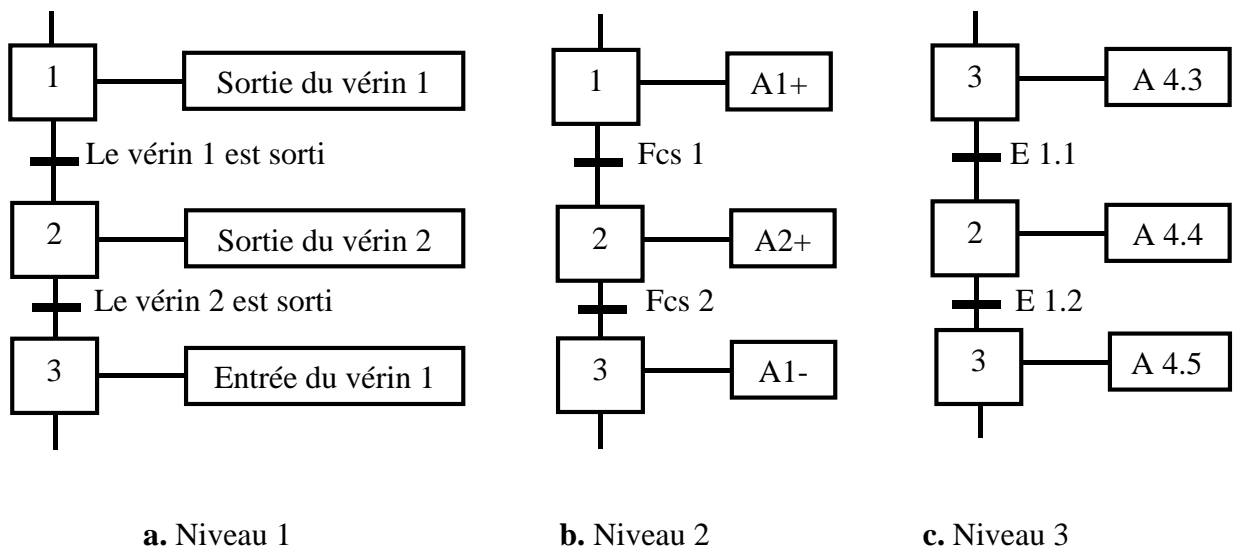
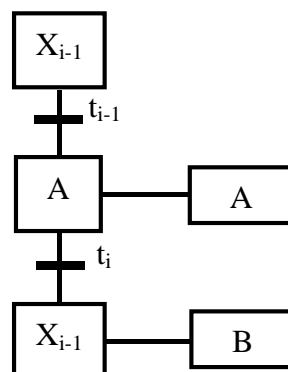


Figure III.7 :Les niveaux de grafcet.

III.5. Mise en équation d'un GRAFCET :

Soit le grafcet de la figure suivante :



Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

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

$X_n = 1$ Si l'étape n est active.

$X_n = 0$ Si l'étape n est inactive.

De plus, nous avons :

$t_n = 1$ Si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$ Si la réceptivité est fausse.

Soit la variable d'arrêt d'urgence dur (AUD) et d'arrêt d'urgence doux (AUd) tel que :

AUD = 1 Désactivation de toutes les étapes.

AUd = 1 Désactivation des actions, les étapes restent actives.

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

Init = 1 Initialisation du grafcet (mode d'arrêt).

Init = 0 Déroulement du cycle (mode marche).

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

Pour une étape initiale n :

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

$$\text{Avec : } CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + \text{Init}) * \overline{\text{AUD}}$$

$$CDX_n = X_{n-1} * \overline{\text{Init}} + \text{AUD}$$

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

Pour une étape non initiale n :

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

$$\text{Avec : } CAX_n = X_{n-1} * t_{n-1} * \overline{\text{Init}} * \overline{\text{AUD}}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{\text{Init}} + \text{AUD}$$

Pour une action :

$$A = X_n * \overline{\text{AUD}}$$

III.6. Modélisation par l'outil GRAFCET :

III.6.1. GRAFCET du système de démarrage et d'arrêt de la pompe d'alimentation :

❖ Niveau 1 :

✚ Conditions initiales :

- Niveau de la bache d'alimentation > min2.
- Chariot disjoncteur position marche.
- Niveau d'huile de graissage > min.
- Vanne d'aspiration pompe d'alimentation ouverte.

- Désurchauffeurs arrêtés.
- Vanne d'eau de contournement HP fermée.
- Vanne d'injection de contournement HP fermée.
- Vanne de vapeur bache d'alimentation fermée. } Ou Feux en chaudière en Marche.

- Pression du ballon > 50 bars ou la vanne de refoulement de la pompe d'alimentation fermée.

✚ Libération arrêt :

- Vanne contournement HP fermée.
- Vanne d'injection d'eau de contournement HP.
- Niveau du ballon > min1.
- Feux en chaudière arrêté.
- Vanne de refoulement de la pompe d'alimentation fermée. } Ou Pompe 2/3eau d'alimentation démarrée.

✚ Automatique marche :

- Pompe 3 d'eau d'alimentation en marche.
- Pompe 2 d'eau d'alimentation arrêtée.
- Débit d'eau d'alimentation > 240T/H. } Ou Pompe 3 d'eau d'alimentation arrêtée.

- Pression du ballon > 50 bars.
- Vanne de refoulement pompe d'alimentation ouverte.

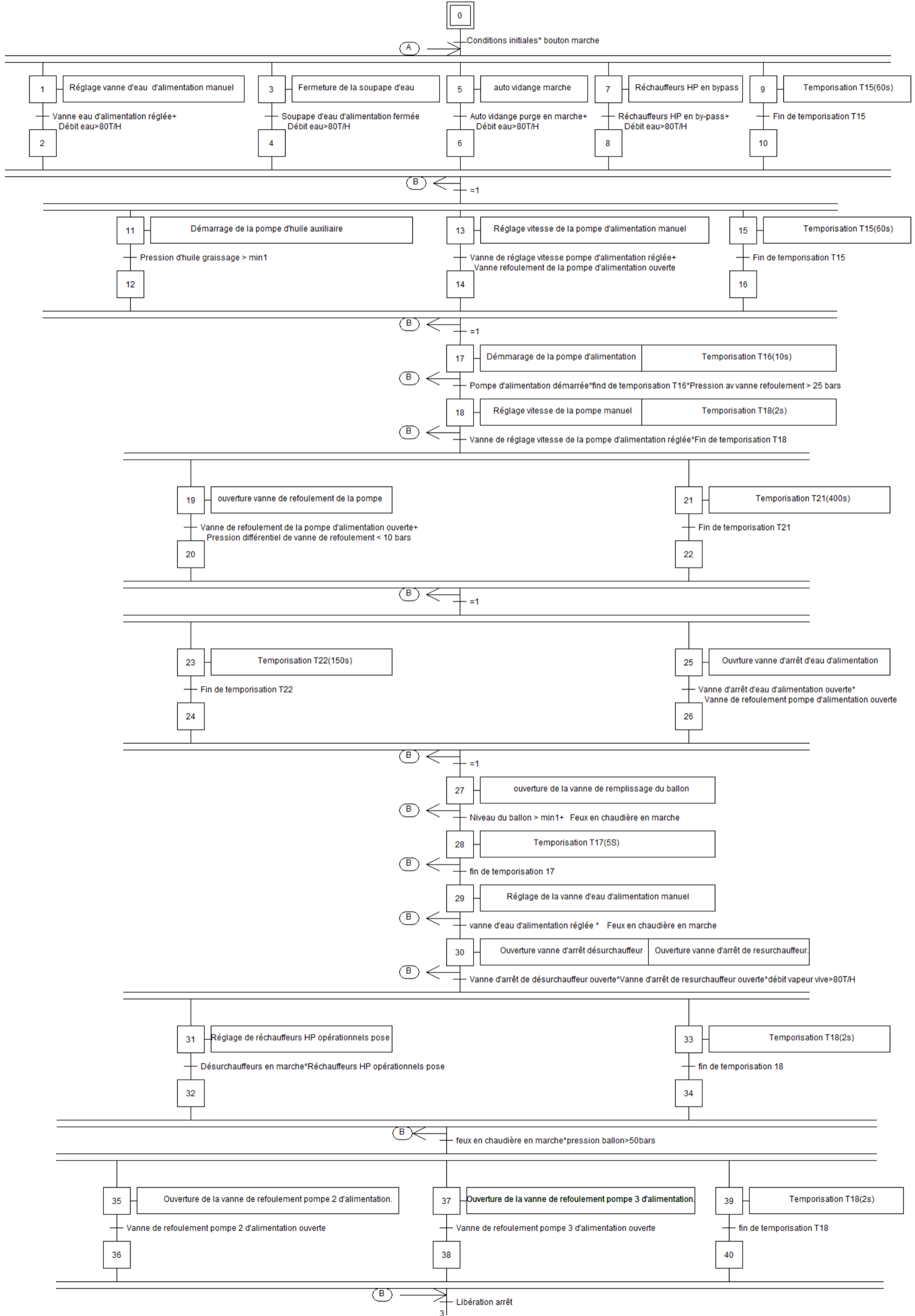
❖ Niveau 2 :

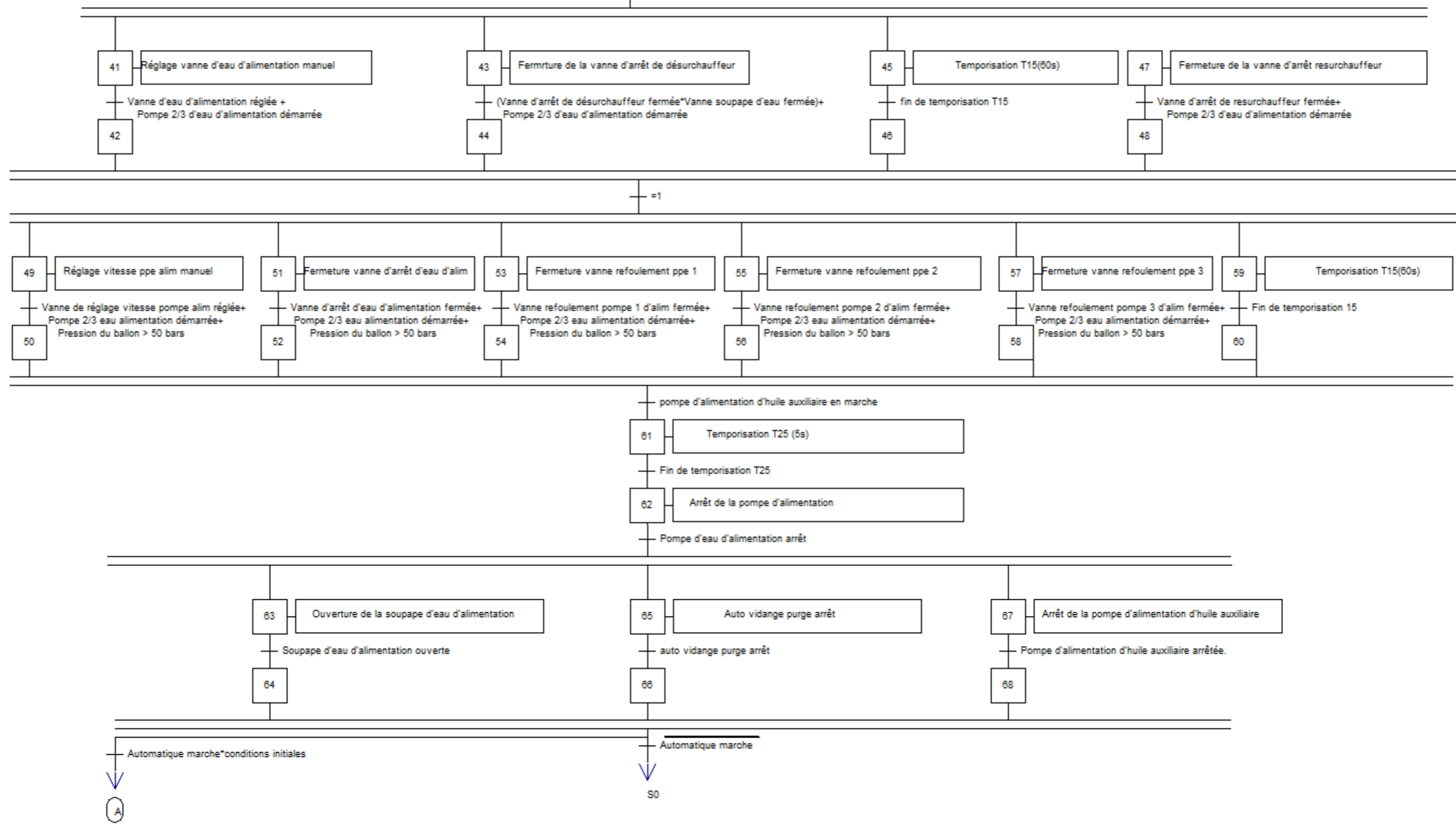
Cd int: RH40 L004 XG04*RL12 D001 XB41*RL12 L003 XG02*RL11 S001
XG01*(RL13 S001 XB02+NA30 P004 XH03)*(RL00 U101 XU07*RA21 S002
XC02* RL71 S001 XC02* RL84 S001 XC02) + (NM00 S001 XU21).

LM: (RA21 S002 XC02*RL71 S001 XC02* NA30 L004 XH02* NM00 U101 XU25*RL13
S001 XB02) +(RL22 D001 XB01*RL13 S001 XB02)+(RL32 D001 XB01*RL13 S001 XB02)

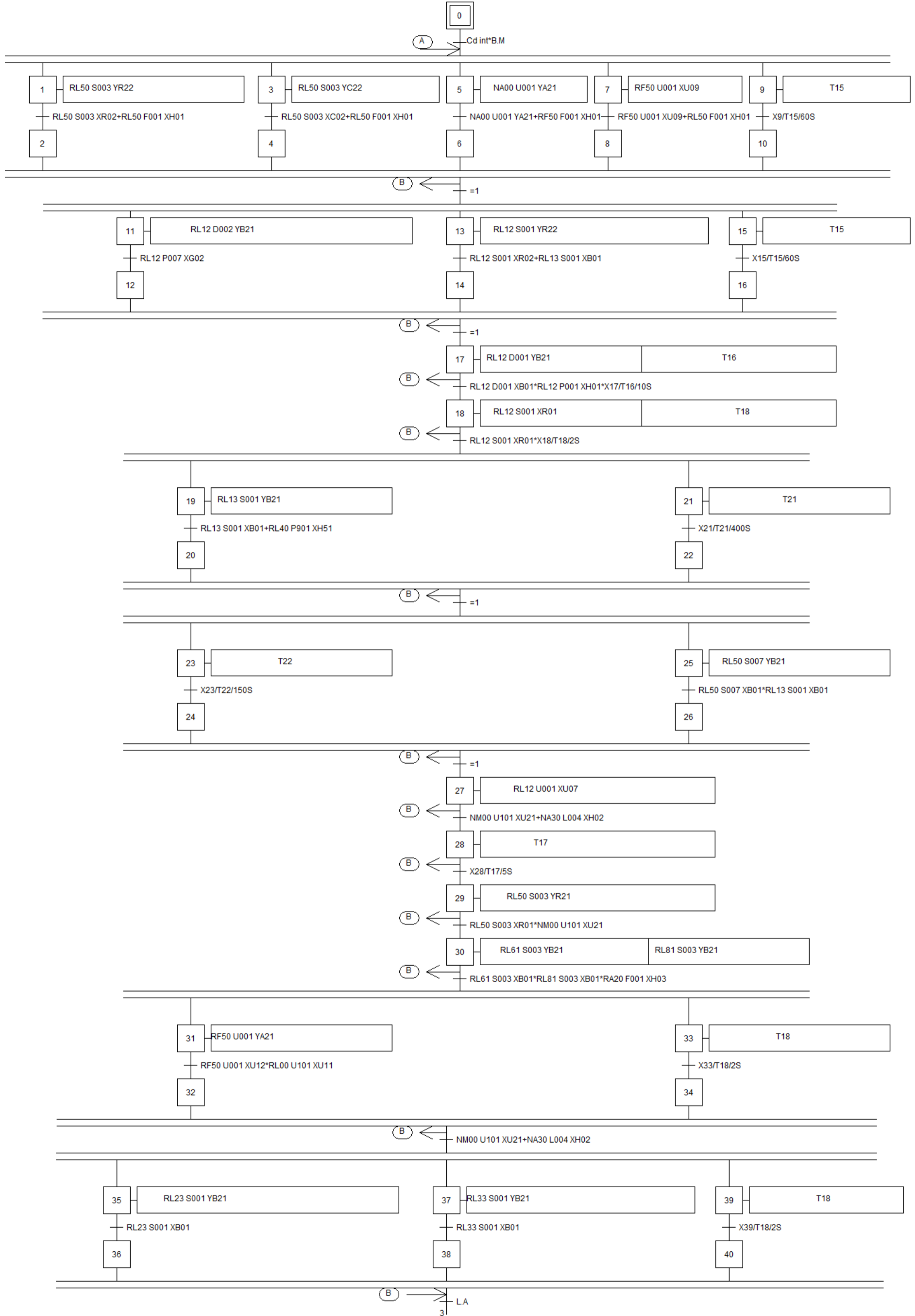
AM: ((RL32 D001 XB01*RL22 D001 XB02*RL50 F901 XH03) + (RL32 D001
XB46))* (NA30 P004 XH03*RL13 S001 XB01).

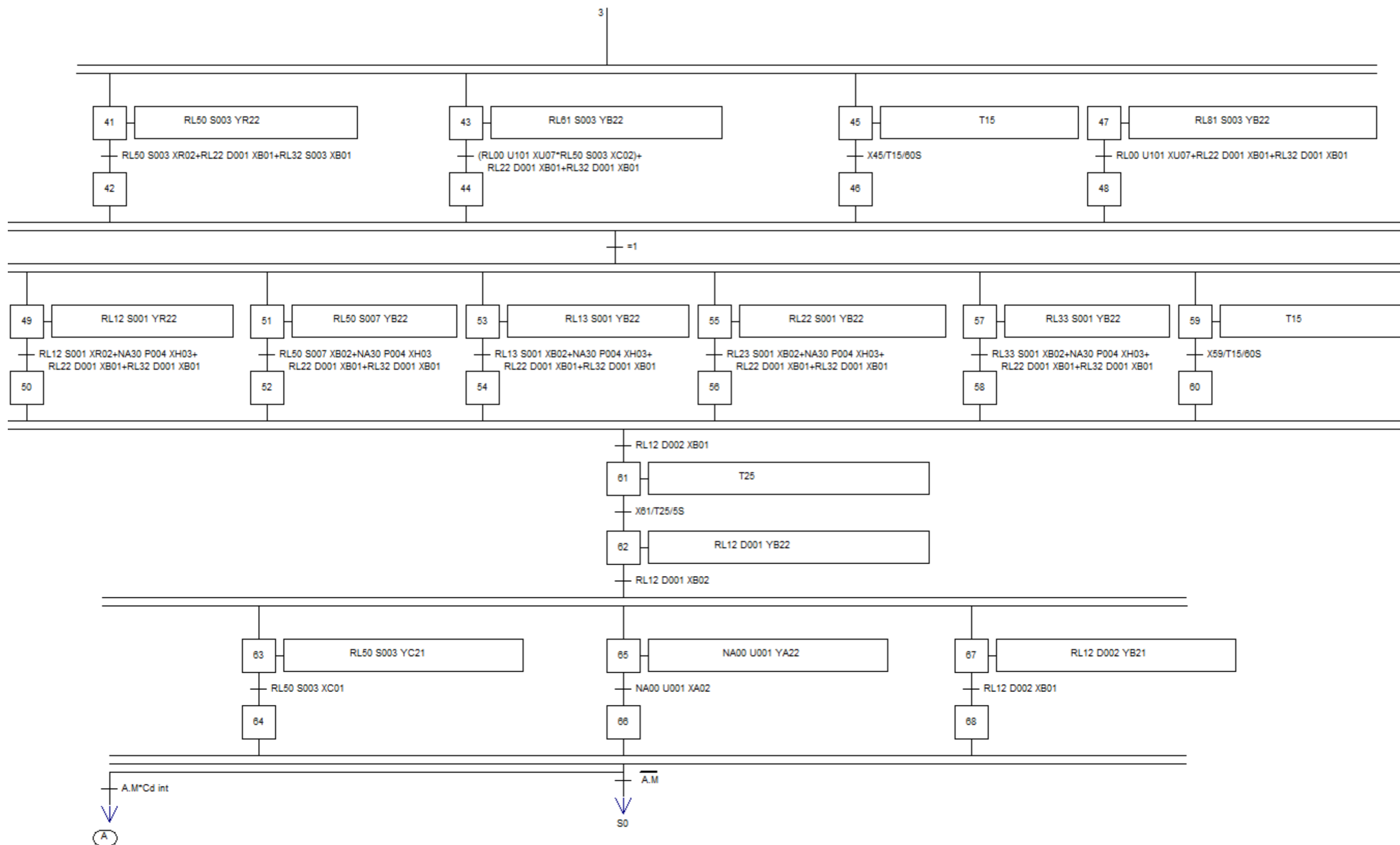
Niveau 1 :





Niveau 2 :





III.6.2 : Table des abréviations utilisées dans le Grafcet :

Entrées / sorties	Abréviations
Fermeture de la soupape d'eau d'alimentation.	RL50 S003 YC22
Ouverture de la soupape d'eau d'alimentation.	RL50 S003 YC21
Auto vidange purge en marche.	NA00 U001 YA21
Réchauffeurs HP opérationnels en by-pass.	RF50 U001 YA22
Réchauffeurs HP opérationnels pose.	RF50 U001 YA21
Réglage de la vanne d'eau d'alimentation manuel.	RL50 S003 YR22
Vanne d'eau d'alimentation réglée.	RL50 S003 XR02
Soupape d'eau d'alimentation fermée.	RL50 S003 XC02
Soupape d'eau d'alimentation ouverte.	RL50 S003 XC01
Débit d'eau d'alimentation > 80 T/H.	RL50 F001 XH01
Démarrage de la pompe d'alimentation d'huile auxiliaire.	RL12 D002 YB21
Arrêt de la pompe d'alimentation d'huile auxiliaire.	RL12 D002 YB22
Pression d'huile graissage > min1.	RL12 P007 XG02
Pompe d'alimentation d'huile auxiliaire arrêtée.	RL12 D002 XB02
Réglage vitesse de la pompe d'alimentation manuel.	RL12 S001 YR21
Vanne de réglage de la vitesse de la pompe d'alimentation réglée.	RL12 S001 XR01
Ouverture la vanne de refoulement de la pompe d'alimentation.	RL13 S001 YB01
Vanne de refoulement de la pompe d'alimentation ouverte.	RL13 S001 XB01
Vanne de refoulement de la pompe d'alimentation fermée.	RL13 S001 XB02
Fermeture de la vanne de refoulement de la pompe d'alimentation.	RL13 S001 YB02
Démarrage de la pompe d'alimentation.	RL12 D001 YB21
Arrêt de la pompe d'alimentation.	RL12 D001 YB22
Pompe d'alimentation démarrée.	RL12 D001 XB01
Pompe d'alimentation arrêtée.	RL12 D001 XB02
Pression différentiel de vanne de refoulement < 10 bars.	RL40 P901 XH51
Ouverture de la vanne de remplissage du ballon.	RL12 S001 XU07
Niveau du ballon > min1.	NA30 L004 XH02
Feux en chaudière en marche.	NM00 U101 XU21
Feux en chaudière arrêt.	NM00 U101 XU22
Ouverture de la vanne d'arrêt de désurchauffeur.	RL61 S003 YB21
Ouverture de la vanne d'arrêt de resurchauffeur.	RL81 S003 YB21
Vanne d'arrêt de désurchauffeur fermée.	RL61 S003 XB01
Vanne d'arrêt de resurchauffeur fermée.	RL81 S003 XB02
Désurchauffeurs en marche.	RL00 U101 XU11
Désurchauffeurs arrêt.	RL00 U101 XU12
Débit vapeur vive > 80 T/H.	RA20 F001 XH03
Pression du ballon > 50 bars.	NA30 P004 XH03
Ouverture de la vanne de refoulement pompe 2 d'alimentation.	RL23 S001 YB21
Fermeture de la vanne de refoulement pompe 2 d'alimentation.	RL23 S001 YB22
Vanne de refoulement pompe 2 d'alimentation ouverte.	RL23 S001 XB01
Vanne de refoulement pompe 3 d'alimentation ouverte.	RL33 S001 XB01
Ouverture de la vanne de refoulement pompe 3 d'alimentation.	RL33 S001 YB21
Fermeture de la vanne de refoulement pompe 3 d'alimentation.	RL33 S001 YB22
Vanne de refoulement pompe 2 d'alimentation fermée.	RL23 S001 XB02

Chapitre III : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

Vanne de refoulement pompe 3 d'alimentation fermée.	RL33 S001 XB02
Pompe 2 d'eau d'alimentation démarrée.	RL22 D001 XB01
Pompe 3 d'eau d'alimentation démarrée.	RL32 D001 XB01
Pression av vanne refoulement > 25 bars.	RL12 P001 XH01

Tableau III.1 : Table des abréviations.

III.7. Conclusion:

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel, il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet aussi de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET facilite considérablement le passage de la description à la modélisation et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du Step7.

Chapitre IV

Développement de la solution programmable

IV.1. Introduction :

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

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

L'automatisation consiste à rendre automatique les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine.

IV.2. Définition d'un automate programmable industriel (API) :

L'automate programmable industriel (API) ou Programmable Logic Controller (PLC) est un appareil électronique programmable.

Il est défini, suivant la norme française EN-61131-1, adapté à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques, par exemple, on cite les automates SIMATIC S7.

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- S7-200 : Un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- S7-300 : Un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- S7-400 : Il couvre le haut et très haut de gamme.

IV.3. Objectifs de l'automate dans les systèmes automatisés industriels :

Un système automatisé est un ensemble de moyens matériels et logiciels constituant la partie automatisme, communication et de production d'une installation industrielle.

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectif pour :

- Une meilleure rentabilité.
- Une meilleure compétitivité.
- 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 (manipulation des charges lourdes, etc.).

IV.3.1. Structure générale d'un système automatisé :

Tout un système automatisé peut se décomposer selon le schéma de la figure IV.1 [8].

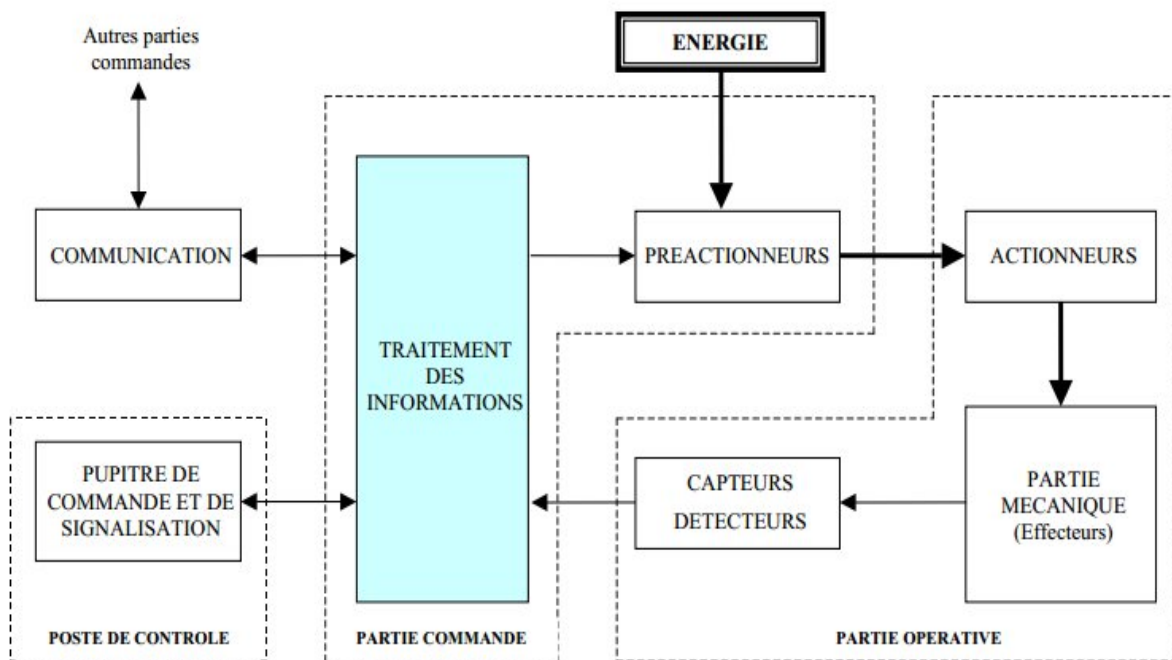


Figure IV.1 : Structure d'un système automatisé

Les systèmes automatisés utilisés dans les secteurs industriels possèdent une structure de base identique, ils sont constitués de plusieurs parties et qui sont reliées entre elles, à savoir de :

- **Partie opérative (PO) :** Cette partie puissante comporte les éléments (pré actionneurs, détecteurs).
- **Partie commande (PC) :** Elle élabore les ordres nécessaires à l'exécution d'un processus et reçoit en retour des comptes rendus qui l'informent sur l'état des opérations effectuées.
- **Partie relation (PR) :** Ou pupitre de dialogue, c'est un appareil de contrôle qui permet une intervention rapide sur la machine, par exemple : présélection de valeur de consigne, la lecture des données machines.

IV.3.2. Système de commande :

L'automaticien dispose de nombreux outils technologiques pour réaliser l'organe de commande de son système qui est classé habituellement en deux catégories soit :

a) La logique câblée :

C'est celle utilisée au niveau de la centrale de Cap-Djinet, sa mise en œuvre de la théorie de l'expérience. Cette technologie est simple connue croisée, mais toute modification dans le choix de fonctionnement de l'installation, entraîne :

- Une augmentation du nombre de relais et de fils (coût élevé).
- Une intervention dans le câblage (main d'œuvre).

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

b) La logique programmée :

C'est la solution proposée, elle utilise un automate programmable industriel (API). L'encombrement se trouve réduit et la recherche de panne et plus ou moins facile.

- Main d'œuvre réduit lors du câblage.
- Modification possible sans intervention sur le câblage.
- Erreur de correction réduite.
- Cout faible.

IV.4. choix d'un automate programmable industriel :

Les critères de choix d'un API sont [1] :

- Le nombre et la nature des entrée/sorties.
- La nature de traitement (temporisation, comptage..).
- Les capacités de traitement du processus (vitesse, taille du programme, opérations, temps réel,...).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- Les moyens de sauvegarde du programme (disquettes, cassettes..).
- La fiabilité et la robustesse.
- L'immunité aux parasites.

IV.5. Présentation générale de l'automate S7-300 :

IV.5.1. Aspect externe :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation [8].

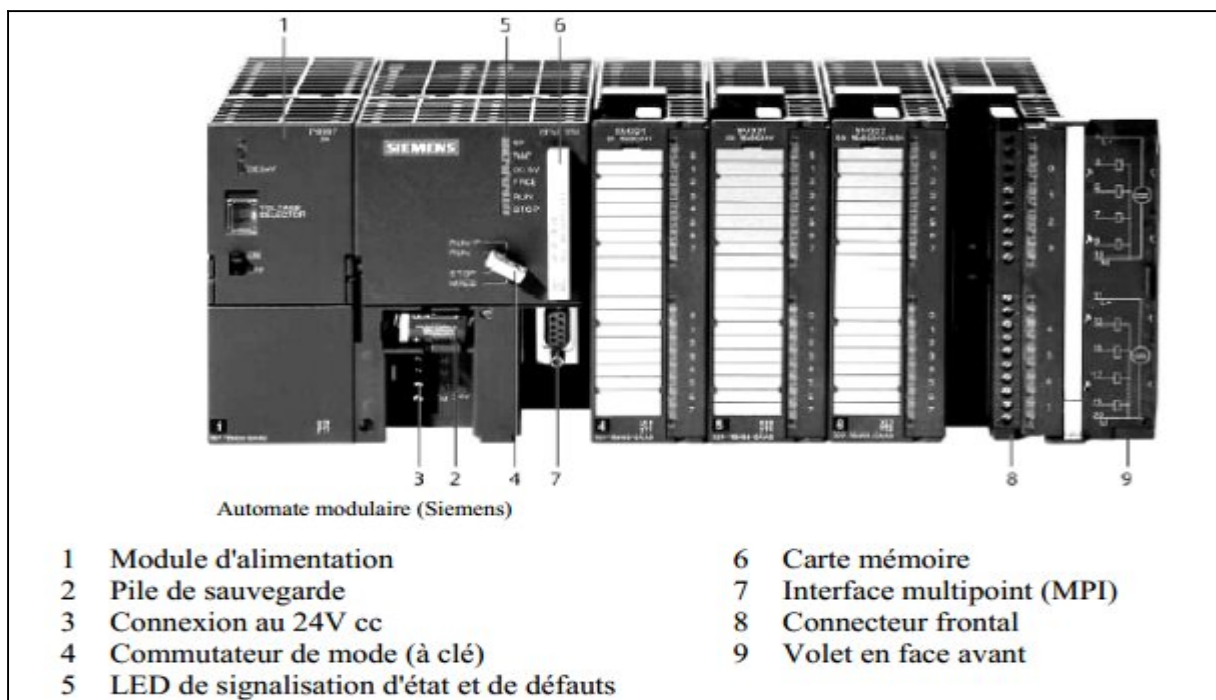


Figure IV.2 : Automate modulaire SIEMENS

IV.5.2. Aspect interne :

L'architecture interne de l'automate est donnée par la figure ci-dessous [8] :

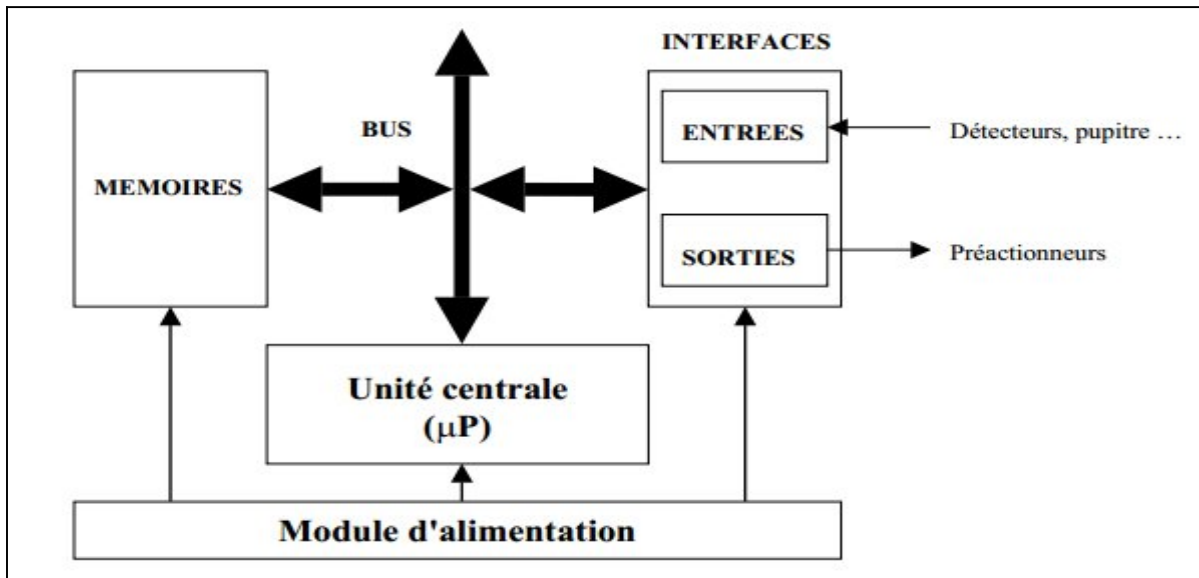


Figure IV.3 : Architecture interne d'un automate

IV.6. Caractéristique de l'automate S7-300 :

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

- 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, PRFINET.
- 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 configuration matériels.

IV.7. Constitution de l'automate S7-300 :

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

- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- Unité centrale CPU traitement doté d'une mémoire.
- Module de signaux (SM) entrées et de sorties TOR et analogique.
- Module de simulation (SM 374).
- Le châssis (rack).
- Module coupleur (IM) pour configuration multi rangée du S7-300.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

- Module pour fonction (FM) spéciales (coupleur rapide 500khz).
- Processeur de communication (CP) pour la communication avec d'autres éléments de réseau.

IV.8. Programmation de l'automate S7-300 :

A chaque famille d'automates correspond à un langage spécifique de programmation.

Les automates de la famille SIEMENS sont programmés grâce au logiciel STEP 7 via une console de programmation au PC et sous un environnement WINDOWS. La figure suivante illustre l'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système [6] :

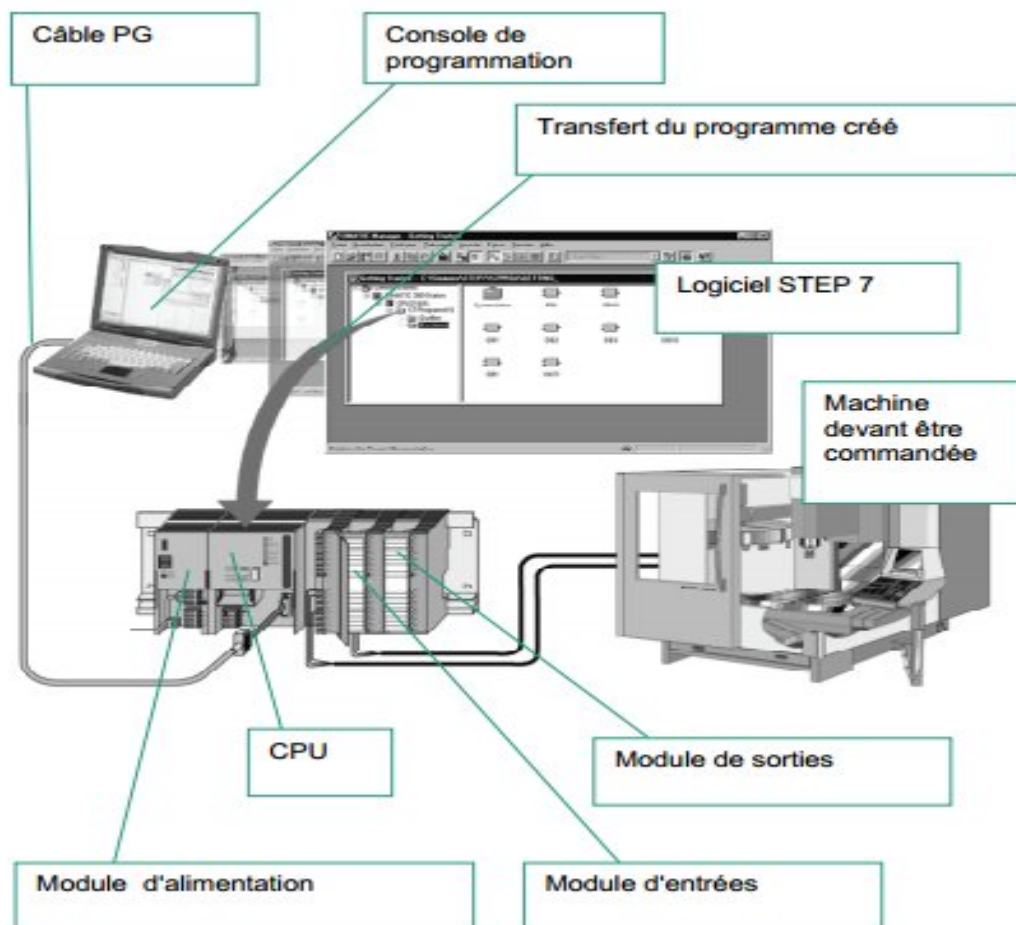


Figure IV.4 : Vue d'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système

Le logiciel STEP 7 offre les possibilités suivantes :

- Configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- Création et gestion des projets.
- Gestion des mnémoniques
- Test de l'installation d'automatisation.

IV.8.1. Configuration et paramétrage de l'automate :

Au sens logiciel du terme, on entend par configuration, l'organisation des modules dans une table de configuration. C'est-à-dire on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation, ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur.

A l'image de la réalité matérielle de notre S7-300, il s'agit de ranger les modules sur un châssis de façon virtuelle avec le logiciel STEP 7. L'emplacement dans la table de configuration doit correspondre à l'emplacement réel sur le profilé-support [6], [9].

IV.8.2. Marche à suivre pour la configuration d'une station :

Quelle que soit la technique de configuration d'une station, il faut toujours vous en tenir aux étapes suivantes pour la configurer :

1. sélectionnez un composant matériel dans la fenêtre "catalogue du matériel".
2. amenez le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser-lâcher.

La figure suivante illustre les manipulations de base :

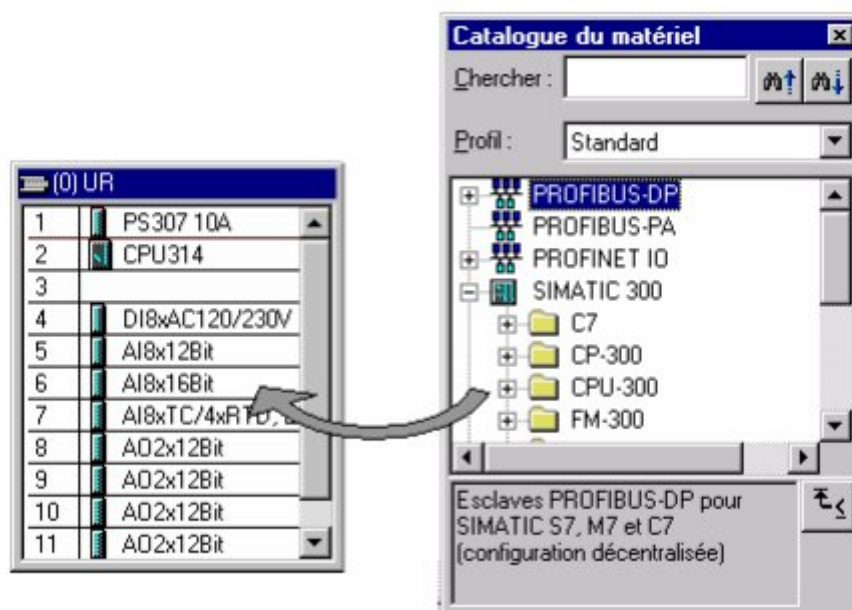


Figure IV.5 : Manipulation de base pour une configuration matérielle

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

IV.8.2.1. Adressage des modules du S7-300 :

On a deux types d'adressage :

- Adressage lié à l'emplacement : Il s'agit du mode d'adressage par défaut, c'est-à-dire que le STEP 7 effectue à chaque numéro d'emplacement une adresse de défaut de modèle fixé à l'avance.
- Adresse libre : Dans ce mode d'adressage, il faut effectuer à chaque mode une adresse de notre choix, pourvue qu'elle soit continue dans la page d'adressage possible de la CPU.

IV.8.2.2. Les mémentos :

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des bistables servant à mémoriser les états logiques 0 ou 1.

Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos (S7-300 dispose de 2048 bits de mémentos). On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegarde dans les mémentos est perdu.

IV.8.2.3. Représentation de programme :

En STEP 7, un programme dans l'outil 'programme des blocs CONT/LIST/LOG' peut être programmé et représenté dans trois catégories différentes :

- Schéma à contact CONT.
- Plan logique LOG.
- Liste d'instruction LIST.

a) Schéma à contact CONT :

La présentation en mode de programmation CONT, s'inspire des schémas de circuit à contact. Ils sont rassemblés dans des réseaux en segment formant un bloc de code.

b) Plan logique LOG :

C'est un langage de programmation graphique qui utilise des symboles de l'algèbre de BOOL pour représenter les instructions.

c) Liste d'instruction LIST :

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Les différentes instructions correspondent aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Le tableau IV.1 illustre les trois modes de langage de programmation :

Schéma a contact	Liste d'instruction	Schéma logique
	<pre> UE 0.0 UE 0.1 UE 0.2 OE 0.3 = A 0.0 </pre>	

Tableau IV.1 : Les modes de programmation

IV.8.3. programmation sous STEP7 :

Deux programmes différents s'exécutent dans une CPU à savoir :

IV.8.3.1. Systèmes d'exploitation :

Le contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et les procédures qui ne sont pas liées une tâche d'automatisation spécifique. Ces tâches sont :

- Le déroulement de démarrage et de redémarrage.
- L'actualisation de la mémoire image des entres et l'émission de la mémoire d'image des sorties.
- L'appel du programme utilisateur.
- L'enregistrement des alarmes et l'appel des OB (boc d'organisation) d'alarmes.
- La détection et le traitement des erreurs.
- La gestion des zones de mémoires.
- La communication avec des consoles de programmation et avec d'autres partenaires de communication.
- La modification des paramètres du système d'exploitation.

IV.8.3.2. Programme utilisateur :

On doit créer notre programme utilisateur et le charge dans le CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de notre tâche d'automatisation spécifique. Il doit par conséquent [8] :

- Déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage du CPU.
- Traiter les donnes du processus.
- Réagir aux alarmes.
- Traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

a) bloc dans le programme utilisateur :

Un bloc correspond à une partie du programme utilisateur, délimité par sa fonction, sa structure et par son application.

Dans STEP7 il existe d'une part :

- Des blocs des codes (FB, FC, OB, SFB, SFC).
- Des blocs des données (DB, SDB).
- Et d'autres types de données utilisateurs (UDT).

Les blocs sont rangés dans le dossier « blocs » sous le programme S7 :

❖ Bloc de code :

Il existe les blocs de code suivants :

Bloc d'organisation (OB) :

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

Bloc fonctionnel (FB) :

Une FB permet de transmettre des paramètres dans le programme utilisateur. Il contient un programme qui est exécuté quand ce bloc qui est appelé par autre bloc de code. Le bloc FB facilite la programmation des fonctions complexes souvent utilisées. Un FB possède une mémoire (bloc de donnée d'instance).

Bloc de donnée d'instance (SDB) :

Un DB d'instance mémoire les paramètres formels et les données statique de blocs fonctionnels. Il peut être associé à un appel de FB ou à une hiérarchie d'appel de bloc fonctionnel.

Fonction (FC) :

Une fonction est un bloc sans mémoire. Les données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde DS données.

Les SFB et SFC :

Les blocs fonctionnels systèmes (SFB) et fonction système sont intégrés au système d'exploitation de la CPU-S7 pour créer des messages.

❖ Bloc des données :

Il constitue les blocs suivant :

🚩 Bloc des données (BD) :

Il s'agit d'une zone dans le programme utilisateur qui contient des données utilisateurs.

🚩 Bloc de donnée système (SDB) :

C'est une zone de mémoire dans la CPU contenant des paramètres et des paramètres de bloc.

IV.8.4. Création du projet :

Avant de créer un projet, deux approches sont possibles comme le montre la figure suivante [6], [9] :

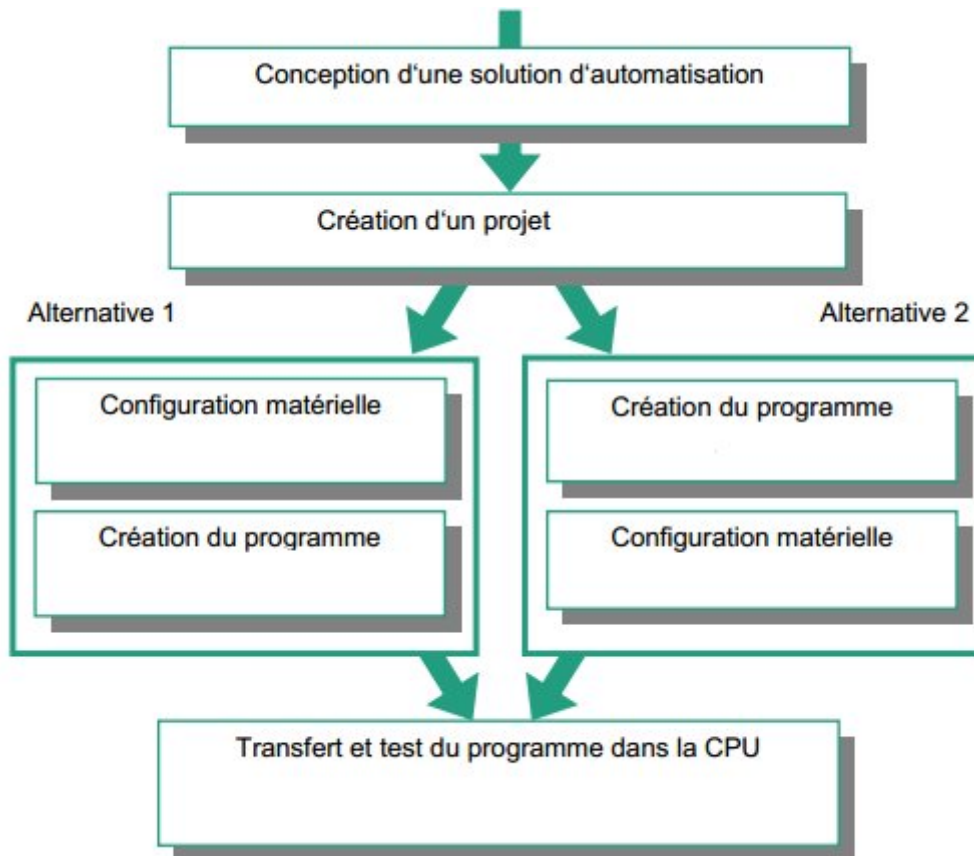


Figure IV.6 : Approches possibles pour créer un projet

Un projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte donc deux grandes parties : la description du matériel et la description du fonctionnement (le programme).

En entrant dans STEP 7 (double clic l'icône SIMATIC Manager qui va lancer l'assistant de STEP 7), l'assistant propose de créer un nouveau projet. Dans notre cas, nous avons procédé comme suit :

Chapitre IV : Développement de la solution programmable



1. lancer SIMATIC Manager par un double clic sur son icône.

2. la fenêtre suivante permet la création d'un projet.

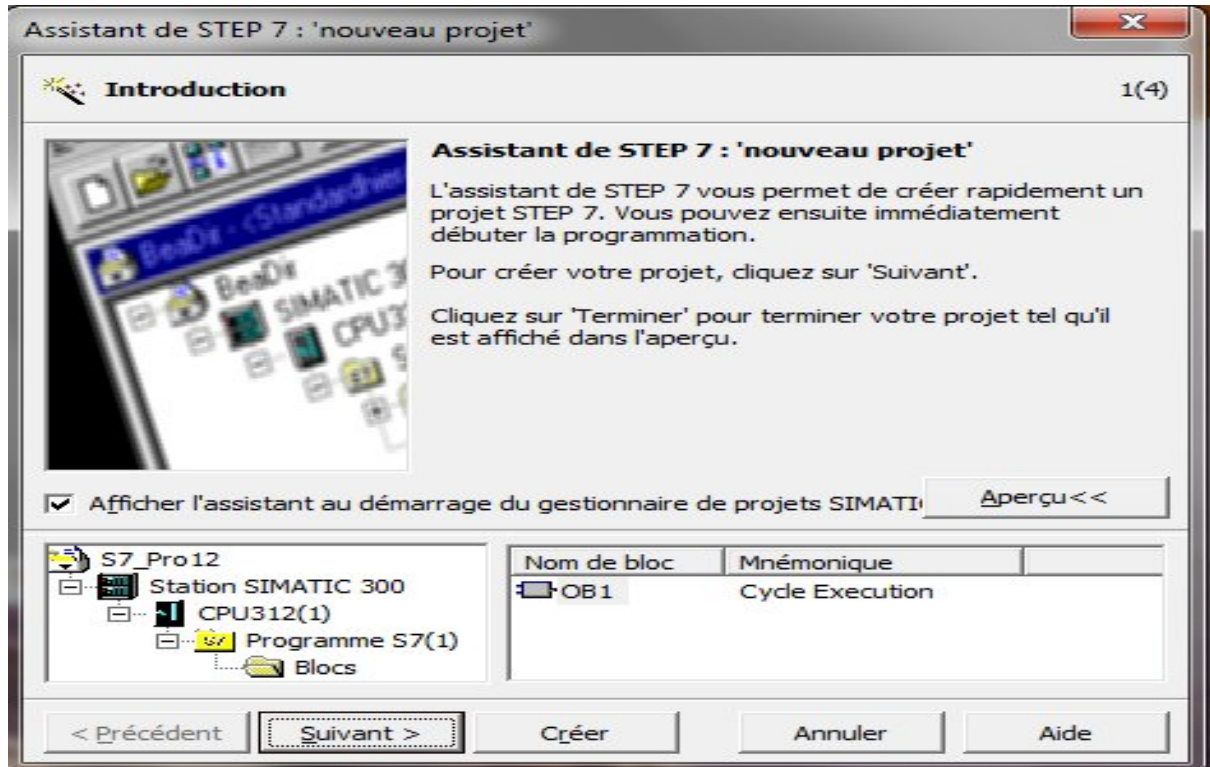


Figure IV.7 : Fenêtre de création d'un projet

3. On clique sur suivante, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU comme il est montré par la figure ci-dessous.

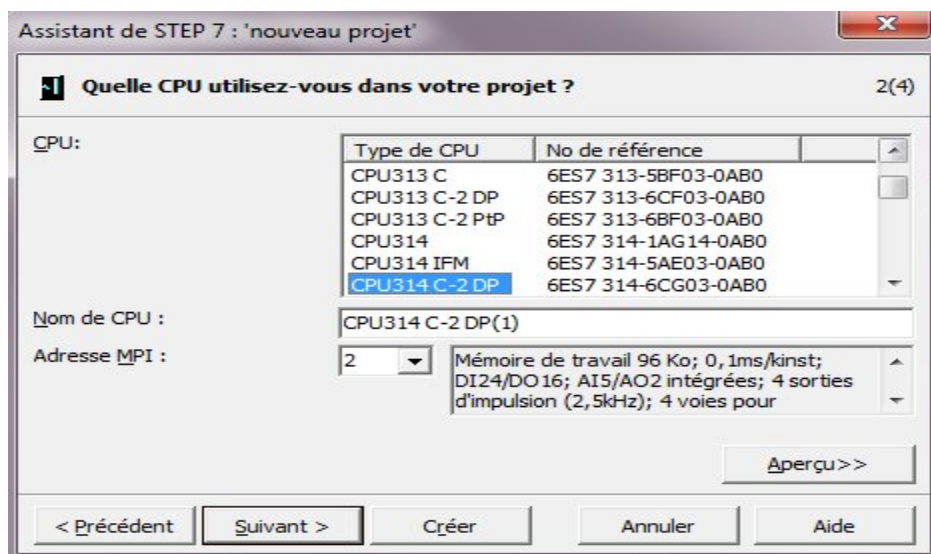


Figure IV.8 : CPU314 C-2DP sélectionnée

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

4. Après validation de la CPU, une fenêtre apparaît, qui permet de choisir le bloc et le langage de programmation à insérer.

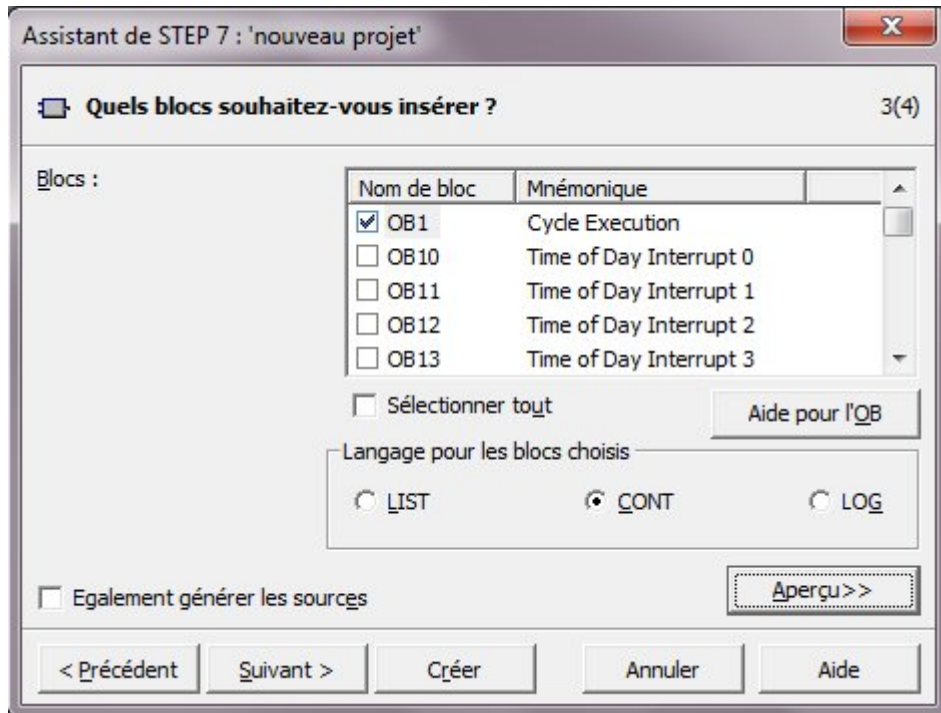


Figure IV.9 : Sélection des blocs et du langage de programmation (CONT)

5. Nomination de projet.

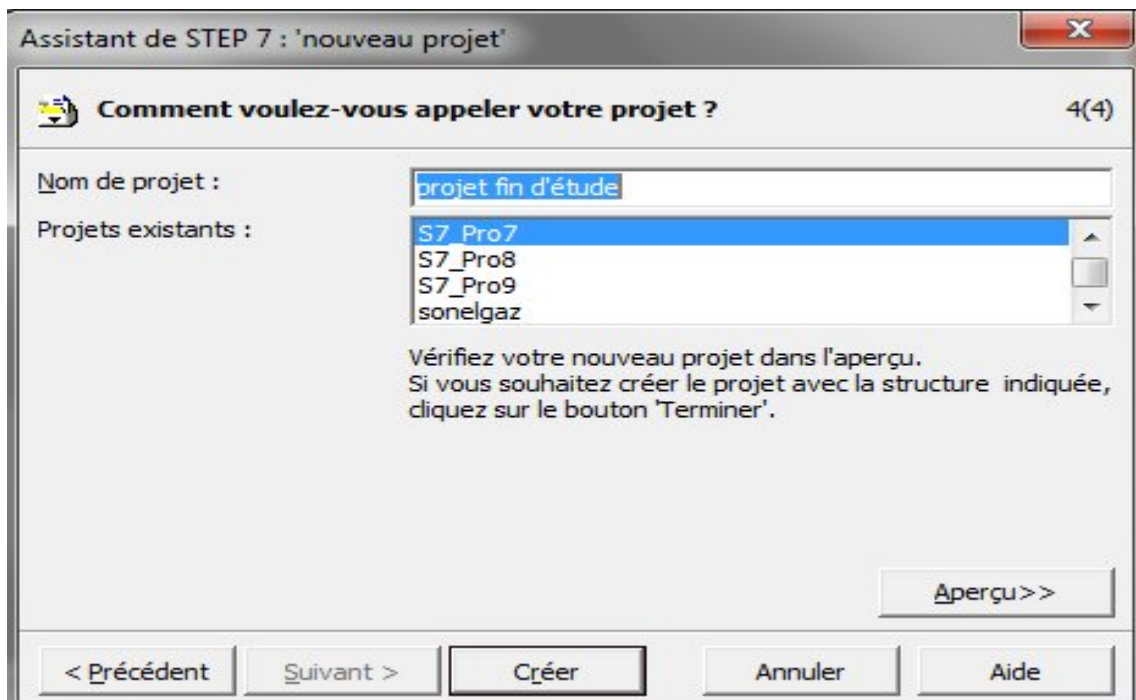


Figure IV.10 : Nomination de projet

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

6. Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la figure suivante.

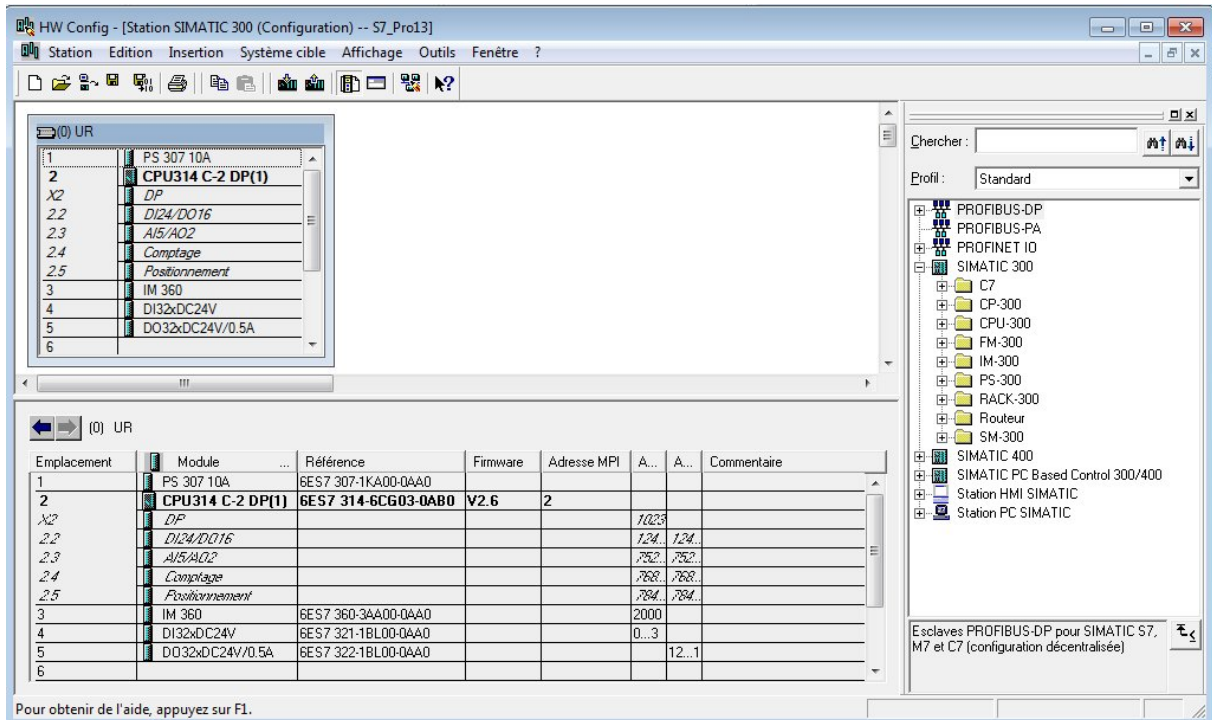


Figure IV.11 : Configuration matériels

7. Ensuite on passe au programme utilisateur que nous avons écrit pour commander la pompe d'alimentation, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de STEP 7.

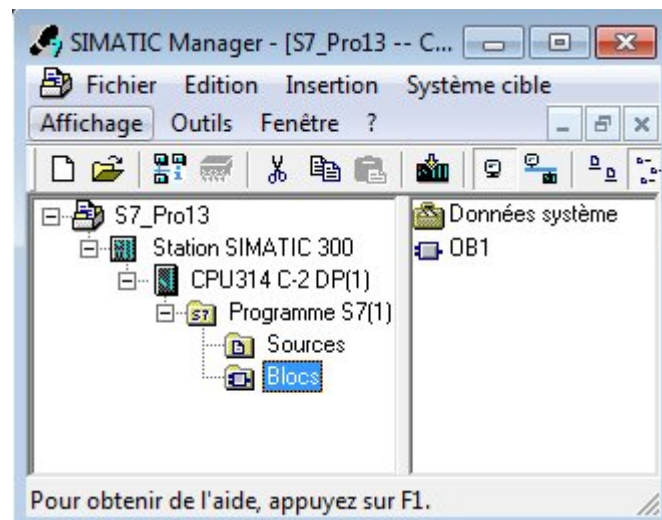


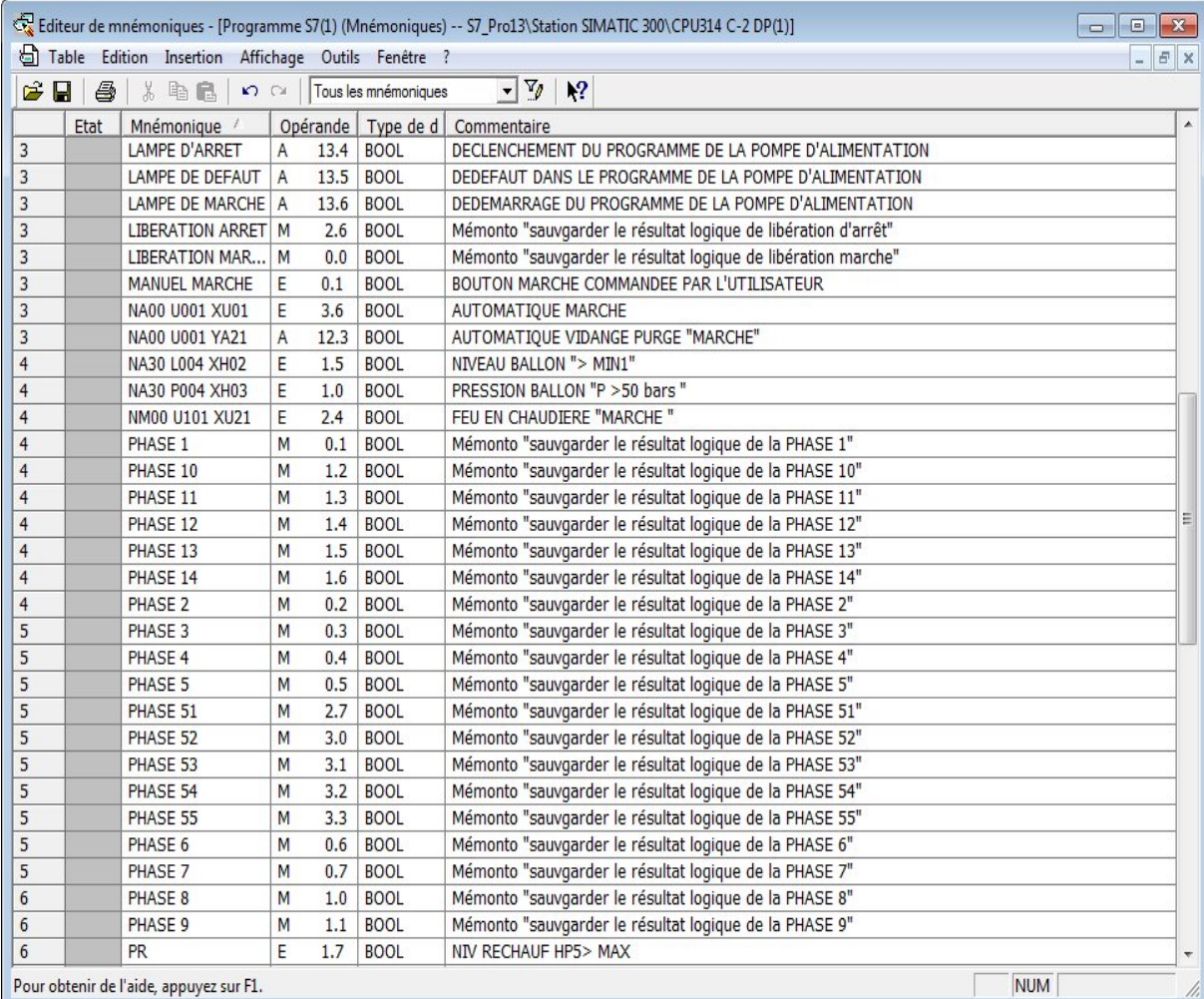
Figure IV.12 : Vue des composants de notre projet

IV.8.5. Saisis des mnémoniques :

Saisir les mnémoniques est très utile, il vaut mieux saisir un programme entièrement en symbole qu'en adressage absolu, c'est beaucoup plus lisible et compréhensible.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

Il suffit d'aller dans la table des mnémoniques et faire entrer les différents éléments, le nom du symbole, sont adresse réel, sont type et son commentaire. (Voir la figure IV.13).



Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
3	LAMPE D'ARRET	A 13.4	BOOL	DECLENCHEMENT DU PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION
3	LAMPE DE DEFAUT	A 13.5	BOOL	DEFAUT DANS LE PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION
3	LAMPE DE MARCHÉ	A 13.6	BOOL	DEPART DU PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION
3	LIBERATION ARRET	M 2.6	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de libération d'arrêt"
3	LIBERATION MAR...	M 0.0	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de libération marche"
3	MANUEL MARCHÉ	E 0.1	BOOL	BOUTON MARCHÉ COMMANDEE PAR L'UTILISATEUR
3	NA00 U001 XU01	E 3.6	BOOL	AUTOMATIQUE MARCHÉ
3	NA00 U001 YA21	A 12.3	BOOL	AUTOMATIQUE VIDANGE PURGE "MARCHÉ"
4	NA30 L004 XH02	E 1.5	BOOL	NIVEAU BALLON "> MINI"
4	NA30 P004 XH03	E 1.0	BOOL	PRESSION BALLON "P >50 bars "
4	NM00 U101 XU21	E 2.4	BOOL	FEU EN CHAUDIERE "MARCHÉ "
4	PHASE 1	M 0.1	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 1"
4	PHASE 10	M 1.2	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 10"
4	PHASE 11	M 1.3	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 11"
4	PHASE 12	M 1.4	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 12"
4	PHASE 13	M 1.5	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 13"
4	PHASE 14	M 1.6	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 14"
4	PHASE 2	M 0.2	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 2"
5	PHASE 3	M 0.3	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 3"
5	PHASE 4	M 0.4	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 4"
5	PHASE 5	M 0.5	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 5"
5	PHASE 51	M 2.7	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 51"
5	PHASE 52	M 3.0	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 52"
5	PHASE 53	M 3.1	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 53"
5	PHASE 54	M 3.2	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 54"
5	PHASE 55	M 3.3	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 55"
5	PHASE 6	M 0.6	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 6"
5	PHASE 7	M 0.7	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 7"
6	PHASE 8	M 1.0	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 8"
6	PHASE 9	M 1.1	BOOL	Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 9"
6	PR	E 1.7	BOOL	NIV RECHAUF HP5> MAX

Figure IV.13 : La table des mnémoniques

IV.9. Test et simulation du programme :

IV.9.1. Introduction générale sur le S7-PLCSIM :

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

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

Nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les divers applications du logiciels STEP 7, tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, prenant l'exemple de test de bloc afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties [7].

IV.9.2. Etats de fonctionnement de la CPU :

IV.9.2.1. Etat de marche (RUN-P) :

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

IV.9.2.2. Etat de marche (RUN) :

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), vous ne pouvez ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque.

IV.9.2.3. Etat d'arrêt (STOP) :

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


IV.9.2.4. Indicateurs de la CPU :

La fenêtre CPU dispose d'une série d'indicateurs qui correspondent aux voyants de signalisation sur une CPU réelle :

- SF (erreur système) vous avertit que la CPU a détecté une erreur système, entraînant un changement d'état de fonctionnement.
- DP (périphérique décentralisé ou E/S éloignées) indique l'état de la communication avec les entrées/sorties décentralisées (éloignées).
- DC (alimentation) indique si la CPU sous ou hors tension.
- RUN indique que la CPU se trouve à l'état marche.
- STOP indique que la CPU se trouve à l'état d'arrêt.

IV.9.3. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM :

Le mode simulation est disponible à partir de gestionnaire de projet SIMATIC à condition qu'aucune liaison à des API réels ne soit établie. On peut suivre la procédure suivante pour mise en route du logiciel S7-PLCSIM :

- Ouvrir le gestionnaire de projet SIMATIC.
- Cliquez sur  pour simulation de modules.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU :

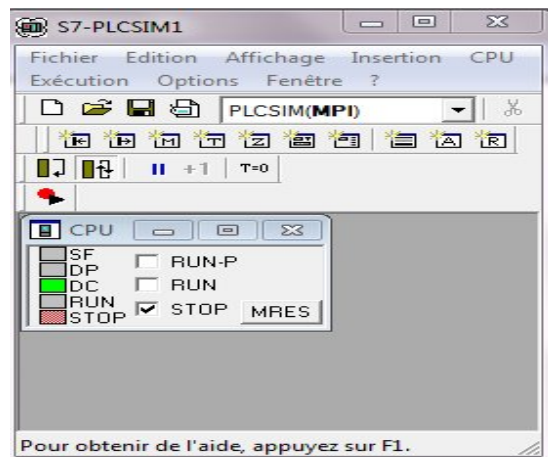







Figure IV.14 : Fenêtre du S7-PLCSIM

- Dans le gestionnaire de projet SIMATIC, cherchez le projet-exemple, projet fin d'étude.
- dans ce projet cherchez le dossier Blocs.
- Dans le gestionnaire de projet SIMATIC, cliquez sur  pour charger le dossier blocs dans l'API de simulation.

Pour la visualisation, on crée de nouvelles fenêtres :

- Cliquez sur  pour créer une fenêtre dans laquelle vous pouvez visualiser et forcer des variables dans la zone de mémoire des entrées.
- Cliquez sur  pour créer une fenêtre dans laquelle nous pouvons visualiser et forcer des variables dans la zone mémoire des sorties.
- Cliquez sur  pour créer une fenêtre dans laquelle nous pouvons visualiser et forcer les temporisations utilisées par le programme.
- Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P.

Pour sauvegarder la version actuelle de la simulation d'API, cliquez sur .

Une fois toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, nous activons les entrées voulues pour lire l'état des sorties. (Voir la figure IV.15).

La figure IV.15 présente le simulateur S7-PLCSIM qui est configuré par entrées, les sorties et les mémentos.

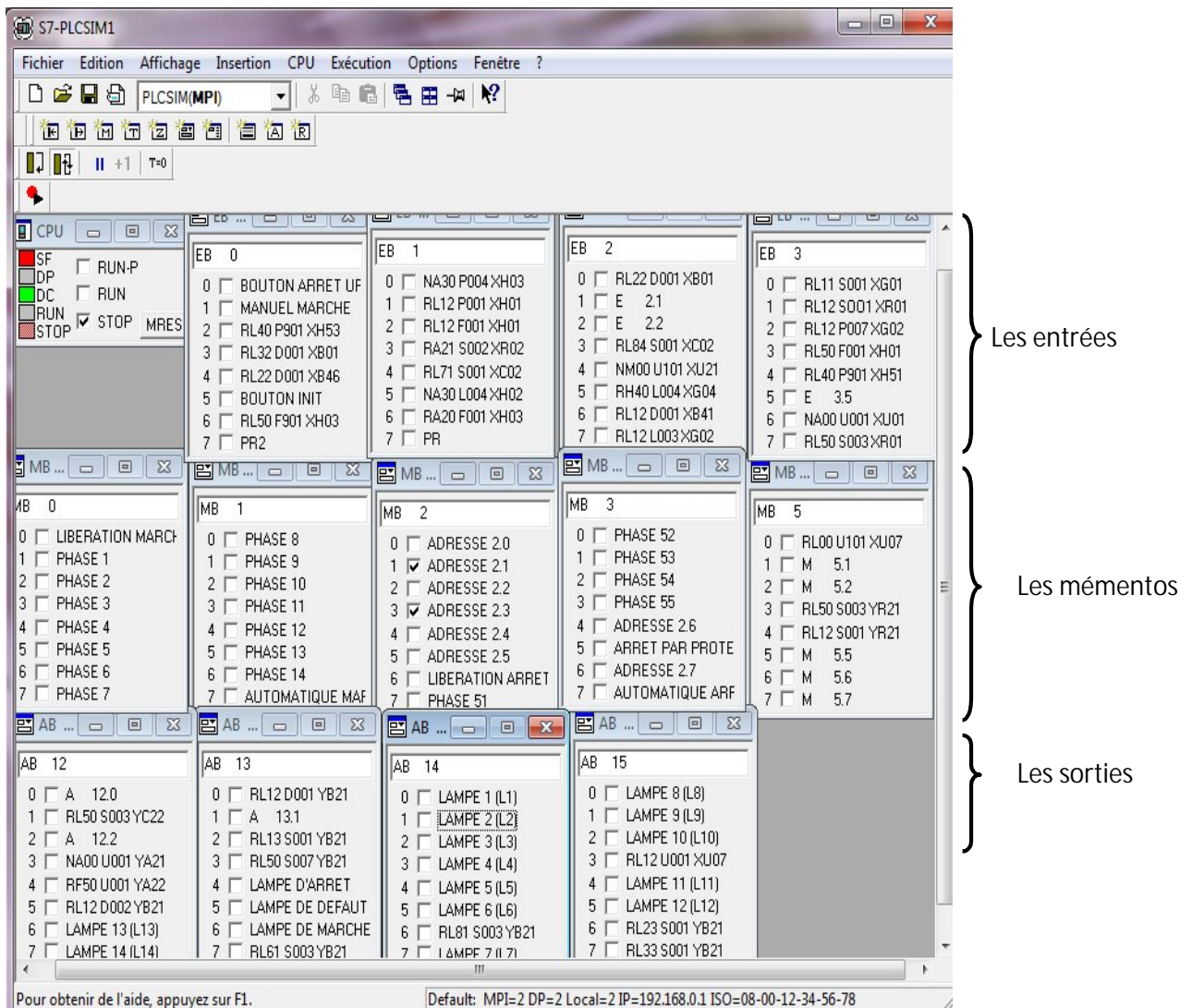


Figure IV.15 : Simulation avec S7-PLCSIM


IV.9.3.1 Simulation du programme projet fin d'études :

La simulation du projet fin d'études est faite en deux étapes :

- **Etape 1** : Simulation du programme par bocs.
- **Etape 2** : Simulation du cycle complet.

IV.9.3.2. Visualisation de l'état du programme :

Pour le bloc OB1 :

Après le chargement du programme de OB1 dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN » le STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme, en cliquant sur l'icône . Ceci est illustré par la figure IV.16.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

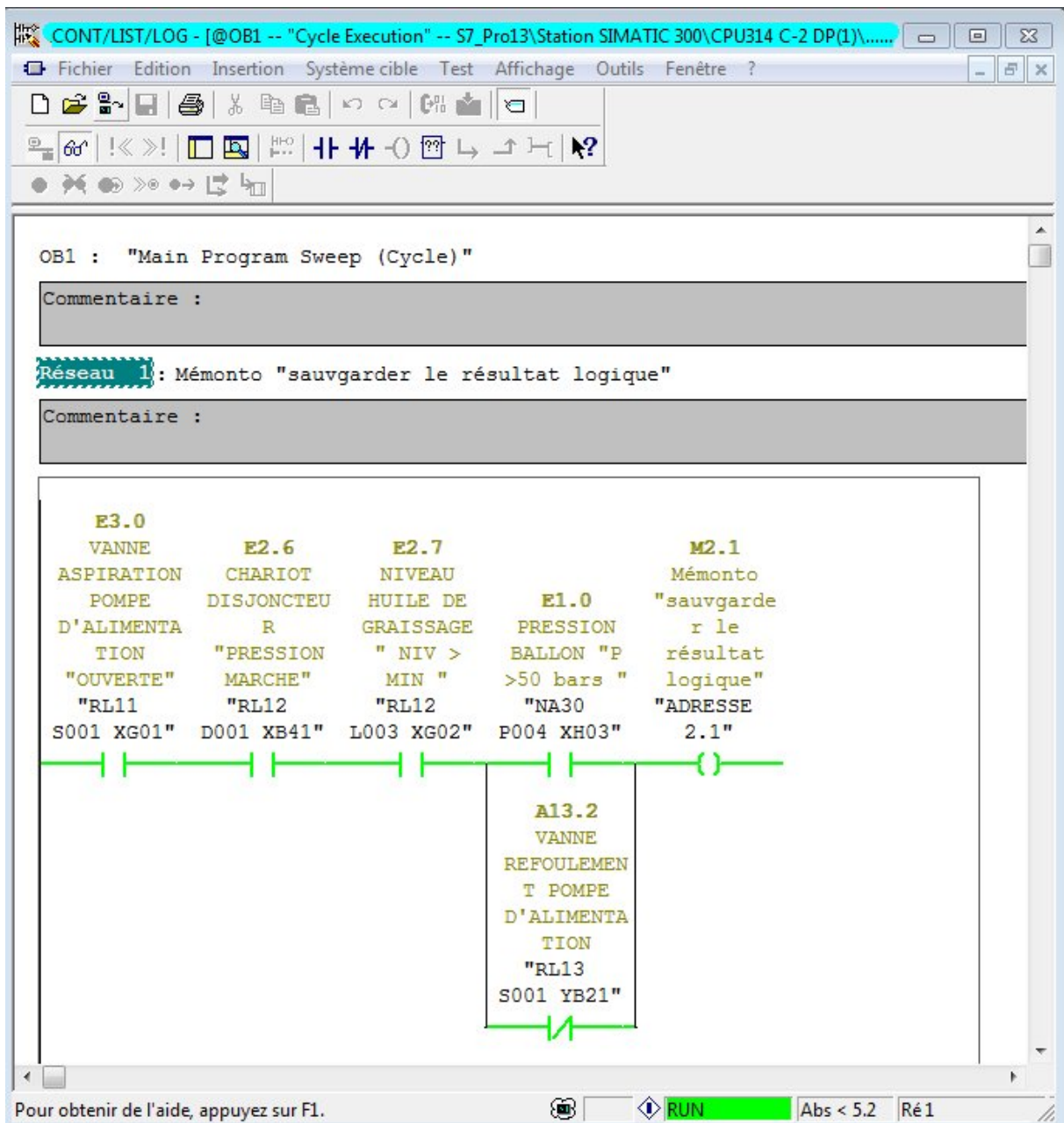


Figure IV.16 : Visualisation de l'état du programme

➤ Activation de libération de marche :

L'activation de la libération de marche est illustrée par la figure IV.17.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

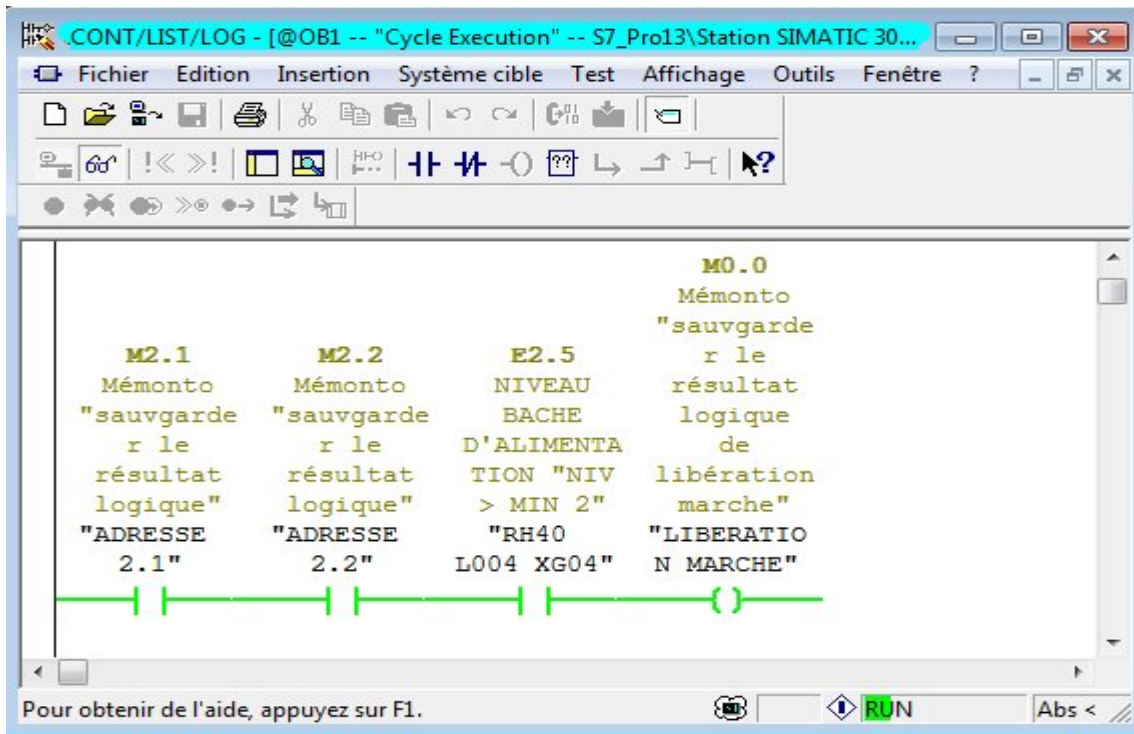


Figure IV.17 : Activation de la libération de marche

➤ **Activation de la phase 1 :**

Après avoir activé les mémontos d'automatique marche et libération de marche, la phase 1 est à 1 (activer), et la phase 2 est mise à 0. (Voir la figure IV.18).

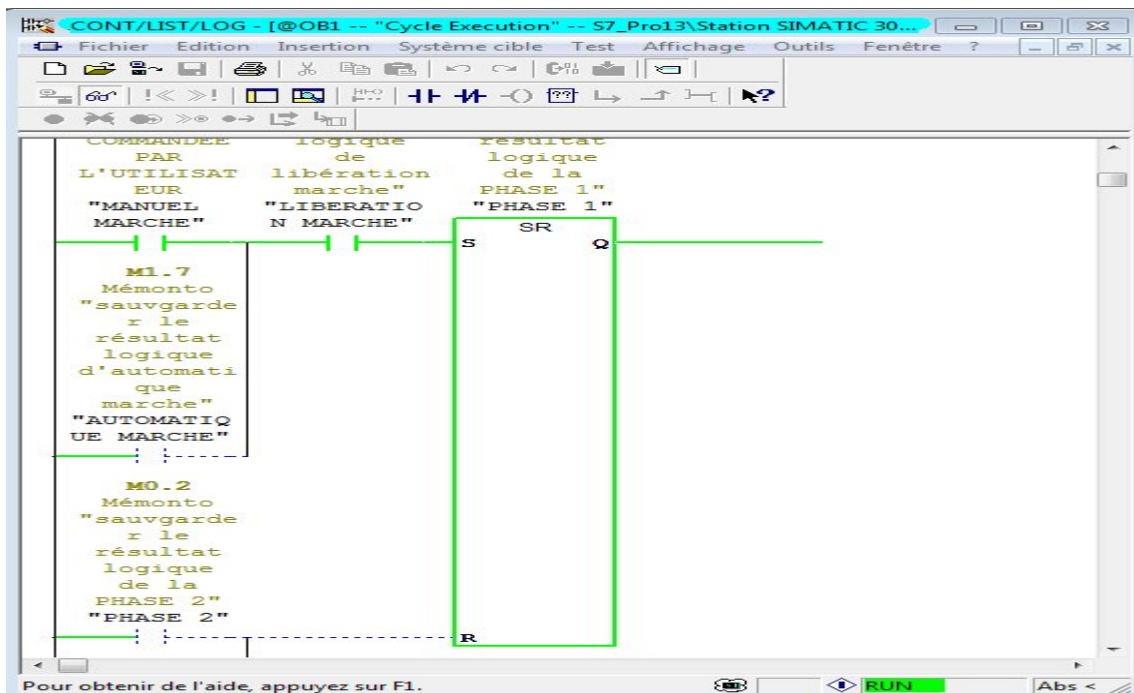


Figure IV.18 : Activation de phase 1

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

➤ Les sorties liées à la phase 1 :

Les sorties liées à la phase 1 sont illustrés par la figure suivante :

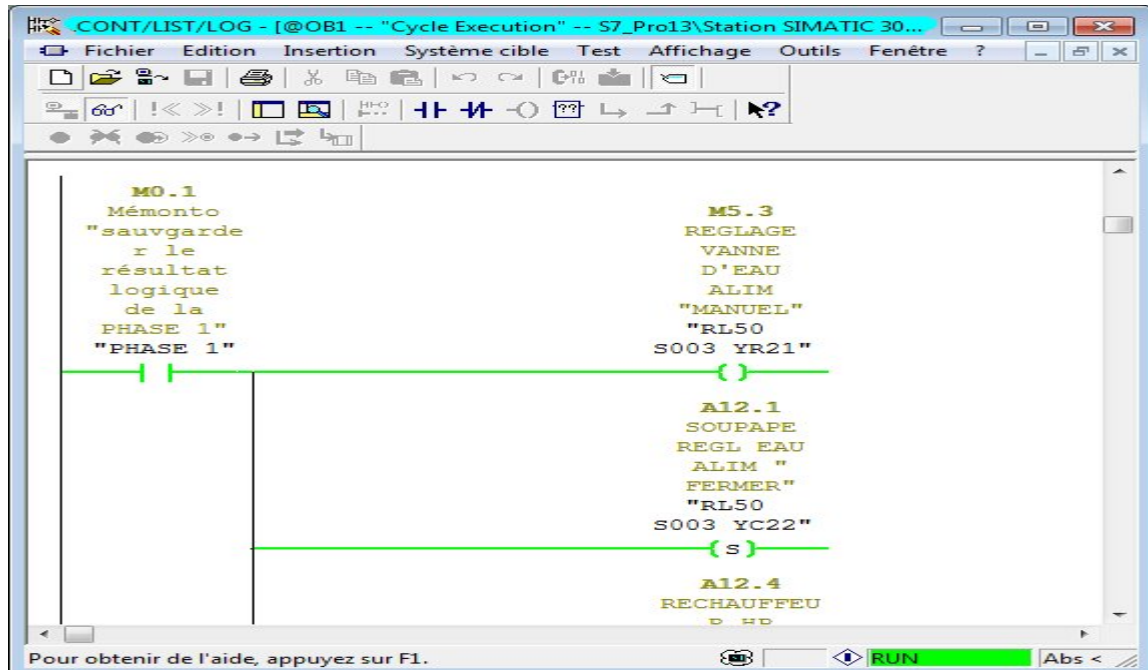


Figure IV.19 : Les sorties de phase 1

➤ La phase 2 est désactivée :

Lorsqu'on active la phase 1, la phase 2 est mise à 0. Comme la montre la figure suivante :

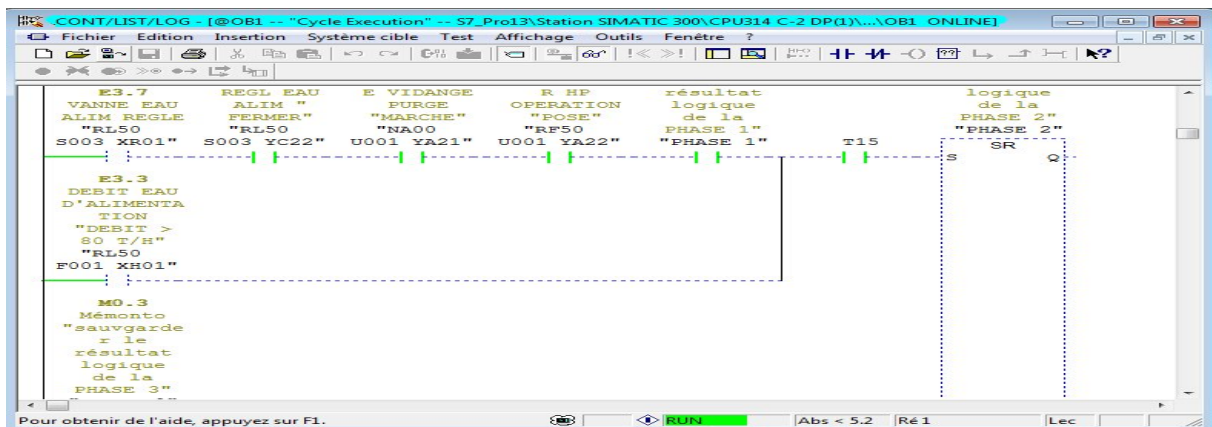


Figure IV.20 : La phase 2 est mise à 0

➤ Activation de la phase 2 :

Après avoir activé les mementos d'automatique 'marche' et libération de marche, la phase 2 est mise à 1 (activer), et la phase 3 est mise à 0 et la phase 1 est déjà désactivée.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

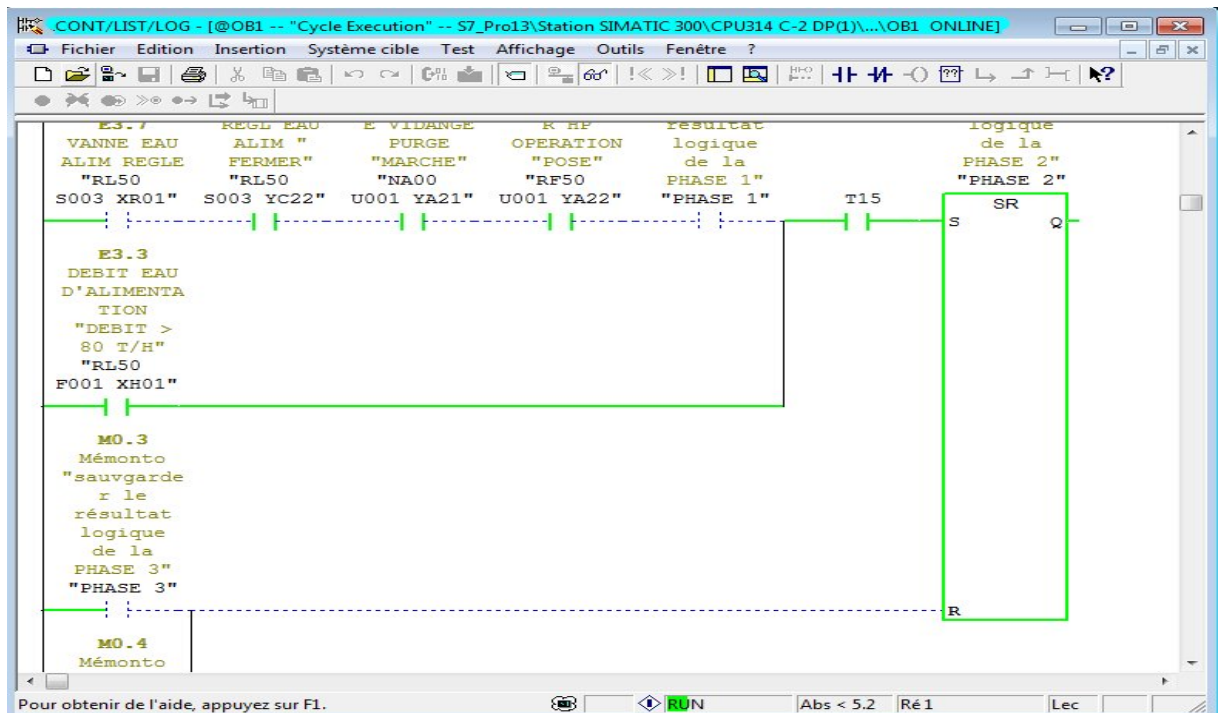


Figure IV.21 : Activation de la phase 2

➤ La phase 2 est désactivée :

Lorsqu'on active la phase 2, la phase 1 est mise à 0. Comme la montre la figure suivante :

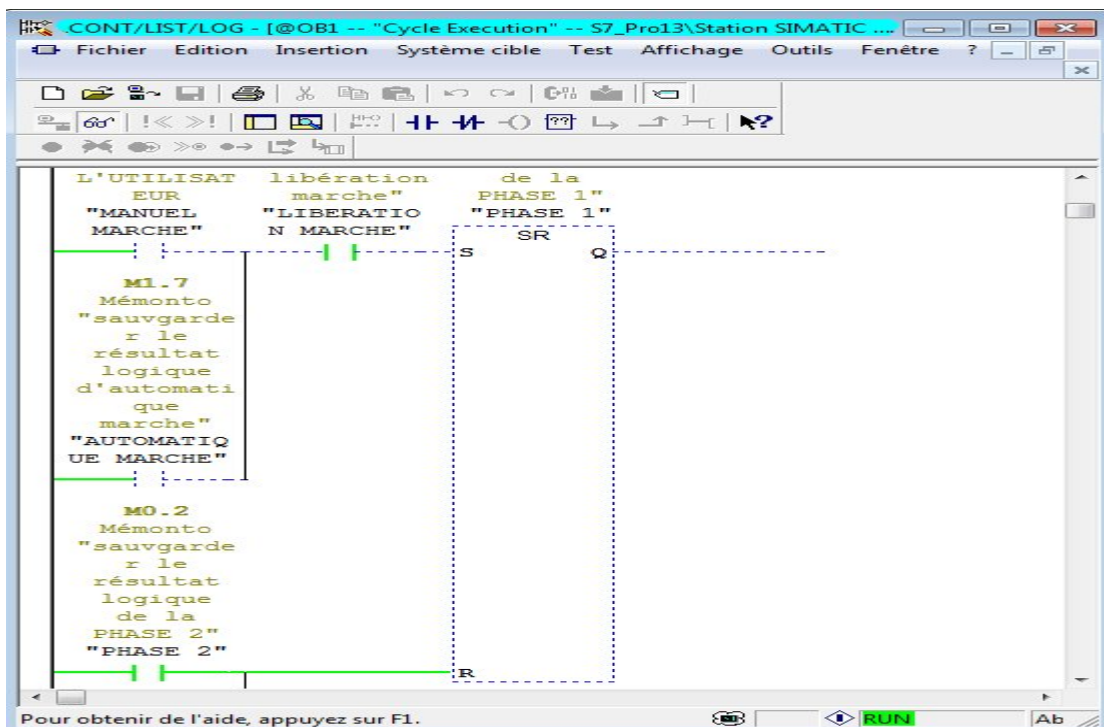



Figure IV.22 : Etat de la phase 1 lorsqu'on a activée la phase 2.

Chapitre IV : Développement de la solution programmable

Après le chargement du programme de OB01 dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN » le STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme, en cliquant sur l'icône . (Voir la figure IV.23.)

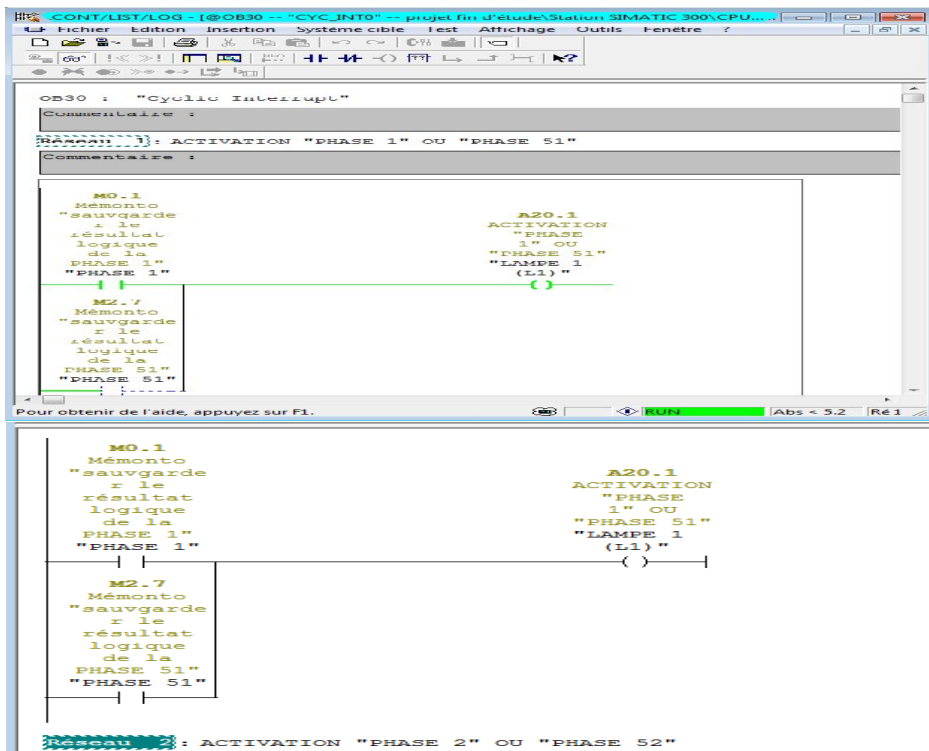


Figure IV.23 : Activation de la lampe 1

➤ Après l'activation de la phase 2 :

La lampe 2 va s'allumer, et la lampe 1 est éteinte. (Voir la figure IV.24).

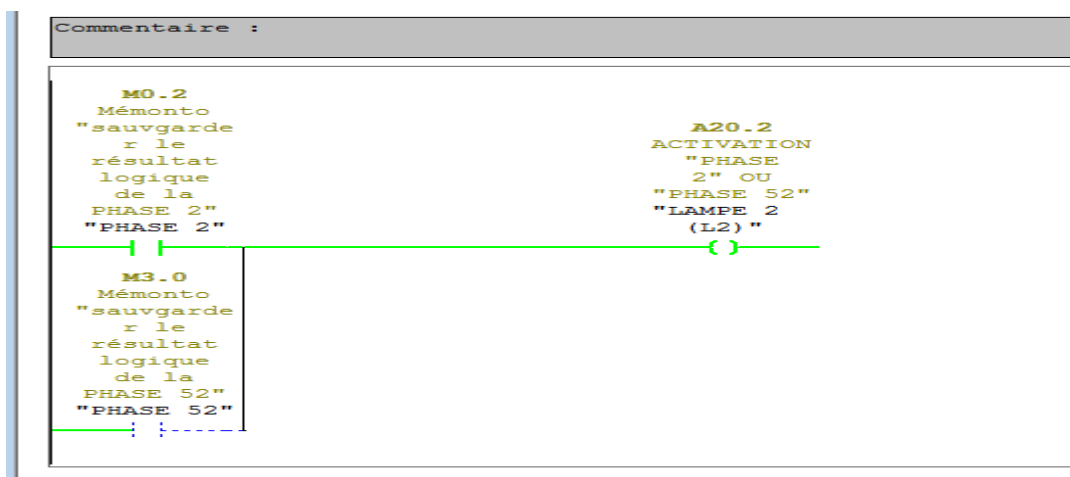


Figure IV.24 : Activation de la lampe 2

IV.10. Conclusion :

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité et la facilité d'extension de ses modules.

Le test de notre programme sur les pompes d'alimentations a été fait par la fonction de la visualisation et la table des variables sur un S7-300. Pour cela on a utilisé quatre modules d'entrées, quatre modules de sorties et cinq mémentos.

Les essais effectués, ont confirmé que la solution programmée nous a permis de donner les résultats envisagés.

Chapitre V

Développement de la plateforme de supervision

V.1. Introduction :

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation.

Une fois le pupitre mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des machines (pompes, vannes), capteurs (pression, niveau).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur les moteurs.

V.2. Présentation du logiciel Win CC flexible 2008 :

Win CC flexible 2008 est l'Interface Homme-Machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations et de machines. De par sa conception générale, WinCC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au multi panel, ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions monoposte basées sur un PC et tournant sous Windows XP/Vista.

Les projets peuvent être portés sans conversion et sont exécutables sur diverses plateformes IHM. Grâce à des logiciels et à des projets multilingues, le WinCC Flexible peut être utilisé dans le monde entier.

WinCC Flexible comprend des outils d'ingénierie innovants pour la configuration cohérente de tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI. Il apporte une efficacité de configuration maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables, des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues.

V.3. Définition de la supervision industrielle :

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme/machine. Elle présente beaucoup d'avantages pour le processus industriel de production. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle. Elle permet grâce à des synoptiques préalable, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

La supervision consiste en de nombreuses fonctions :

- Elle répond à des besoins nécessitant en générale une puissance de traitement importante.
- Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et des tâches telles que la synchronisation.

- Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Elle surveille les procédés industriels à distance.
- Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre grâce au logiciel WinCC Flexible.

V.4. constitution d'un système de supervision :

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

- **Module de visualisation (affichage) :**

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

- **Module d'archivage :**

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

- **Module de traitement :**

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

- **Module de communication :**

Il assure l'acquisition et le transfert des données. Il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il donne la possibilité de :

- De modifier la configuration même après la mise en vente.
- D'avoir la comptabilité avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

V.5. Etapes de mise en œuvre :

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut prendre préalablement connaissance des éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du logiciel WinCC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

V.5.1. Etablir une liaison directe :

La première chose à effectuer est de créer une liaison directe entre le WinCC et notre automate. Ceci pour que WinCC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Après avoir créé notre projet WinCC, nous cliquons sur l'onglet liaison afin de

Chapitre V : Développement de la plateforme de supervision

créer une nouvelle liaison que nous nommerons « liaison_1 » nous cliquons ensuite les différents paramètres :

- Interface : MPI/DP : Notre automate est relié par un MPI-DP.
- Adresse : permet de spécifier l'adresse de la station, dans ce cas-là l'adresse MPI.

Par exemple 2

L'éditeur "liaisons" affiche la connexion à l'automate configurée.

V.5.2. Création de la table des variables :

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

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

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

Une variable est l'image d'une cellule mémoire définie de l'automate. L'accès en lecture et en écriture à cette cellule mémoire est possible à partir du pupitre opérateur.

Afin de faire la correspondance entre les données du projet Step7 et les données du projet Win CC, il est possible de faire une table de correspondance des données via l'onglet variable. Chaque ligne correspond à une variable de WinCC. Elle est spécifiée par :

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

Le taux de rafraichissement est le temps que doit mettre Win CC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate

V.6. Création d'un projet sous WinCC flexible 2008 :

Les principales étapes suivies pour la création de notre application sous Win CC flexible 2008 sont :

a) Création d'un nouveau projet :

Au démarrage de WinCC flexible, une fenêtre « WinCC flexible Advanced » s'ouvre avec des choix multiples pour la création de projet. Dans notre cas, on a choisi « créer un projet vide ».

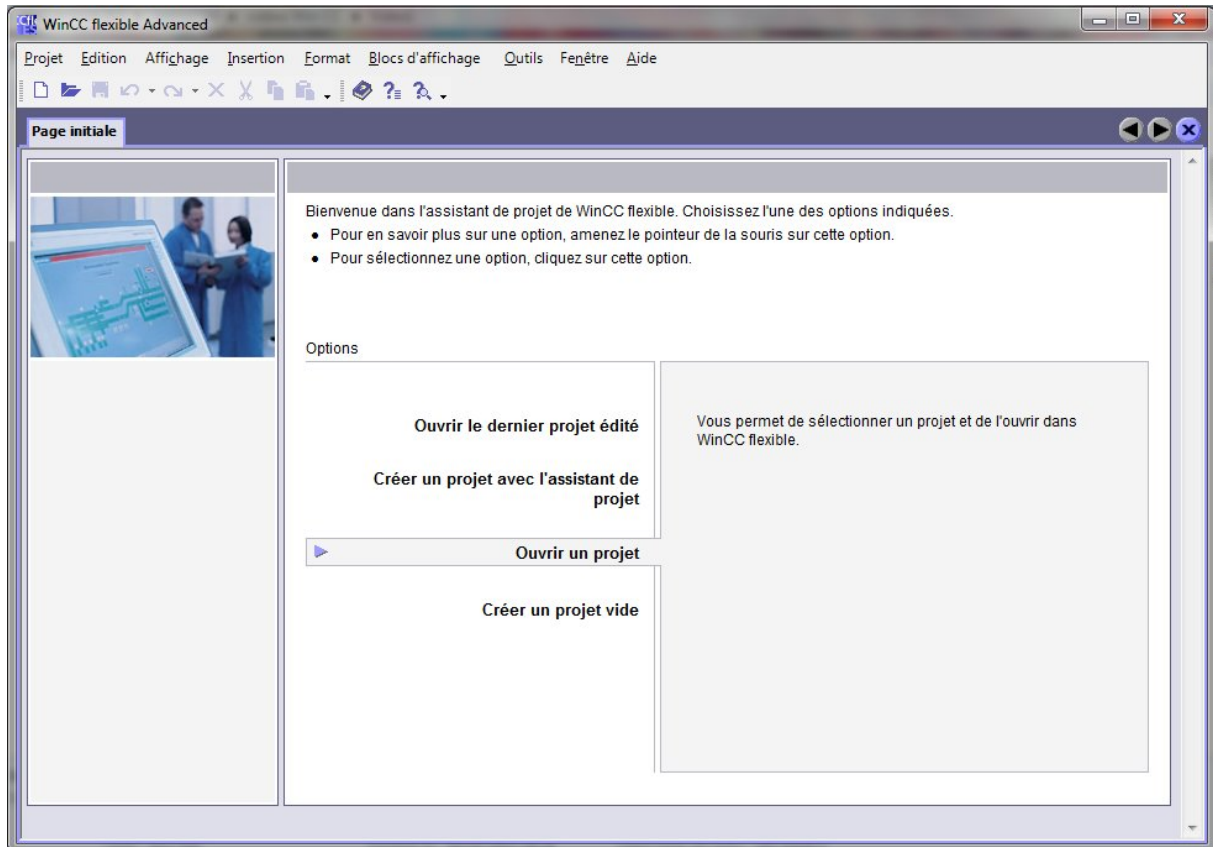


Figure V.1 : Création d'un nouveau projet.

b) Sélection de pupitre :

Après la création d'un nouveau projet, une nouvelle fenêtre s'ouvre pour le choix de pupitre à utiliser pour notre application.

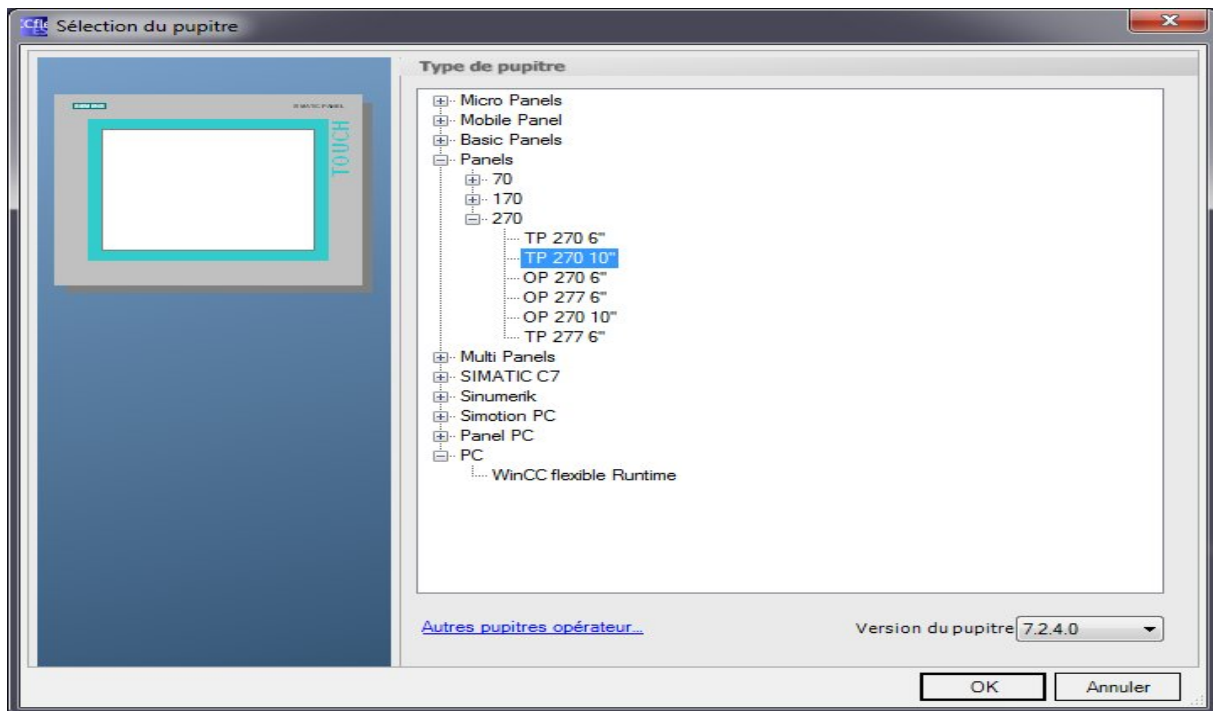


Figure V.2 : Fenêtre de choix de pupitre.

c) Espace du travail :

Après validation du type de pupitre, l'espace de travail WinCC Flexible Advanced-projet-HMI s'ouvre. L'espace de travail de WinCC flexible nous offre tous les outils nécessaires à la présentation d'un quelconque système automatique, mécanique, hydraulique et autres.

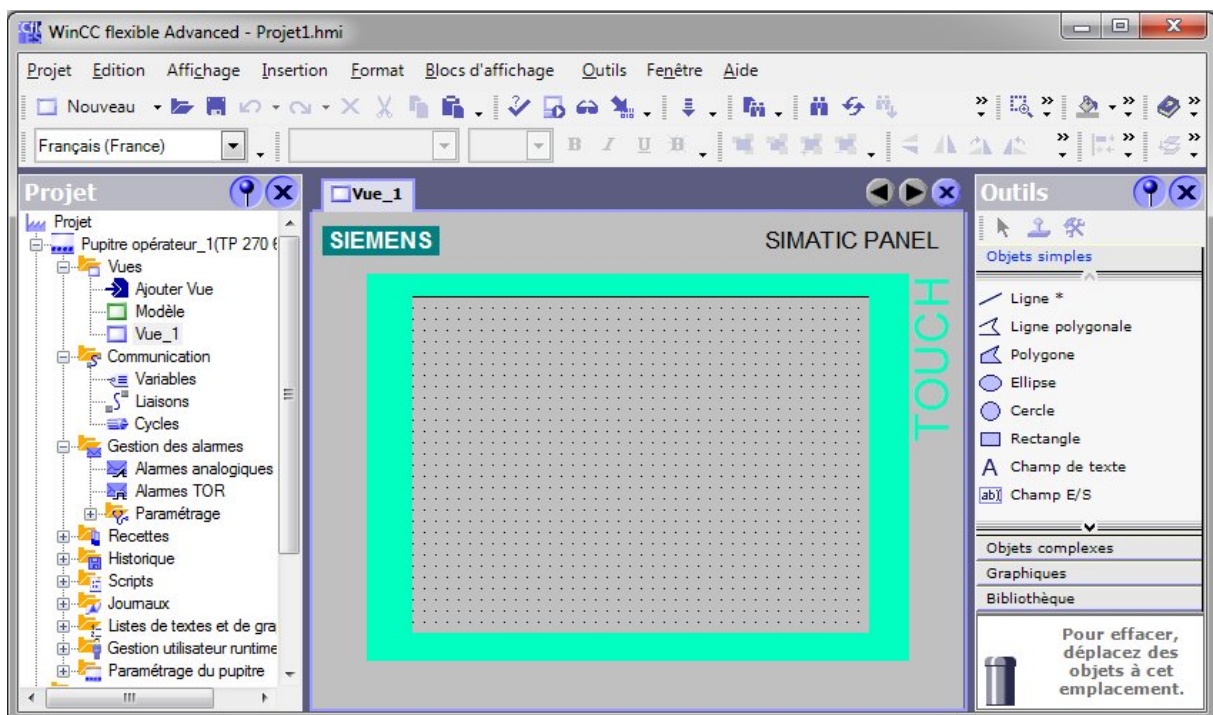


Figure V.3 : Espace du travail WinCC flexible.

d) Edition des vues :

L'application WinCC que nous avons élaboré renferme toutes les vues contenant tous les éléments de notre système (l'accueil, les phases et pupitre de commande).

V.7. Les vues du projet :

V.7.1. Vue d'accueil :

Cette vue nous permet de démarrer ou d'arrêter notre pompe ou d'accéder directement à la vue des pupitres.

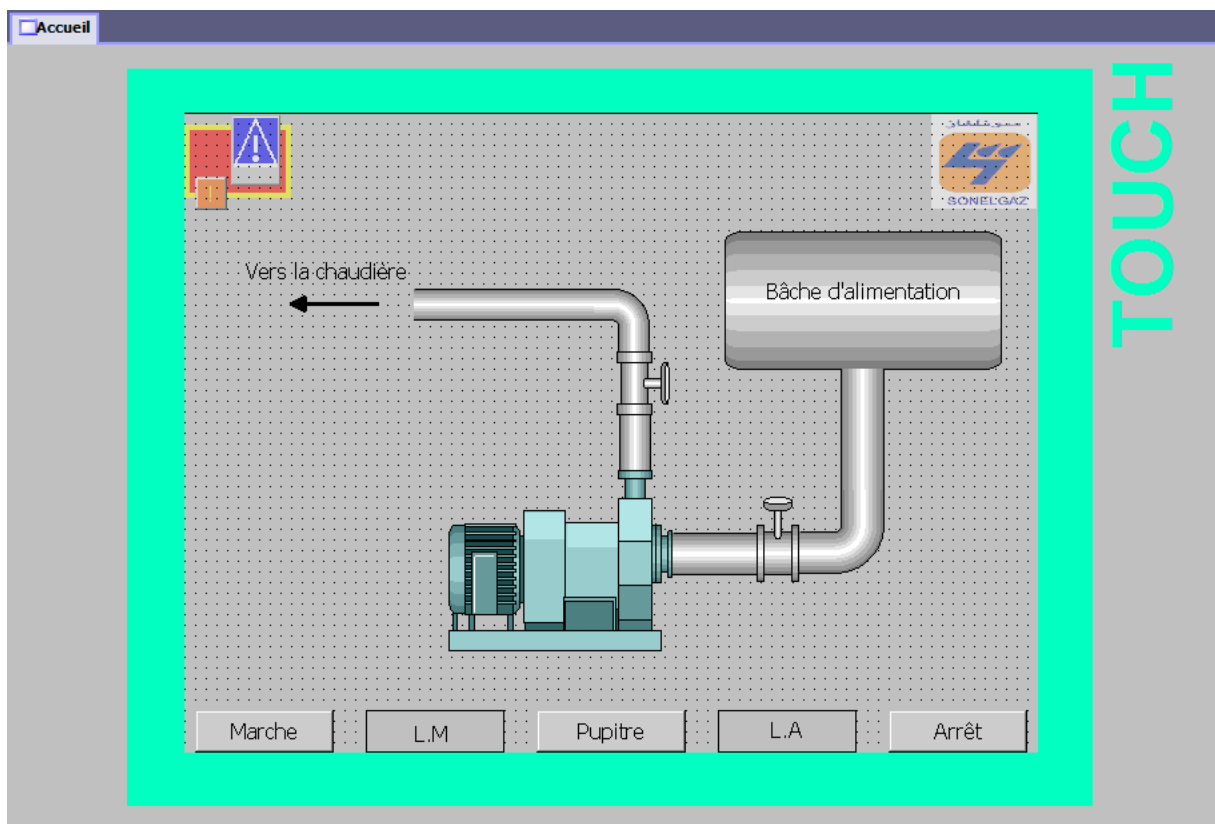


Figure V.4 : Vue d'accueil.

V.7.2. Vue de pupitre de commande :

Dans cette vue se trouve les différents boutons : pour l'arrêt, pour accéder à la vue d'accueil, pour accéder au différentes vues de phases et les différents indicateurs de l'état de système.

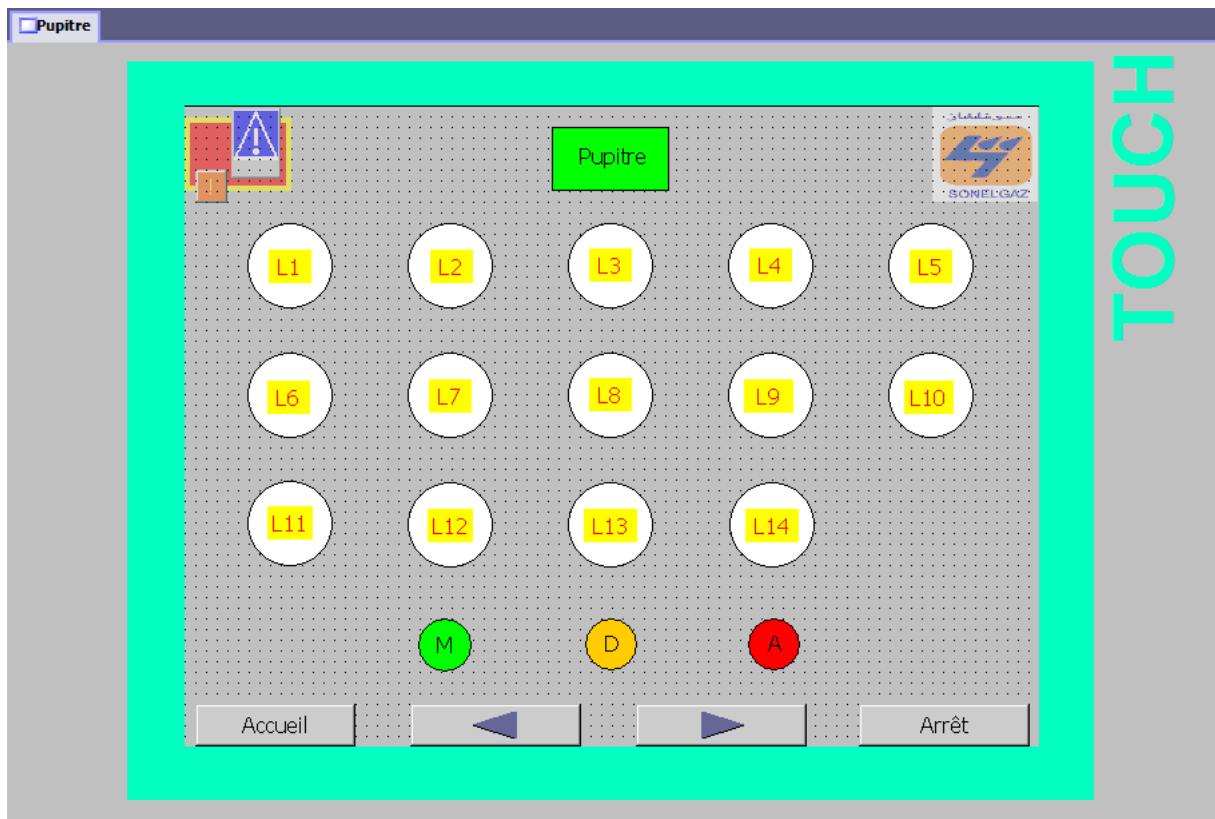


Figure V.5 :Vue de pupitre.

V.7.3. Vue d'une phase :

Dans cette phase se trouve les différentes actions qui sont réalisé dans cette phase et chaque vue possède un bouton pour revenir à l'accueil ou à la vue de pupitre, un bouton d'arrêt et deux bouton pour aller soit à la phase suivante soit à la phase précédente.

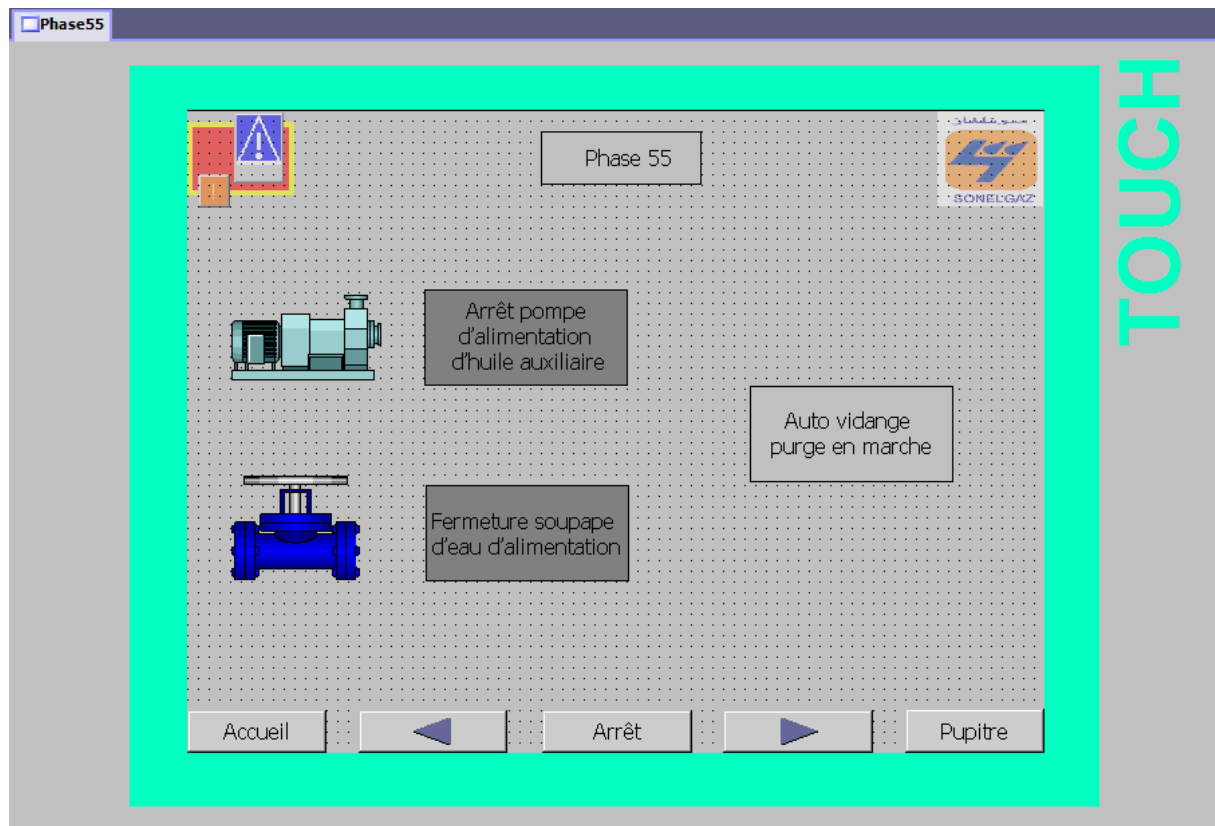


Figure V.5 : Vue d'une phase.

V.8. compilation et simulation :

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu "contrôle de la cohérence", après le contrôle de cohérence, le système crée un fichier de projet compilé.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur Runtime par la commande « démarrer le système Runtime du simulateur ».

V.9. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie, puis nous avons élaboré sous le logiciel Win CC Flexible les écrans permettant de suivre le fonctionnement de la chaîne.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'évolution remarquable de la technologie cautionne l'évolution des méthodes de résolution des problèmes d'automatisation séquentiel en utilisant moins de composant, dans le but est d'améliorer la production et d'augmenter la sécurité.

Dans le cadre du développement de notre mémoire, il nous a été demandé de réaliser la commande séquentielle par automate programmable de la pompe d'alimentation de la centrale thermique de Cap-Djinet, afin de remplacer la logique câblée existante qui a beaucoup d'inconvénient dont la difficulté de la maintenance et de diagnostic. Notre option est de porter dans le choix de l'outil de l'automatisation, à savoir l'API, ceci est dans le but d'offrir un produit fiable dont l'application ne nécessite pas un très grand investissement.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons opté pour un automate SIMATIC S7. Cet automate peut être programmé par le logiciel STEP7.

Pour cela, nous avons utilisé l'outil de modélisation GRAFCET qui nous a facilité le passage à la transcription de ce modèle en langage STEP7 et l'élaboration d'une solution programmable dont la validité de ce programme a été réalisée par le biais du logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM. Nous avons touché aussi à l'élaboration d'une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement du démarrage de la pompe d'alimentation.

Par suite de la simulation du programme, nous pouvons affirmer que nous sommes arrivés à l'objectif que nous avons fixé dans les objectifs cités dans l'introduction générale de cette étude.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec les systèmes automatisés et d'approfondir nos connaissances dans les automates programmables industriels et surtout à compléter nos connaissances théoriques. Au terme de celui-ci, nous recommandons de changer de la commande des processus par « API » de type SIEMENS STEP7, qui est la solution recherchée pour en finir avec le problème de pièces de rechange, et nous lui allouons tous les mérites de bonnes performances en justesse de traitement, et sa grande souplesse de contrôle avec une grande fiabilité.

Riche de l'expérience acquise durant ce stage de mise en condition professionnelle, nous souhaitons que ce travail profitera à l'entreprise, apportera un plus et constituera un support supplémentaire aux promotions à venir.

Bibliographie

Bibliographie

Ouvrage et mémoires :

[1]- O.GACEM, M.KABECHE et A.LEHCHILI, « Adaptation d'un API S7-300 au démarrage d'une chaudière ». Option électronique (Boumerdes), promotion 2012.

[2]- La documentation interne de la centrale thermique de Cap-Djinet.

[3]- A.GHERSALLAH et D.SAADA, « Equipement principal session I : poste d'eau de la centrale thermique de Cap-Djinet », promotion 2012.

[4]- F.NEDJARD et M.AROUS, « Etude et maintenance d'une pompe alimentaire de la centrale thermique de Cap-Djinet ». Département automatique, UMBB, promotion 2011.

[5]- G.MICHEL et J.COJEAU, « Automates programmable industriels », Edition Foucher 1985.

[6]- Documentation SIEMENS.

[7]- G. MICHEL, « Architecture, applications des automates programmables industriels »

[8]- A.BELKACEM et BOUKHERROUB, « Etude de l'automatisation par API S7-300 de la chaîne de fabrication des armoires frigorifiques de l'ENIEM », département automatique, UMMTO, promotion 2007.

Sites internet consultés :

[9]- www.ad.siemens.com.

Google earth.

Annexes

*Annexe A

*Annexe B

OB1 - <offline>

"Cycle Execution"

Nom : Famille :
Auteur : Version : 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 17/06/2015 13:22:03
Interface : 15/02/1996 16:51:12
Longueur (bloc/code /données locales) : 01860 01530 00022

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Réseau : 1 Mémonto "sauvgarder le résultat logique"

```

U   "RL11 S001 XG01" E3.0      -- VANNE ASPIRATION POMPE D'ALIMEN
      TATION "OUVERTE"
U   "RL12 D001 XB41" E2.6      -- CHARIOT DISJONCTEUR "PRESSION M
      ARCHE"
U   "RL12 L003 XG02" E2.7      -- NIVEAU HUILE DE GRAISSAGE " NIV
      > MIN "
U(
O   "NA30 P004 XH03" E1.0      -- PRESSION BALLON "P >50 bars "
ON  "RL13 S001 YB21" A13.2    -- VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALIME
      NTATION
)
=   "ADRESSE 2.1"   M2.1      -- Mémonto "sauvgarder le résultat
      logique"

```

Réseau : 2 Mémonto "sauvgarder le résultat logique"

UN	"RL00 U101 XU07"	M5.0	-- DESURCHAUFFEUR "MARCHE"
U	"RA21 S002 XR02"	E1.3	-- VANNE EAU CONTOURNE HP "FERME"
U	"RL71 S001 XC02"	E1.4	-- VANNE INJECTION CONTOURN HP "FE
		RME"	
U	"RL84 S001 XC02"	E2.3	-- VANNE VAPEUR BACHE D'ALIMENTATI
		ON " FERME"	
O	"NM00 U101 XU21"	E2.4	-- FEU EN CHAUDIERE "MARCHE "
=	"ADRESSE 2.2"	M2.2	-- Mémonto "sauvgarder le résultat
		logique"	

Réseau : 3 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de libération marche"

U	"ADRESSE 2.1"	M2.1	-- Mémonto "sauvgarder le résul
		tat logique"	
U	"ADRESSE 2.2"	M2.2	-- Mémonto "sauvgarder le résul
		tat logique"	
U	"RH40 L004 XG04"	E2.5	-- NIVEAU BACHE D'ALIMENTATION
		"NIV > MIN 2"	
=	"LIBERATION MARCHE"	M0.0	-- Mémonto "sauvgarder le résul
		tat logique de libération marche"	

Réseau : 4 Mémonto "sauvgarder le résultat logique et activer le temporisat

U	"RL32 D001 XB01"	E0.3	-- POMPE EAU D'ALIMENTATION 3 "MAR
		CHE"	
UN	"RL22 D001 XB01"	E2.0	-- POMPE EAU D'ALIMENTATION 2
U	"RL50 F901 XH03"	E0.6	-- DEBIT EAU D'ALIMENTATION "DEBIT
		> 240 T/H"	
ON	"RL32 D001 XB01"	E0.3	-- POMPE EAU D'ALIMENTATION 3 "MAR
		CHE"	
=	"ADRESSE 2.3"	M2.3	-- Mémonto "sauvgarder le résultat
		logique et activer le temporisateur T0"	

Réseau : 5

U	"ADRESSE 2.3"	M2.3	-- Mémonto "sauvgarder le résultat lo
		gique et activer le temporisateur T0"	
L	SST#2S		
SE	T 0		

Réseau : 6 Mémonto "sauvgarder le résultat logique d'automatique marche"

U	"ADRESSE 2.3"	M2.3	-- Mémonto "sauvgarder le résu
		ltat logique et activer le temporisateur T0"	
U	T 0		
U	"NA30 P004 XH03"	E1.0	-- PRESSION BALLON "P >50 bars
		"	
U	"RL13 S001 YB21"	A13.2	-- VANNE REFOULEMENT POMPE D'A
		LIMENTATION	
=	"AUTOMATIQUE MARCHE"	M1.7	-- Mémonto "sauvgarder le résu
		ltat logique d'automatique marche"	

```

O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 2" M0.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 2"
NOP 0
  
```

Réseau : 11	POMPE HUILE AUXILIAIRE POMPE D'ALIMENTATION "MARCHE"
-------------	------------------------------------------------------

```

U "PHASE 2" M0.2 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 2"
S "RL12 D002 YB21" A12.5 -- POMPE HUILE AUXILIAIRE POMPE D'
ALIMENTATION "MARCHE"
R "RL50 S003 YR21" M5.3 -- REGLAGE VANNE D'EAU ALIM "MANUE
L"
S "RL12 S001 YR21" M5.4 -- REGLE VITESSE POMPE D'ALIMENTAT
ION "MANUEL"
  
```

Réseau : 12	Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 3"
-------------	--------------------------------------------------------

```

U(
O "RL12 S001 XR01" E3.1 -- VANNE VITESSE PPE REGLE
O "RL13 S001 YB21" A13.2 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
'ALIMENTATION
)
U "RL12 P007 XG02" E3.2 -- PRESSION D'HUILE DE GRAIS
SAGE " P > MIN 1"
U "PHASE 2" M0.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 2"
U T 15
S "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 3"
U(
O "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 4"
O "PHASE 5" M0.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 5"
O "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 6"
O "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
O "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
O "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
  
```

```

O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 3"
NOP 0
  
```

Réseau : 13 POMPE EAU D'ALIMENTATION "MARCHE"

```

U "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 3"
S "RL12 D001 YB21" A13.0 -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
R "RL12 S001 YR21" M5.4 -- REGLE VITESSE POMPE D'ALIMENTAT
ION "MANUEL"
  
```

Réseau : 14

```

U "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le résultat logiqu
e de la PHASE 3"
L SST#10S
SE T 16
  
```

Réseau : 15 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 4"

```

U "RL12 P001 XH01" E1.1 -- PRESSION AV VANNE REFOULE
MENT " P > 25 bars"
U "RL12 D001 YB21" A13.0 -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
U "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 3"
U T 16
S "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 4"
U(
O "PHASE 5" M0.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 5"
O "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 6"
O "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
O "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
  
```

```

O "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 4"
NOP 0
  
```

Réseau : 16 REGLE VITESSE POMPE D'ALIMENTATION " AUTOMATIQUE"

```

U "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 4"
S "RL12 S001 YR21" M5.4 -- REGLE VITESSE POMPE D'ALIMENTAT
ION "MANUEL"
  
```

Réseau : 17

```

O "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 4"
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 11"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 13"
L SST#2S
SE T 18
  
```

Réseau : 18 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 5"

```

U "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 4"
U "RL12 S001 XR01" E3.1 -- VANNE VITESSE PPE REGLE
U T 18
S "PHASE 5" M0.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 5"
U(
O "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 6"
  
```

```

O   "PHASE 7"           M0.7           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
O   "PHASE 8"           M1.0           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
O   "PHASE 9"           M1.1           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
O   "PHASE 10"          M1.2           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O   "PHASE 11"          M1.3           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O   "PHASE 12"          M1.4           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O   "PHASE 13"          M1.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O   "PHASE 14"          M1.6           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O   "PHASE 51"          M2.7           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O   "PHASE 52"          M3.0           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O   "PHASE 53"          M3.1           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O   "PHASE 54"          M3.2           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O   "PHASE 55"          M3.3           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5         -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R   "PHASE 5"           M0.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 5"
NOP 0
  
```

Réseau : 19

```

U   "PHASE 5" M0.5           -- Memento "sauvgarder le résultat logiqu
e de la PHASE 5"
L   SST#20S
SE  T    19
  
```

Réseau : 20 Memento "sauvgarder le résultat logique"

```

U   "PHASE 5" M0.5           -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 5"
U   T    19
U   "RL40 P901 XH53" E0.2           -- PRESSION DIFFERENTIELLE VANNE R
EFOULEMENT " PD < 30 bars"
=   "ADRESSE 2.4" M2.4           -- Memento "sauvgarder le résultat
logique"
  
```

Réseau : 21 VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALIMENTATION " OUVRIR"

```

U   "ADRESSE 2.4" M2.4           -- Memento "sauvgarder le résultat lo
gique"
L   SST#2S
SE  T    20
  
```


Réseau : 22 Mémonto "sauvgarder le résultat logique"

```
U "ADRESSE 2.4" M2.4 -- Mémonto "sauvgarder le résultat
  logique"
U T 20
O "RL12 F001 XH01" E1.2 -- DEBIT EAU D'ALIMENTATION "DEBIT
  > 80 T/H"
= "ADRESSE 2.5" M2.5 -- Mémonto "sauvgarder le résultat
  logique"
```

Réseau : 23

```
U "RL40 P901 XH51" E3.4 -- PRESSION DIFFERENTIELLE VANNE R
  EFOULEMENT " PD < 10 bars"
L SST#2S
SE T 3
```

Réseau : 24 les résultat de la "PHASE 5"

```
U "PHASE 5" M0.5 -- Mémonto "sauvgarder le résultat
  logique de la PHASE 5"
= L 20.0
U L 20.0
U "ADRESSE 2.5" M2.5 -- Mémonto "sauvgarder le résultat
  logique"
U "ADRESSE 2.4" M2.4 -- Mémonto "sauvgarder le résultat
  logique"
S "RL13 S001 YB21" A13.2 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALIME
  NTATION
U L 20.0
BLD 102
R "RL12 S001 YR21" M5.4 -- REGLE VITESSE POMPE D'ALIMENTAT
  ION "MANUEL"
```

Réseau : 25

```
U "PHASE 5" M0.5 -- Mémonto "sauvgarder le résultat logiqu
  e de la PHASE 5"
L SST#6M40S
SE T 21
```

Réseau : 26 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 6"

```
U(
U T 3
U "RL40 P901 XH51" E3.4 -- PRESSION DIFFERENTIELLE V
  ANNE REFOULEMENT " PD < 10 bars"
O "RL13 S001 YB21" A13.2 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
  'ALIMENTATION
)
U "PHASE 5" M0.5 -- Mémonto "sauvgarder le ré
  sultat logique de la PHASE 5"
U T 21
S "PHASE 6" M0.6 -- Mémonto "sauvgarder le ré
  sultat logique de la PHASE 6"
U(
```

```

O "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
O "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
O "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 6"
NOP 0
  
```

Réseau : 27 les résultat de la "PHASE 6"

```

U "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 6"
S "RL50 S007 YB21" A13.3 -- VANNE ARRET EAU D'ALIMENTATION
  
```

Réseau : 28

```

U "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le résultat logiqu
e de la PHASE 6"
L SST#2M30S
SE T 22
  
```

Réseau : 29 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 7"

```

U "RL13 S001 YB21" A13.2 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
'ALIMENTATION
U "RL50 S007 YB21" A13.3 -- VANNE ARRET EAU D'ALIMENT
ATION
U "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 6"
U T 22
S "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
U(
O "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
  
```

```

O "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
NOP 0
  
```

Réseau : 30 les résultat de la "PHASE 7"

```

U "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 7"
= "RL12 U001 XU07" A15.3 -- REMPLISSAGE DU BALLON
  
```

Réseau : 31 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 8"

```

U(
O "NM00 U101 XU21" E2.4 -- FEU EN CHAUDIERE "MARCHE
"
O "NA30 L004 XH02" E1.5 -- NIVEAU BALLON "> MIN1"
)
U "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 7"
S "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
U(
O "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
  
```

```

O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
NOP 0
  
```

Réseau : 32

```

U "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le résultat logiqu
e de la PHASE 8"
L SST#5S
SE T 17
  
```

Réseau : 33 les résultat de la "PHASE 8"

```

U "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 8"
U T 17
S "RL50 S003 YR21" M5.3 -- REGLAGE VANNE D'EAU ALIM "MANUE
L"
  
```

Réseau : 34 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 9"

```

U "NM00 U101 XU21" E2.4 -- FEU EN CHAUDIERE "MARCHE
"
U "RL50 S003 XR01" E3.7 -- VANNE EAU ALIM REGLE
U "PHASE 8" M1.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 8"
S "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 9"
U(
O "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 10"
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 11"
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
  
```

```
R "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 9"  
NOP 0
```

Réseau : 35 les résultat de la "PHASE 9"

```
U "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le résultat  
logique de la PHASE 9"  
S "RL61 S003 YB21" A13.7 -- VANNE ARRET DESURCHAUFFEUR  
R "RL50 S003 YR21" M5.3 -- REGLAGE VANNE D'EAU ALIM "MANUE  
L"  
S "RL81 S003 YB21" A14.6 -- VANNE ARRET RESURCHAUFFEUR
```

Réseau : 36 DESURCHAUFFEUR "MARCHE"

```
U "RL61 S003 YB21" A13.7 -- VANNE ARRET DESURCHAUFFEUR  
U "RL81 S003 YB21" A14.6 -- VANNE ARRET RESURCHAUFFEUR  
S "RL00 U101 XU07" M5.0 -- DESURCHAUFFEUR "MARCHE"  
UN "RL81 S003 YB21" A14.6 -- VANNE ARRET RESURCHAUFFEUR  
UN "RL61 S003 YB21" A13.7 -- VANNE ARRET DESURCHAUFFEUR  
R "RL00 U101 XU07" M5.0 -- DESURCHAUFFEUR "MARCHE"  
NOP 0
```

Réseau : 37 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 10"

```
U "RL61 S003 YB21" A13.7 -- VANNE ARRET DESURCHAUFFEU  
R  
U "RL81 S003 YB21" A14.6 -- VANNE ARRET RESURCHAUFFEU  
R  
U "RA20 F001 XH03" E1.6 -- VAPEUR VIVE "DEBIT > 80 T  
/H"  
U "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 9"  
S "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 10"  
U(  
O "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 11"  
O "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 12"  
O "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 13"  
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 14"  
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 51"  
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 52"  
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 53"  
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 54"  
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 55"  
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique arrêt par protection"  
)  
R "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le ré  
sultat logique de la PHASE 10"  
NOP 0
```



```

O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
NOP 0
  
```

Réseau : 41

```

U "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 12"
L SST#30S
SE T 23
  
```

Réseau : 42 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 13"

```

U "NM00 U101 XU21" E2.4 -- FEU EN CHAUDIERE "MARCHE
"
U "NA30 P004 XH03" E1.0 -- PRESSION BALLON "P >50 ba
rs "
U "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 12"
U T 23
S "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
U(
O "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 14"
O "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 13"
NOP 0
  
```

Réseau : 43 les résultat de la "PHASE 13"

```

U "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 13"
S "RL23 S001 YB21" A15.6 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALIME
NTATION 2
S "RL33 S001 YB21" A15.7 -- VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALIME
NTATION 3
  
```

Réseau : 44 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 14"

```

U   "RL13 S001 YB21"      A13.2      -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
                                'ALIMENTATION
U   "RL23 S001 YB21"      A15.6      -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
                                'ALIMENTATION 2
U   "RL33 S001 YB21"      A15.7      -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
                                'ALIMENTATION 3
U   "PHASE 13"           M1.5      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 13"
U   T      18
S   "PHASE 14"           M1.6      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 14"
U(
O   "PHASE 51"           M2.7      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 51"
O   "PHASE 52"           M3.0      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 52"
O   "PHASE 53"           M3.1      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 53"
O   "PHASE 54"           M3.2      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 54"
O   "PHASE 55"           M3.3      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique arrêt par protection"
)
R   "PHASE 14"           M1.6      -- Mémonto "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 14"
NOP 0
  
```

Réseau : 45 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de libération d'arrêt"

```

U   "RA21 S002 XR02"      E1.3      -- VANNE EAU CONTOURNE HP "FERME
                                "
UN  "RL13 S001 YB21"      A13.2      -- VANNE REFOULEMENT POMPE D'ALI
                                MENTATION
U   "RL71 S001 XC02"      E1.4      -- VANNE INJECTION CONTOURN HP "
                                FERME"
U   "NA30 L004 XH02"      E1.5      -- NIVEAU BALLON "> MIN1"
U   "RA20 F001 XH03"      E1.6      -- VAPEUR VIVE "DEBIT > 80 T/H"
O   "RL22 D001 XB01"      E2.0      -- POMPE EAU D'ALIMENTATION 2
O   "RL32 D001 XB01"      E0.3      -- POMPE EAU D'ALIMENTATION 3 "M
                                ARCHE"
=   "LIBERATION ARRET"    M2.6      -- Mémonto "sauvgarder le résult
                                at logique de libération d'arrêt"
  
```

Réseau : 46

```

U   "RL40 P901 XH53"      E0.2      -- PRESSION DIFFERENTIELLE VANNE R
                                EFOULEMENT " PD < 30 bars"
L   SST#2S
SE  T      1
  
```


Réseau : 52

```
U   "PHASE 1"           M0.1           -- Memento "sauvgarder le ré
S   M   5.7           sultat logique de la PHASE 1"
U(
O   "PHASE 55"         M3.3           -- Memento "sauvgarder le ré
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5         -- Memento "sauvgarder le ré
)                                     sultat logique arrêt par protection"
R   M   5.7
NOP  0
```

Réseau : 53

```
U   "ADRESSE 2.6"     M3.4           -- Memento "sauvgarder le résultat lo
L   SST#2S           gique"
SE  T   2
```

Réseau : 54 Memento "sauvgarder le résultat logique arrêt par protection"

```
U(
O   T   2
O   "BOUTON ARRET URG" E0.0           -- ARRET D'URGENCE
O   "AUTOMATIQUE ARRET" M3.7           -- Memento "sauvgarder le ré
)                                     sultat logique d'automatique arrêt"
O   T   24
O   "AR"              M6.1
)
S   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5         -- Memento "sauvgarder le ré
)                                     sultat logique arrêt par protection"
U(
O   "BOUTON INIT"     E0.5           -- INITIALISATION MARCHE
O   "B_init"          M6.2
)
R   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5         -- Memento "sauvgarder le ré
)                                     sultat logique arrêt par protection"
NOP  0
```

Réseau : 55 ARRET PAR PROTECTION

```
U   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5           -- Memento "sauvgarder le ré
UN  "AR"              M6.1           sultat logique arrêt par protection"
U   "ARRET URGENCE"     M5.5           -- ARRET URGENCE
=   M   25.0
```

Réseau : 56 ARRET URGENCE

```

U "BOUTON ARRET URG" E0.0 -- ARRET D'URGENCE
S "ARRET URGENCE" M5.5 -- ARRET URGENCE
U "BOUTON INIT" E0.5 -- INITIALISATION MARCHE
R "ARRET URGENCE" M5.5 -- ARRET URGENCE
NOP 0
  
```

Réseau : 57 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 51"

```

U "LIBERATION ARRET" M2.6 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de libération d'arrêt"
S "PHASE 51" M2.7 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
U(
O "PHASE 52" M3.0 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 52"
O "PHASE 53" M3.1 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O "PHASE 54" M3.2 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O "PHASE 55" M3.3 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R "PHASE 51" M2.7 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
NOP 0
  
```

Réseau : 58 les résultat de la "PHASE 51"

```

O "PHASE 51" M2.7 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
O "ARRET PAR PROTECTION" M3.5 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
R "RL61 S003 YB21" A13.7 -- VANNE ARRET DESURCHAUFFEU
R
S "RL50 S003 YR21" M5.3 -- REGLAGE VANNE D'EAU ALIM
"MANUEL"
R "RL81 S003 YB21" A14.6 -- VANNE ARRET RESURCHAUFFEU
R
  
```

Réseau : 59 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 52"

```

U(
UN "RL00 U101 XU07" M5.0 -- DESURCHAUFFEUR "MARCHE"
U "RL50 S003 XR01" E3.7 -- VANNE EAU ALIM REGLE
UN "RL50 S003 YC22" A12.1 -- SOUPAPE REGL EAU ALIM " F
ERMER"
O "RL22 D001 XB01" E2.0 -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
2
O "RL32 D001 XB01" E0.3 -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
3 "MARCHE"
)
U "PHASE 51" M2.7 -- Mémonto "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 51"
U T 15
  
```

```

S      "PHASE 52"          M3.0      -- Memento "sauvgarder le ré
U(    sultat logique de la PHASE 52"
O      "PHASE 53"          M3.1      -- Memento "sauvgarder le ré
O      "PHASE 54"          M3.2      -- Memento "sauvgarder le ré
O      "PHASE 55"          M3.3      -- Memento "sauvgarder le ré
O      "ARRET PAR PROTECTION" M3.5      -- Memento "sauvgarder le ré
)      sultat logique arrêt par protection"
R      "PHASE 52"          M3.0      -- Memento "sauvgarder le ré
NOP 0  sultat logique de la PHASE 52"

```

Réseau : 60 les résultat de la "PHASE 52"

```

O      "PHASE 52"          M3.0      -- Memento "sauvgarder le ré
O      "ARRET PAR PROTECTION" M3.5      -- Memento "sauvgarder le ré
R      "RL50 S007 YB21"    A13.3     -- VANNE ARRET EAU D'ALIMENT
S      "RL12 S001 YR21"    M5.4      -- REGLE VITESSE POMPE D'ALI
R      "RL50 S003 YR21"    M5.3      -- REGLAGE VANNE D'EAU ALIM
R      "RL13 S001 YB21"    A13.2     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
R      "RL23 S001 YB21"    A15.6     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
R      "RL33 S001 YB21"    A15.7     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D

```

Réseau : 61 Mémonto "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 53"

```

UN     "RL23 S001 YB21"    A15.6     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
UN     "RL12 SOO1 XR01"    E3.1      -- VANNE VITESSE PPE REGLE
UN     "RL50 S007 YB21"    A13.3     -- VANNE ARRET EAU D'ALIMENT
UN     "RL13 S001 YB21"    A13.2     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
UN     "RL33 S001 YB21"    A15.7     -- VANNE REFOULEMENT POMPE D
O      "NA30 P004 XH03"    E1.0      -- PRESSION BALLON "P >50 ba
O      "RL32 D001 XB01"    E0.3      -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
O      "RL22 D001 XB01"    E2.0      -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
)
U      "PHASE 52"          M3.0      -- Memento "sauvgarder le ré
U      T      15          sultat logique de la PHASE 52"
S      "PHASE 53"          M3.1      -- Memento "sauvgarder le ré
U(    sultat logique de la PHASE 53"
O      "PHASE 54"          M3.2      -- Memento "sauvgarder le ré
O      sultat logique de la PHASE 54"

```

```

O   "PHASE 55"           M3.3           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R   "PHASE 53"           M3.1           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
NOP 0

```

Réseau : 62

```

O   "PHASE 53"           M3.1           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
O   "PHASE 55"           M3.3           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
L   SST#5S
SE  T 25
R   "RL12 S001 YR21"     M5.4           -- REGLE VITESSE POMPE D'ALI
MENTATION "MANUEL"

```

Réseau : 63 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 54"

```

U   "RL12 D002 YB21"     A12.5          -- POMPE HUILE AUXILIAIRE PO
MPE D'ALIMENTATION "MARCHE"
U   "PHASE 53"           M3.1           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 53"
U   T 25
S   "PHASE 54"           M3.2           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
U(
O   "PHASE 55"           M3.3           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
)
R   "PHASE 54"           M3.2           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
NOP 0

```

Réseau : 64 POMPE EAU D'ALIMENTATION "ARRET"

```

O   "PHASE 54"           M3.2           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique de la PHASE 54"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5           -- Memento "sauvgarder le ré
sultat logique arrêt par protection"
R   "RL12 D001 YB21"     A13.0          -- POMPE EAU D'ALIMENTATION

```

Réseau : 65 Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 55"

```

UN  "RL12 D001 YB21"     A13.0          -- POMPE EAU D'ALIMENTATION
U   "PHASE 54"           M3.2           -- Memento "sauvgarder le résu
ltat logique de la PHASE 54"
S   "PHASE 55"           M3.3           -- Memento "sauvgarder le résu
ltat logique de la PHASE 55"
U(
O   "BOUTON ARRET URG"   E0.0           -- ARRET D'URGENCE

```

```

O   "ADRESSE 2.7"      M3.6      -- Memento "sauvgarder le résu
                                ltat logique de condition initial"
O
U   "AUTOMATIQUE MARCHE" M1.7      -- Memento "sauvgarder le résu
                                ltat logique d'automatique marche"
U   "LIBERATION MARCHE" M0.0      -- Memento "sauvgarder le résu
                                ltat logique de libération marche"
)
R   "PHASE 55"        M3.3      -- Memento "sauvgarder le résu
                                ltat logique de la PHASE 55"
NOP 0

```

Réseau : 66 les résultat de la "PHASE 55"

```

O   "PHASE 55"        M3.3      -- Memento "sauvgarder le ré
                                sultat logique de la PHASE 55"
O   "ARRET PAR PROTECTION" M3.5      -- Memento "sauvgarder le ré
                                sultat logique arrêt par protection"
=   L   20.0
U   L   20.0
BLD 102
R   "NA00 U001 YA21"   A12.3      -- AUTOMATIQUE VIDANGE PURGE
                                "MARCHE"
U   L   20.0
U   T   25
R   "RL12 D002 YB21"   A12.5      -- POMPE HUILE AUXILIAIRE PO
                                MPE D'ALIMENTATION "MARCHE"
U   L   20.0
BLD 102
R   "RL50 S003 YC22"   A12.1      -- SOUPAPE REGL EAU ALIM " F
                                ERMER"

```

Réseau : 67 ACTIVATION "PHASE 1" OU "PHASE 51"

```

O   "PHASE 1"        M0.1      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 1"
O   "PHASE 51"        M2.7      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 51"
=   "LAMPE 1 (L1)"    A14.0      -- ACTIVATION "PHASE 1" OU "PHASE 51
                                "

```

Réseau : 68 ACTIVATION "PHASE 2" OU "PHASE 52"

```

O   "PHASE 2"        M0.2      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 2"
O   "PHASE 52"        M3.0      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 52"
=   "LAMPE 2 (L2)"    A14.1      -- ACTIVATION "PHASE 2" OU "PHASE 52
                                "

```

Réseau : 69 ACTIVATION "PHASE 3" OU "PHASE 53"

```

O   "PHASE 3"        M0.3      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 3"
O   "PHASE 53"        M3.1      -- Memento "sauvgarder le résultat 1
                                ogique de la PHASE 53"
=   "LAMPE 3 (L3)"    A14.2      -- ACTIVATION "PHASE 3" OU "PHASE 53
                                "

```

Réseau : 70 ACTIVATION "PHASE 4" OU "PHASE 54"

O	"PHASE 4"	M0.4	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 4"	
O	"PHASE 54"	M3.2	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 54"	
=	"LAMPE 4 (L4)"	A14.3	-- ACTIVATION "PHASE 4" OU "PHASE 54
		"	

Réseau : 71 ACTIVATION "PHASE 5" OU "PHASE 55"

O	"PHASE 5"	M0.5	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 5"	
O	"PHASE 55"	M3.3	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 55"	
=	"LAMPE 5 (L5)"	A14.4	-- ACTIVATION "PHASE 5" OU "PHASE 55
		"	

Réseau : 72 DECLENCHEMENT DU PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION

O	"PHASE 51"	M2.7	-- Memento "sauvgarder le résultat lo
		gique de la PHASE 51"	
O	"PHASE 52"	M3.0	-- Memento "sauvgarder le résultat lo
		gique de la PHASE 52"	
O	"PHASE 53"	M3.1	-- Memento "sauvgarder le résultat lo
		gique de la PHASE 53"	
O	"PHASE 54"	M3.2	-- Memento "sauvgarder le résultat lo
		gique de la PHASE 54"	
O	"PHASE 55"	M3.3	-- Memento "sauvgarder le résultat lo
		gique de la PHASE 55"	
=	"LAMPE_ARRET"	A13.1	

Réseau : 73 ACTIVATION "PHASE 6"

U	"PHASE 6"	M0.6	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 6"	
=	"LAMPE 6 (L6)"	A14.5	-- ACTIVATION "PHASE 6"

Réseau : 74 ACTIVATION "PHASE 7"

U	"PHASE 7"	M0.7	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 7"	
=	"LAMPE 7 (L7)"	A14.7	-- ACTIVATION "PHASE 7"

Réseau : 75 ACTIVATION "PHASE 8"

U	"PHASE 8"	M1.0	-- Memento "sauvgarder le résultat l
		ogique de la PHASE 8"	
=	"LAMPE 8 (L8)"	A15.0	-- ACTIVATION "PHASE 8"

Réseau : 76 ACTIVATION "PHASE 9"

U "PHASE 9" M1.1 -- Memento "sauvgarder le résultat l
ogique de la PHASE 9"
= "LAMPE 9 (L9)" A15.1 -- ACTIVATION "PHASE 9"

Réseau : 77 ACTIVATION "PHASE 10"

U "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 10"
= "LAMPE 10 (L10)" A15.2 -- ACTIVATION "PHASE 10"

Réseau : 78 ACTIVATION "PHASE 11"

U "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 11"
= "LAMPE 11 (L11)" A15.4 -- ACTIVATION "PHASE 11"

Réseau : 79 ACTIVATION "PHASE 12"

U "PHASE 12" M1.4 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 12"
= "LAMPE 12 (L12)" A15.5 -- ACTIVATION "PHASE 12"

Réseau : 80 ACTIVATION "PHASE 13"

U "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 13"
= "LAMPE 13 (L13)" A12.6 -- ACTIVATION "PHASE 13"

Réseau : 81 ACTIVATION "PHASE 14"

U "PHASE 14" M1.6 -- Memento "sauvgarder le résultat
logique de la PHASE 14"
= "LAMPE 14 (L14)" A12.7 -- ACTIVATION "PHASE 14"

Réseau : 82 DEDEMARRAGE DU PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION

O "PHASE 1" M0.1 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 1"
O "PHASE 2" M0.2 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 2"
O "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 3"
O "PHASE 4" M0.4 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 4"
O "PHASE 5" M0.5 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 5"
O "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 6"
O "PHASE 7" M0.7 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 7"

O	"PHASE 8"	M1.0	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 8"
O	"PHASE 9"	M1.1	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 9"
O	"PHASE 10"	M1.2	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 10"
O	"PHASE 11"	M1.3	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 11"
O	"PHASE 12"	M1.4	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 12"
O	"PHASE 13"	M1.5	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 13"
O	"PHASE 14"	M1.6	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 14"
=	"LAMPE DE MARCHE"	A13.6	-- DEDEMARRAGE DU PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION

Réseau : 83

U	"PHASE 1"	M0.1	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 1"
L	SST#1M2S		
SE	T	4	

Réseau : 84

U	"PHASE 2"	M0.2	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 2"
L	SST#1M2S		
SE	T	5	

Réseau : 85

U	"PHASE 3"	M0.3	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 3"
L	SST#12S		
SE	T	6	

Réseau : 86

U	"PHASE 4"	M0.4	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 4"
L	SST#4S		
SE	T	7	

Réseau : 87

U	"PHASE 5"	M0.5	-- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 5"
L	SST#6M42S		
SE	T	8	

Réseau : 88

U "PHASE 6" M0.6 -- Memento "sauvgarder le résultat logiqu
e de la PHASE 6"
L SST#2M32S
SE T 9

Réseau : 89

U "PHASE 10" M1.2 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 10"
L SST#4S
SE T 10

Réseau : 90

U "PHASE 11" M1.3 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 11"
L SST#4S
SE T 11

Réseau : 91

U "PHASE 13" M1.5 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 13"
L SST#32S
SE T 12

Réseau : 92

U "PHASE 52" M3.0 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 52"
L SST#1M2S
SE T 14

Réseau : 93

U "PHASE 51" M2.7 -- Memento "sauvgarder le résultat logiq
ue de la PHASE 51"
L SST#1M2S
SE T 13

Réseau : 94 DEFAUT DANS LE PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION

U T 4
UN "PHASE 2" M0.2 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 2"
O
U T 5
UN "PHASE 3" M0.3 -- Memento "sauvgarder le résulta
t logique de la PHASE 3"
O

```
U      T      6
UN     "PHASE 4"      M0.4      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 4"
O
U      T      7
UN     "PHASE 5"      M0.5      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 5"
O
U      T      8
UN     "PHASE 6"      M0.6      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 6"
O
U      T      9
UN     "PHASE 7"      M0.7      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 7"
O
U      T      10
UN     "PHASE 11"     M1.3      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 11"
O
U      T      11
UN     "PHASE 12"     M1.4      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 12"
O
U      T      12
UN     "PHASE 14"     M1.6      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 14"
O
U      T      13
UN     "PHASE 52"     M3.0      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 52"
O
U      T      14
UN     "PHASE 53"     M3.1      -- Memento "sauvgarder le résultat logique de la PHASE 53"
=     "LAMPE DE DEFAUT" A13.5     -- DEFAUT DANS LE PROGRAMME DE LA POMPE D'ALIMENTATION
```

 **Liste des abréviations :**

RM: Circuit du condensat principale.

RL: Système d'eau d'alimentation.

VG: Circuit d'eau de refroidissement secondaire.

RA: Circuit de vapeur vive RA.

RC: Conduit de vapeur a resurchauffeur.

RB: Circuit de vapeur resurchauffée.

C : Circuit de régulation.

D : Entérinement des machines outil (moteur, ventilation, compresseur, pompe).

F : Mesure de débit.

L : Mesure de niveau.

P : Mesure de pression.

S : Mesure de leur position (robinetterie, clapet, vanne...etc.).

T : Mesure de température.

U : Mesure de signal venant d'un circuit de verrouillage ou d'un circuit automatique.

V : Mesure de vibration.

Y : Mesure de la vitesse de rotation.

NM : Chauffage à fuel.

RH: Soutirage bas, basse pression (BP).

NA: Partie HP chaudière.

NG: Gaine d'air frais.

RF: Soutirage basse haute pression (HP).

NR: Condensateur secondaire (réchauffeur HP).

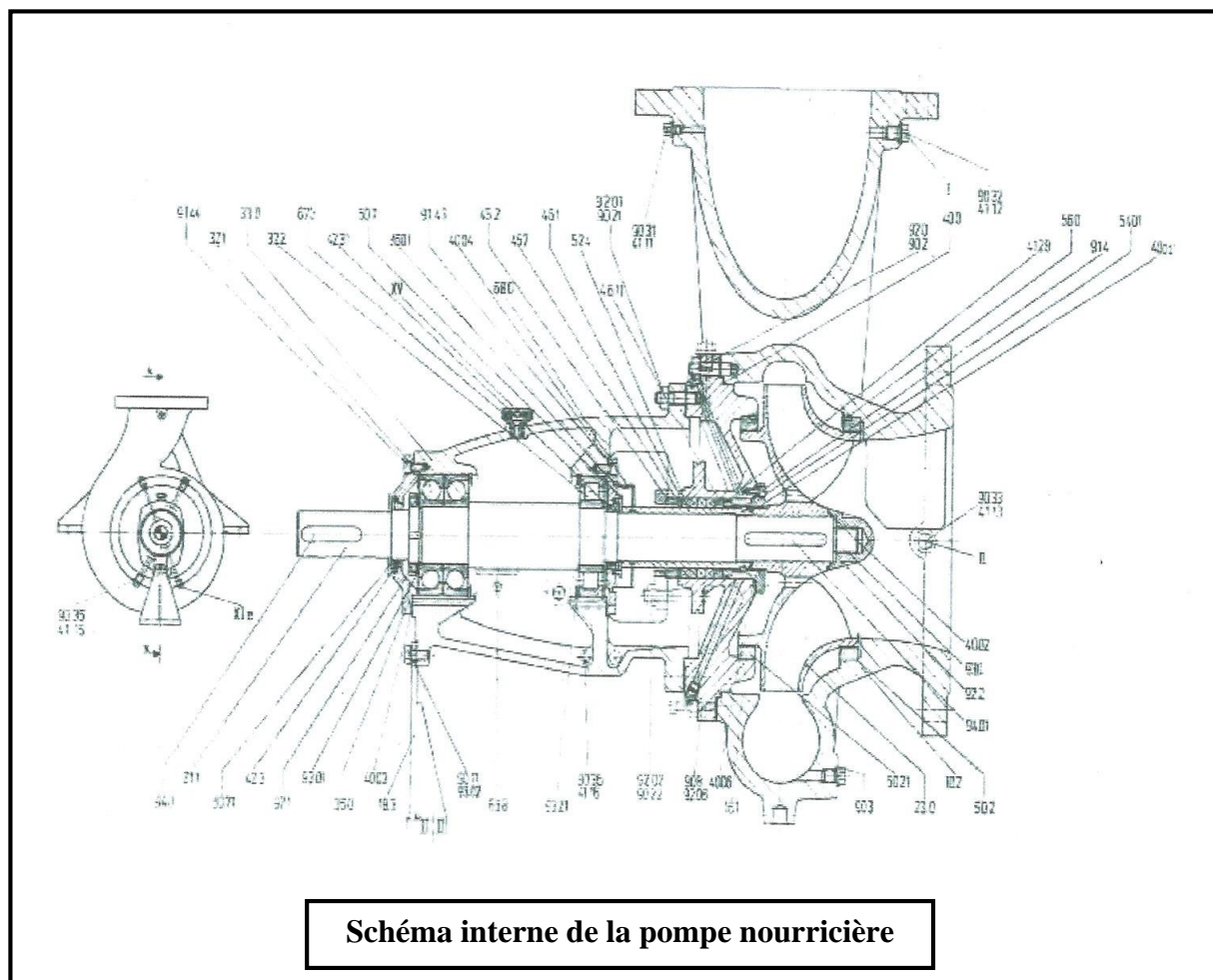


Schéma interne de la pompe nourricière

