

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADIMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

**Spécialité : ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIELLE**

**Présenté par**  
DELCI WALID  
HAMITOUCHE SAID

Thème

# AUTOMATISATION DE LA MISE EN MARCHE DES UNITES DE DESSALEMENT DE RAS-DJINET

*Mémoire soutenu publiquement le 27 septembre 2018 devant le jury composé de :*

**Mr AISSOU.S**

Maitre de Conférences classe «B», UMMTO, **Président**

**Mr DJOUDI. H**

Maitre Assistant classe «A», UMMTO, **Examineur**

**Mr MEZZAI.N**

Maitre de Conférences classe «B», UMMTO, **encadreur**

**Mr ZIANE. Dj**

Maitre de Conférences classe «B», UMMTO, **Co-Encadreur**

# remerciement

*Nous tenons à remercier tout premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.*

*Nous tenons également à exprimé nos vif remerciement à notre promoteur **M. MEZZAI** et*

*Co-promoteur **M.ZIANE** pour ces conseils, la confiance qu'il nous a accordés, ainsi que notre*

*Co-encadreur **M.MALKI**.*

*Nous adressons nos remerciements à tous les membres du jury qui nous ont fait le grand honneur en acceptant de jury et d'examiner notre modeste travail, espérons qu'il soit digne de leurs intérêts.*

*Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire, ainsi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail.*

# Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents pour leurs sacrifices,  
leur dévouement pour mon bonheur et leur  
soutien dans ma vie.*

*Mes frères et sœurs*

*Tous mes amis et tous ceux qui mon aidé  
de près ou de loin*

*D. Walid*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail et ma  
profonde gratitude.*

*A ma mère, à qui je dois la réussite, qui  
n'a jamais cessé de me soutenir tout au  
long de mon parcours d'étude.*

*A la mémoire de mon regrettable père.*

*A mes frères SAMI et YACINE.*

*A mes sœurs KAHINA et HASSIBA .*

*Que ce travail soit l'expression de ma  
grande affection et un témoignage de  
mon attachement et de mon profond  
amour.*

*H.SAID*

# *SOMMAIRE*

<b>CHAPITRE I :</b> .....	4
<b>PRESENTATION DE LA CENTRALE DE RAS-DJINET</b> .....	4
I.1 Introduction :.....	7
I.2 Implantation de la centrale : .....	7
I.3 Historique :.....	7
I.4 Différentes transformations énergétiques :.....	9
I.6 Différents constituants de la centrale :.....	10
I.6.1 Chaudière (générateur de vapeur) :.....	11
I.6.2 La turbine :.....	12
I.6.3 Le condenseur :.....	14
I.6.4 Les pompes : .....	14
I.6.5 La bêche alimentaire : .....	14
I.6.6 Les réchauffeurs :.....	15
I.6.7 Alternateur : .....	15
I.6.7.1 Caractéristiques de l'alternateur :.....	15
I.6.7.2 Constitution de l'alternateur :.....	16
I.6.7.3 Système d'excitation de l'alternateur :.....	16
I.6.8 Transformateur :.....	16
I.7 Les auxiliaires communs aux quatre groupes : .....	17
I.7.1 Station de dessalement de l'eau de mer : .....	17
I.7.2 Station d'électro chloration : .....	17
I.7.3 Station de production d'hydrogène :.....	17
I.7.4 Post gaz : .....	17
I.7.5 Station fuel : .....	17
I.8 Evacuation d'énergie : .....	17
I.9 Conclusion : .....	18
<b>CHAPITRE II :</b> .....	19
<b>LE PROCÉDÉ DE DESSALEMENT ET CES ORGANES DE COMMANDE ET INSTRUMENTATION</b> 19	
II.1 Introduction : .....	19
II.2 Principe de système multi-flash (MSF) :.....	20
II.3 Description technique de l'unité de dessalement :.....	22
II.3.1 Evaporateur :.....	22
II.3.2 Chaudière :.....	23

II.3.3.Pompes :	23
II.3.3.1 Définition :	23
II.3.3.2 Type de pompes utilisées dans la station de dessalement :	24
II.3.3.3 Pompes de traitement :	24
II.3.3.4 Pompes de transfert d'eau de mer :	26
II.3.3.5 Pompes d'éjection :	26
II.3.4 : Réchauffeur final :	27
II.4 Description du procédé du dessalement de l'eau de mer :	27
II.5 Partie opérative de la station de dessalement :	29
II.5.1 Partie électrique :	29
II.5.1.1 Les pré-actionneurs :	29
II.5.1.2 Partie instrumentation :	32
II.5.2 Pupitre de commande :	36
II.5.2.1 Les régulateurs : voire (figure II.6).....	37
II.5.2.2 Les boutons poussoirs :	39
II.5.2.3 Les alarmes :	39
II.5.2.4 Les actionneurs :	40
II.6 Conclusion :	41
<b><i>CHAPITRE III : ARCHITECTURE DES AUTOMATES PROGRAMMABLES.</i></b>	<b>42</b>
III.1 Introduction :	42
III.2 Automatisation de tout le procédé. ....	42
III.2.1 La partie automatisée :	42
III.2.2 La partie manuelle :	42
III.3 Passage de SIMATIC S5 vers SIMATIC S7 :	44
III.3.1 Pourquoi cette migration :	44
III.3.2 Présentation de l'ancien système d'automatisation SIMATIC S5-110 :	45
III.3.3 Structure du système d'automatisation S5-110 :	45
III.3.3.1 Unité centrale : l'unité centrale comprend :	45
III.3.3.2 La périphérie :	46
III.4.Présentation du nouveau système d'automatisation SIMATIC S7-300 :	47
III.4.1 Présentation de L'unité centrale (CPU) :	47
III.4.2 Les registre de la CPU :	47
III.4.3 Module d'alimentation: .....	48
III.4.4 Modules d'entrée/sorties .....	48
III.5 : Conclusion :	48
<b>CHAPITRE IV :</b>	<b>49</b>

<b>PROGRAMME DE DÉMARRAGE DE LA STATION DE DESSALEMENT</b> .....	49
IV.1 Introduction .....	49
IV.2 Systèmes automatisés de production (SAP) : .....	49
IV.2.1 Structures générales d'un système automatisé : .....	49
IV.2.2 Objectifs des Système automatisé de production : .....	49
IV.3.Modélisation de fonctionnement : .....	49
IV.4. Grafcet : .....	51
IV.4.1:Définition: .....	51
IV.4.2. Elaboration de GRAFCET de l'unité de dessalement : .....	52
IV.4.3 Modélisation du cahier des charges par GRAFCET .....	53
IV.5. Automatisation par le logiciel de programmation STEP7 : .....	61
iv.5.1 Utilisation du logiciel STEP7.....	61
IV.5.2. Configuration matérielle (Partie Hardware):.....	63
IV.5.3. Création de la table des mnémoniques (Partie Software).....	66
IV.5.4. Création du programme (Partie Software) .....	70
IV.5.5. La simulation du programme : .....	70
IV.6. Le programme : .....	75
IV.7. Conclusion .....	104

# LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : La centrale thermique de RAS-DJINET .....	8
Figure I.2 : Illustration de différentes transformations d'énergie. ....	9
Figure I.3 : Cycle eau vapeur d'une tranche thermique.....	10
Figure I.4 : Principe de fonctionnement d'une turbine à combustible. ....	12
Figure I.5 : Corps HP de la turbine. ....	13
Figure I.6 : Corps MP de la turbine. ....	13
Figure I.7 : Corps BP de la turbine. ....	13
Tableau I.1: Caractéristique de l'alternateur.....	15
Figure II.1: Schéma représentatif de la centrale de RAS-DJINET .....	20
Figure II.2 : Schéma simplifié du procédé d'une unité MSF simple.....	22
Tableau II. 1: Caractéristique de l'évaporateur. ....	23
Tableau II. 2: Caractéristiques pompe-moteur.....	25
Tableau II. 3:Caractéristiques fonctionnelles des pompes de transfert d'eau de mer. ....	26
Tableau II. 4:Caractéristiques des pompes doseuses. ....	26
Figure II.3: Armoire électrique d'une pompe à incendie.....	30
Figure II.4: Sectionneur porte fusible.....	30
Figure II.5: Contacteur.....	31
Figure II.6:Disjoncteur moteur.....	31
Figure II.7: Relais thermique.....	32
Figure II.8: Capteur de débit.....	33
Figure II.9: Débitmètre électromagnétique.....	33
Figure II.10: Capteur de pression.....	34
Figure II.11: Capteur de température.....	35
Figure II.12: Capteur de niveau.....	36
Figure II.15 : pupitre de commande.....	37
Figure II.13: Conductimètre. ....	37
Figure II.14: sonde de conductimètre.....	37
Figure II.16: Les régulateurs sur le pupitre de commande. ....	38
Tableau II. 6 : Les boutons poussoirs des différentes pompes et clapets. ....	39
Tableau II. 7: Liste des alarmes. ....	40
Figure III.1: Calendrier de siemens pour l'arrêt de fourniture de SIMATIC SS-110. ....	44
Figure III.2 : AUTOMATE S5-110.....	45
Figure II.3 : Les modules de l'automate S5-110.....	46
Figure II.3: Vue générale de l'automate S7-300.....	47
Figure IV.1: Exemple de Grafcet.....	51
Figure IV.2:Grafcet de cahier des charges.....	56
Tableau II. 9: Tableau des réceptivités utilisé pour le démarrage.....	60
Figure IV.3: Icône de démarrage de SIMATIC.....	61
Figure IV.4: Page de démarrage assistant de STEP7.....	62
Figure IV.5: Choix de la CPU 314.....	62
Figure IV.6: Sélection de langage de programmation et de bloc.....	63
Figure IV.7: Les composants de la station.....	63
Figure IV.8: Catalogue de matérielles.....	64
Figure IV.9: Hiérarchie d'un projet STEP7.....	66
Tableau II. 10: Tableau des mnémoniques.....	70

Figure IV.10 : Fenêtre pour accéder aux variables d'entrées.....	71
Figure IV.11: Fenêtre pour accéder aux variables de sortie.....	71
Figure IV.12: Réglage de temporisation. ....	71
Figure IV.13 : Fenêtre pur mémentos. ....	72
Figure IV.14: Fenêtre pur la mise en marche de la simulation. ....	72
Figure IV.15: Visualisation de programme. ....	73

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<i>Tableau I.1 : caractéristique de l'alternateur.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau II. 1: Caractéristique de l'évaporateur. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau II. 2: Caractéristiques pompe-moteur. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau II. 3:Caractéristiques fonctionnelles des pompes de transfert d'eau de mer. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau II. 4:Caractéristiques des pompes doseuses. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau II. 5: Les différents régulateurs utilisés.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau II. 6 : Les boutons poussoirs des différentes pompes et clapets.....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau II. 7: Liste des alarmes. ....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau II. 8: Les actions pour le démarrage. ....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau II. 9: Tableau des réceptivités utilisé pour le démarrage. ....</i>	<i>60</i>
<i>Tableau II. 10: Tableau des mnémoniques. ....</i>	<i>70</i>

# Introduction générale

L'électricité est tellement présente dans notre vie quotidienne que nous avons souvent tendance à la considérer comme une nécessité d'ordre naturel, au même titre que l'eau courante et les besoins journaliers de l'être humain, d'où la nécessité d'assurer la continuité de la production de cette dernière ainsi que sa disponibilité, ce qui a poussé l'être humain à ne pas se satisfaire d'une seule source de production d'énergie électrique, mais de diversifier ces sources (centrale thermique, centrale nucléaire, le soleil, le vent ....etc.).

Lorsqu'on parle de la production électrique, il est courant que les termes « thermique » et « fossile » soient rapprochés. Or, une centrale thermique est une centrale qui produit de l'électricité à partir de la vapeur d'eau, produite grâce à la chaleur dégagée par la combustion de gaz, de charbon ou de fioul.

L'énergie électrique produite, est transportée, distribuée au moyen d'un réseau électrique national aux différents consommateurs que se soit le secteur résidentiel, le secteur tertiaire, le secteur industrielle....etc. La consommation de l'énergie électrique par ces différents secteurs ne cesse de croître d'une année à une autre, en raison de la croissance démographique et économique, particulièrement dans les pays en voie de développement.

L'Algérie est parmi ces pays en voie de développement, qui a commencé à élargir son parc de production d'électricité pour répondre à l'augmentation de la demande dans les différents secteurs, en introduisant les nouvelles sources d'énergie comme le solaire dans les régions du sud, le photovoltaïque, les éoliennes, et en construisant des nouvelles centrales thermiques modernes (centrale thermique à cycle combiné) dans plusieurs wilayas.

En Algérie plusieurs centrales thermiques classiques qui datent de plusieurs années ont été construites en collaboration avec les leaders mondiaux dans la construction et la mise en service des différents types de centrales.

Parmi ces centrales, on trouve la centrale thermique classique de **RAS\_DJINET**.

La centrale thermique de **RAS-DJINET** occupe une place importante dans le réseau de production nationale de l'énergie électrique, elle fournit une puissance utile de 704 MW, elle est dotée de quatre(4) tranches de production d'énergie.

Une station de dessalement est disponible dans la centrale pour assurer l'eau de refroidissement et d'alimentation. Le dessalement d'eau de mer est effectué selon le principe de distillation par détente successive dans 4 unités identiques.

Ces unités sont commandées et surveillées par des automates programmables de type SIMATIC S5-110S installés dans la salle de commande ou s'effectue la supervision par le pupitre de commande du fonctionnement de chacune des unités de dessalement.

Le programme utilisateur établi pour la gestion de ces unités est décrit en langage STEP5, et manipule 248 entrées, 192 sorties, 249 mémentos, ce programme a été fourni par le constructeur, il n'est pas accompagné d'une documentation qui permet une meilleure exploitation.

L'analyse de la commande existante a pour but d'élaborer un programme de la commande du procédé de démarrage des unités de dessalement.

Notre objectif vise à remplacer la commande existante à base d'un automate programmable dit SIMATIC STEP 5 par une commande programmée par un automate plus performant de type SIMATIC STEP7, étudier le fonctionnement détaillé de l'unité de dessalement et développer une solution de commande à base d'un automate API S7-300.

Notre travail est reparti en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre nous avons abordé des généralités sur la centrale électrique de **RAS-DJINET** en s'axant sur le circuit eau vapeur.

Dans le second chapitre nous avons fait une étude détaillée sur le procédé de dessalement d'eau de mer ainsi que ses organes de commande et d'instrumentation.

L'architecture des automates programmables en particulier l'automate STEP7-300 a été l'objet du troisième chapitre.

Le chapitre quatre a été consacré pour la modélisation de démarrage et d'arrêt des unités de dessalement par un outil très performant qui est le Grafset, et par la suite la programmation par logiciel STEP7.

Enfin nous avons achevé notre travail par une conclusion générale dans laquelle nous avons mis en évidence l'outil de programmation avec des automates en langage Grafset et Ladder.

# CHAPITRE I :

## PRESENTATION DE LA CENTRALE DE RAS-DJINET

### **I.1 Introduction :**

La production d'électricité à partir des centrales thermiques à flamme est la plus répandue dans le monde (plus de 64%), en effet, le gaz, le charbon et le fioul, utilisés comme combustibles sont des ressources naturelles abondantes.

Les centrales thermiques à flamme, flexibles et réactives, constituent pour l'Algérie l'un des moyens les plus efficaces pour répondre au besoin en énergie électrique de pays. Elles sont capables de produire de l'électricité très rapidement grâce à leur flexibilité.

La centrale thermique classique de RAS-DJINET datant de 1986, qui utilise le (gaz naturel ou le fioul), comme combustible, avec une puissance de 672MW répartie par quatre groupes monoblocs de 176MW chacun, est l'une de ces centrales qui assurent quantitativement et qualitativement la demande en énergie de ses clients.

Dans ce chapitre nous allons présenter la centrale thermique de **RAS-DJINET**, et décrire ses principaux éléments.

### **I.2 Implantation de la centrale :**

La centrale est située au bord de la mer à l'est d'Alger près de la ville de RAS-DJINET (1KM avant) dans la Wilaya de Boumerdès (30KM à l'est de Wilaya) (**Figure I.1**).

Le choix du site s'est fait sur la base des critères suivants [1] :

- ✓ Proximité de la mer.
- ✓ Proximité des consommateurs importants situés notamment dans la zone industrielle Rouïba - Réghaia.
- ✓ Possibilité d'extension.
- ✓ Condition de sous-sol favorable ne nécessitant pas de fondation profonde.

La centrale de RAS-DJINET s'étale sur une superficie de 35hectare.

### **I.3 Historique :**

En 1986, la centrale thermique de RAS-DJINET est venue couvrir le manque de production de l'électricité avec une puissance de 176MW dans chaque groupe [1].

Les différentes étapes de réalisation sont comme suit :

- Les principaux contrats ayant été signés en 1980, les travaux de terrassement ont démarré en 1981, et les travaux de montage ont commencé en Mars 1984 [1].

- La première fourniture d'énergie électrique au réseau s'est effectuée le 17 juin 1986

- Le calendrier de réalisation des principales opérations se présente comme suit :

- Travaux de génie civil : Juin 1981 - Mars 1985.
- Montage mécanique : Mars 1984 - Septembre 1986.
- Montage électrique : Mars 1984 - Septembre 1986.

- La mise en service des groupes de production d'électricité s'est déroulée comme suit :

- Groupe 1 Décembre 1985.

- Groupe 2 Avril 1986.

- Groupe 3 Septembre 1986.

- Groupe 4 Décembre 1986.

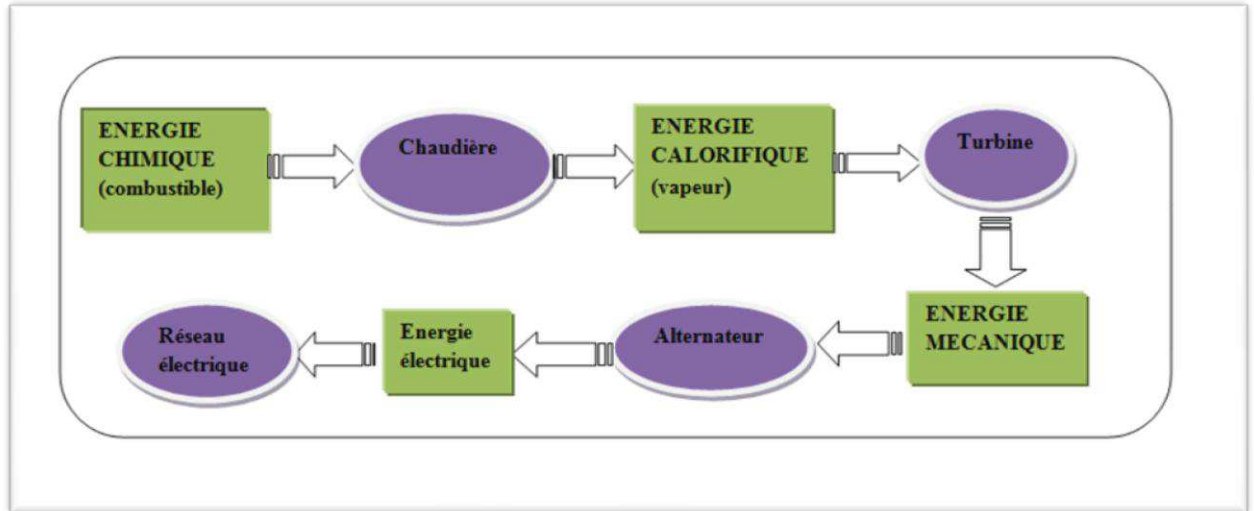


*Figure I.1 : La centrale thermique de RAS-DJINET*

## I.4 Différentes transformations énergétiques :

Avant de décrire le fonctionnement de la centrale, il sera bon de rappeler les différentes transformations énergétiques qui ont servi à la production de l'énergie électrique.

(Figure I.2)



*Figure I.2 : Illustration de différentes transformations d'énergie.*

Le principe de fonctionnement d'une centrale thermique à vapeur repose sur trois étapes primordiales décrites dans le cycle eau-vapeur.

## I.5 Fonctionnement de la centrale de RAS-DJINET :

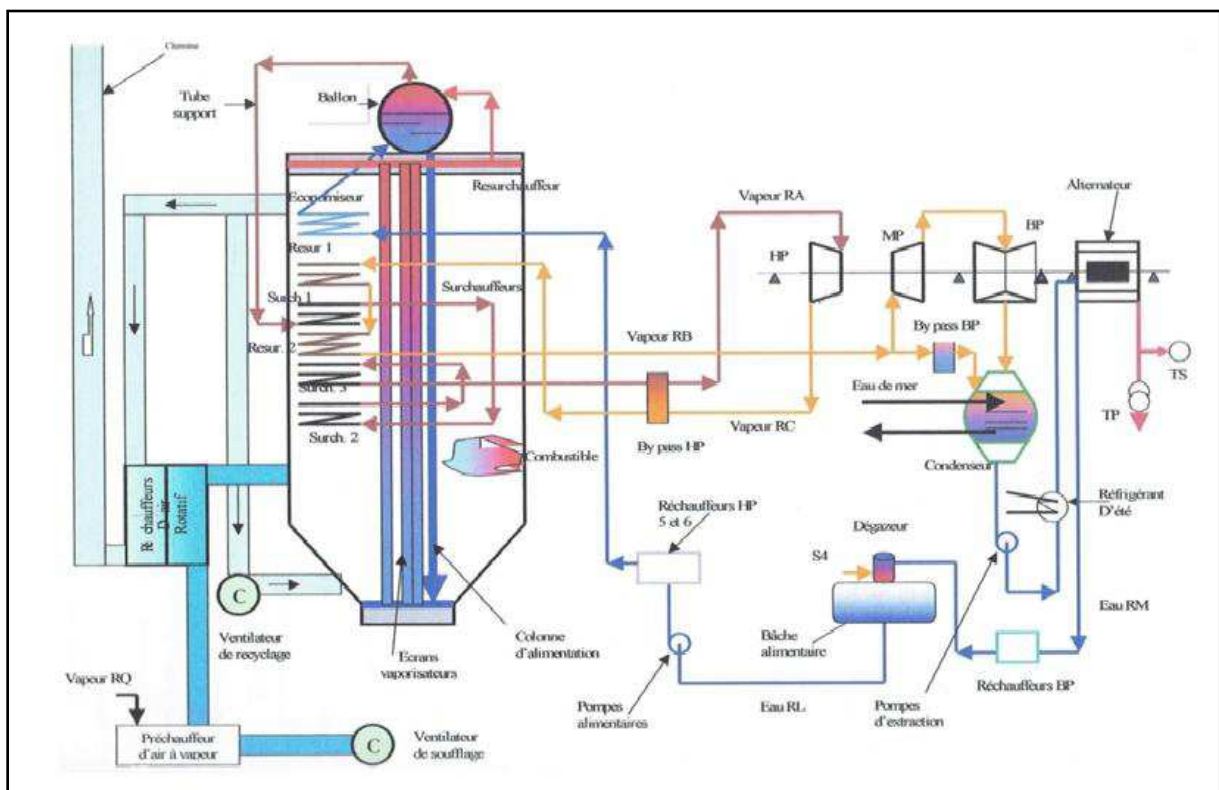
Les pompes de circulation aspirent l'eau de mer, puis la font passer par les unités de dessalement pour arriver par la suite à la mettre dans des réservoirs de stockage et de là, sera envoyée vers les unités de déminéralisation pour donner l'eau déminéralisée. Cette eau sera envoyée à travers une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau vers la bache tampon.

L'eau qui sort du condenseur en passant par le réchauffeur BP pour arriver à la bache alimentaire (110°C), cette dernière alimente la chaudière à travers les pompes d'alimentation en tout envoyant l'eau à 160 bars de pression vers le ballon de la chaudière en passant par le réchauffeur HP avec une température de 240°C puis par une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau dans le ballon, et en fin, elle passe par un économiseur qui chauffe l'eau jusqu'à 350°C.

L'eau sort du ballon, rentrera par la suite dans les tubes vaporisateurs, qui se trouvent dans le foyer de la chaudière, elle passera dans les quatre parois de la chaudière, où il y a les brûleurs et de là, l'eau sera vaporisée sous l'effet de la combustion à l'intérieur des tubes ce qui donnera une vapeur saturée, qui sera acheminée vers la partie supérieure du ballon

chaudière, et de ce dernier vers le surchauffeur N°01, puis vers le surchauffeur N°02, et enfin vers le surchauffeur N°03. La vapeur qui sort de la surchauffeur appelée vapeur sèche à une température 540°C et de pression de 160 bars, puis atteindra le corps HP qui contient quatre entrées de vapeur.

A la sortie du corps, HP la vapeur se détend à une température de 350°C et une pression de 38 bars. Pour augmenter de nouveau sa température afin d'éviter la condensation prématurée, elle passe dans les surchauffeurs 1 et 2. Puis traverse successivement les corps MP et BP de la turbine pour arriver dans le condenseur à 0.1 bar, puis récupérée grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer.



*Figure I.3 : Cycle eau vapeur d'une tranche thermique.*

## I.6 Différents constituants de la centrale :

La centrale thermique est constituée de différents appareils qui sont le siège de maintes applications des lois de la thermodynamique qui servent à transformer l'énergie chimique contenue dans le combustible en énergie calorifique dans la chaudière et l'énergie calorifique se transforme ensuite en énergie mécanique, cette dernière se transforme en énergie électrique au niveau de l'alternateur, tout ça se déroule au niveau d'un groupe (ou tranche thermique)[2].

Un groupe est constitué principalement de :

### I.6.1 Chaudière (générateur de vapeur) :

Le rôle du générateur de vapeur est de faire passer l'eau d'alimentation de l'état liquide à l'état de vapeur surchauffée à haute pression en vue d'alimenter la turbine. C'est l'un des éléments essentiels du circuit thermique, il permet d'obtenir de la vapeur, et se compose de :

- Chambre de combustion formée par les tubes écrans (faisceaux vaporisateurs).
- Ballon (réservoir) et un économiseur.
- Trois surchauffeurs et deux resurchauffeurs.
- Trois désurchauffeurs par injection d'eau pour la régulation de température de vapeur (deux pour HP (corps haut pression), et un corps MP (corps moyenne pression)).
- Quatre colonnes de descentes (faisceaux vaporisateurs).
- Huit bruleurs de combustion mixtes gaz /fuel.
- Deux ventilateurs de recyclage, qui ont pour rôle de recycler en fonction de la charge, une partie des fumées issues de la combustion afin de régler la température à la sortie du resurchauffeur.
- Deux ventilateurs de soufflage, qui ont pour rôle de fournir l'air de combustion.
- Deux préchauffeurs d'air à vapeur, qui servent à l'augmentation de la température de l'air de combustion avant le réchauffeur rotatif.
- Un réchauffeur rotatif d'air de combustion, sert à réchauffer l'air de combustion par récupération de chaleur des fumées.

Ses caractéristiques principales sont :

- Capacité de vaporisation..... 530 t/h
- Pression à la sortie de surchauffeurs..... 147 bar
- Température de vapeur surchauffée ..... 540 °C
- Température de vapeur resurchauffée..... 535 °C
- Pression sortie vapeur resurchauffée..... 35 bar
- Température de l'eau d'alimentation..... 246 °C
- Température de sortie de fumée..... 118 °C
- Température dans le foyer.....900°C

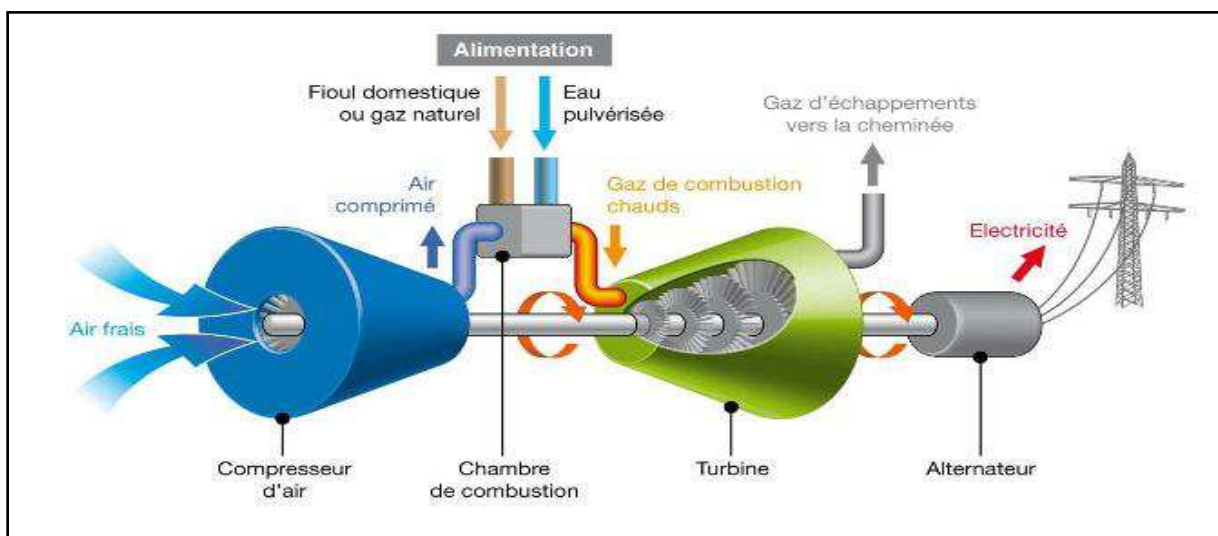
Le premier élément traversé par l'eau d'alimentation afin d'augmenter sa température est l'économiseur, ensuite l'eau traverse le ballon chaudière et à partir des tubes écrans l'eau va se vaporiser dans la chambre de combustion, on obtient un mélange eau-vapeur qui remonte au ballon dans lequel on aura la partie inférieure qui est constituée de l'eau et la partie supérieure qui est constituée de la vapeur. Cette dernière passe dans le surchauffeur pour augmenter encore la température.

### I.6.2 La turbine :

C'est une machine à une ligne d'arbres, composée de corps HP (haute pression), MP (moyenne pression), et BP (basse pression), qui sert à convertir une énergie d'un courant de vapeur en énergie mécanique, plus généralement, c'est un organe permettant la détente de vapeur en recueillant son énergie sous forme mécanique (**Figure I.4**) [1].

Ses caractéristiques sont :

- Longueur..... 16.25 m
- Largeur..... 13 m
- Poids..... 50010 kg
- Vitesse..... 3000 tr/min
- Puissance..... 200MW
- Pression..... 138 bars
- Température de vapeur... 540 °C



**Figure I.4 :** Principe de fonctionnement d'une turbine à combustible.

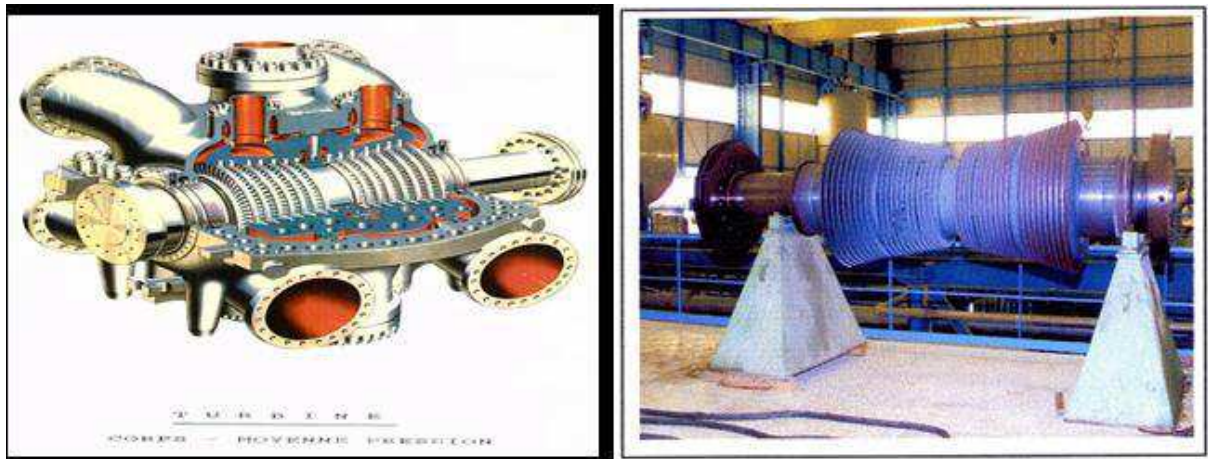


Figure I.5 : Corps HP de la turbine.

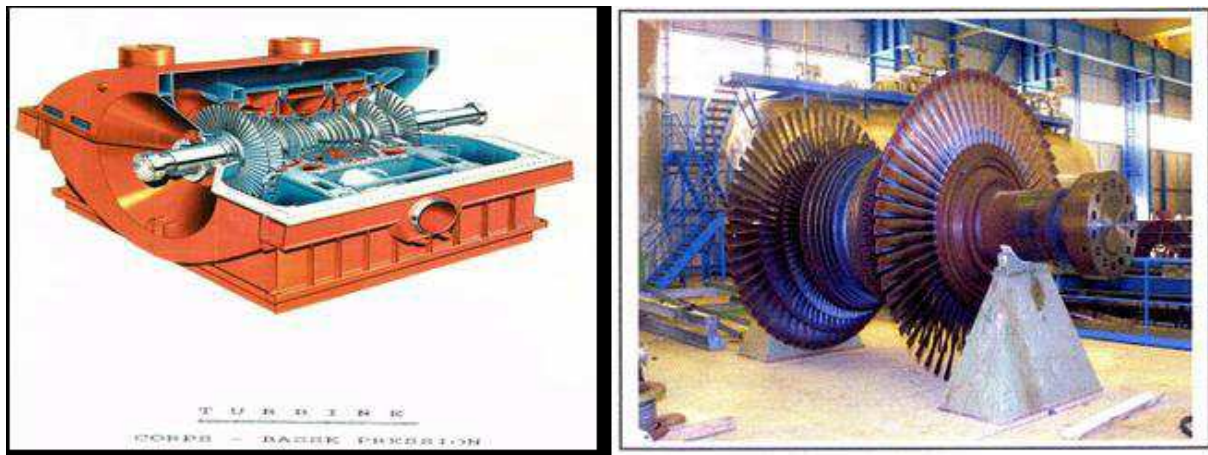


Figure I.6 : Corps MP de la turbine.



Figure I.7 : Corps BP de la turbine.

### I.6.3 Le condenseur :

Le condenseur est placé sous le corps BP de la turbine, c'est un échangeur de chaleur du types fluides séparés et à faisceaux tubulaires. Il a pour principales fonctions :

- d'assurer la condensation de la vapeur d'eau évacuée de corps BP de la turbine par la circulation de l'eau de mer de refroidissement dans les 14850 tubes en titane contenus dans le condenseur.
- D'augmenter la chute d'enthalpie de la vapeur détendue en établissant une dépression atmosphérique afin d'obtenir un rendement de la turbine aussi élevé que possible.
- De dégazer le condensat et d'évacuer les incondensables (en majorité de l'air)
- Reçoit également le condensat des réchauffeurs BP
- Muni de différentes purges de la vapeur de contournement (by-pass BP)

Ses caractéristiques sont :

- Débit d'eau vapeur..... 98.25 kg/s
- Débit d'eau de refroidissement..... 6500 kg/s
- Pression de condenseur..... 0.05 bar
- Capacité de puits entrée/sortie : eau de mer ..... 6-8 °C

### I.6.4 Les pompes :

- Deux pompes d'extraction assurent le transfert de l'eau du puits du condenseur jusqu'à la bache alimentaire en passant par les trois réchauffeurs BP (débit nominal d'une pompe 414 m/h)
- Trois pompes d'alimentation: servent à alimenter la chaudière à partir de la bache alimentaire (débit d'une pompe 261.6 m<sup>3</sup>/h) [2].

### I.6.5 La bache alimentaire :

Elle constitue la réserve d'eau en charge au cours de l'aspiration des pompes, son rôle est d'assurer le dégazage du condensat.

Ses caractéristiques sont :

- Pression.....5 bars.
- Température.... 150 °C.
- Longueur..... 16.5 m.
- Diamètre de l'enveloppe..... 3.6 m.

- Volume total ..... 163 m<sup>3</sup>.

### I.6.6 Les réchauffeurs :

- Les trois réchauffeurs basse pression BP :

Ce sont des échangeurs de chaleur par surface. Ils ont pour rôle d'augmenter la température progressivement des condensats lors de son transfert dans la bache alimentaire, ils sont alimentés par les soutirages S1, S2, S3 du corps basse pression de la turbine

- Les deux réchauffeurs haute pression HP :

Ce sont des échangeurs de chaleur, leur rôle est d'augmenter la température de l'eau lors de son transfert vers la chaudière, ils sont alimentés par les soutirages S5, S6 du corps haute pression de la turbine [2].

### I.6.7 Alternateur :

L'alternateur de la centrale de RAS-DJINET, est une machine synchrone triphasée. C'est un alternateur bipolaire à refroidissement direct du rotor et à refroidissement indirect de l'enroulement statorique avec de l'hydrogène sous pression de 03 bars, qui circule dans un circuit fermé.

L'énergie disponible à l'arbre de la turbine, est communiquée à l'alternateur qui réalise la transformation sous forme d'énergie électrique, c'est une machine triphasée qui fonctionne selon la loi de l'induction électromagnétique.

#### I.6.7.1 Caractéristiques de l'alternateur :

<b>3 ~ PHASES</b>		<b>ALTERNATEUR DE TYPE HDTGD 212/2-470</b>	
<b>Y</b>	<b>15.500V+ 10%</b>	<b>8195A</b>	<b>50 HZ</b>
<b>220 MVA</b>	<b>COS <math>\varphi</math> =0.8</b>		
<b>50 HZ CLASSE D'ISOLATION : F</b>		<b>IP44</b>	
<b>EXCITATION PROPRE</b>	<b>240 V</b>	<b>2450 A</b>	
<b>REFROIDISSEMENT A L'HYDROGENE 3 BARS EFFECTIVE</b>			
<b>POIDS : STATOR COMPLET 198 TONNES</b>			
<b>POIDS : ROTOR 35 TONNES</b>			

*Tableau I.1: Caractéristique de l'alternateur.*

### **I.6.7.2 Constitution de l'alternateur :**

L'alternateur comprend les principaux éléments suivants :

- ✓ **Stator :** C'est la partie fixe de l'alternateur, il se compose de (l'enveloppe, du circuit magnétique, l'enroulement, du réfrigérants d'hydrogène).
- ✓ **Rotor :** c'est la partie tournante de l'alternateur il se compose de (l'arbre, l'enroulement, frette, su connecteur de courant d'excitation).
- ✓ **Étanchéité de l'arbre :** les équipements auxiliaires de l'alternateur son (l'alimentation en huile, l'alimentation en gaz, le système d'excitation)

### **I.6.7.3 Système d'excitation de l'alternateur :**

Le groupe d'excitation à redresseurs tournants comprend les éléments suivants :

- Roue à diode
- Excitation principale triphasée
- Excitatrice pilote triphasée
- Réfrigérants
- Equipements de mesure et de surveillance

### **Description :**

L'excitatrice pilote triphasée est un alternateur à pole interne à aimant permanent tournant, le courant triphasé produit dans le stator excite le champ de l'excitatrice principale à pole extérieur par l'intermédiaire d'un ensemble régulateurs redresseurs fixe, le courant triphasé induit dans le rotor de l'excitatrice principale est ensuite transformé en courant continu dans un pont de diodes tournantes puis envoyer à l'inducteur de l'alternateur principal par l'intermédiaire de la connexion logée dans l'arbre du rotor, les roues à diodes.

### **I.6.8 Transformateur :**

Un examen approfondi des transformateurs de la centrale RAS-DJINET montre que leurs circuits magnétiques sont constitués des tôles minces en acier empilées et isolées entre elles. Les bobines sont constituées par du fil rond isolé et séparées par des isolants. Lors du fonctionnement normal d'un transformateur, des pertes par effet de joule et par courant de Foucault sont toujours constatées, elles tendent à élever la température. Afin de maintenir cette dernière en dessous d'une valeur critique, un système de refroidissement est associé à chaque transformateur [2].

- Tension d'entrée ...15.5 KV
- Tension de sortie...225 KV

## **I.7 Les auxiliaires communs aux quatre groupes :**

### **I.7.1 Station de dessalement de l'eau de mer :**

Cette station a pour rôle la production de l'eau dessalée à partir de l'eau de mer pour alimenter la chaudière. La centrale a quatre unités de dessalement de 500 m<sup>3</sup>/J chacune, assurent la production d'eau pour les appoints au cycle thermique (conductibilité < 30 μ siemens / cm).

### **I.7.2 Station d'électro chloration :**

La chloration de l'eau de mer permet de protéger le circuit d'eau contre tout encrassement.

### **I.7.3 Station de production d'hydrogène :**

L'électrolyseur bipolaire sert à la production d'hydrogène et d'oxygène de grande pureté, l'hydrogène produit sert au refroidissement des quatre alternateurs de la centrale. Sous une pression de 3 bars, en circuit fermé l'hydrogène ayant lui-même refroidi par l'eau d'extraction.

### **I.7.4 Post gaz :**

Le combustible principal utilisé est le gaz naturel qui est acheminé de HASSI R'MEL à 60bars et se détend au niveau des brûleurs à 6 bars.

### **I.7.5 Station fuel :**

La centrale de RAS-DJINET, utilise comme combustible de secours le fuel léger, car le fuel coûte plus cher est nécessite une installation complexe. Le fuel domestique est stocké dans deux réservoirs de 10000 m<sup>3</sup> chacun.

## **I.8 Evacuation d'énergie :**

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaire de ligne de 225 KV, sur le poste Alger- est.

**I.9 Conclusion :**

Cette étude d'une tranche de production nous a permis de découvrir l'environnement industriel et d'enrichir notre connaissance théorique, pratique et surtout de nous initier au processus de production de l'énergie électrique dans les centrales thermiques, nous avons aussi bien compris le rôle des divers organes qui participent au fonctionnement de la centrale, en particulier la station de dessalement qui assure l'approvisionnement en eau au niveau de condenseur via la station de déminéralisation.

Dans le chapitre qui suit, et dans le but de bien cerner notre étude nous nous intéresserons à l'étude de la station de dessalement avec ses organes de commandes et d'instrumentation.

**CHAPITRE II :**  
**LE PROCÉDÉ DE**  
**DESSALEMENT ET CES**  
**ORGANES DE COMMANDE**  
**ET INSTRUMENTATION**

## **II.1 Introduction :**

L'exploitation d'une centrale thermique nécessite d'importantes quantités d'eau que ce soit pour les besoins du cycle eau vapeur ou bien pour les besoins du système de refroidissement. Dans le cas de la centrale de RAS-DJINET tous les besoins en eau proviennent de l'eau de mer pompée au niveau de la station de pompage.

Pour satisfaire les besoin journalier de la centrale qui est de l'ordre  $1100 \text{ m}^3$ . Il existe quatre unités de dessalement fonctionnant selon le principe de la distillation par détente successive à 18 étages, qui utilise chacune une pompe d'alimentation en eau de mer, chaque unité à une capacité de production quotidienne de  $500 \text{ m}^3$ , stockée dans deux réservoirs de  $2700 \text{ m}^3$ .

Chaque unité fonctionne indépendamment des autres. En marche normale trois unités sont en service, la quatrième sert en secours, mais exceptionnellement il est possible d'utiliser les quatre unités en même temps (**Figure II.1**).



au long des modules. Le résultat obtenu dans les derniers modules dépend du type de débit dont dispose l'installation.

Il existe deux principaux types de débits dans les installations MSF :

- passage unique : c'est le système le plus simple, dans ce type de débit, tous les modules sont identiques
- pompes de remise en circulation : pour ce deuxième type de débit, les installations de remise en circulation, les derniers modules disposent de ce qu'on appelle une section d'évacuation de la chaleur et le flux de l'eau de mer dans les condenseurs sera plus important que dans les condenseurs des modules restants, ce qui permet un meilleur contrôle de la température dans le module final et permet ainsi de réaliser une plus grande série de flash dans l'installation ( **figure II.2**)[2].

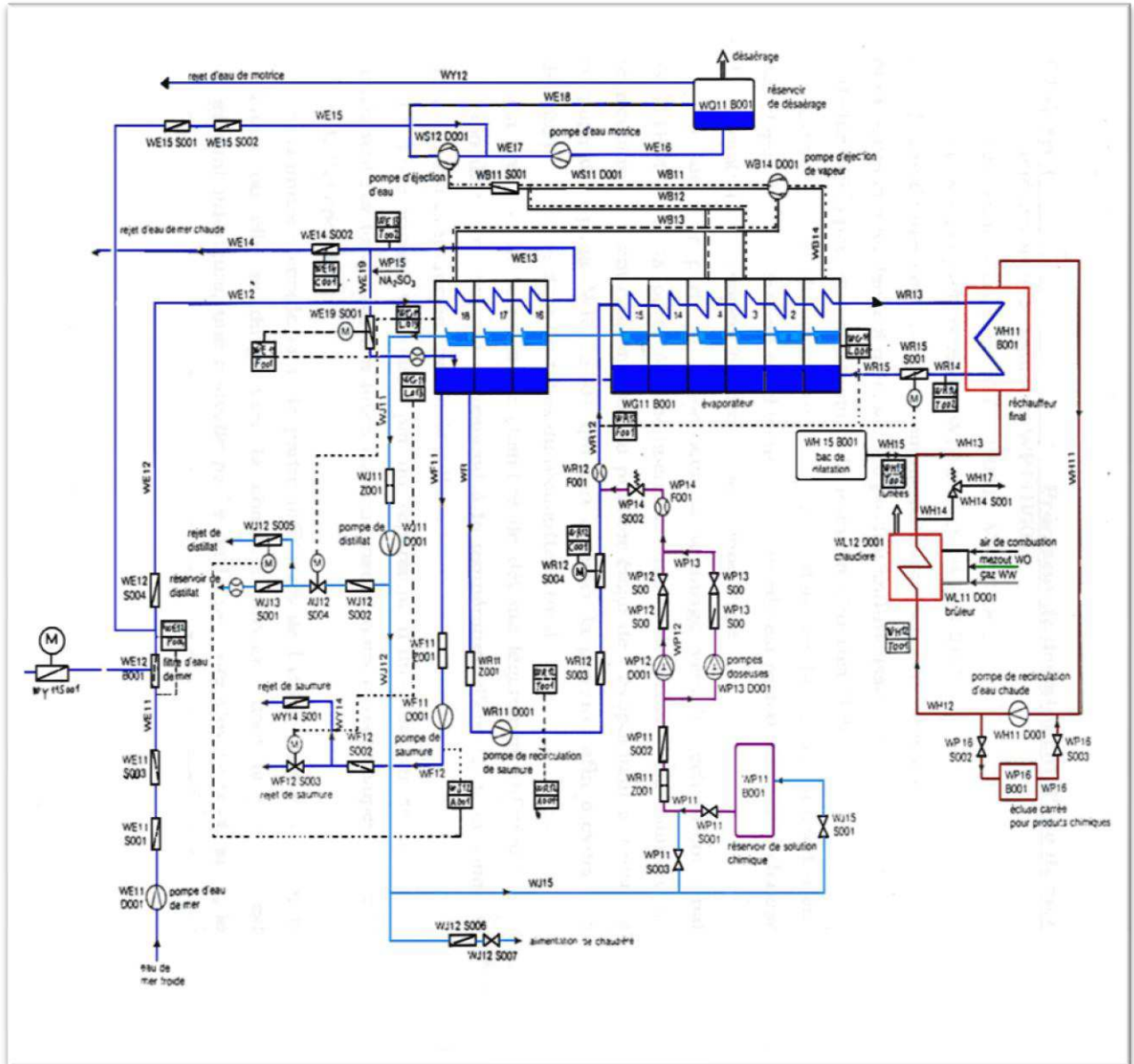


Figure II.2 : Schéma simplifié du procédé d'une unité MSF simple.

## II.3 Description technique de l'unité de dessalement :

### II.3.1 Evaporateur :

L'évaporateur est constitué de deux zones, une zone pour la dissipation de chaleur, et une autre pour la récupération de chaleur.

Le faisceau des tubes du condenseur se trouve dans la partie supérieure de chaque chambre, le dernier étage est muni d'un indicateur de niveau pour le distillat et la saumure. Tous les dispositifs, sont prévus pour vider et aérer totalement tous les étages [8].

Le tableau suivant donne certaines caractéristiques aux différents points de l'évaporateur.

Caractéristiques	Unité	Zone de récupération de chaleur	Zone de dissipation de chaleur
Liquide		Saumure	Eau de mer
Débit	t/h	239	239
Température d'entrée	°C	27.4	20
Température de sortie	°C	75.4	27.51
Réchauffement total	°C	48	7.51
Réchauffement moyen /étage	°C	3.2	2.5
Confession global de change	W/m <sup>2</sup> . °C	3467/2396	2867/1898
Facteur d'encrassement	W/m <sup>2</sup> . °C	0.000129	0.000178
Echange moyen de chaleur	kW	826	663
Surface d'échange	m <sup>2</sup>	72.25	72.25
Vitesse moyen dans le tube	m/s	1.55	1.55
Taux de salinité	mg/l	60	39.4
Perte total de pression	m	32.7	7.1

*Tableau II. 1: Caractéristique de l'évaporateur.*

### II.3.2 Chaudière :

C'est une chaudière à eau chaude et basse pression qui combine le principe de retour de flamme et le principe des trois passages. Elle est équipée d'un bruleur approprié pour gaz et mazout avec une pompe de combustible et des électrodes d'allumage et réglage de bruleur automatique et d'une conduite de raccordement au réchauffeur final.

### II.3.3.Pompes :

#### II.3.3.1 Définition :

Les pompes sont des appareils mécaniques servant à véhiculer des liquides d'un point A, à un point B. elles permettent notamment, de prendre un liquide à la pression P1 et de le porter à la pression P2 (avec P1>P2).

Pour véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine énergie. Cette dernière se manifeste sous deux formes :

- Energie cinétique : pour la mise en mouvement du fluide(le débit).
- Energie potentiel : pour accroitre la pression en aval.

### II.3.3.2 Type de pompes utilisées dans la station de dessalement :

Devant la grande diversité de situation possible pour manipuler les liquides dans la station de dessalement, que ce soit dans le but de le faire circuler ou bien pour les injections, on peut classer les pompes disponibles en deux grands groupes.

- **Pompes volumétriques alternatives** : une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. son fonctionnement repose sur le principe suivant :
  - Exécution d'un mouvement cyclique.
  - Pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin.
- **Pompes centrifuges** : les pompes centrifuges sont des machines roto-dynamique destinées pour le transport des liquides, ce sont les machines les plus utilisées dans le milieu industriel.

Dans ce qui suit on va classer les pompes selon leurs rôles dans la station de dessalement.

### II.3.3.3 Pompes de traitement :

Pour tous les liquides circulants dans la station de dessalement, on emploie des pompes volute.

- Pompes de recirculation de saumure.
- Pompes de rejet de saumure.
- Pompes de distillat.
- Pompes de recirculation d'eau chaude.
- Pompes d'eau motrice.

Le tableau suivant représente les différentes pompes et leurs caractéristiques.

	Pompe de recirculation	Pompe de saumure	Pompe de distillat	Pompe d'eau motrice	Pompe de recirculation d'eau chaude
Pompes					
Refoulement (m <sup>3</sup> /h)	242/258	31/36	21/25	103	280
Hauteur de refoulement (m)	61	18	33	18	8.8
Puissance sur l'arbre de moteur (KW)	65.8	2.75	4.2	6.9	8.1
Vitesse de rotation (tr/min)	1450	1450	2900	2900	1450
Moteurs					
Puissance nominale (kW)	75	4	5.5	11	11
Tension nominale (volt)	380	380	380	380	380
Fréquence de fonctionnement(HZ)	75	75	75	75	75

*Tableau II. 2: Caractéristiques pompe-moteur.*

**II.3.3.4 Pompes de transfert d'eau de mer :**

Les pompes de transfert d'eau de mer installées dans la station de pompage sont des pompes centrifuges verticales à deux étages.

Caractéristique fonctionnel	Pompe d'eau de mer
Débit (m <sup>3</sup> /H)	289
Rendement(%)	70
Hauteur de refoulement(m)	39
Vitesse de rotation (tr/min)	1450
Puissance nécessaire(KW)	44.8

*Tableau II. 3:Caractéristiques fonctionnelles des pompes de transfert d'eau de mer.*

**II.3.3.5 Pompes d'éjection :**

Les pompes d'éjection sont des pompes volumétriques de faible puissance qui assurent le dosage des produits chimiques pendant le processus de distillat.

Caractéristiques fonctionnel	Pompes doseuse de Begard EVN	Pompe doseuse de Bisulfite de sodium
Débit (m <sup>3</sup> /h)	0.0026(MAX)	0.006(MAX)
Masse volumique/température (kg/m <sup>3</sup> °C)	1000/50(MAX)	1000/50(MAX)
Hauteur de refoulement(m)	120	120
Vitesse de rotation (tr/min)	1500	1500
Puissance nécessaire(KW)	0.25	0.25

*Tableau II. 4:Caractéristiques des pompes doseuses.*

**II.3.4 : Réchauffeur final :**

C'est un échangeur de chaleur à faisceau de tubes droits avec deux passes. L'eau chauffée coule dans les tubes et l'eau de chauffage (chauffée par la chaudière), circule sur la cote enveloppée, à chaque étage de charge la vitesse de l'eau dans le tube est conforme aux conditions nécessaires pour les inhibiteurs d'incrustation modernes et atteint des nombres de Reynolds optimaux (70.000 - 100.000).

Les surfaces d'échange de chaleur ont été dimensionnées sous considérations spécifiques des encaissements pour obtenir des fréquences de nettoyage entre six et douze fois par mois en cas des conditions de service normales. Les tubes sont mandrinés dans les plaques tabulaires.

**II.4 Description du procédé du dessalement de l'eau de mer :**

La pompe d'eau de mer (WE 11 D001) fait passer l'eau de mer par les clapets WE 11 S001- WE 11 S002, le filtre d'eau de mer et le clapet de retenu WE 12 S004 à travers les condenseurs des étages de dissipation de la chaleur. Une partie de l'eau de mer est détournée avant le clapet WE 12 S004, est destinée à refroidir le système de recirculation de l'aspiration d'air.

L'eau réchauffée en provenance des étages de dissipation de chaleur est reconduite à la mer. Une partie de l'eau de mer chaude est introduite dans le cycle, à la conduite (WE 19) ayant un clapet régulateur ( WE 19 S001), et sert d'eau d'alimentation. Elle remplace la saumure et l'eau produite et règle la concentration de saumure recyclée.

À l'eau d'alimentation on ajoute une solution d'inhibiteur d'incrustation prélevée du réservoir à produits chimiques (WP11B001), L'addition continue de produits chimiques (BELGARD EVN) réduit l'entartrage des tubes. Les appareillages principaux du système de dosage des produits chimiques sont : la soupape de retenue de pression (WP 14 S002), le réservoir avec agitateur (WP 11 B001), les pompes doseuses (WP 12 D001), (WP 13 D001) et les soupapes de retenue (WP 12 S002) et (WP 13 S002), La capacité du réservoir est suffisante pour un jour de travail. Le réservoir est muni d'un indicateur de niveau. La solution des produits chimiques est pompée à haute pression dans la conduite d'alimentation (WR 12).

L'eau de mer, sujette à une augmentation saisonnière de sa teneur en produits organiques peut avoir tendance à mousser. Le produit chimique anti-mousse (BELITE M 33) peut être dissous et dosé avec l'inhibiteur d'incrustation.

Après avoir été dégazée, l'eau d'alimentation s'écoule par la tuyauterie côte aspiration de la pompe de recirculation ( WR 11 D001) et se mélange avec la saumure recyclée, qui quitte le dernier étage (18) de l'évaporateur. Cette saumure de recirculation est pompée par les faisceaux de condenseur des étages de récupération de la chaleur d'évaporateur (1 à 15) et est réchauffée par la chaleur d'évaporation de la vapeur condensée de chaque étage.

La saumure part du dernier condenseur d'évaporateur et se dirige vers le réchauffeur final (WH11 B001) qui la porte à la température maximale prévue. La saumure de recirculation brûlante est amenée au 1er étage de l'évaporateur au travers de la soupape de réglage (WR 15) S001. La perte de pression, réglable au moyen de la soupape de réglage, empêche une détente prématurée de la saumure dans les tubes du réchauffeur final.

La pression de la 1ère chambre de détente est légèrement inférieure à la pression de saturation (0.446 bar), qui correspond à la température d'entrée de la saumure, faisant ainsi évaporer une partie de celle-ci .La buée ascendante passe par un séparateur d'humidité et se condense finalement sur les parois des tubes du condenseur dans la partie supérieure de l'étage de l'évaporateur.

La saumure s'écoule sur le sol de l'étage par des passages spéciaux et se dirige vers la chambre suivante où elle est de nouveau inférieure à la pression de saturation qui elle-même correspond à la température de la saumure. Une nouvelle partie de la saumure s'évapore ainsi. Ce processus se renouvelle à chaque étage. L'évaporation entraîne une baisse progressive de la température de saumure, alors que la concentration des matières dissoutes de la saumure de recirculation augmente.

Dans la partie supérieure de chaque étage, la condensation qui se forme sur les parois des tubes libère la chaleur latente contenue dans les buées, entraînant ainsi un réchauffement progressif de l'eau de mer/saumure, qui traverse le faisceau de tubes du condenseur.

Le distillat tombe goutte à goutte des parois de tubes dans les cuves de distillât. Ensuite celui-ci traverse les ouvertures de passage pour arriver d'étage en étage par la conduite (WJ 11) à la pompe de distillât (WJ 11 D001) qui l'évacue vers le dernier étage. Le distillat est pompé par les conduites (WJ 12 et WJ 13) jusqu'aux réservoirs de distillat.

La quantité de distillat est réglée par la soupape de réglage WJ 12 S004, en fonction du niveau de distillat à l'étage 18. Une partie de la saumure concentrée ressort du dernier étage par la conduite WF 11, pompée par la pompe de saumure WF 11 D001, dans le canal de rejet. Ce flux est réglé par la soupape de réglage WF 12 S003 en fonction du niveau de saumure à l'étage 18. La plus grande partie de la saumure s'écoule vers la pompe de recirculation WR 11 D001.

Les gaz non condensables sont évacués par la pompe d'éjection de vapeur WB 14 D001 et celle d'éjection d'eau WS 12 D001. Ces gaz se trouvent toujours dans les vapeurs et se composent de l'air infiltré et surtout des gaz dissous dans l'eau de mer, libérés pendant le processus d'évaporation.

Le flux de vapeur de la conduite WB 14, destiné à la pompe d'éjection de vapeur, provient du 1er étage de l'évaporateur. Cette pompe fait le vide dans les étages 16 à 18, la pression qui règne dans l'étage 18 et de 0.034 bars. Dans les autres étages c'est la pompe d'éjection d'eau qui fait le vide.

Le flux d'eau destiné à la pompe d'éjection d'eau est livré par la pompe d'eau motrice vers les conduites WE 16/17/18 et au réservoir de désaéragé.

L'énergie nécessaire au fonctionnement au poste est fournie par la chaudière d'eau chaude WL 12 D001 munie d'un brûleur marchant au gaz ou au mazout WL 11 D001. La pompe WH 11 D001 met en recirculation l'eau de la chaudière, en cycle fermé, vers les conduites WH 11/WH12/WH13 et vers le réchauffeur final. Les dispositifs de sécurité sont la soupape de sûreté WH 14 S001 et le bac de dilatation WH 15 B001 [5].

## **II.5 Partie opérative de la station de dessalement :**

### **II.5.1 Partie électrique :**

#### **II.5.1.1 Les pré-actionneurs :**

Tous les pré-actionneurs sont assemblés dans un coffret avec des dimensions bien étudiées qui s'appelle armoire électrique.

L'armoire électrique est le lieu où sont regroupés différents systèmes participant à la commande, la sécurité et la distribution de l'énergie pour l'ensemble d'actionneurs disponibles dans la station de dessalement (**Figure II.3**).



**Figure II.3:** Armoire électrique d'une pompe à incendie.

❖ **Sectionneur porte fusible :**

Le sectionneur porte fusible est un appareil électromécanique de protection muni de fusibles permettant de séparer un circuit électrique en aval de son alimentation et qui assure en position ouverte une distance de sectionnement satisfaisante électriquement (**figure II.4**).



**Figure II.4:** Sectionneur porte fusible.

a) **Contacteur :**

Un relais électromécanique est un organe permettant la commutation de liaisons électriques, il est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance.

Ces dispositifs peuvent être alimentés avec une basse tension (220V, 380V) ou bien avec une très basse tension (12V, 24V) suivant leurs alimentations respectivement, le nom du relais ou bien du contacteur.

Ils sont composés de contacts normalement ouverts ou normalement fermés, trois phases pour les contacteurs et une bobine d'excitation.



*Figure II.5: Contacteur.*

**b) Disjoncteur moteur:**

Un disjoncteur moteur assure la protection contre les fortes et les faible surcharges, leur avantage par rapport à un disjoncteur classique est que la protection thermique est réglable.



*Figure II.6: Disjoncteur moteur.*

**c) Relais thermique :**

Les relais thermiques protègent les moteurs électriques contre les surintensités. L'augmentation excessive de l'intensité se traduit par un échauffement des enroulements du moteur pouvant entraîner sa destruction.



*Figure II.7: Relais thermique.*

**II.5.1.2 Partie instrumentation :**

La surveillance et la commande de l'unité de dessalement d'eau de mer se fait essentiellement à partir des dispositifs suivants :

**a) Capteur de débit :**

Les débits contrôlés par l'armoire de commande sont :

- Le débit de saumure de recirculation qui est réglé par la soupape WR15S001. Lors du démarrage. Ce débit augmente progressivement, et ce, proportionnellement à la température de sortie du réchauffeur final et à la température de l'eau chaude de la chaudière.
- Le débit d'eau d'alimentation (WE19F001) est indiqué et réglé par la soupape (WE19S001).

La figure suivante présente le capteur de débit :



*Figure II.8: Capteur de débit.*

❖ **Élément de mesure :**

**a) Débitmètre électromagnétique :**

Un débitmètre électromagnétique (DEM) est un type de débitmètre utilisant le principe de l'induction électromagnétique. Pour ce faire, un champ magnétique est appliqué au fluide dont on souhaite mesurer le débit, ce qui crée une force électromotrice d'autant plus forte que le débit est élevé. Ce type de débitmètre nécessite que le fluide ait une conductivité électrique suffisante [5].



*Figure II.9: Débitmètre électromagnétique.*

**B) Capteur de pression :(Voir figure II.10).**

Parmi les capteurs installés dans le processus on trouve :

- l'indicateur de pression WG11P002 de l'étage 18.
- l'indicateur de pression circuit eau chaude WH15P002.
- l'indicateur de pression basse chaudière WH16L002 qui déclenche l'arrêt d'urgence de l'installation.



*Figure II.10: Capteur de pression.*

**C) Capteur de température :(Voir figure II.11).**

- La température de l'eau de mer à la sortie de la zone de dissipation de chaleur WE13T002 est indiquée sur l'armoire de commande.
- Un indicateur placé à la sortie du réchauffeur final donne la température de saumure WR14T002.
- Un indicateur de température dans le circuit d'eau de la chaudière permet de surveiller son état.
- le thermostat règle le brûleur de la chaudière suivant le signal donné par le thermomètre WH12T001 placé devant la chaudière.



*Figure II.11: Capteur de température.*

**D) Capteur de niveau : (Voir figure II.12).**

Les niveaux de saumure et de distillat sont commandés par une boucle de régulation de niveau. Cette boucle protège les pompes contre des pertes d'aspiration en fermant les soupapes de pression lorsque le niveau baisse [9].

- Pour mesurer les niveaux de saumure et de distillat des indicateurs de niveau à volet magnétique sont prévus.
- Pour la chaudière est prévu un avertisseur de niveau bas qui déclenche l'arrêt d'urgence de l'installation.
- Pour les réservoirs de dosage des produits chimiques, est prévu un avertisseur de niveau minimal. Le niveau bas L donne le signal d'alarme. Le niveau très bas LL coupe la pompe doseuse et déclenche ainsi un arrêt du poste de dessalement.



*Figure II.12: Capteur de niveau.*

#### **E) Capteur de conductivité :**

La qualité du distillat est indiquée et contrôlée en permanence par le conductimètre WJ12A001. La valeur limite réglable déclenche automatiquement le rejet de distillat vers la soupape WJ12S005 [15].

#### **Elément de mesure**

Un conductimètre est un appareil permettant de mesurer la conductivité d'une solution. Il est constitué de deux parties : un boîtier électronique qui affiche la valeur de la conductivité et d'une cellule qui mesure cette valeur.

La mesure de la conductivité se fait en courant alternatif pour éviter la polarisation des électrodes. L'appareil mesure la tension aux bornes d'une cellule plongée dans la solution à étudier et l'intensité du courant qui y circule (**Figure II.13**) et (**figure II.14**).

Les cellules sont en général formées de deux plaques conductrices parallèles de section  $S$ , séparées par une distance  $l$ . Le rapport  $S/l$ , est appelé constante de cellule et dépend de la cellule. Il permet de passer de la conductance  $G$  à la conductivité  $\sigma$ .

#### **II.5.2 Pupitre de commande :**

Pour chaque unité de dessalement est associé un pupitre de commande afin de surveiller les équipements. Sur la face externe du pupitre, on trouve le schéma synoptique de l'unité, les lampes témoins, des indicateurs, le tableau d'alarmes pour la surveillance de l'unité, des boutons poussoirs, des régulateurs pour la commande des pompes et des clapets.



Figure II.13: Conductimètre.



Figure II.14: sonde de conductimètre.

L'automate et les modules d'E/S (périphériques) sont rangés dans la face interne du pupitre (Voir figure II.15).



Figure II.15 : pupitre de commande.

### II.5.2.1 Les régulateurs : voire (figure II.6).

Les régulateurs utilisés pour la commande sont donnés dans le tableau suivant :

Régulateur	Organe de réglage	Grandeur réglée
WE19 C001	WE19 S001	- Le débit d'eau d'alimentation
WE14 C001	WE14 S002	- La pression de la chambre 18 - La température d'eau de mer chaude
WR12 C001	WR12 S004	- La conductivité de la saumure - Indication de la température de la saumure à l'entrée de l'étage 15
WR12 C001	WR15 S001	- Débit de circulation de saumure
WH12 C001	WL11 S001	- Température d'eau chaude
WG11 C019	WJ12 S004	- Niveau de distillat dans la chambre 18 de l'évaporateur
WG11 C018	WF12 S003	- Niveau de saumure dans la chambre 18 de l'évaporateur

**Tableau II. 5:** Les différents régulateurs utilisés.



**Figure II.16:** Les régulateurs sur le pupitre de commande.

**II.5.2.2 Les boutons poussoirs :**

Les boutons poussoirs sont destinés pour la commande des organes suivants :

Bouton	Organe de commande
WE11 D001	Pompe d'eau de mer
WS11 D001	Pompe d'eau motrice
WR11 D001	Pompe de recirculation de saumure
WH11 D001	Pompe de recirculation d'eau chaude
WP15 D001	Pompe de dosage de Bisulfite de Sodium
WL11 D001	Brûleur
WP12 D001/WP13D001	Pompe de dosage des additifs chimique
WJ11 S001	Clapet de distillat
WJ11 D001	Pompe de distillat
WF11 D001	Pompe de saumure

*Tableau II. 6 : Les boutons poussoirs des différentes pompes et clapets.*

**II.5.2.3 Les alarmes :**

Le pupitre de commande de l'installation de dessalement est équipé de plusieurs alarmes qui transmettent les disfonctionnements aux opérateurs de conduite. Ces alarmes sont illustrées dans le (**tableau II.6**).

alarmes	actions
<b>Interruption après 5mn.</b>	<b>Déclenchement de l'unité.</b>
<b>WE*9F001 /AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WE*3P001 /AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WG*3P001 /AH</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WG*1L001 /AH</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WG*1L019 AH/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>

<b>WG*1L018</b>	<b>AH/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WH*3P001</b>	<b>/AL</b>	<b>Déclenchement de l'unité + alarme sur pupitre</b>
<b>WH*6L001</b>	<b>/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre. + déclenchement de l'unité</b>
<b>WH*3T001</b>	<b>/AH</b>	<b>Déclenchement de l'unité+alarme sur pupitre</b>
<b>WH*3T002</b>	<b>/AH</b>	<b>Alarme sur pupitre+déclenchement de l'unité.</b>
<b>WH*2T001</b>	<b>AH/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WJ*2A001</b>	<b>/AH</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WR*2F001</b>	<b>/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WR*4P001</b>	<b>/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WR*4T002</b>	<b>AH/AL</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>WR*2A001</b>	<b>/AH</b>	<b>Déclenchement de l'unité.</b>
<b>WR*4F001</b>	<b>/AH</b>	<b>Déclenchement de l'unité.</b>
<b>Clapet pour fumée de gaz</b>	<b>défaut</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>Manque de gaz</b>		<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>Retour de fuel</b>	<b>blocage</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>MCC</b>	<b>défaut</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>24V</b>	<b>défaut</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>Signal sonore</b>	<b>blocage/défaut</b>	<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>Défaut brûleur</b>		<b>Déclenchement de l'unité.</b>
<b>Servomoteur</b>		<b>Alarme sur pupitre.</b>
<b>Servomoteur (surcharge électrique)</b>		<b>Alarme sur pupitre.</b>

*Tableau II. 7: Liste des alarmes.*

#### II.5.2.4 Les actionneurs :

Les actionneurs destinés pour la station de dessalement sont uniquement les moteurs asynchrones triphasés.

On distingue les moteurs asynchrones triphasés de moyenne puissance pour l'entraînement des différentes pompes, avec démarrage direct.

Les moteurs asynchrones triphasés de faible puissance pour la commande des différents clapets, avec démarrage direct par inversion du sens de rotation.

## **II.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons mentionné les différents éléments techniques disponibles dans la station, et expliqué le procédé de dessalement d'une façon bien détaillée, après nous avons cité et définie les composants techniques de la partie instrumentation.

Le chapitre suivant sera consacré à la description de l'automate programmable, ainsi que les avantages qu'il présente dans les systèmes de production automatisée.

*CHAPITRE III :*  
*ARCHITECTURE DES*  
*AUTOMATES*  
*PROGRAMMABLES*

### III.1 Introduction :

Lors de notre stage au sein de la centrale de production de l'énergie électrique de **RAS-DJINET**, plus précisément dans la station de dessalement, et après plusieurs visites avec

Le Co-encadreur nous avons pu constater quelques remarques ce qui nous a permis d'établir un cahier des charges, qui se résume en 2 points que nous allons expliquer dans la suite de ce chapitre.

### III.2 Automatisation de tout le procédé.

La station de dessalement de la centrale de RAS-DJINET est une station à commande **semi-automatique**, une partie commandée par un automate programmable et l'autre partie assurée par un personnel qualifié.

#### III.2.1 La partie automatisée :

Cette partie est commandée par un automate programmable SIMATIC S5-110 installé par le constructeur depuis 1986, cet automate assure la coordination entre les deux parties :

- **La partie instrumentation :** qui assure l'observation des différentes valeurs dans la station, par plusieurs composants techniques (débitmètre, capteurs de niveau, capteur de température.....etc.), et elle fournit des signaux (logique, analogique ou bien numérique) à l'automate.
- **La partie opérative :** c'est la partie qui englobe les différents actionneurs (pompes, clapets, des vannes.....etc.),  
Les actionneurs installés dans la station de dessalement sont contrôlés par des pré-actionneurs commandés par l'automate selon le programme installé.

#### III.2.2 La partie manuelle :

Dans la station de dessalement de **RAS-DJINET** des opérations manuelles, et certaines interventions humaines sont nécessaires pour le fonctionnement de la station.

Les différentes interventions et opérations interviennent soit avant la mise en service de la station, soit lors de fonctionnement normal.

➤ **Préparatifs et contrôles à effectuer avant la mise en service de l'unité de dessalement**

1. Contrôler si le circuit d'alimentation en eau de mer est bien disposé.
2. Contrôler les niveaux d'huile de toutes les pompes.
3. Contrôler les niveaux des réservoirs de Belgard et de Bisulfite de Sodium.
4. Contrôler si le circuit de dosage de la pompe de Belgard et de Belite est bien disposé, pour cela, ouvrir les vannes manuelles suivantes à aspiration de la pompe : WP11S001, WP12S001 et WP13S001. Au refoulement les vannes manuelles suivantes : WP12S003 et WP13S003, pour la pompe de Bisulfite de Sodium ouvrir la vanne manuelle au refoulement : WP15 S004.
5. Disposer le circuit gaz ouvrant la vanne générale manuelle se trouvant sur le collecteur principal d'arrivée, ouvrir la vanne manuelle gaz 00WW11S001 de l'alimentation de l'unité.
6. Vérifier si le circuit d'eau de chauffage est bien rempli, si non effectuer le remplissage jusqu'à ce que l'alarme disparaisse, cette alarme est provoquée par le transmetteur de niveau WHL001.
7. Ouvrir la vanne manuelle WE15 S002 pour le remplissage du circuit d'eau motrice à 40 %. Contrôler le niveau en local par l'indicateur de niveau visuel WQ11L001.
8. Ouvrir la vanne manuelle de Distillat vers les bâches 2700m<sup>3</sup> de l'unité correspondante.
9. Ouvrir la vanne manuelle à l'entrée de la bâche de stockage à remplir (2700m<sup>3</sup>).
10. Contrôler si l'alarme « défaut 24 V » n'est pas affichée à défaut permet le disjoncteur 24 V de l'unité. Pour le courant de commande et de signalisation.
11. Contrôler si tous les disjoncteurs 380 V et 220 V (CA) sont embrochés.
12. Contrôler si l'alarme « prêt au départ » c'est à dire prêt au démarrage est affichée. Cette alarme permet d'avoir une idée sur la situation des différents circuits (pompes et clapets ». par exemple si un clapet est en position intermédiaire cette alarme disparaît et n'apparaît que si le clapet est fermé, pour permettre le démarrage de l'unit en sécurité.

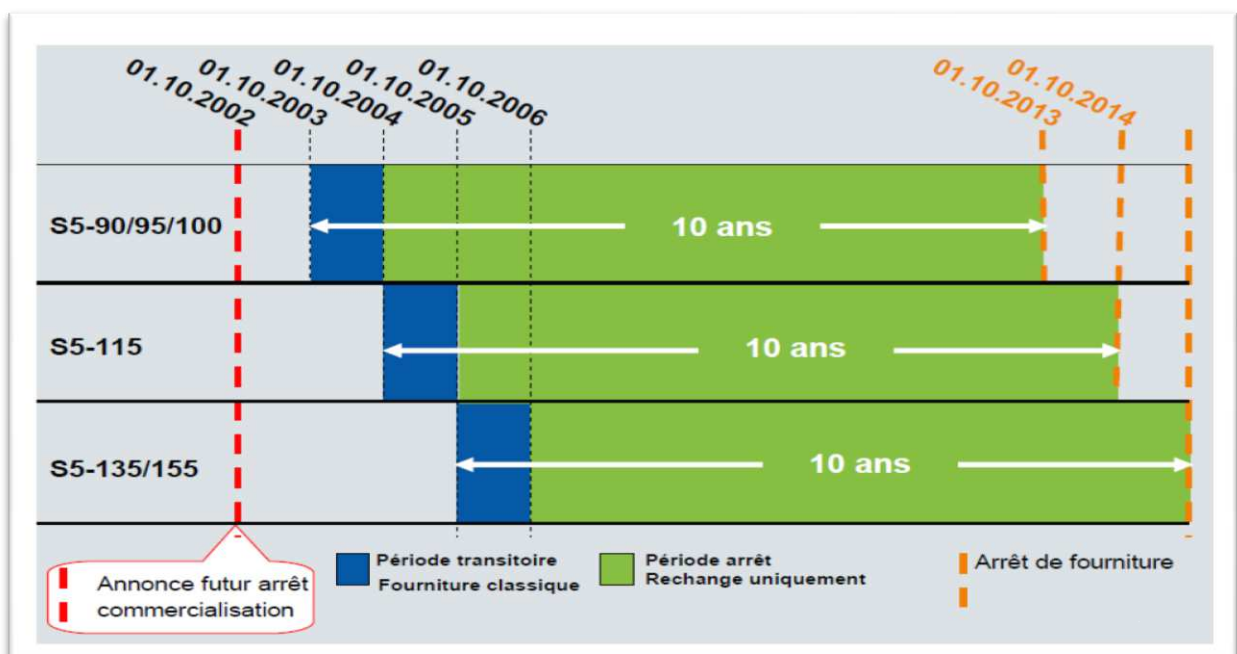
### III.3 Passage de SIMATIC S5 vers SIMATIC S7 :

#### III.3.1 Pourquoi cette migration :

Le leader mondial d'automatisation **siemens** a cessé définitivement de prendre en charge les systèmes SIMATIC S5, et ça depuis l'année 2015, et par conséquent les pièces de rechange et les services d'entretien seront de plus en plus difficiles à assurer. Et pour cette raison, et pour ne pas paralyser les différents systèmes de production automatisés, assurés par la gamme SIMATIC S5, la société siemens propose sur le marché la nouvelle gamme SIMATIC S7 qui ouvre des opportunités potentielles, qui ne sont pas possibles avec des concepts, un matériel et des logiciels qui datent de 30 ans.

Donc pour assurer la continuité de la production et éviter toutes les anomalies qui peuvent être provoquées par le système d'automatisation SIMATIC S5 installé dans la station de dessalement depuis sa construction, l'immigration vers la nouvelle technologie SIMATIC S7 s'impose, et devient une obligation et pas un choix.

La **figure II.1**. Illustre le calendrier mis en place par siemens depuis l'année 2002 pour l'arrêt de fourniture de système d'automatisation SIMATIC S5.



**Figure III.1:** Calendrier de siemens pour l'arrêt de fourniture de SIMATIC S5-110.

### III.3.2 Présentation de l'ancien système d'automatisation SIMATIC S5-110 :

L'automate programmable 110S/B fait partie de la gamme SIMATIC S5 à programme enregistré dans la mémoire, cette automate à été conçu pour des taches d'automatisation moyennes et haute gamme, sa configuration et son jeu d'opération ont été choisis pour satisfaire aux exigences typiques de leur domaine d'application, sa capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tache considérée [16].

### III.3.3 Structure du système d'automatisation S5-110 :

L'automate programmable 110 S est un automate robuste, il est devisé en bloc, est constitué :

- D'un appareil de base : qui englobe l'unité centrale ainsi que l'unité d'alimentation.
- Des périphériques et des modules enfichables (**Figure II.2**).

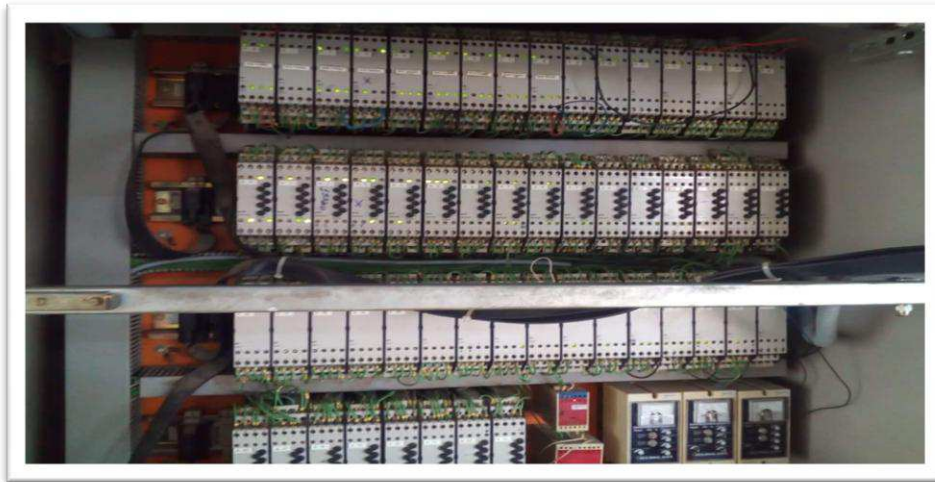


*Figure III.2 : AUTOMATE S5-110.*

#### III.3.3.1 Unité centrale : l'unité centrale comprend :

- **Un processeur central** : géré par un microprogramme et servant à l'exécution, et au codage des instructions.
- **Un processeur d'E/S** : assure la scrutation des entrées/sorties et transmet leurs états au processeur central.
- **Des mémoires** : on trouve essentiellement des mémoires EPROM et des mémoires RAM [16].

### III.3.3.2 La périphérie :



*Figure II.3 : Les modules de l'automate S5-110.*

#### a) Les modules d'entrés :

Le 110S comporte 64 modules de 8 entrées chacun, ils sont disponibles en 5 versions différentes.

Ces modules reçoivent les signaux, les filtrent et adaptent leurs niveaux de tension et définissent leurs états hauts et bas qui peuvent être lus par la CPU [16].

#### b) Les modules de sorties :

L'automate 110S contient 64 modules de 8 sorties chacun qui sont également en 5 versions.

Ces modules livrent les informations de l'automate vers le processus, l'information produit la fermeture ou l'ouverture d'un contact électronique ou bien mécanique.

c) **Les modules enfichables :** ces modules sont prévus pour l'obtention des fonctions supplémentaires, on trouve :

➤ **Les coupleurs :** ils servent au couplage de l'automate à divers types d'appareils.

#### d) La console de programmation PG670/675 :

Permet la programmation en mode on line et off line de l'API S5-110S/B, la console PG670/675 dispose d'un programmeur d'EPROM pour programmer les mémoires EPROM utilisé pour le stockage du programme utilisateur [16].

### III.4.Présentation du nouveau système d'automatisation SIMATIC S7-300 :



*Figure II.3: Vue générale de l'automate S7-300.*

Le nouveau système d'automatisation que nous proposons à installer dans la station de dessalement, et de remplacer l'ancien système SIMATIC S5-110 par le système SIMATIC S7-300, qui permet de programmer, testé, configuré et de mettre en service les systèmes de production automatiques.

D'une manière générale le SIMATIC-S7 se présente dans le marché industriel comme le remplaçant ou le successeur de SIMATIC-S5 avec beaucoup plus d'avantages et d'améliorations, et la possibilité d'une immigration des programmes rédigés déjà avec STP5 en STEP7 d'une manière facile et très flexible [15].

#### III.4.1 Présentation de L'unité centrale (CPU) :

la CPU à comme rôle la lecture et l'interprétation des instructions constituant le programme installé dans la mémoire de l'automate, plusieurs CPU avec des niveaux de performance progressifs sont disponible pour l'automate S7-300.

- ✓ Les CPU compacts.
- ✓ Les CPU STANDARD.
- ✓ Les CPU technologie.
- ✓ Les CPU à sécurité intégré [15].

#### III.4.2 Les registre de la CPU :

- ✓ Le mot d'état.
- ✓ Accumulateur 1 et accumulateur 2.
- ✓ Registre d'adresse AR1 et AR2.
- ✓ Pile des parenthèses.

### III.4.3 Module d'alimentation:

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

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.

Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe [15].

### III.4.4 Modules d'entrée/sorties

Ils traduisent les signaux industrielles en information API et réciproquement, appelés aussi coupleurs, beaucoup d'automates assurent cet interface a des modules amovibles qui peuvent être modulaires par carte ou par rack. D'autres automates ont une structure monobloc, avec des modules intégrés dans un châssis de base, on trouve :

- **Des modules entrées/sorties TOR.**
- **Des modules entrées/sorties analogique [15].**

### III.5 : Conclusion :

Dans ce chapitre on a vu la structure modulaire d'un automate programmable ainsi que son architecture interne, par suite on a focalisé notre étude sur l'automate S7-300 en mettant en avant ses caractéristiques technique pour une meilleure exploitation pendant sa programmation qui sera l'objet du chapitre IV.

**CHAPITRE IV :**  
**PROGRAMME DE**  
**DÉMARRAGE DE LA**  
**STATION DE DESSALEMENT**

## IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons décrire en premier lieu le logiciel de simulation, puis nous passerons à la modélisation de notre cahier des charges. Après avoir modélisé et simulé notre cahier des charges, et après le passage du GRAFCET au langage LADDER, nous allons automatiser notre cahier des charges en utilisant le logiciel SIMATIC S7.

## IV.2 Systèmes automatisés de production (SAP) :

### ❖ Définition :

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou étapes [9].

### IV.2.1 Structures générales d'un système automatisé :

Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique, ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles que l'on nomme :

- ✓ Partie opérative (PO).
- ✓ Partie commande (PC).
- ✓ Partie relation (pupitre de dialogue) [PR] [9].

### IV.2.2 Objectifs des Système automatisé de production :

- ✓ La capacité de produire rapidement dans tous les domaines industriels en gardant un produit de qualité.
- ✓ La suppression de certaines taches fatigantes.
- ✓ La souplesse d'utilisation qu'ils présentent peut répondre aux problèmes simples comme extrêmement complexes.
- ✓ Augmente la sécurité [9].

## IV.3.Modélisation de fonctionnement :

Un système automatisé industriel comporte un cahier des charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce matériel. Outre les contraintes Techniques, il comporte des instructions impératives reliant la PC à la PO, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

Pour cela, les automaticiens utilisent un « outil » de description graphique, facile à lire, appelé « grafcet ».

**IV.4. Grafcet :**

**IV.4.1: Définition:**

Le GRAFCET est un langage graphique qui sert à décrire, étudier, et exploiter les automatismes.

➤ **Signification**

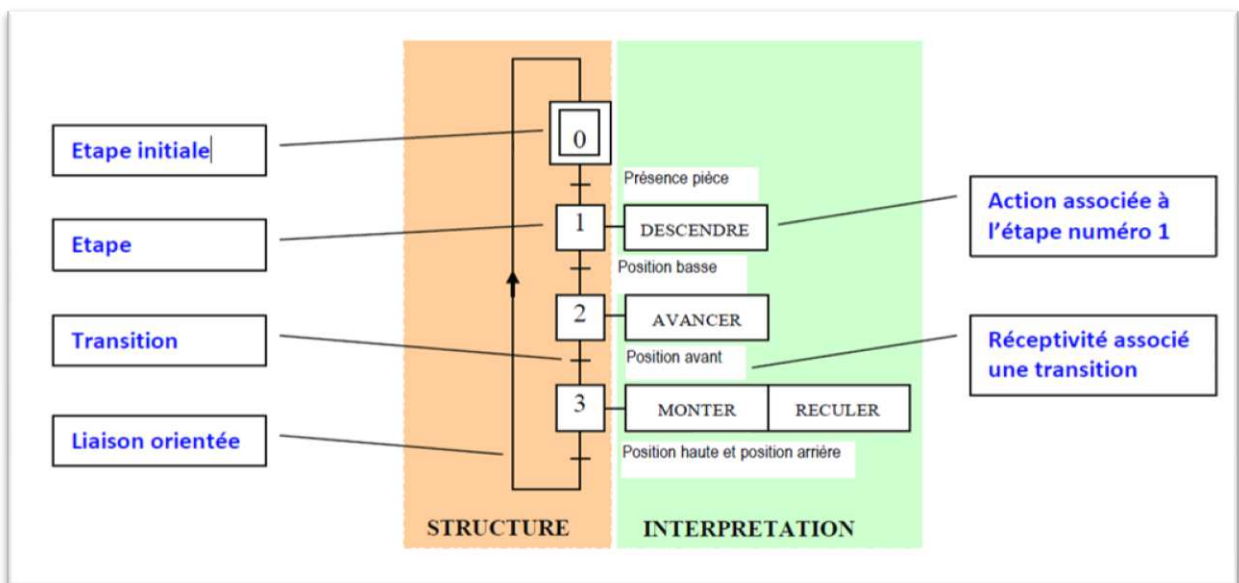
Que veut dire **GRAFCET ?**

- GRAF= graphe**
- C= commande**
- E =étape**
- T =transition**

➤ **Le rôle de GRAFCET :**

Présenté sous la forme d'un organigramme, il décrit dans une suite logique et organisée, le cycle et le déroulement des différentes opérations, appelées « étape » d'un système automatisé. Une étape représente une séquence ou une action [9].

**IV.5.1. Eléments de base du GRAFCET :**



*Figure IV.1: Exemple de Grafcet.*

**IV.4.2. Elaboration de GRAFCET de l'unité de dessalement :****➤ Cahier des charges pour le démarrage des unités :**

1. le niveau des réservoirs de Begard (WJ9L001>AL) et Bisulfite (WJ9L002>AL) de Sodium.
2. le niveau de l'huile (WE9L007>AL), et (WS9L008>AL).
3. La pompe (WE11D001) à l'arrêt et la pompe(WR11D001) à l'arrêt.
4. Le clapet (WE11S001) et (WE11S003) fermé.
5. Ouvrir la vanne de gaz (OWW11SOO1).
6. mettre en marche la pompe d'eau de mer (WE11D001), et contrôler automatiquement l'ouverture de son clapet de refoulement(WE11S003) après 10s.si le clapet ne s'ouvre pas le moteur s'arrête.
7. L'ouverture complète du clapet de refoulement (WE11S003) fait actionner le moteur du filtre autonettoyant (WE12B001), le clapet de descente de boue (WY11S001) s'ouvre après 30s.
8. Si le niveau (WS11L001>50%, la pompe d'eau motrice(WS11D001) est mise en marche.
9. Le clapet de rejet d'eau de mer (WE14S001) est ouvert si l'intensité de la pompe (WE11D001) est inférieure à 75A. Le même clapet est fermé si l'intensité de la pompe est supérieure à 75A.
10. La pompe de bisulfite de sodium(WP15D001) est mise en marche avec son agitateur (WP15D002) si l'alarme teneur en chlore haute (WE11H001AH) est affichée.
11. L'arrêt de la pompe et de l'agitateur est provoqué par l'alarme niveau bas (WP15L002AL) du réservoir.
12. Si le niveau étage 18 (WG11L018) est de 400mm, et si l'alarme de vide dans l'évaporateur n'est pas affichée (WG11P002>AL), la pompe de rejet de saumure(WF11D001), et la pompe de recirculation de saumure (WR11D001) sont débloquées pour la mise en marche :
  - a) la pompe (WF11D001) est mise en marche, son clapet de refoulement WF12S003 s'ouvre automatiquement après 30s.
  - b) la pompe(WR11D001) est mise en marche, son clapet de refoulement (WR12S004) s'ouvre automatiquement après 30s, ainsi que le clapet de réglage de pression réchauffeur final (WR15S001) s'ouvre également.
  - c)la pompe de dosage belgard et belite(WP12D001) et l'agitateur(WP11D001), sont mis en marche lors de la mise en service de la pompe WR11D001.

d) Si l'alarme niveau réservoir belgard et belite (WP11L002AL) est affichée, la pompe (WP12D001), et l'agitateur (WP11D001) s'arrêtent.

13. La pompe d'eau chaude WH11D001 est mise en marche.

Si l'alarme niveau chaudière WH16L001AL est affichée, la pompe s'arrête.

Le bruleur WL12D001 est allumé uniquement si :

- ✓ la pompe WR11D001 est en marche.
- ✓ le clapet WR15S001 est ouvert.
- ✓ la pompe WH11D001 est en marche.
- ✓ l'alarme température eau chaude WH13T001AHH n'est pas affichée.
- ✓ l'alarme niveau chaudière WH16L001AL n'est pas affichée.
- ✓ l'alarme pression eau chaude, WH13P001AL n'est pas affichée.

14. après l'allumage du bruleur, on attend l'augmentation de température d'eau chaude, la température de saumure doit augmenter progressivement jusqu'à 85°C, et contrôler si le point de consigne de réglage de température d'eau chaude se trouve à 50%(la température finale de l'eau chaude sera d'environ 90°). la production du distillat commence.

15. La pompe du distillat WJ11D001 est mise en marche, si le niveau du distillat est supérieure à 250mm, son clapet de refoulement WJ12S004 s'ouvre automatiquement après 10s.

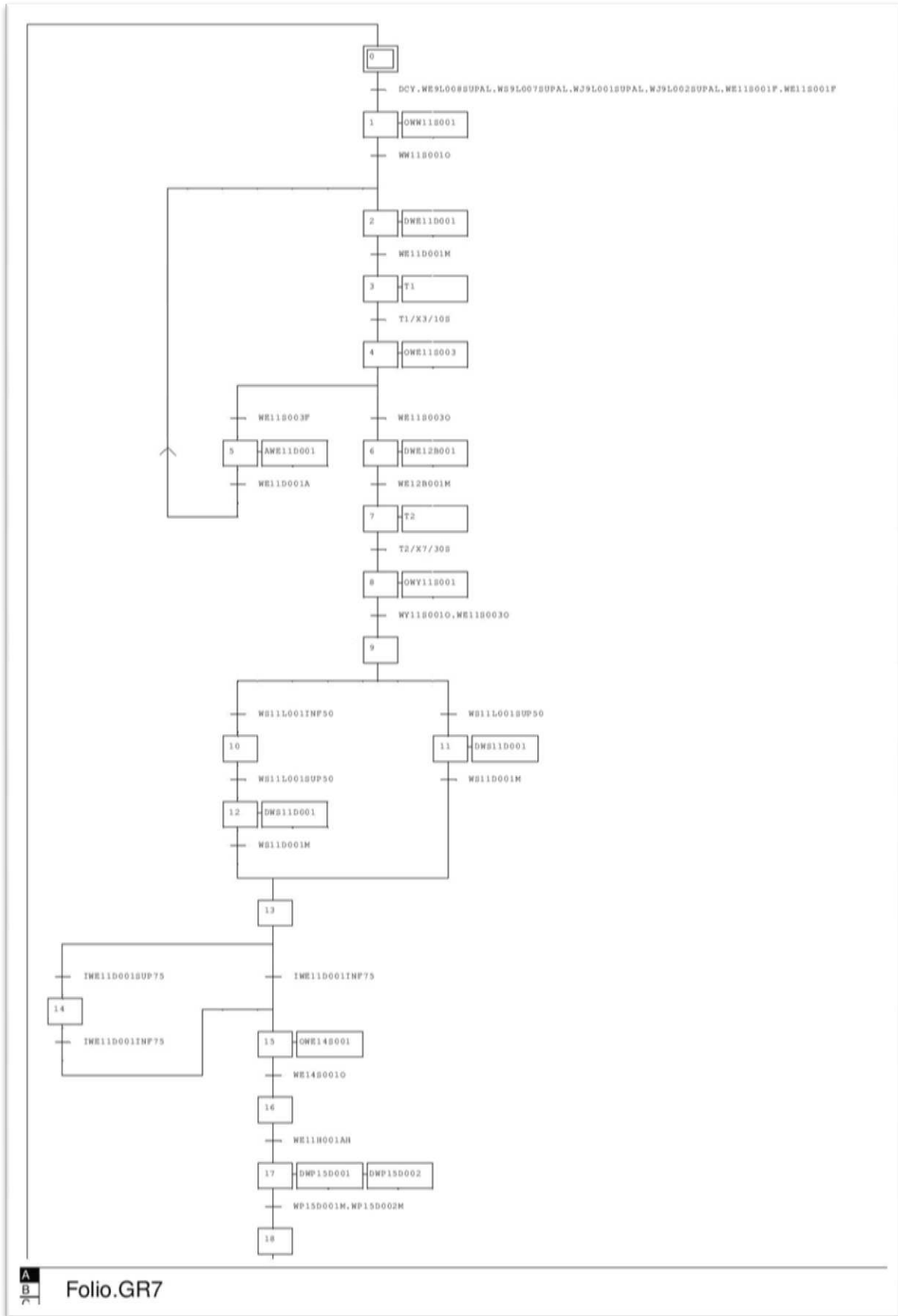
Si le niveau du distillat est inférieur à AL (WG11L019<AL) la pompe WJ11D001 s'arrête.

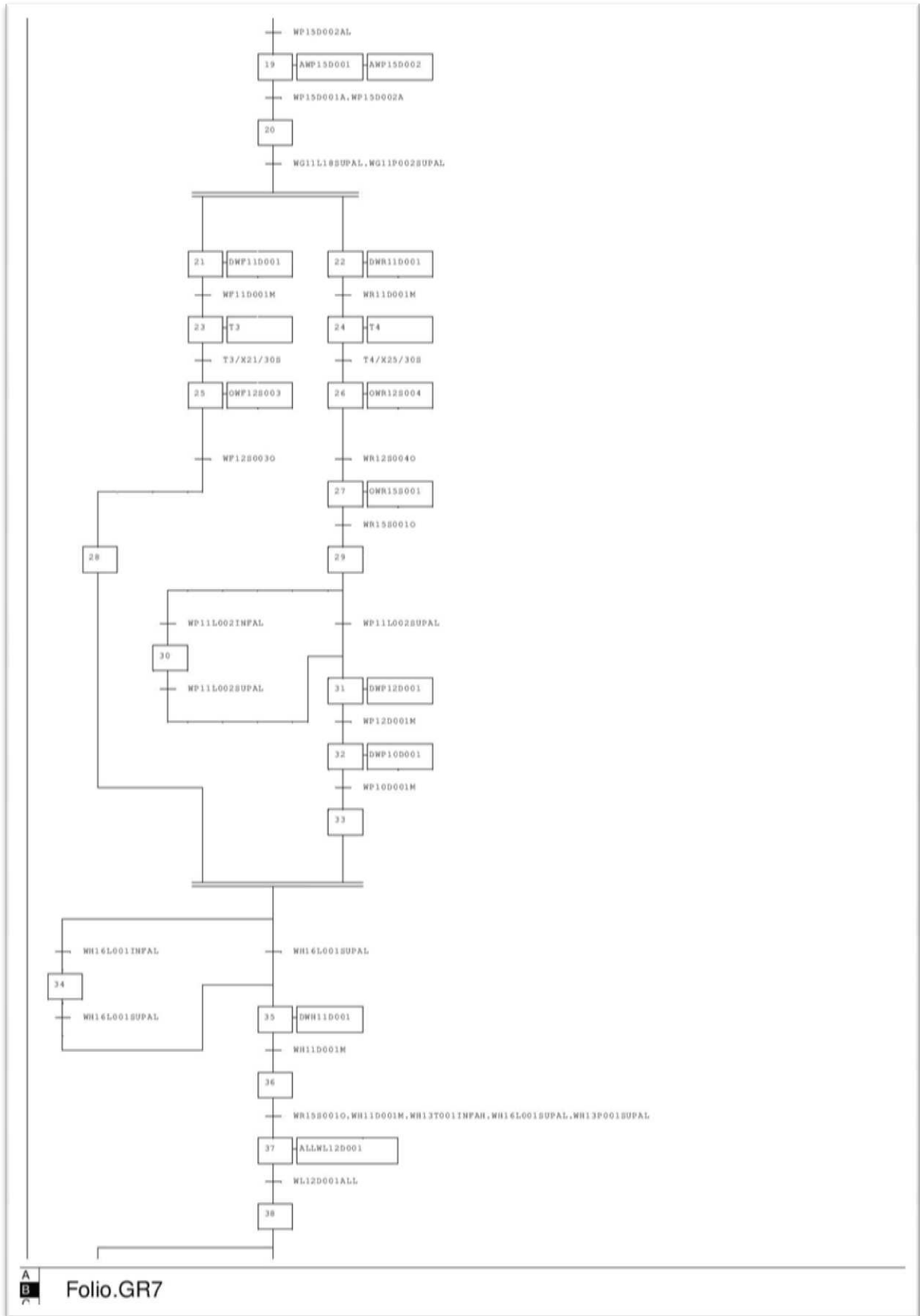
16. Si le conductimètre WJ12A001 affiche une valeur supérieure à 10µs/cm, le clapet WJ12S005 s'ouvre pour évacuer le distillat vers le rejet.

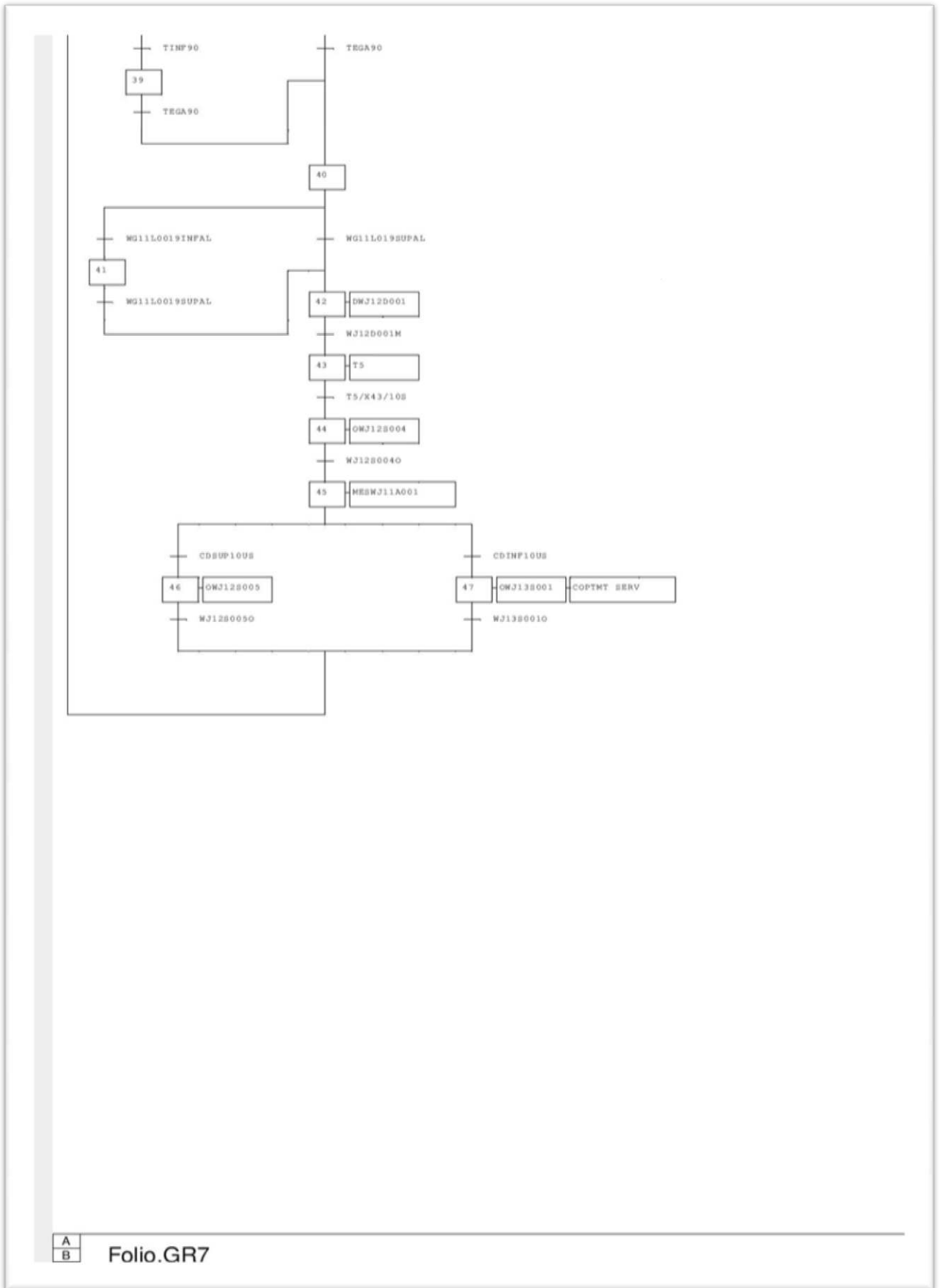
Si la conductivité est inférieure à 10µs/cm, le clapet WJ13S001 s'ouvre pour acheminer le distillat vers les bâches de stockage d'eau dessalée, La lampe unité complètement en service s'affiche.

#### IV.4.3 Modélisation du cahier des charges par GRAFCET

Pour modéliser le cahier des charges de démarrage des unités de dessalement, on a opté pour le Grafcet niveau 2, implanté dans le logiciel AUTOMGEN, représenté par la figure suivante.







A  
B Folio.GR7

Figure IV.2: Grafset de cahier des charges.

➤ **Tableau des actions utilisées pour le démarrage :**

<b>DWE11D001</b>	Démarrage de la pompe d'eau de mer
<b>OWE11S003</b>	Ouverture automatique du clapet de refoulement de la pompe d'eau de mer
<b>AWE11D001</b>	Arrêt de la pompe d'eau de mer
<b>DWE12B001</b>	Démarrage du filtre d'eau de mer autonettoyant
<b>OWY11S001</b>	Ouverture automatique du clapet de dégagement des boues
<b>DWS11D001</b>	Démarrage de la pompe d'eau motrice
<b>AWS11D001</b>	Arrêt de la pompe d'eau motrice
<b>OWE14S001</b>	Ouverture du clapet de rejet d'eau de mer
<b>FWE14S001</b>	Fermeture du clapet de rejet d'eau de mer
<b>DWP15D001</b>	Démarrage de la pompe de bisulfate de sodium
<b>DWP15D002</b>	Démarrage de l'agitateur de bisulfate de sodium
<b>AWP15D001</b>	Arrêt de la pompe de bisulfate de sodium
<b>AWP15D002</b>	Arrêt de l'agitateur de bisulfate de sodium
<b>DWF11D001</b>	Démarrage de la pompe de rejet de saumure
<b>OWF12S003</b>	Ouverture automatique du clapet de refoulement de la pompe de rejet de saumure
<b>AWF11D001</b>	Arrêt de la pompe de rejet de saumure
<b>DWR11D001</b>	Démarrage de la pompe de recirculation de saumure
<b>OWR12S004</b>	Ouverture automatique du clapet de refoulement de la pompe de

	recirculation de saumure
<b>AWR11D001</b>	Arrêt de la pompe de recirculation de saumure
<b>OWR15S001</b>	Ouverture du clapet de réglage de la pression du réchauffeur final
<b>DWP12D001</b>	Démarrage de la pompe de dosage BELGARD et BELITE
<b>DWP11D001</b>	Démarrage de l'agitateur de BELGARD et BELITE
<b>DWH11D001</b>	Démarrage de la pompe de recirculation d'eau chaude
<b>ALLWL12D001</b>	Allumage du bruleur
<b>MES WH13T002</b>	Mesure de la température d'eau chaude
<b>DWJ11D001</b>	Démarrage de la pompe de distillat
<b>OWJ12S004</b>	Ouverture automatique du clapet de refoulement de la pompe de distillat
<b>AWJ11D001</b>	Arrêt de la pompe de distillat
<b>MES WJ11A001</b>	Mesure de la conductivité
<b>OWJ12S005</b>	Ouverture du clapet de distillat vers le rejet
<b>OWJ13S001</b>	Ouverture du clapet de distillat vers les bâches de stockage
<b>COMP SERV</b>	Lampe : unité complètement en service

**Tableau II. 8:** Les actions pour le démarrage.

## ➤ Tableau des réceptivités pour le démarrage.

Adresse	Désignation
DCY	Départ cycle
WE9L008SUPAL	Niveau d'huile de la pompe d'eau motrice supérieur à AL
WS9L007SUPAL	Niveau d'huile de la pompe d'eau de mer supérieur à AL
WJ9L002SUPAL	Niveau du réservoir de bisulfite supérieur a AL
WJ9L001SUPAL	Niveau de Begard supérieur a AL
WE11S001F	Clapet de refoulement fermé
WE11S002F	Clapet fermé
WE11D001A	Pompe d'eau de mer arrêtée
WR11D001A	Pompe de recirculation de saumure arrêtée
WS11L001INF50	Niveau de réservoir de dégazage inférieur à 50%
WS11L001SUP50	Niveau de réservoir de dégazage supérieur à 50%
WS11D001M	La pompe d'eau motrice marche
IWE11D001INF75	Intensité de courant de la pompe d'eau de mer inférieur à 75 A
IWE11D001SUP75	Intensité de courant de la pompe d'eau de mer supérieur à 75 A
WE14S001O	Clapet de rejet d'eau de mer est ouvert
WE11H001AH	Alarme teneur en chlore affichée
WP15D001M	Pompe de bisulfite de sodium marche
WP15D002M	Agitateur de bisulfite marche
WP15L002AL	Alarme niveau bas de réservoir
WP15D001A	Pompe de bisulfite arrêtée
WG11P002SUPAL	Alarme de vide dans l'évaporateur n'est pas affichée
WF11D001M	Pompe de rejet de saumure marche
WR11D001M	Pompe de recirculation de saumure marche
X23/30S	Temporisation de 30 s
X24/30S	Temporisation de 30s
WF12S003O	Clapet de refoulement d'eau de mer ouvert
WR12S004O	Clapet de refoulement ouvert
WR15S001O	Clapet ouvert
WH10L001INFAL	Niveau inférieur à AL

<b>WP11L002SUPAL</b>	<b>Alarme niveau belgard affichée</b>
<b>WP11L002INFAL</b>	<b>Alarme niveau belgard n'est pas affichée</b>
<b>WP12D001M</b>	<b>Pompe de dosage belgard et belite marche</b>
<b>WB14D001M</b>	<b>Pompe d'éjection de vapeur marche</b>
<b>WH16L001SUPAL</b>	<b>Alarme niveau chaudière n'est pas affichée</b>
<b>WH11D001M</b>	<b>Pompe d'eau chaude marche</b>
<b>WR15S001O</b>	<b>Clapet de réglage de pression réchauffeur final</b>
<b>WH13T001INFAL</b>	<b>Alarme température eau chaude n'est pas affichée</b>
<b>WH13P001SUPAL</b>	<b>Alarme température eau chaude affichée</b>
<b>WL12D001AL</b>	<b>Le bruleur est allumé</b>
<b>TEGA90</b>	<b>Température égale à 90°C</b>
<b>TINF90</b>	<b>Température inférieure à 90°C</b>
<b>WG11L019SUPAL</b>	<b>Niveau distillat inférieur à AL</b>
<b>WJ11D001M</b>	<b>Pompe de distillat marche</b>
<b>X43/10S</b>	<b>Temporisation de 10s</b>
<b>WJ12S004O</b>	<b>Clapet de la pompe ouvert</b>
<b>CDSUP10US</b>	<b>Conductivité supérieure à 10US</b>
<b>CDINF10US</b>	<b>Conductivité inférieure à 10 US</b>
<b>WJ12S005O</b>	<b>Clapet de rejet de distillat ouvert</b>
<b>WJ13S001O</b>	<b>Clapet vers les bâches ouvert</b>
<b>INIT</b>	<b>Initialisation</b>
<b>WG11L18SUPAL</b>	<b>Niveau étage 18 supérieur à AL</b>
<b>WW11S001O</b>	<b>Vanne circuit gaz ouverte</b>
<b>WE11D001M</b>	<b>Pompe d'eau de mer marche</b>
<b>X3/10S</b>	<b>Temps d'ouverture de clapet de refoulement</b>
<b>WE11S003F</b>	<b>Clapet de refoulement fermé</b>
<b>WE12B001M</b>	<b>Filtre d'eau de mer autonettoyant marche</b>
<b>X7/30S</b>	<b>Temporisation</b>
<b>WY11S001O</b>	<b>Clapet de descente de boue ouvert</b>
<b>WE11S003O</b>	<b>Clapet de refoulement ouvert</b>

*Tableau II. 9: Tableau des réceptivités utilisé pour le démarrage.*

#### IV.5. Automatisation par le logiciel de programmation STEP7 :

Le logiciel de programmation STEP7 permet de créer des programmes utilisateurs pour les automates programmables SIMATIC S7.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et la gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes.
- Le chargement de programme dans les systèmes ciblés.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors de la perturbation dans l'installation.

##### IV.5.1 Utilisation du logiciel STEP7

Le logiciel STEP7 représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation d'un système d'automatisation.

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet dans lequel les données et le programme utilisateur à créer seront structurés.

Pour créer un projet STEP 7, on doit exécuter les séquences suivantes :

- Lancer SIMATIC Manager par un double clic sur son icône.



*Figure IV.3: Icône de démarrage de SIMATIC.*

- On affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider. Par défaut l'assistant de création de projet apparaît à chaque démarrage de SIMATIC Manager.

- **Etape 1 :** Cliquer sur le bouton « suivant » (**Figure IV.4**).

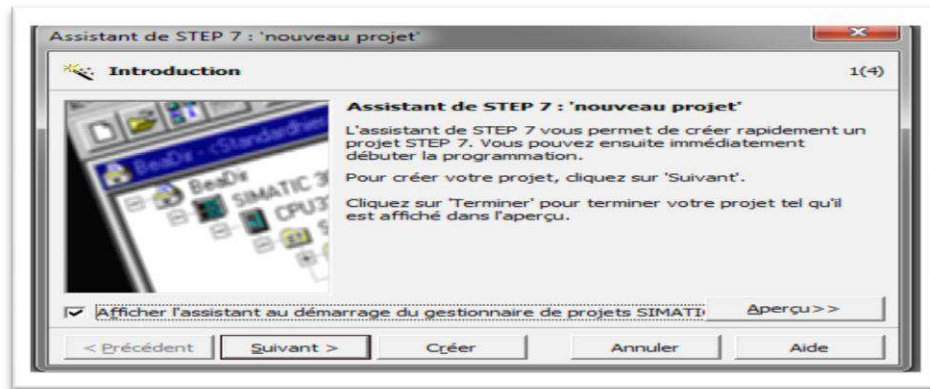


Figure IV.4: Page de démarrage assistant de STEP7.

✚ **Etape2:** Il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, la liste contient normalement toutes les CPU supportées par la version de STEP7 utilisée, il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU, si l'on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2, (**Figure IV.5**).

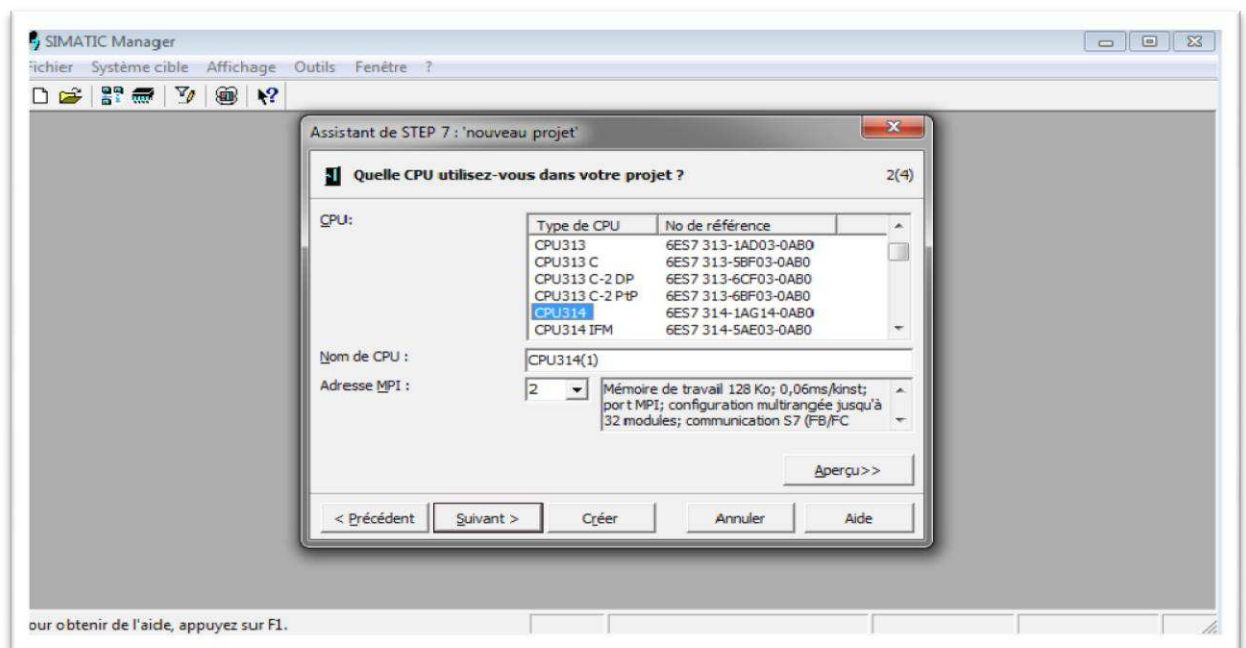
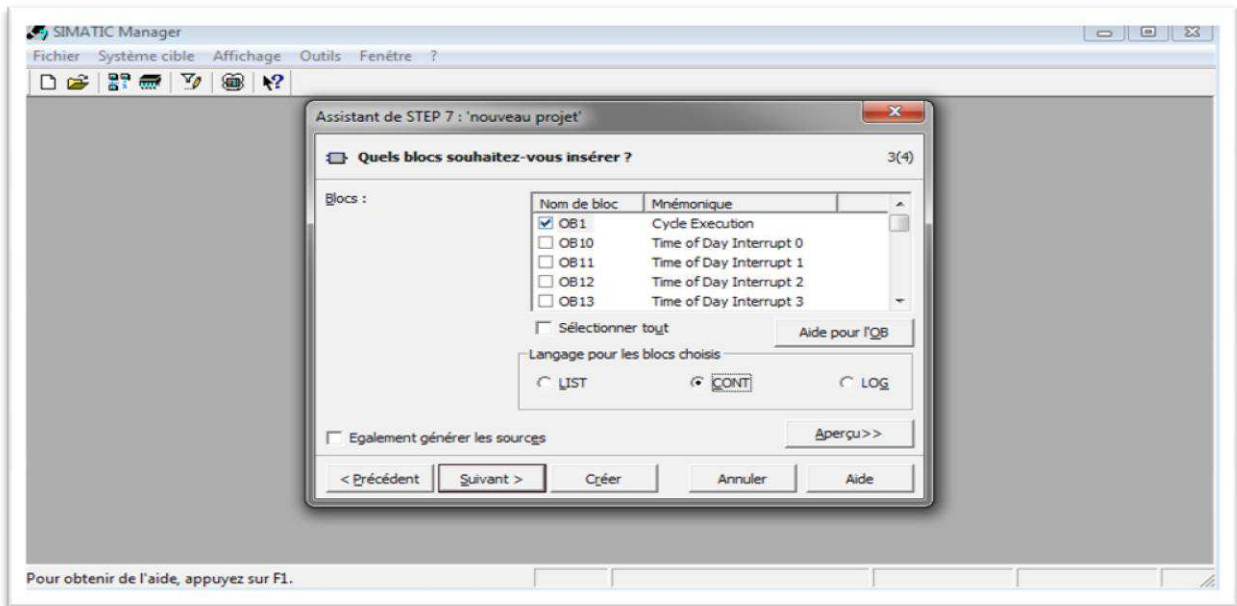


Figure IV.5: Choix de la CPU 314.

✚ **Etape3 :** Dans cet écran on insère des blocs organisationnels dont OBI qui permet de gérer tout le programme dans la CPU; on doit aussi choisir un langage de programmation qui est, CONT (**Figure IV.6**).

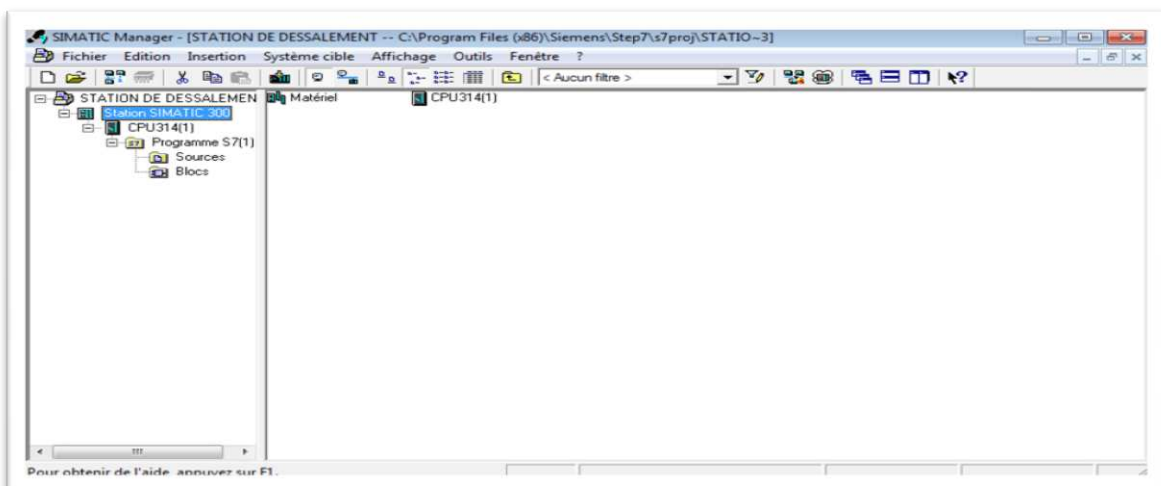


*Figure IV.6: Sélection de langage de programmation et de bloc.*

#### IV.5.2. Configuration matérielle (Partie Hardware):

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. Elle peut être réalisée en procédant de la manière suivante :

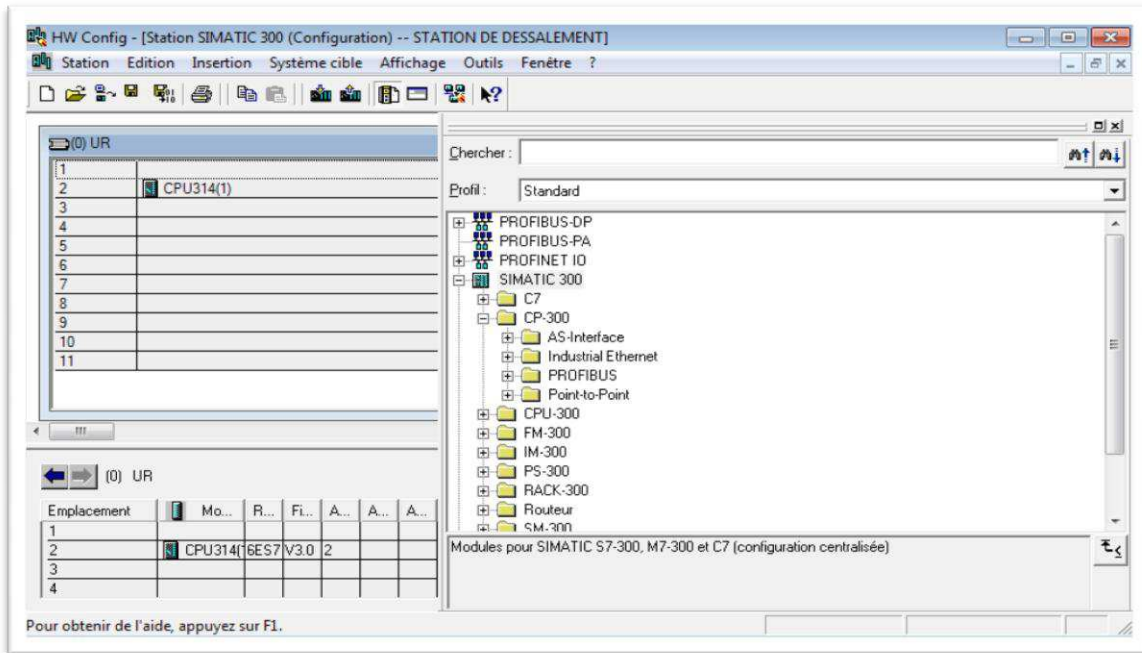
- Cliquez sur la station. Elle contient l'objet « matériel »



*Figure IV.7: Les composants de la station.*

- Ouvrez l'objet « matériel ». La fenêtre HW Config Configuration matérielle s'ouvre ;

- Etablissez la configuration de la station dans la fenêtre « configuration matérielle », **figure (IV.8)**



**Figure IV.8:** Catalogue de matérielles.

On dispose à cet effet d'un catalogue de module que nous pouvons afficher, s'il n'est pas déjà, par la commande Affichage>Catalogue. Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine.

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU314 nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, Pour la station SIMATIC, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.

Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement N°1. Parmi celles proposées, notre choix s'est porté sur la 'PS-307 10A'. La « CPU 314C-2 DP » est impérativement mise à l'emplacement N°2.

L'emplacement N°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

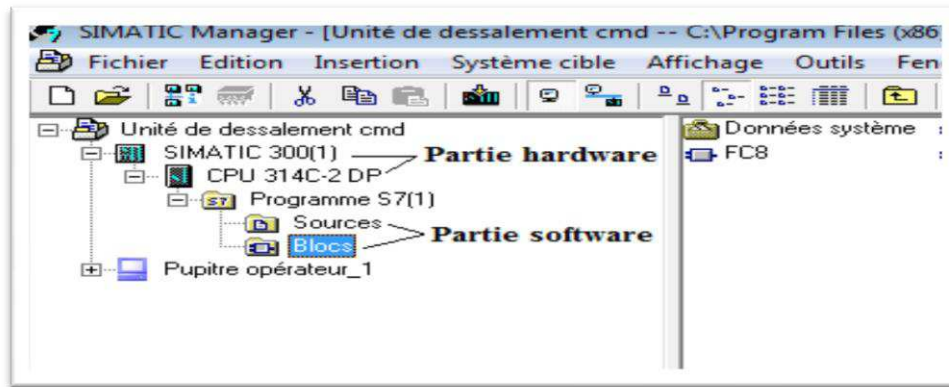
A partir de l'emplacement N° 4, il est possible de choisir jusqu'a 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Pour notre configuration matérielle, on a choisi :

- modules d'entrées TOR avec 16 voies SM321 DI16 DC 24V.
- modules de sorties TOR avec 16 voies SM322 D016 DC 24V.
- modules d'entrées analogiques SM 324, AI 4x8/8 bits.
- modules de sorties analogiques SM324, AO 2x 8/8 bits.
- Module IM 360 S
- RACK
- La CPU qu'on a choisi et le CPU314, elle a pour caractéristiques :
  - Mémoire de travail 128 Ko.
  - Vitesse 0.06 ms/kinst.
  - Port MPI.
  - Configuration multi-rangée jusqu'à 32 modules.
  - Communication S7 (FB/FC chargeables).
  - Firmware V3.0.
  - 64 compteurs, 128 temporisateurs, 2048 mémentos.
- Module d'alimentation PS 307 10A :

Le S7-300, utilisé dans notre travail, nécessite une tension d'alimentation de 24 V cc, le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur 120/220 V en tension de 24 V cc (10A). Ce choix est justifié par le nombre des E/S que possède la station, ainsi que l'alimentation ancienne des différents contacteurs.

Après cela il ne nous reste qu'à enregistrer et compiler. La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indique dans la figure suivante.



*Figure IV.9: Hiérarchie d'un projet STEP7.*

#### IV.5.3. Création de la table des mnémoniques (Partie Software).

Pour améliorer la lisibilité et la clarté de notre programme, nous avons utilisé des mnémoniques à la place des adresses absolues. Pour cela nous avons créé une table de mnémoniques dans laquelle nous avons défini pour chaque opérande utilisée un nom d'adresse absolue, le type de données ainsi qu'un commentaire. Les mnémoniques ainsi définies pourront être utilisées dans l'ensemble du programme.

Pour créer cette table, on suit le cheminement suivant :

- Insérer nouvel objet > table des mnémoniques
- On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier de charges, pour les entrées et les sorties.

Le tableau suivant représente la table des mnémoniques qu'on a utilisé dans notre programme :

SIMATIC

 programation\Station SIMATIC  
 300\CPU314(1)\Programme S7(1)\Mnémoniques

18/09/2018 13:31:39

**Propriétés de la table des mnémoniques**

Nom : Mnémoniques  
 Auteur :  
 Commentaire :  
 Date de création : 14/09/2018 17:18:16  
 Dernière modification : 18/09/2018 10:19:42  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques  
 Nombre de mnémoniques : 187/187  
 Dernier tri : Opérande ordre décroissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	T47	M 25.7	BOOL	
	T46	M 25.6	BOOL	
	T45	M 25.5	BOOL	
	T44	M 25.4	BOOL	
	T43	M 25.3	BOOL	
	T42	M 25.2	BOOL	
	T41	M 25.1	BOOL	
	T40	M 25.0	BOOL	
	T39	M 16.7	BOOL	
	T38	M 16.6	BOOL	
	T37	M 16.5	BOOL	
	T36	M 16.4	BOOL	
	T35	M 16.3	BOOL	
	T34	M 16.2	BOOL	
	T33	M 16.1	BOOL	
	T32	M 16.0	BOOL	
	X46	M 15.6	BOOL	
	X45	M 15.5	BOOL	
	X44	M 15.4	BOOL	
	X43	M 15.3	BOOL	
	X42	M 15.2	BOOL	
	X41	M 15.1	BOOL	
	X40	M 15.0	BOOL	
	X39	M 14.7	BOOL	
	X38	M 14.6	BOOL	
	X37	M 14.5	BOOL	
	X36	M 14.4	BOOL	
	X35	M 14.3	BOOL	
	X34	M 14.2	BOOL	
	X33	M 14.1	BOOL	
	X32	M 14.0	BOOL	
	X31	M 13.7	BOOL	
	X30	M 13.6	BOOL	
	X29	M 13.5	BOOL	
	X28	M 13.4	BOOL	
	X27	M 13.3	BOOL	
	X26	M 13.2	BOOL	
	X25	M 13.1	BOOL	
	X24	M 13.0	BOOL	
	X23	M 12.7	BOOL	
	X22	M 12.6	BOOL	
	X21	M 12.5	BOOL	
	X20	M 12.4	BOOL	
	X19	M 12.3	BOOL	
	X18	M 12.2	BOOL	

SIMATIC

 programation\Station SIMATIC  
 300\CPU314(1)\Programme S7(1)\Mnémoniques

18/09/2018 13:31:39

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	X17	M 12.1	BOOL	
	X16	M 12.0	BOOL	
	X15	M 11.7	BOOL	
	X14	M 11.6	BOOL	
	X13	M 11.5	BOOL	
	X12	M 11.4	BOOL	
	X11	M 11.3	BOOL	
	X10	M 11.2	BOOL	
	X9	M 11.1	BOOL	
	X8	M 11.0	BOOL	
	X7	M 10.7	BOOL	
	X6	M 10.6	BOOL	
	X5	M 10.5	BOOL	
	X4	M 10.4	BOOL	
	X3	M 10.3	BOOL	
	X2	M 10.2	BOOL	
	X1	M 10.1	BOOL	
	X0	M 10.0	BOOL	
	T31	M 8.7	BOOL	
	T30	M 8.6	BOOL	
	T29	M 8.5	BOOL	
	T28	M 8.4	BOOL	
	T27	M 8.3	BOOL	
	T26	M 8.2	BOOL	
	T25	M 8.1	BOOL	
	T24	M 8.0	BOOL	
	T23	M 7.7	BOOL	
	T22	M 7.6	BOOL	
	T21	M 7.5	BOOL	
	T20	M 7.4	BOOL	
	T19	M 7.3	BOOL	
	T18	M 7.2	BOOL	
	T17	M 7.1	BOOL	
	T16	M 7.0	BOOL	
	T15	M 6.7	BOOL	
	T14	M 6.6	BOOL	
	T13	M 6.5	BOOL	
	T12	M 6.4	BOOL	
	T11	M 6.3	BOOL	
	T10	M 6.2	BOOL	
	T9	M 6.1	BOOL	
	T8	M 6.0	BOOL	
	T7	M 5.7	BOOL	
	T6	M 5.6	BOOL	
	T5	M 5.5	BOOL	
	T4	M 5.4	BOOL	
	T3	M 5.3	BOOL	
	T2	M 5.2	BOOL	
	T1	M 5.1	BOOL	
	T0	M 5.0	BOOL	
	COMP SERV	M 3.6	BOOL	
	OWJ13S001	M 3.5	BOOL	
	WG11L18SUPAL	E 7.2	BOOL	
	INIT	E 7.1	BOOL	MEMONTO D'INITIALISATION
	WJ13S001O	E 7.0	BOOL	

SIMATIC

 programation\Station SIMATIC  
 300\CPU314(1)\Programme S7(1)\Mnémoniques

18/09/2018 13:31:39

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	WJ12S0050	E 6.7	BOOL	
	CDINF10US	E 6.6	BOOL	
	CDSUP10US	E 6.5	BOOL	
	WJ12S0040	E 6.4	BOOL	
	X43/10S	E 6.3	BOOL	
	WG12D001M	E 6.2	BOOL	
	WG11L019SUPAL	E 6.1	BOOL	
	TINF90	E 6.0	BOOL	
	TEGA90	E 5.7	BOOL	
	WL12D001ALL	E 5.6	BOOL	
	WH13P001SUPAL	E 5.5	BOOL	
	WH13T001INFAL	E 5.4	BOOL	
	WR15S001O	E 5.3	BOOL	
	WH11D001M	E 5.2	BOOL	
	WH16L001SUPAL	E 5.1	BOOL	
	WP10T001M	E 5.0	BOOL	
	WP12D0014	E 4.7	BOOL	
	WP11L002SUPAL	E 4.6	BOOL	
	WP11D002SUPAL	E 4.5	BOOL	
	WH10L001INFAL	E 4.4	BOOL	
	WR15001O	E 4.3	BOOL	
	WR12S0040	E 4.2	BOOL	
	WF12S003O	E 4.1	BOOL	
	X24/30S	E 4.0	BOOL	
	X23/30S	E 3.7	BOOL	
	WR11D001M	E 3.6	BOOL	
	WF11D001M	E 3.5	BOOL	
	WG11P002SUPAL	E 3.4	BOOL	
	WP15D001A	E 3.3	BOOL	
	WP15D002AL	E 3.2	BOOL	
	WP15D002M	E 3.1	BOOL	
	WP15D001M	E 3.0	BOOL	
	WE11H001AH	E 2.7	BOOL	
	WE14S001O	E 2.6	BOOL	
	IWE11D001INF75	E 2.5	BOOL	
	IWE11D001INF75A	E 2.4	BOOL	
	WS11D001M	E 2.3	BOOL	
	WS11L001SUP50	E 2.2	BOOL	
	WS11L001INF50	E 2.1	BOOL	
	WE11S003O	E 2.0	BOOL	
	WY11S001O	E 1.7	BOOL	
	X7/30S	E 1.6	BOOL	
	WE12B001M	E 1.5	BOOL	
	WE11S003	E 1.4	BOOL	
	X3/10S	E 1.3	BOOL	
	WE11D001M	E 1.2	BOOL	
	WW11S001O	E 1.1	BOOL	
	WR11D001A	E 1.0	BOOL	
	WE11D001A	E 0.7	BOOL	
	WE11S002F	E 0.6	BOOL	
	WE11S001F	E 0.5	BOOL	
	WJ9L002SUPAL	E 0.4	BOOL	
	WJ9L001SUPAL	E 0.3	BOOL	
	WS9L007SUPAL	E 0.2	BOOL	
	WE9L008SUPAL	E 0.1	BOOL	

SIMATIC

 programation\Station SIMATIC  
 300\CPU314(1)\Programme S7(1)\Mnémoniques

18/09/2018 13:31:39

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	DCY	E 0.0	BOOL	DEPART CYCLE
	OWE11S003	A 3.5	BOOL	
	OWJ12S005	A 3.4	BOOL	COMP SERV
	MESWJ11A001	A 3.3	BOOL	
	OWJ12S004	A 3.2	BOOL	
	TEMP5	A 3.1	BOOL	
	DWJ12D001	A 3.0	BOOL	
	ALLWL12D001	A 2.7	BOOL	
	DWH11D001	A 2.6	BOOL	
	DWP10D001	A 2.5	BOOL	
	DWP12D001	A 2.4	BOOL	
	OWR15S001	A 2.3	BOOL	
	OWR12S004	A 2.2	BOOL	
	OWF12S003	A 2.1	BOOL	
	TEMP4	A 2.0	BOOL	
	TEMP3	A 1.7	BOOL	
	DWR11D001	A 1.6	BOOL	
	DWF11D001	A 1.5	BOOL	
	AWP15D002	A 1.4	BOOL	
	AWP15D001	A 1.3	BOOL	
	DWP15D002	A 1.2	BOOL	
	DWP15D001	A 1.1	BOOL	
	OWE14S001	A 1.0	BOOL	
	DWS11D001	A 0.7	BOOL	
	OWY11S001	A 0.6	BOOL	
	TEMP2	A 0.5	BOOL	
	DWE12B001	A 0.4	BOOL	
	OOWE11S003	A 0.3	BOOL	
	TEMP1	A 0.2	BOOL	
	DWE11D001	A 0.1	BOOL	
	OWW11S001	A 0.0	BOOL	OVER VANNE GAZ



**Tableau II. 10:** *Tableau des mnémoniques.*

#### IV.5.4. Création du programme (Partie Software)

Le programme de commande de fonctionnement est élaboré en langage de programmation LADDER qui est le plus exploité en industrie.

#### IV.5.5. La simulation du programme :

Après avoir élaboré le programme de fonctionnement de la STEP sous STEP7, l'étape suivante est la vérification du bon fonctionnement avant le chargement dans l'API. Cette opération est réalisée avec logiciel S7-PLCSIM de simulation.

- ✓ Activer la simulation en cliquant sur l'icône 
- ✓ Charger le programme dans la CPU de simulation en cliquant sur l'icône de chargement 
- ✓ Configure la simulation:

- Créer une fenêtre permettant l'accéder aux variables d'entrées du programme de fonctionnement.

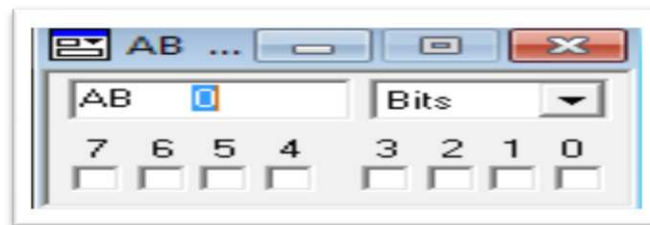
La valeur par défaut est EBO (octet d'entrée 0), pour valider appuyer sur entrée, sachant qu'on peut modifier le nombre d'octets EBO.



**Figure IV.10 :** Fenêtre pour accéder aux variables d'entrées.

- Créer la fenêtre permettant d'accéder aux variables de sorties intervenant dans le programme.

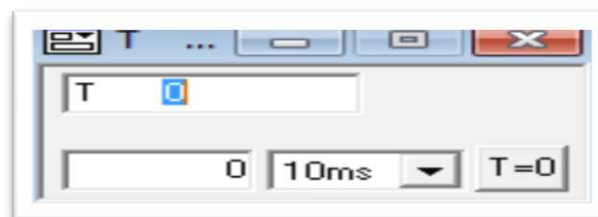
La valeur par défaut est AB0 (octet de sortie 0), pour valider appuyer sur entrée, sachant qu'on peut modifier le nombre d'octets AB0.



**Figure IV.11:** Fenêtre pour accéder aux variables de sortie.

- Créer une fenêtre pour les temporisations intervenant dans le programme de fonctionnement.

La valeur par défaut est T0, pour valider appuyer sur entrée sachant qu'on peut modifier le nombre d'octets T0.



**Figure IV.12:** Réglage de temporisation.

- Créer une fenêtre pour les mementos intervenant dans le programme de fonctionnement.

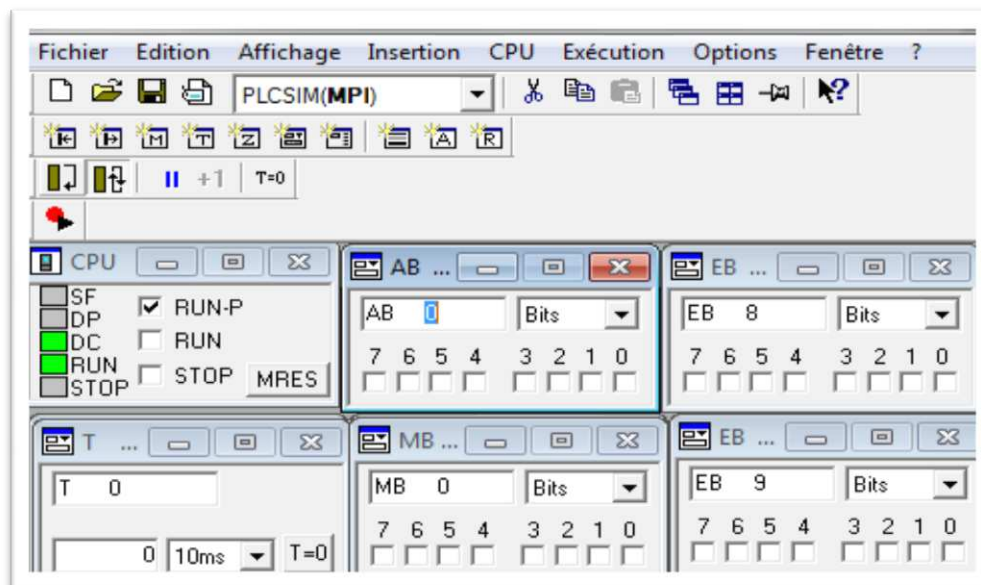
La valeur par défaut est MB0, pour valider appuyer sur entrée, sachant qu'on peut modifier le nombre d'octets MB0.



**Figure IV.13 :** Fenêtre pur mementos.

- Choisir dans le menu le type de CPU dans S7-PLCSIM et vérifier que la mise sous tension est faite. On choisit la commande mode d'exécution, cycle continu et on vérifie que le cycle continu est sélectionné.

- Mettre la CPU de la simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P



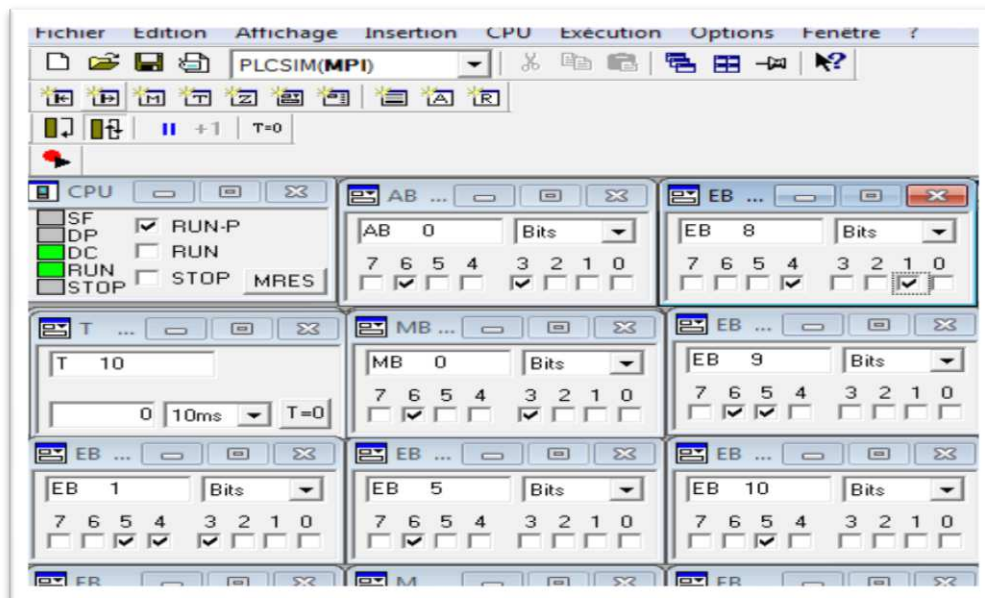
**Figure IV.14:** Fenêtre pur la mise en marche de la simulation.

Une fois que toutes les fenêtres (entrées, sorties, temporisations et mémentos) sont prêtes la simulation commence.

On active les contacteurs, les capteurs et les transmetteurs suivant le déroulement de notre programme utilisateur pour tester le bon fonctionnement ou bien la marche de notre équipement avant d'adapter l'API.

- ✓ La visualisation du programme avec simulation

Après avoir chargé le programme utilisateur dans la CPU du simulateur et activer RUN ou RUN-P, le logiciel nous permet de visualiser l'état du programme, et les états des variables d'entrées/sorties comme indiqué ci-dessous.



**Figure IV.15:** Visualisation de programme.

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, traitant le programme, puis en actualisant les sorties. Par défaut, on ne peut pas charger de programme ni modifier des paramètres avec STEP 7 quand la CPU est en RUN. A chaque modification saisie dans une fenêtre secondaire, le contenu de l'adresse concernée est immédiatement mis à jour dans la mémoire. La CPU n'attend pas la fin ou le début du cycle pour actualiser une donnée modifiée.

Choisissant la commande STOP, la CPU n'exécute pas le programme. Quand l'état de fonctionnement passe de STOP à RUN, l'exécution du programme reprend à la première instruction.

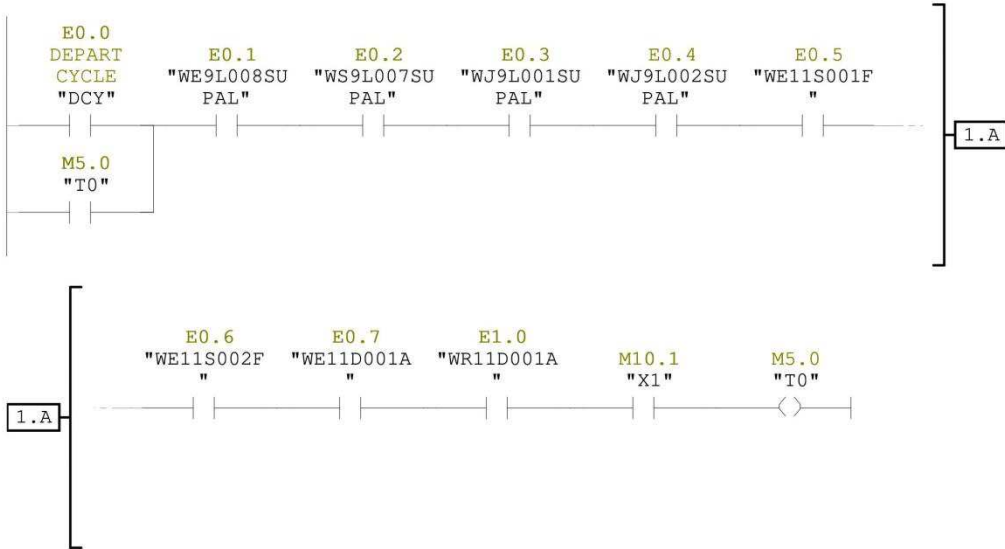


SIMATIC

programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:33

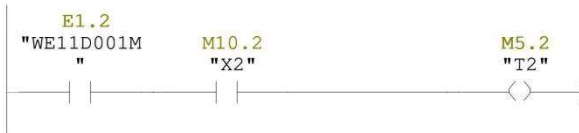
Réseau : 1



Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4

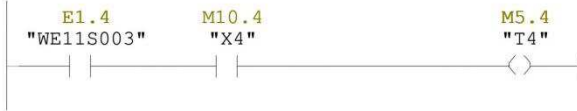


SIMATIC

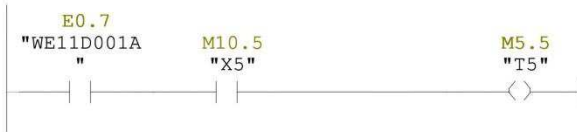
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:33

Réseau : 5



Réseau : 6



Réseau : 7



Réseau : 8



Réseau : 9

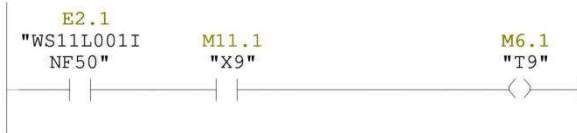


SIMATIC

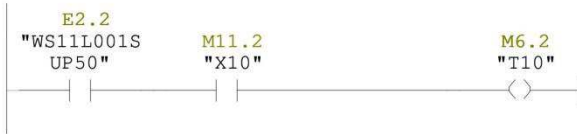
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:33

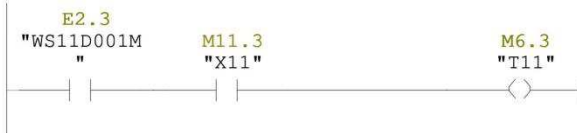
Réseau : 10



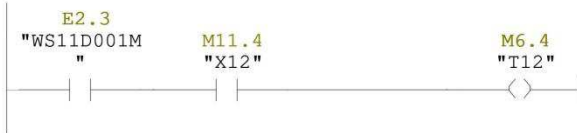
Réseau : 11



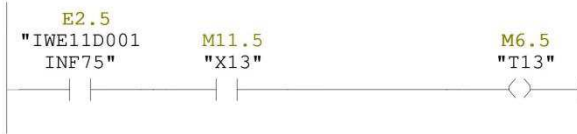
Réseau : 12



Réseau : 13



Réseau : 14

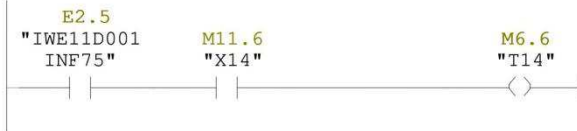


SIMATIC

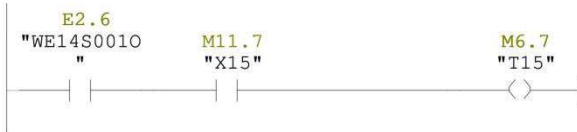
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

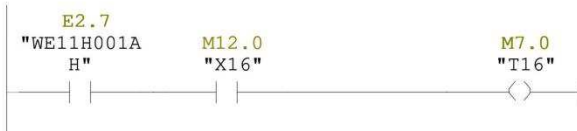
Réseau : 15



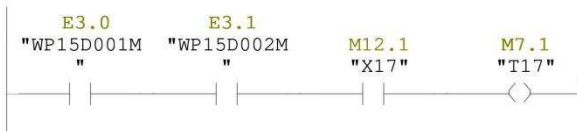
Réseau : 16



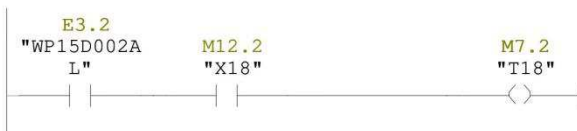
Réseau : 17



Réseau : 18



Réseau : 19





SIMATIC

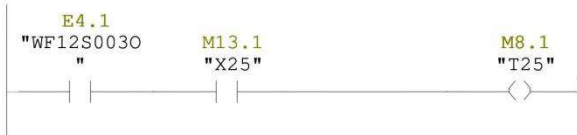
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

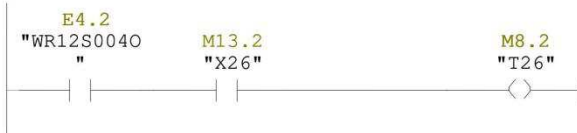
Réseau : 25



Réseau : 26



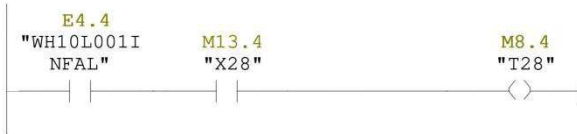
Réseau : 27



Réseau : 28



Réseau : 29

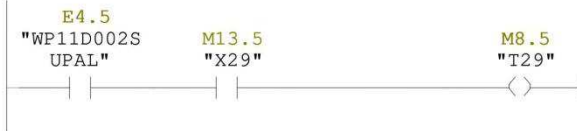


SIMATIC

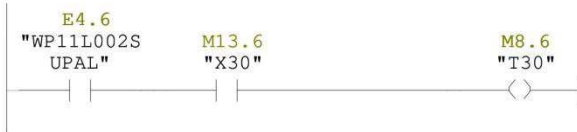
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

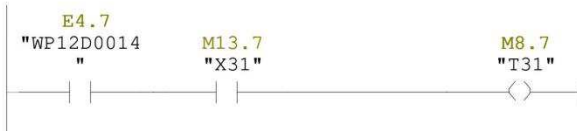
Réseau : 30



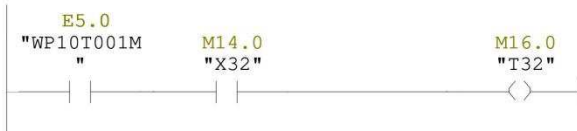
Réseau : 31



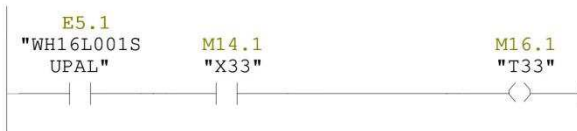
Réseau : 32



Réseau : 33



Réseau : 34





SIMATIC

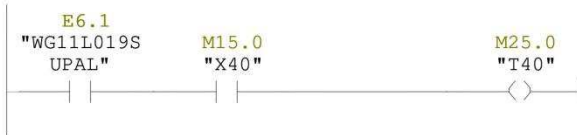
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

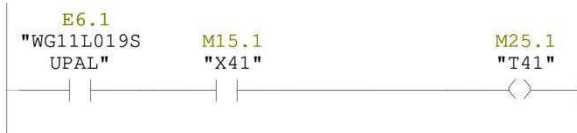
Réseau : 40



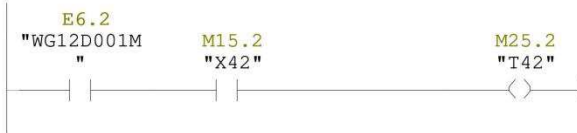
Réseau : 41



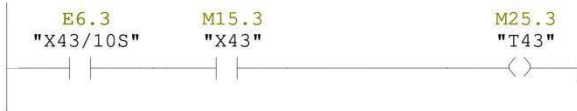
Réseau : 42



Réseau : 43



Réseau : 44

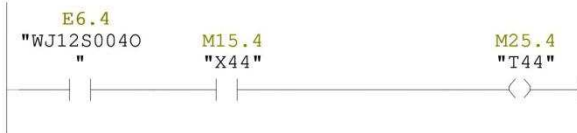


SIMATIC

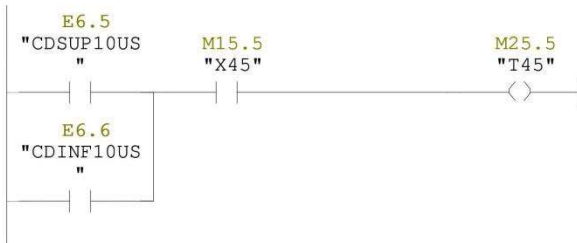
programmation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

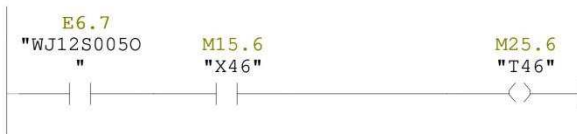
Réseau : 45



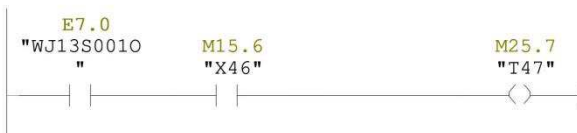
Réseau : 46



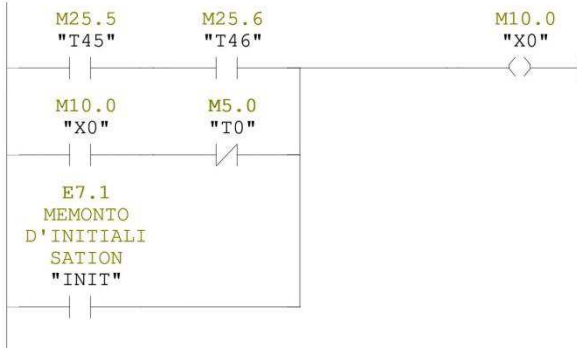
Réseau : 47



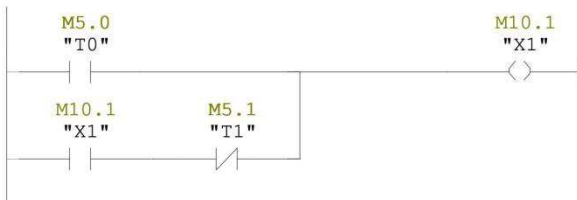
Réseau : 48



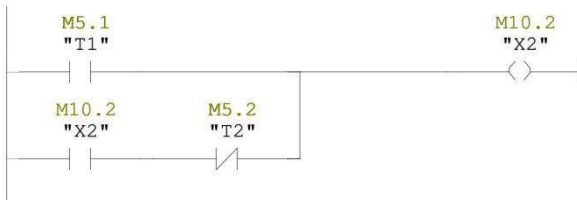
Réseau : 49



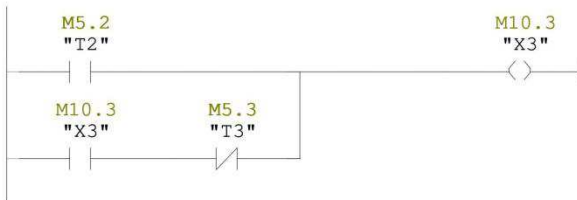
Réseau : 50



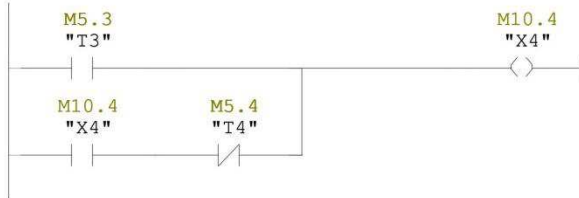
Réseau : 51



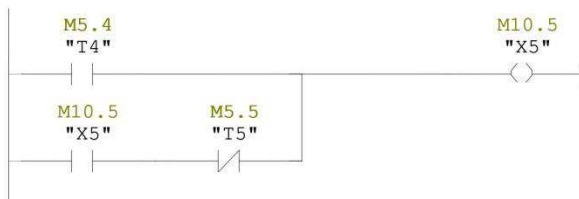
Réseau : 52



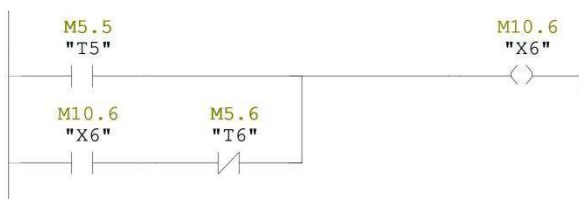
Réseau : 53



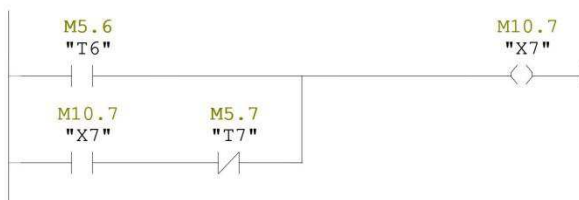
Réseau : 54



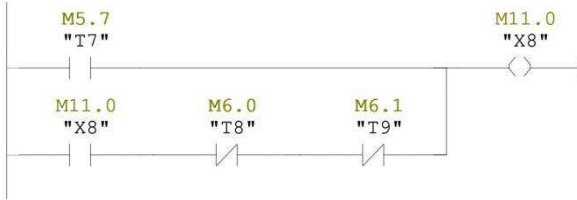
Réseau : 55



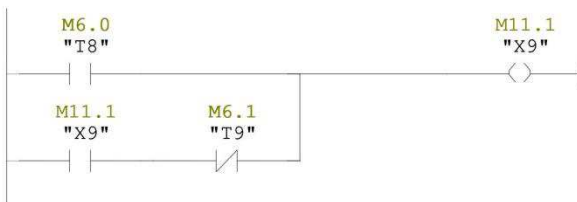
Réseau : 56



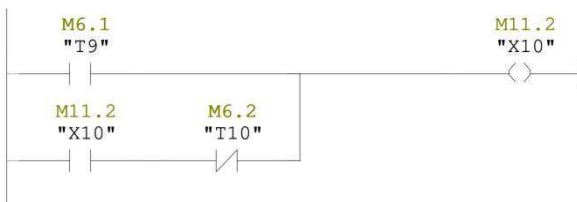
Réseau : 57



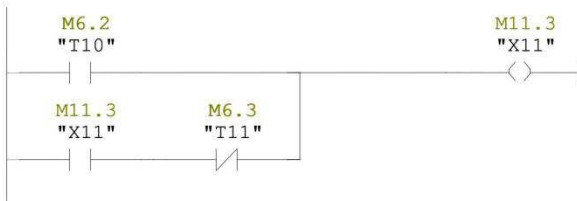
Réseau : 58



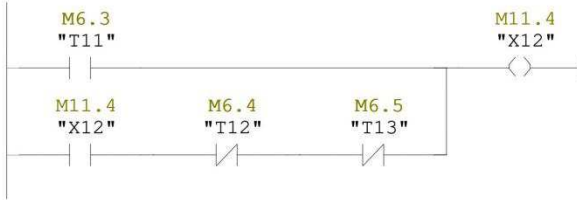
Réseau : 59



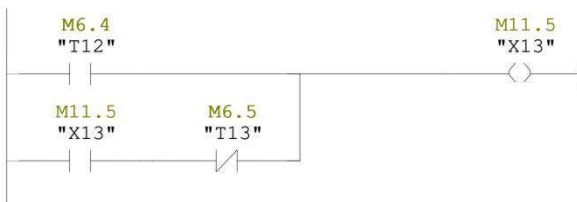
Réseau : 60



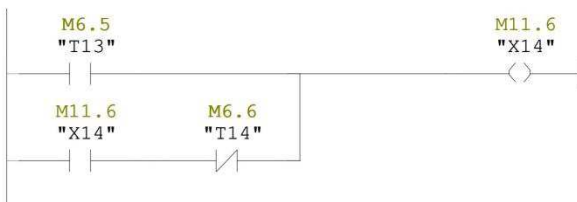
Réseau : 61



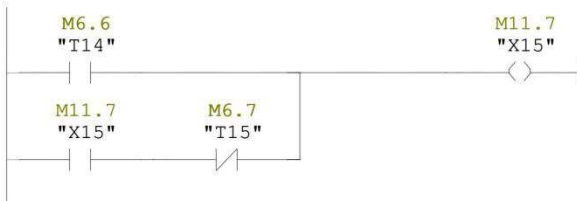
Réseau : 62



Réseau : 63



Réseau : 64

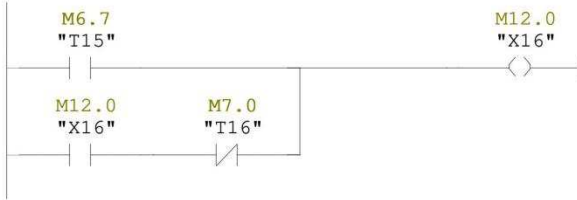


SIMATIC

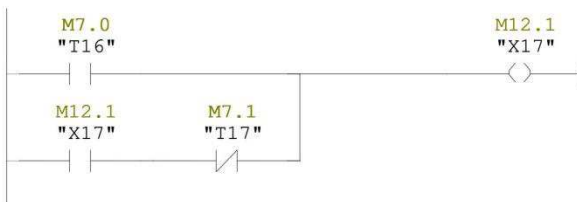
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

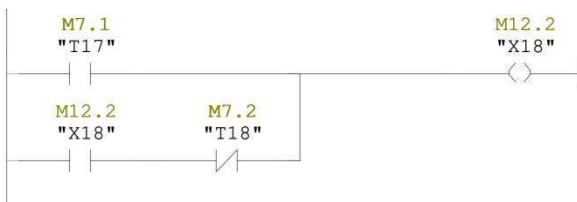
Réseau : 65



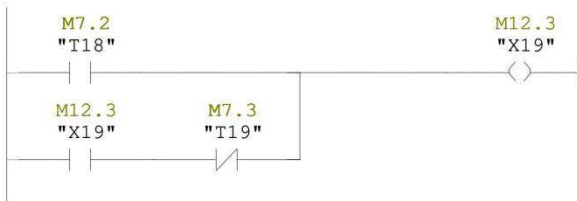
Réseau : 66



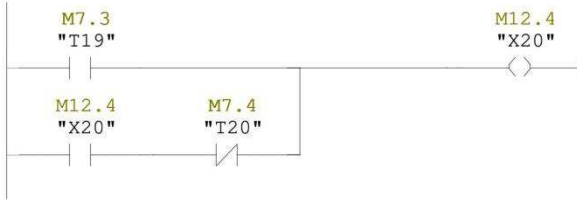
Réseau : 67



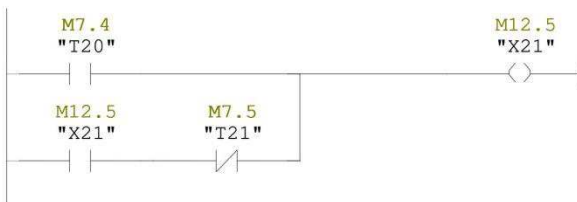
Réseau : 68



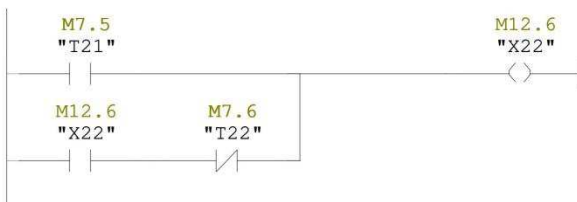
Réseau : 69



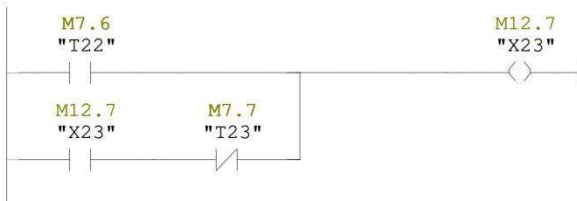
Réseau : 70



Réseau : 71



Réseau : 72

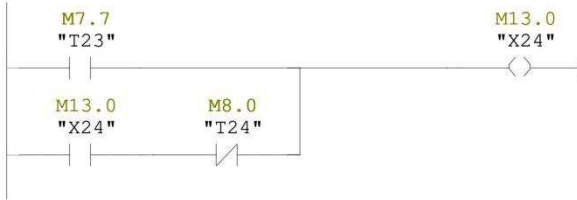


SIMATIC

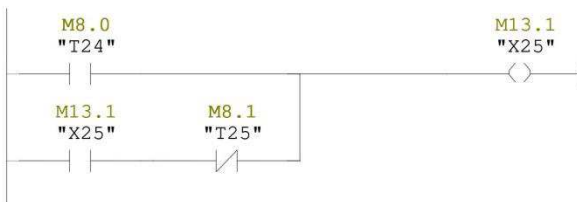
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:34

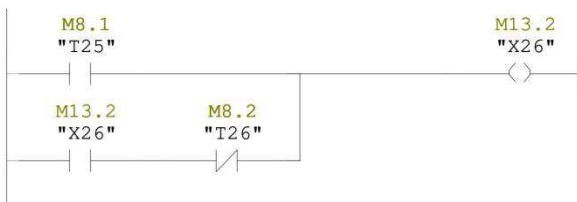
Réseau : 73



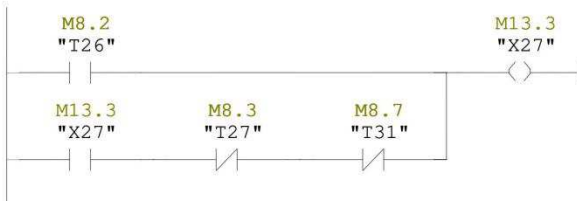
Réseau : 74



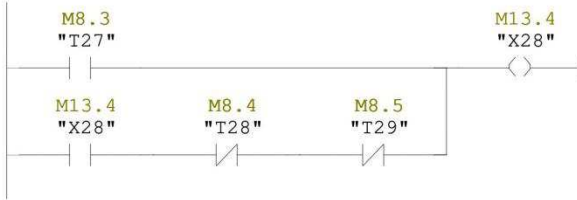
Réseau : 75



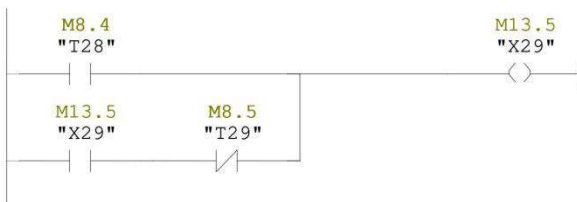
Réseau : 76



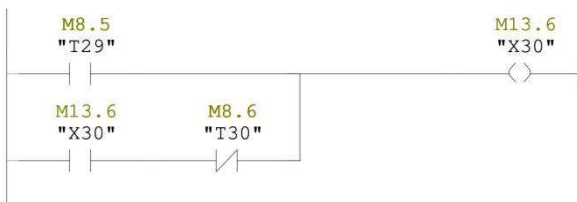
Réseau : 77



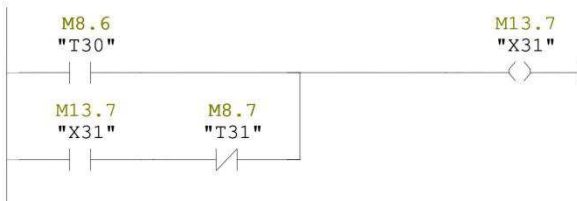
Réseau : 78



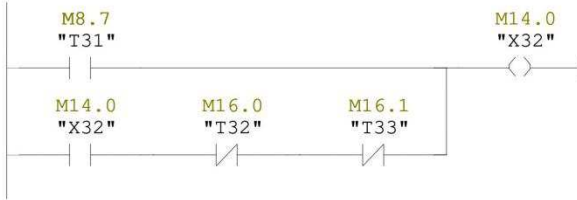
Réseau : 79



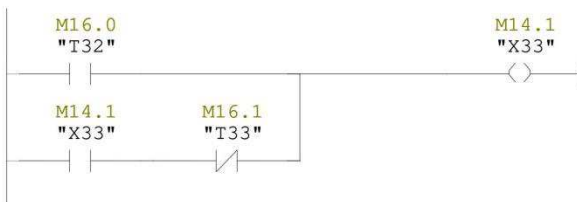
Réseau : 80



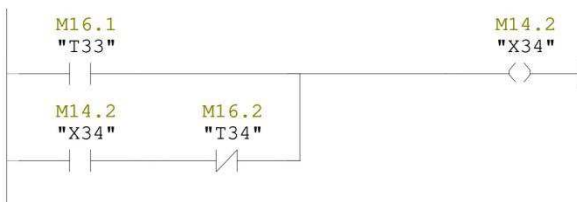
Réseau : 81



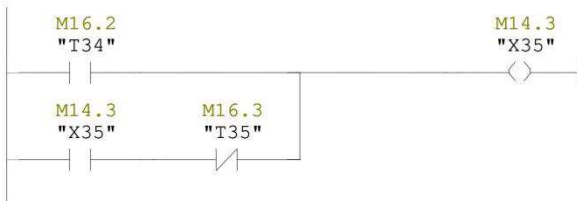
Réseau : 82



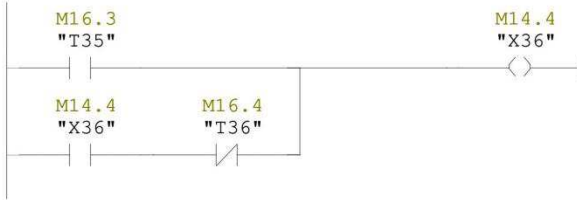
Réseau : 83



Réseau : 84



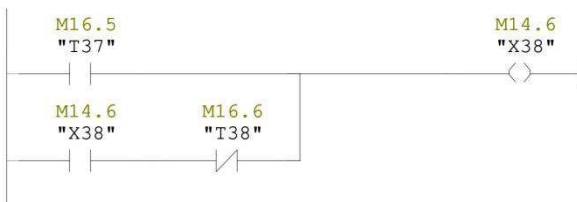
Réseau : 85



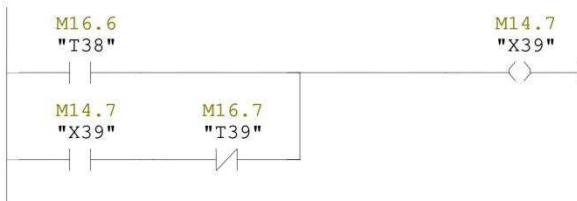
Réseau : 86



Réseau : 87



Réseau : 88

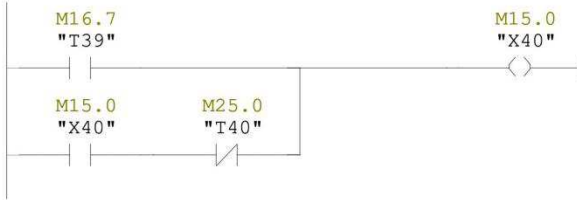


SIMATIC

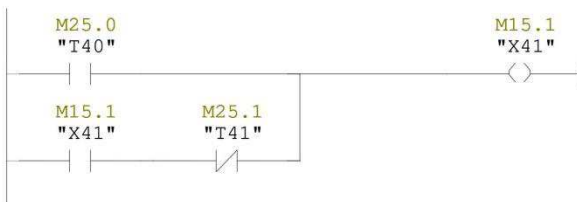
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

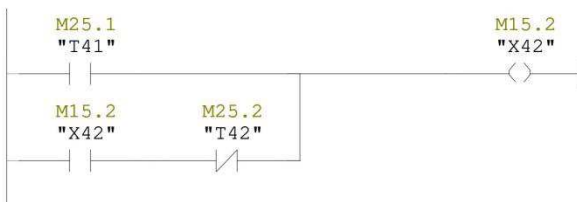
Réseau : 89



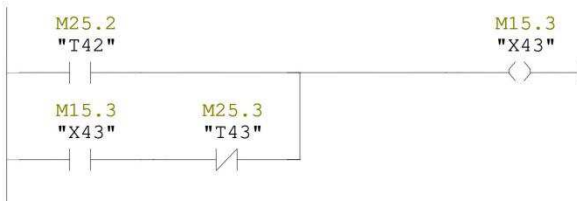
Réseau : 90



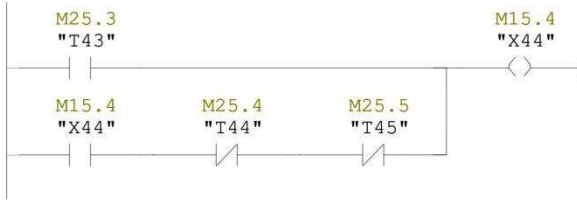
Réseau : 91



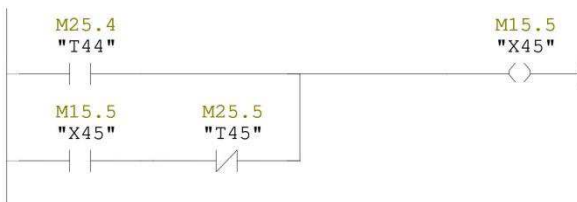
Réseau : 92



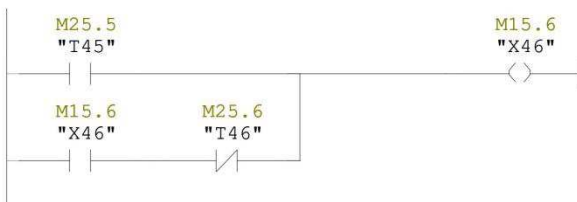
Réseau : 93



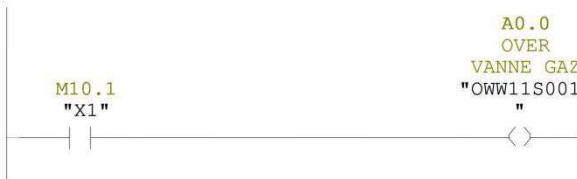
Réseau : 94



Réseau : 95



Réseau : 96



SIMATIC

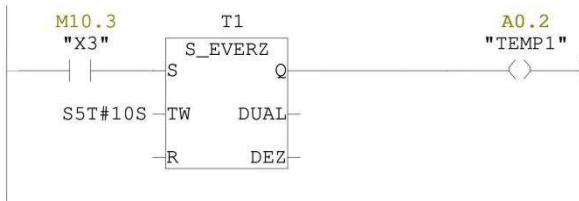
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

Réseau : 97



Réseau : 98



Réseau : 99



Réseau : 100



Réseau : 101



SIMATIC

programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

Réseau : 102



Réseau : 103



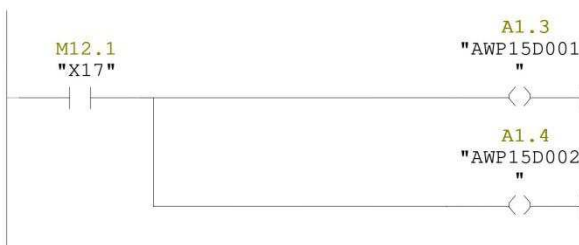
Réseau : 104



Réseau : 105



Réseau : 106



SIMATIC

programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

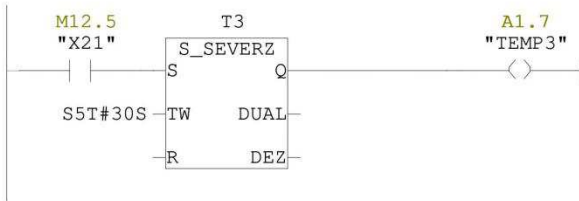
Réseau : 107



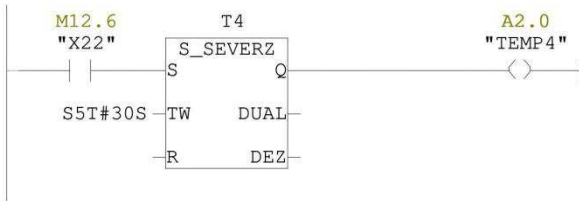
Réseau : 108



Réseau : 109



Réseau : 110



Réseau : 111



SIMATIC

programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

Réseau : 112



Réseau : 113



Réseau : 114



Réseau : 115



Réseau : 116



SIMATIC

programmation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

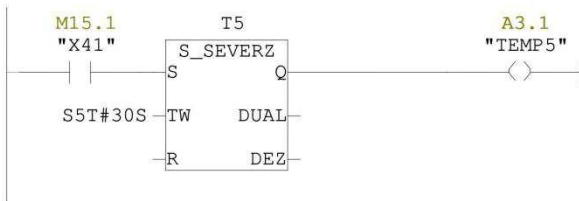
Réseau : 117



Réseau : 118



Réseau : 119



Réseau : 120



Réseau : 121

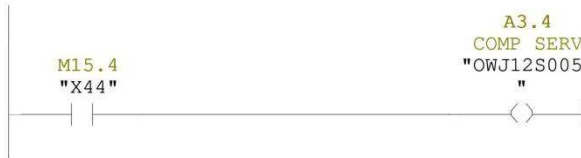


SIMATIC

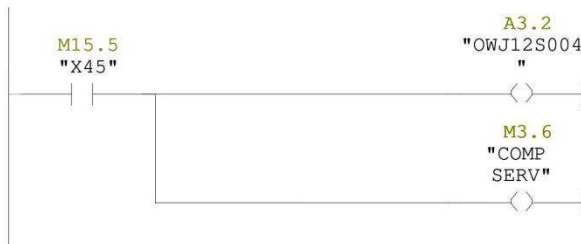
programation\Station  
SIMATIC 300\CPU314(1)\...\OB1 - <offline>

18/09/2018 16:36:35

Réseau : 122



Réseau : 123



## **IV.7. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons modélisé notre procédé de commande à l'aide d'un GRAFCET.

Ce dernier sert à identifier les fonctions nécessaires au bon fonctionnement de l'automatisme de conduite des unités de dessalement ainsi que les variables d'entrées et sorties de l'automate.

Nous avons également présenté un aperçu sur l'utilisation du logiciel STEP7, la création du projet, la création du programme utilisateur et la configuration matérielle.

Nous avons présenté aussi le logiciel S7-PLCSIM qui est un outil indispensable à la simulation des programmes et des concepts de commande automatisée.

Grâce à ce logiciel de simulation, nous avons pu corriger les erreurs commises, apporter les modifications sur le programme utilisateur avec une grande facilité et visualiser le comportement des sorties de notre processus.

# conclusion

L'évaluation remarquable de la technologie, et des méthodes de résolution des problèmes séquentiels ont permis l'amélioration de la production et l'augmentation de la sécurité.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons eu la chance d'effectuer un stage pratique au sein de la centrale de RAS-DJINET, plus exactement dans la station de dessalement de l'eau de mer, nous avons bien enrichi nos connaissances en ce qui concerne le milieu industriel, et les différents systèmes de production automatisés.

Dans le cadre de notre projet, il nous a été demandé de réaliser l'automatisation du système de dessalement au niveau de la centrale thermique de CAP-DJINET en assurant la commande par API.

Pour atteindre cet objectif, nous avons opté par un automate SIMATIC S7.300.

Tout au long de ce travail, nous avons suivi les étapes nécessaires pour réaliser la solution adéquate : description technologique ; la modélisation via la grafcet et en fin sa traduction en langage programmable.

Pour mettre les méthodes tests, nous ont permis de faire une simulation pour assurer le bon fonctionnement des différentes parties de notre programme.

Du point de vu pratique, les visites sur site nous ont permis de constater que la centrale thermique de CAP-DJINET se caractérise par un degré élevé d'automatisation centralisée des commandes. Cependant, il reste encore du travail afin de pouvoir effectuer une mise à niveau de la commande de toutes les unités de dessalement et de les migrer vers la nouvelle technologie programmée.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec le système automatisé et les automates programmables industriels et surtout à compléter nos connaissances théoriques par, le contact avec le milieu industriel. En retenant que la commande des processus par API est la

solution recherchée de plus en plus dans l'industrie, vue sa justesse de traitement, sa grande souplesse de contrôle et sa grande fiabilité.