

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la A Recherche
Scientifique UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



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

Mémoire de Fin d'Etude de MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité :Automatique

Filière :Automatique et Informatique Industrielles

Présenté par

REGAB Aziz

ZEMMOUCHE Sofiane

Mémoire dirigé par **Prénom NOM** et co-dirigé par **Prénoms NOM**

Thème

Etude de l'unité de dessalement de la centrale thermoélectrique de CAP-DJINET en remplaçant l'automate S5 110s par le S7 300 et élaboration d'une plateforme de supervision

Mémoire soutenu publiquement le 22 juin 2017 devant le jury composé de :

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Président

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Rapporteur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

Laboratoire et/ou entreprise où le travail a été réalisé

Remerciement

Nous remercions tout d'abord nos parents, nos familles et proches ainsi que toutes les personnes qui nous sont chères.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice Madame F.BOUDJEMAA qui nous a fait l'honneur de diriger ce projet.

Nous remercions également notre encadreur Monsieur AIT THAFATI Idriss pour nous avoir proposé ce thème, et nous avoir accueilli avec beaucoup de gentillesse ainsi que l'ensemble du personnel de la centrale de Cap Djinet.

Nous tenons vivement à remercier notre chef de département Monsieur TOUAT qui nous a donné la chance d'avoir un stage pratique.

Nos remerciements vont également aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et de juger notre travail.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I: Présentation de la centrale de Cap-Djinet	
Introduction	2
I.1. Présentation de la centrale de Cap-Djinet	2
I.2. Les équipements principaux d'une centrale thermique.....	3
I.2.1. La chaudière (générateur de vapeur).....	3
I.2.2. Condenseur.....	4
I.2.3. Pompes	4
I.2.4. Turbine à vapeur.....	5
Les caractéristiques de la turbine :.....	5
I.2.5. Alternateurs	6
I.2.6. La bêche alimentaire	7
I.2.7. Le transformateur	7
I.2.8. Le réchauffeur	8
I.3. Les différents compartiments de la centrale	8
I.3.1 Système traitement des eaux	8
a. Station de dessalement de l'eau de mer	8
b. Station de déminéralisation.....	8
c. Station électro-chloration	9
I.3.2. La station de production d'hydrogène	9
I.3.3. Le poste de détente gaz	9
I.3.4. Le poste de dépotage et transfert fuel.....	9
I.4. Fonctionnement d'une tranche thermique	9

Conclusion.....	12
-----------------	----

Chapitre II: Processus de dessalement et son instrumentation

Introduction	13
II.1. Principe de système Multi-flash :	14
II.2. Description de l'installation	15
II.2.1. Poste de prétraitement d'eau de mer.....	15
II.2.2. Poste de dessalement.....	16
II.2.3. Post de traitement de distillat	20
II.3. Description du procédé de dessalement d'eau de mer.....	21
II.4. Instrumentation	25
II.4.1. Les Capteurs et les actionneurs :.....	25
a. Les capteurs	25
b. Les actionneurs	29
c. Les clapets:.....	31
Conclusion.....	32

Chapitre III: Modélisation et développement de la solution programmable

Introduction	33
III.1. Définition d'un Grafcet :.....	33
III.2. Modélisation de la station de dessalement :	34
III.3. Définition de l'automate programmable industriel	38
III.3.1. Les avantages des automates programmables	39
III.3.2. Protection et fiabilité	39
III.4. Choix de l'automate	40
III.5. Présentation de l'automate programmable S5 110s utilisé actuellement	40

III.5.1. Inconvénients de la solution actuelle	41
III.5.2. Proposition d'une solution et ses avantages par rapport à la solution actuelle:	42
III.6. Présentation de l'automate programmable proposé S7-300.....	42
III.6.1. Caractéristiques du S7-300	43
III.6.2. Modularité de l'API S7-300	43
III.7. configuration matérielle de S7 300	47
III.8. Structure de notre programme	49
III.8.1. Type de programmation utilisé	49
III.8.2. Le programme proposé	50
Conclusion.....	51

Chapitre IV: Interface de commande et de supervision

Introduction	52
IV.1. Définition de la supervision industrielle	52
IV.2. Présentation du logiciel de supervision WinCC Flexible	52
IV.3. Avantages de WinCC.....	53
IV.4. Création de station HMI.....	53
IV.5. Plate-forme de supervision de la station de dessalement	55
a. Vue d'accueil.....	55
b. Vue du procédé de dessalement.....	56
c. Vue du pupitre de commande	57
d. Vue des alarmes	58
Conclusion :.....	59
Conclusion générale.....	60
Bibliographie	61

Introduction générale

Introduction Générale

De nos jours, l'énergie électrique est un besoin vital pour l'homme, elle occupe une place prépondérante dans l'industrie et son développement. Elle est produite à partir de la conversion d'autres formes d'énergie telles que : l'énergie hydraulique, solaire, nucléaire, thermique, éolienne...etc.

Le dessalement d'eau de mer est un processus essentiel dans le cas de centrales thermiques utilisant l'eau de mer pour la production de cette énergie électrique, ce processus est effectué selon le principe de distillation par détente successive dans différentes unités. Ces unités sont commandées et surveillées par des automates programmables du type SIMATIC S5-110S installés dans la salle de commande où 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, 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 d'arrêt et de démarrage des unités de dessalement. Notre objectif visera à remplacer la commande existante à base d'un automate programmable dit SIMATIC STEP 5 par une commande programmée par automate plus performant de type SIMATIC STEP7. L'objet de notre travail consiste à étudier le fonctionnement détaillé de l'unité de dessalement et développer une solution de commande et de supervision à base d'un automate API S7-300.

En dépit de l'évolution de la technologie de semi-conducteur et de leurs degrés d'intégrations à grande échelle, ainsi que le développement de l'informatique, il fallait créer des systèmes d'automatisation afin d'augmenter la productivité des installations industrielles. Ces derniers rendent les processus industriels de plus en plus performants, en éliminant les erreurs et en réduisant le coût, le temps de détection, l'encombrement des câbles et des appareillages de commande. La diversité des automates programmables sur le marché est due à la diversité des constructeurs, mais ils sont tous conçus pour assurer la commande automatique des machines et de la conduite des installations industrielles. Dans notre cas, la commande par automate programmable est appliquée sur la station de dessalement d'eau de mer de la centrale de Cap-Djinet.

Pour cela notre travail s'articule autour de quatre chapitres:

Introduction Générale

D'abord, dans le premier chapitre on fait une présentation de la centrale avec une description des différents éléments constituant la centrale.

Dans le deuxième chapitre nous décrivons le processus de dessalement et son instrumentation.

Juste après, dans le troisième chapitre on modélise et on développe une solution programmable pour notre système..

Le dernier chapitre IV sera destiné à l'interface de commande et de supervision.

Enfin, on termine avec une conclusion générale.

Chapitre I: Présentation de la centrale de Cap-Djinet

Introduction

Les centrales thermiques nécessitent d'importantes quantités d'eau, elles sont en général implantées à proximité des rivières, des lacs et des mers. Comme notre pays à un déficit en ressources hydriques et en substitution de ces dernières, la centrale thermique de CAP DJINET a été implantée au bord de la mer Méditerranée. Dans ce chapitre, on va décrire la centrale et ses caractéristiques ainsi que le fonctionnement du cycle eau-vapeur.

I.1. Présentation de la centrale de Cap-Djinet [1]

La centrale de Cap-Djinet est une station thermique électrique qui a été conçue par Consortium Austro-allemand Siemens-KWU-SGP ainsi qu'une entreprise Espagnole(DRAGADOS) en 1985 et mise en service en 1986 ayant pour objectif la production de l'énergie électrique. Elle est considérée comme l'une des plus importantes centrales en Algérie.

La centrale contient une station de pompage, une station de dessalement d'eau de mer, une station de déminéralisation d'eau dessalée et quatre groupes (tranches) identiques de production d'énergie, chaque tranche équipée d'une chaudière, d'une turbine à vapeur et d'un alternateur qui fournit une puissance unitaire de 176MW, ce qui permet d'obtenir une puissance totale de 704MW. La puissance fournie au réseau est de 672MW Borne Usine (BU), les 32MW restants présentent la consommation totale des auxiliaires des quatre tranches et des auxiliaires communs.

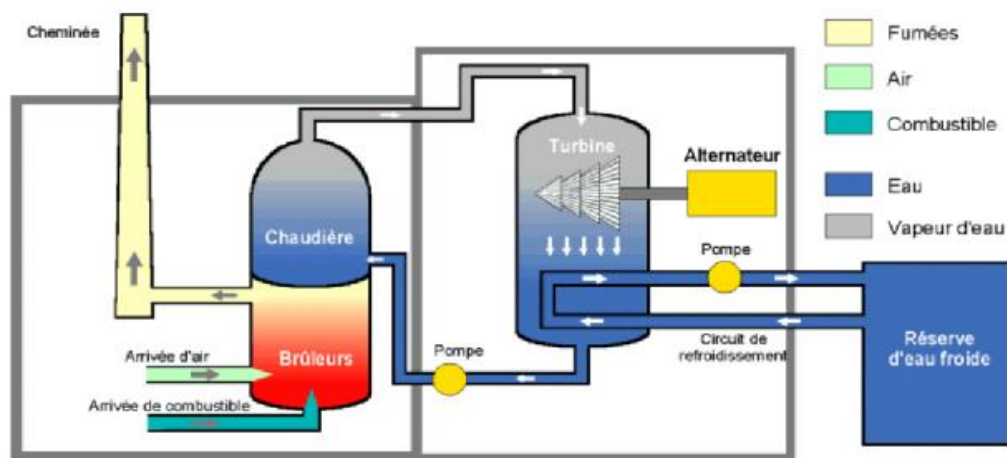


Figure I.1: schéma fonctionnel d'une tranche thermique.

I.2. Les équipements principaux d'une centrale thermique

I.2.1. La chaudière (générateur de vapeur) [2]

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 .
- Quatre colonnes de descentes (faisceaux vaporisateurs).
- Huit bruleurs de combustion mixtes gaz /fuel.
- Deux ventilateurs de recyclage qui ont pour rôle le recyclage en fonction de la charge d'une partie des fumées issues de la combustion afin de régler la température à la sortie du resurchauffeur.
- Deux ventilateurs de soufflage qui fournissent l'air de combustion.
- Deux préchauffeurs d'air à vapeur qui servent à l'augmentation de la température de l'air de combustion avant d'atteindre le réchauffeur rotatif.
- Un réchauffeur rotatif d'air de combustion qui sert à réchauffer l'air de combustion en récupérant la chaleur des fumées.

Ses caractéristiques principales sont :

- Capacité de vaporisation..... 530 t/h
- Pression à la sortie des surchauffeurs..... 147 bar
- Température de vapeur surchauffée 540 °C
- Température de vapeur resurchauffée..... 535 °C
- Pression de sortie de la 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 la surchauffeur pour augmenter encore la température.

I.2.2. Condenseur [2]

C'est un échangeur de chaleur, il provoque la condensation de la vapeur, grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer et circulant dans les 15000 tubes qui se trouvent à l'intérieur du condenseur.

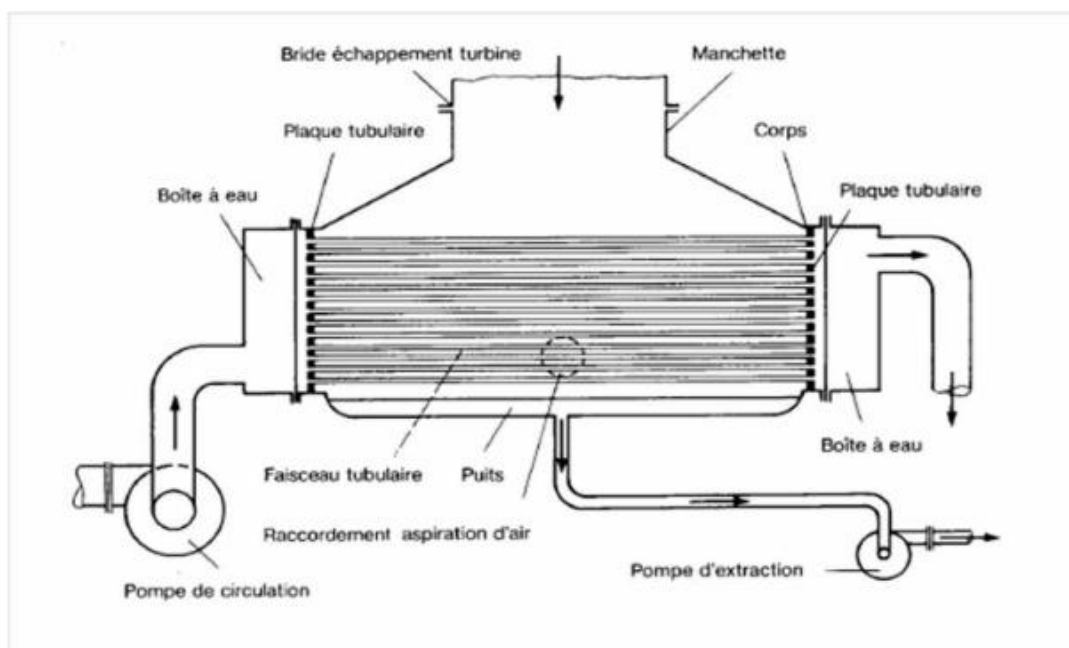


Figure I.2: Constitution générale d'un condenseur par surface.

I.2.3. Pompes [2]

Il existe dans la centrale de Cap-Djinet trois catégories de pompes :

- **Les pompes à vide :** Elles sont appelées aussi des éjecteurs, elles ont pour rôle d'extraire les gaz incondensables amenés dans le condenseur, soit par la vapeur, soit par des rentrées d'air au travers des joints imparfaitement étanches des parties sous vide de l'installation.
- **La pompe d'extraction :** Les pompes d'extraction d'eau ont pour rôle d'acheminer le condensat principal à la sortie du condenseur jusqu'à la bache alimentaire en passant par les réchauffeurs basse pression, les réfrigérants d'été, les réfrigérants d'hydrogène.

Présentation de la centrale de Cap-Djinet

- **La pompe d'alimentation** : Les pompes alimentaires servent à alimenter le générateur de vapeur (chaudière) avec l'eau nécessaire en passant par les réchauffeurs haute pression (HP) du poste d'eau (le poste d'eau est l'ensemble des appareils qui transfèrent l'eau du cycle depuis le condenseur jusqu'à la chaudière) et l'économiseur du générateur de vapeur. Les pompes alimentaires doivent fournir la quantité d'eau nécessaire pour maintenir le niveau d'eau dans le réservoir de la chaudière entre deux limites bien définies. Les conditions de fonctionnement des pompes alimentaires :
- Aspirent de l'eau chaude.
 - refoulent l'eau à une pression élevée.
 - Assurent un débit d'eau important.
 - doivent avoir une grande sécurité de marche pour éviter les très graves conséquences de manque d'eau à une forte pression.

I.2.4. Turbine à vapeur [2]

La turbine est une machine à une seule ligne d'arbre. Elle transforme l'énergie thermique disponible de la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre. Le travail mécanique produit sert à entraîner l'alternateur. (Figure I.3)

La turbine est constituée de trois corps : haute pression (HP), moyenne pression (MP) et basse pression (BP). La vapeur entre au milieu de la turbine qui est le corps HP et s'écoule dans deux directions opposées en passant par le corps MP et sort du corps BP.

Les caractéristiques de la turbine :

- Longueur : 16.125m.
- largeur : 13m.
- poids: 51,5 tonnes.
- Vitesse de rotation : 300tr/mn.
- Puissance : 176 MW (pleine charge).

a. Le corps HP : Il est à simple flux, l'entrée de ce corps est liée directement au surchauffeur par une conduite, en sortie on a deux soutirages S5 et S6 qui alimentent le réchauffeur haute pression.

- A l'entrée du corps : pression : 160 bar.

Température : 540°C.

Chapitre I

Présentation de la centrale de Cap-Djinet

- A la sortie du corps : pression : 35bar.

Température : 357°C.

b. Corps MP : Il est à double flux, son entrée est directement liée avec le réchauffeur haute pression, et sa sortie est directement liée vers le corps BP.

- A l'entrée du corps : pression : 30 bar.

Température : 540°C.

- A la sortie du corps : pression : 5.52bar.

Température : 282°C.

c. Corps BP : Il est à double flux, en sortie on a trois soutirages S1, S2 et S3 qui alimentent le réchauffeur basse pression ainsi qu'une conduite liée directement avec le condenseur.

- ❖ **Soutirage:** c'est l'action de récupérer (dans des conduites) la vapeur dont la température est basse pour la réchauffer en l'injectant dans le réchauffeur.



Figure I.3: Turbine.

I.2.5. Alternateurs [2]

Les alternateurs sont refroidis par l'hydrogène sous pression de 3bars en circuit fermé, l'hydrogène étant lui-même refroidi à l'eau d'extraction. L'énergie disponible à l'arbre de la

Présentation de la centrale de Cap-Djinet

turbine est communiquée à l'alternateur qui réalise la transformation sous forme d'énergie électrique.

L'énergie électrique est évacuée au réseau et aux auxiliaires de la centrale à travers différents équipements électriques.



Figure I.4: Alternateur.

I.2.6. La bête alimentaire [2]

C'est un réservoir cylindrique combiné avec un dégazeur. Il reçoit à partir des pompes d'extraction, l'eau qui traverse un certain nombre de réchauffeurs.

Ses caractéristiques sont :

- Pression..... 5 bars
- Température..... 150 °C
- Longueur..... 16.5 m
- Diamètre de l'enveloppe..... 3.6 m
- Volume total 163 m³

I.2.7. Le transformateur [2]

Un examen approfondi des transformateurs de la centrale Cap-Djinet montre que leurs circuits magnétiques sont constitués de 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 joule 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.

I.2.8. Le réchauffeur [2]

Il se compose de :

- Trois réchauffeurs basse pression BP

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

- 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 pas les soutirages S5 et S6 du corps haute pression de la turbine.

I.3. Les différents compartiments de la centrale

I.3.1 Compartiment du traitement des eaux

Il est constitué de plusieurs stations qui sont:

a. Station de dessalement de l'eau de mer [1]

Le dessalement de l'eau a pour fonction de couvrir les besoins en eau de la chaudière ainsi que les besoins en eau potable de la centrale. La station contient quatre unités de dessalement produisant chacune $500\text{m}^3/\text{j}$, chacune assure la production en eau dessalée qui est stockée dans deux baches ($2 \times 2700\text{m}^3$). Le but de cette étape est la production d'une eau dont la conductivité est inférieure à $30 \mu\text{siemens}$.

b. Station de déminéralisation [1]

Elle parachève le traitement d'eau avant son utilisation dans le cycle eau-vapeur. Deux chaînes de déminéralisations de $40 \text{m}^3/\text{h}$ chacune, parachèvent le traitement d'eau de mer dont la valeur de conductivité doit être inférieure à $0,1 \mu\text{siemens}$, avant son utilisation dans le cycle.

c. Station électro-chloration [1]

La chloration de l'eau de mer permet de protéger le circuit d'eau de mer (condenseur, conduites...) contre tout encrassement pouvant être causé par les micro-organismes marins. Elle se fait par injection d'hypochlorite de sodium.

I.3.2. Compartiment de production d'hydrogène

Elle sert à produire de l'hydrogène nécessaire au refroidissement des quatre alternateurs de la centrale.

I.3.3. Compartiment de détente gaz [1]

Il se compose de deux lignes de filtration du gaz et trois lignes de régulation pour la détente du gaz de 60 à 6 bars.

I.3.4. Compartiment de dépotage et transfert fuel [1]

En cas d'anomalie qui se présente sur le poste gaz, on peut allumer la chaudière au fuel qui est stocké dans deux bâches de 10000m³ chacune.

I.4. Fonctionnement d'une tranche thermique : [5]

L'ensemble des éléments qui seront cités dans notre description sont représentés dans la Figure I.5 ci-dessous.

La vapeur ayant traversé la turbine (corps HP, MP, BP) se retrouve en fin de parcours dans le condenseur situé en dessous du corps BP, cette vapeur va se répandre sur les 15.000 tubes en titane disposés transversalement dans le condenseur à l'intérieur duquel circule l'eau de mer qui va servir de source froide pour la condensation de la vapeur. Cela produira le condensat principal qui va être récupéré dans le puits du condenseur d'où aspirent les 2 pompes d'extraction (une en service et une en réserve). La pompe en service va refouler ce condensat dans le circuit basse pression (circuit d'eau d'extraction) et acheminera l'eau jusqu'à la bache alimentaire où elle subira un dégazage physique. Lors de son passage dans le circuit d'eau d'extraction, l'eau va être graduellement réchauffée en passant à travers les réfrigérants alternateurs, le condenseur des buées, les éjecteurs de vapeur ainsi que le poste de réchauffage basse pression composé des réchauffeurs BP1, BP2, BP3. Cette eau aura alors une température d'environ 110°C. Ensuite elle sera admise à la bache alimentaire à travers le dégazeur pour y subir un dégazage et un autre réchauffage par mélange. L'eau dégazée et réchauffée à environ 140°C dans la bache alimentaire va être reprise par les pompes

Présentation de la centrale de Cap-Djinet

alimentaires au nombre de trois (deux en service et une en réserve) pour alimenter la chaudière en passant par les réchauffeurs haute pression HP5 et HP6 qui élèveront sa température à 240°C avant son admission dans la chaudière. L'eau d'alimentation passera à travers la soupape alimentaire (vanne de réglage niveau ballon chaudière) pour entrer dans la chaudière au niveau de l'économiseur qui va encore l'élever en température à environ 300°C avant son entrée dans le ballon chaudière. L'eau d'alimentation parvenue au ballon va occuper la partie inférieure et son niveau sera réglé à 50%. Cette eau va ensuite descendre par les colonnes d'alimentation pour rejoindre le collecteur inférieur qui alimentera les tubes vaporisateurs ou tubes écrans qui sont directement exposés aux flammes des huit brûleurs disposés sur une des quatre faces de la foyère chaudière. La vapeur produite dans ces tubes (écrans vaporisateurs) va s'élever vers le collecteur supérieur par différence de densité entre l'eau et la vapeur (la vapeur étant plus légère que l'eau). La vapeur saturée sortira du collecteur supérieur des tubes écrans vaporisateur pour être acheminée vers la partie supérieure du ballon chaudière. Le ballon chaudière servira donc de réserve d'eau et de vapeur saturée pour l'alimentation des turbines en vapeur surchauffée. La pression de la vapeur réglée dans le ballon sera de 160 bars. Cette vapeur humide (contenant des gouttelettes d'eau) devra être séchée avant son admission dans le corps HP de la turbine. Elle sortira donc du ballon et passera à travers les surchauffeurs N° 1, 2 et 3 pour être séchée et deviendra alors vapeur vive ou vapeur sèche. Cette vapeur sortira de la chaudière avec une pression de 160 bars et une température de 540°C. Elle se dirigera alors vers le corps HP de la turbine où elle subira une détente pour en ressortir sous forme de vapeur moyenne pression à une température avoisinant celle de vapeur saturée. Pour cette raison elle sera réintroduite dans la chaudière pour passer à travers les resurchauffeurs N° 1 et 2 où elle sera resurchauffée. La vapeur resurchauffée ressortira de la chaudière avec une pression moyenne variante entre 20 et 30 bars selon la charge du groupe (puissance active bornes alternateur en MW) à une température de 540°C et alimentera le corps MP de la turbine où elle subira une autre détente pour en ressortir avec une basse pression et température, et se dirigera directement vers le corps BP de la turbine, en passant par ces trois corps, elle fournit le travail moteur. Le dernier circuit est le condenseur, dans lequel s'effectue la condensation de la vapeur sous vide à une pression 0.05 bar et à la température de 33°C. L'eau recueillie est froide, elle commence son cycle de nouveau.

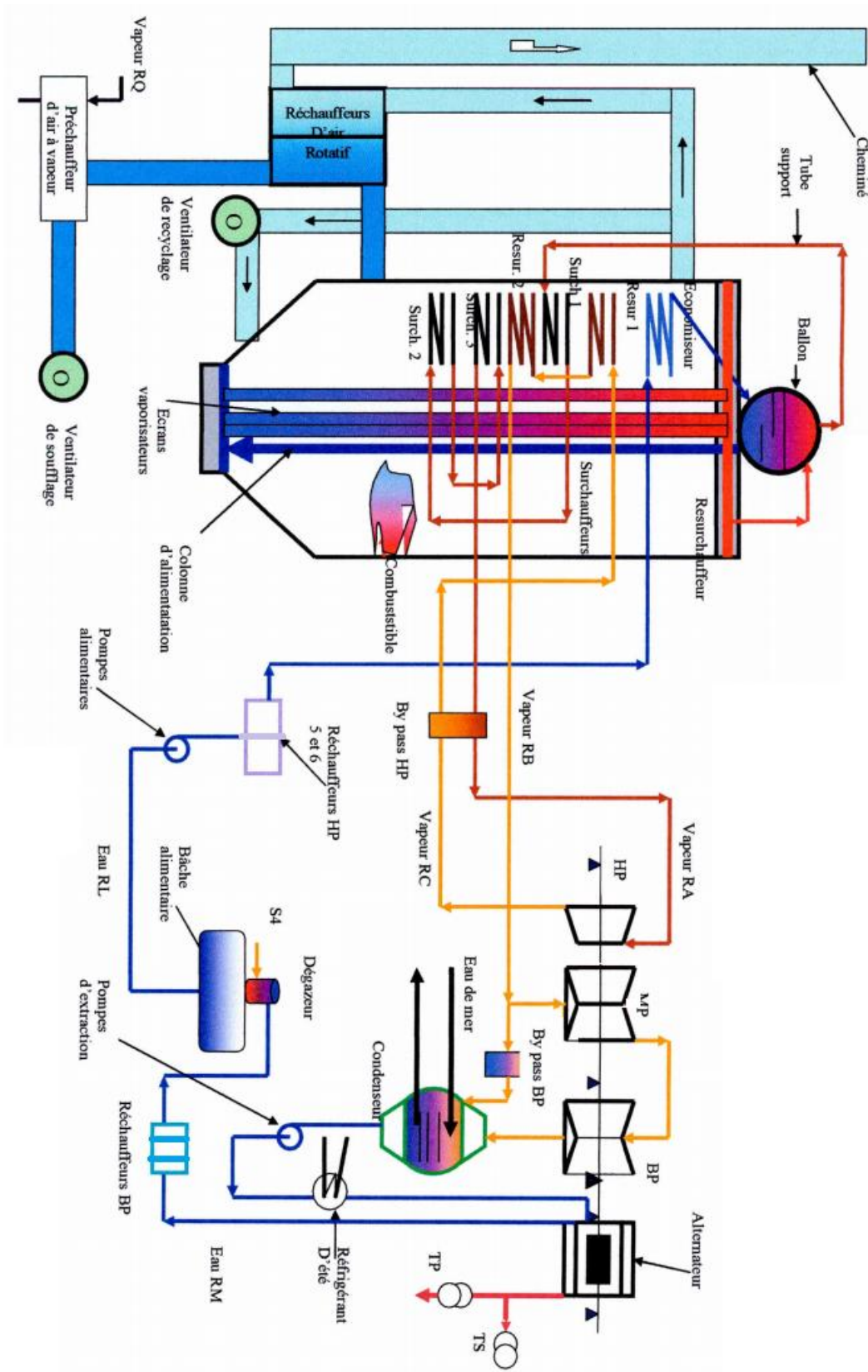


Figure I.5 : Schéma synoptique d'une tranche thermique.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné brièvement une présentation de la centrale thermique de Cap Djinet. Nous nous sommes intéressés au procédé de dessalement d'eau de mer, car nous allons traiter son automatisation. Afin de pouvoir réaliser ce travail, nous allons présenter une description plus approfondie dans le chapitre suivant.

Chapitre II: Processus de dessalement et son instrumentation

Introduction

Les besoins journaliers en eau dessalée de la centrale thermique de CAP-DJINET sont de l'ordre de 1100 m³. L'installation comprend quatre unités fonctionnant selon le principe de la distillation par détentes successives à 18 étages. Chaque unité produit par Jour 500 m³ d'eau dessalée qui est stockée dans deux réservoirs de 2700 m³ pour couvrir les besoins en eau d'appoint des chaudières et en eau potable de la centrale. (Figure II.1)

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.

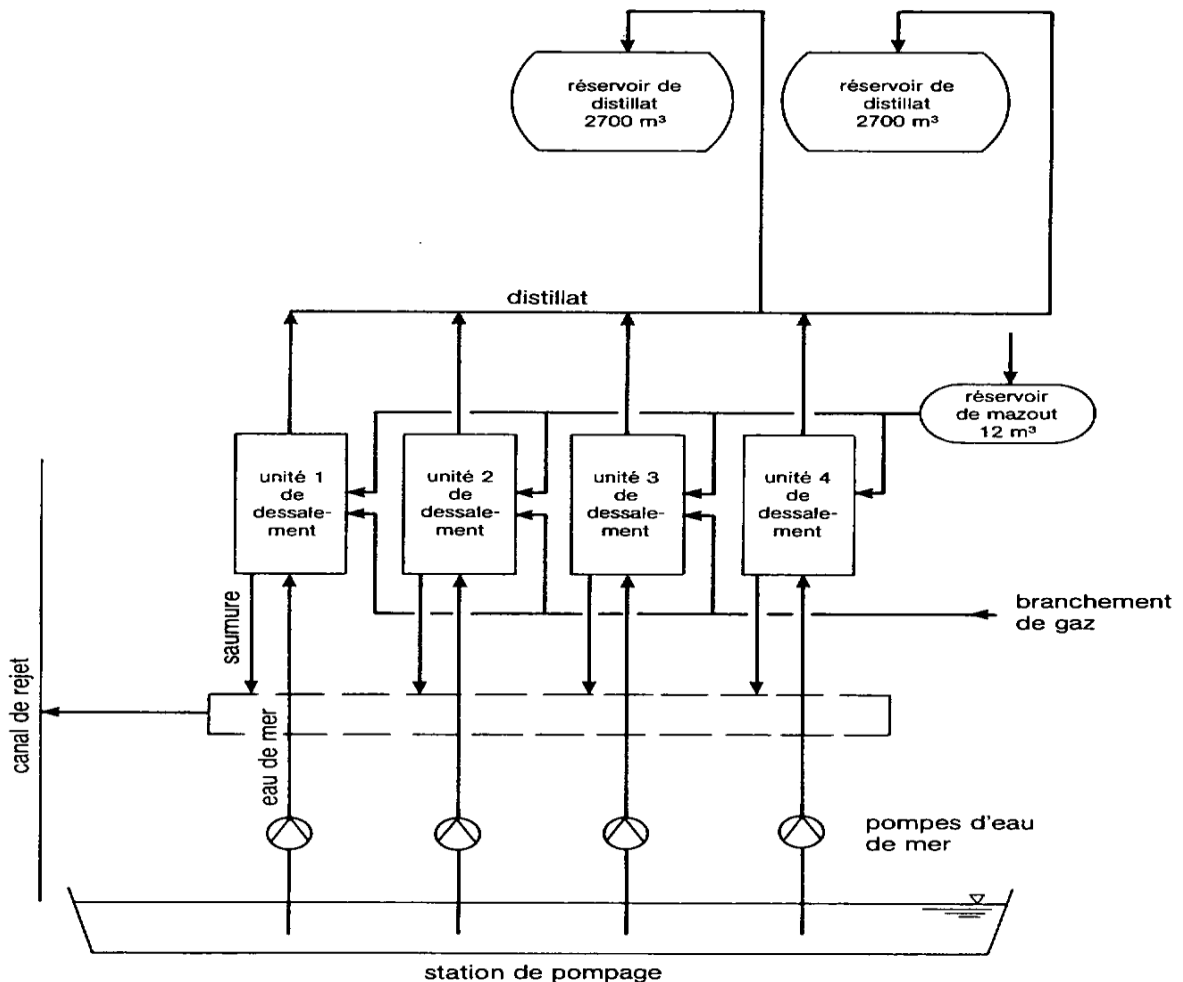


Figure II.1 : Station de dessalement de la centrale de Cap-Djinet.

II.1. Principe de système Multi-flash : [4]

La distillation multi-flash (MSF) est un procédé de distillation basé sur le principe de la vaporisation instantanée (distillation flash). L'eau de mer prétraitée pénètre dans l'installation où elle est préchauffée en traversant les condenseurs des différents étages du procédé. Elle est ensuite introduite dans une chaudière ou réchauffeur où elle est chauffée jusqu'à une température d'environ 110°C. (Figure II.2)

L'eau de mer chaude est alors introduite dans le bas du premier étage où règne une pression inférieure à sa pression de vapeur saturante. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente (distillation flash).

La vapeur ainsi produite se condense sur les parois du condenseur et est recueillie. L'eau de mer restante pénètre dans la chambre suivante où règnent une température et une pression plus basses.

Il se produit ainsi une nouvelle distillation flash dans cette chambre. Le phénomène se répète jusqu'à la dernière chambre. Les écarts de pressions entre les chambres permettent l'écoulement de l'eau de mer et de l'eau douce produite jusqu'à la dernière chambre sans l'utilisation des pompes.

Ce procédé permet d'obtenir une production de 1500 m³ /jour avec une salinité de 50 à 100 mg/L pour une consommation électrique de 1 à 3 kWh/m³ d'eau produite.

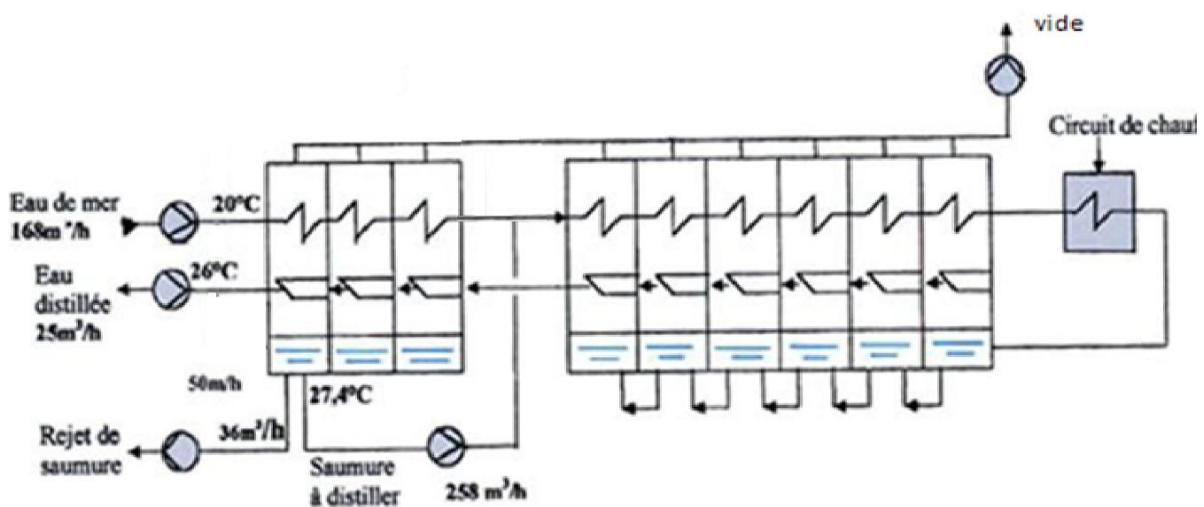


Figure II.2 : Schéma simplifié du procédé de détentes successives (MSF).

II.2. Description de l'installation : [2]

Les unités de dessalement de la centrale peuvent être subdivisées en trois parties :

II.2.1. Poste de prétraitement d'eau de mer

Avant d'arriver aux installations de dessalement, l'eau de mer doit passer par un post de prétraitement, le prétraitement est réalisé par les étapes suivantes:

- **Pompage** : Pour assurer l'alimentation en eau de mer, quatre groupes motopompes centrifuges sont placés dans des fosses prévues dans la station de pompage, ces pompes fonctionnent en service automatique.
- **Filtration** : Est réalisée par quatre filtres mécaniques à nettoyage automatique placés sur l'alimentation en eau de mer, chaque filtre sera équipé d'un manomètre différentiel, un moteur d'entraînement et d'autres accessoires.
- **Les tuyauteries et robinetteries** : Assurent le transfert d'eau depuis la station de pompage aux évaporateurs.
- **Chloration** : C'est l'injection de chlore réactif pour bloquer la prolifération des organismes vivant dans l'eau de mer.

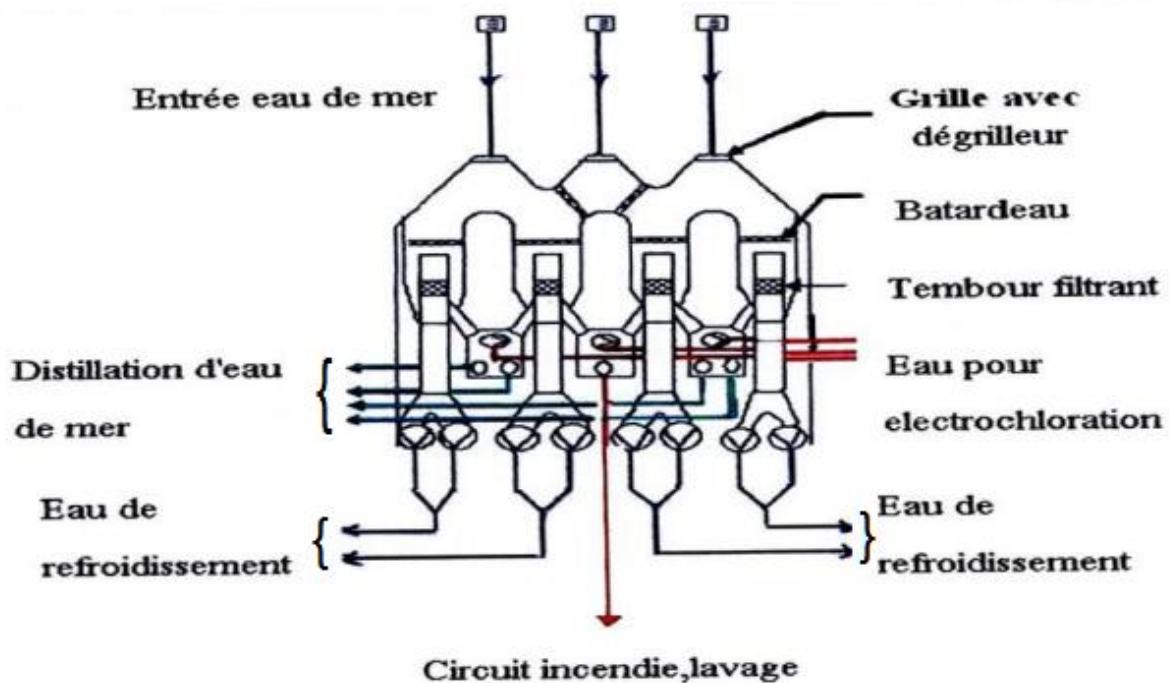


Figure II.3 : Installation de filtration et pompage d'eau de mer.

II.2.2. Poste de dessalement

C'est l'installation standardisée de dessalement, composée de quatre unités identiques ; fonctionnent avec le procédé de distillation d'évaporation de détente à étages multiples (M.S.F) avec recirculation de saumures et dosage Belgard-EVNA pour l'eau d'alimentation.

Chaque unité se compose des éléments suivants :

❖ **Évaporateur :**

C'est un évaporateur à multiples effets fonctionnant suivant le procédé de détente successive MSF, il est constitué de 18 chambres divisées en deux zones :

- zone de récupération de chaleur: composée des 15 premières chambres, c'est la zone de récupération de chaleur de la condensation des vapeurs.
- zone de dissipation de chaleur : composée des 3 dernières chambres.

L'évaporateur est équipé d'une série de condenseurs : ceux sont des échangeurs multitubulaires placés, en série, dans la partie supérieure de l'unité, disposés transversalement par rapport à l'évaporateur et au sens de circulation de la saumure. Il servent à condenser la vapeur dégagée par l'évaporateur et récupérer la chaleur de condensation pour chauffer le débit d'alimentation, les tubes des condenseurs sont en titane et présentent une disposition en triangle.

Tableau II.1 : Caractéristiques d'évaporateur [1]

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 ² . °C	3467/2396	2867/1898
Facteur d'encrassement	W/m ² . °C	0.000129	0.000178
Echange moyen de chaleur	kW	826	663
Surface d'échange	m ²	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

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

❖ Chaudière :

C'est une chaudière d'eau à basse pression avec une combinaison du principe de flamme d'inversion et triple passage. L'eau est chauffée dans deux étages. La première surface de chauffe comprend des parois des chaufferies et la seconde des tubes de fumée. Cette conception garantit l'optimisation de la circulation d'eau, de transfert thermique et des températures de gaz de fumée à la cheminée.

La chaudière est équipée d'un brûleur approprié pour gaz et fuel avec pompe de combustion et réglage de brûleur automatique, d'une conduite de raccordement ou réchauffeur final ainsi que les installations de sûreté pour température, pression et niveau, une pompe de recirculation de l'eau chaude, bac de dilatation et écluse de produits chimiques.

Les combustibles, gaz et fuel, sont amenés d'une source externe aux installations de dessalement, et mis à la disposition du brûleur en passant par un distributeur et des conduites.

Tableau II.2 : Caractéristique de la chaudière [1]

Caractéristiques	Unité	Quantité
Produit		Eau chaude
Débit	t/h	270
Pression de service	bar	4
Température de service	°C	95
Pression de chaufferie	mbar	4.8
Température des gaz d'échappement	°C	230
Consommation de combustible	Kg/h	202
Température d'air	°C	50
Puissance calorifique	MW	1.98
Température d'eau d'alimentation	°C	88
Amenée de chaleur	MW	2.41
Rendement	%	85
Volume de chaufferie	m ³	2.3
Surface de chauffe	m ²	55
Contre pression de gaz d'échappement	mbar	4.8
Pression d'air	bar	1

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

❖ Un 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 le côté enveloppe, 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 condition de service normales. Les tubes sont mandrinés dans les plaques tabulaires.

Les caisses à eau peuvent être enlevées pour assurer l'accès facile aux tubes pour leur entretien.

Tableau II.3 : Caractéristique de réchauffeur final [1]

Caractéristiques	Unité	Coté tubes	Coté enveloppe
Milieu		Saumure	Eau chaudière
Débit	m ³ /h	239	270
Vitesse moyen	t/h	1.52	-
Chut de pression	m	2.19	-
Température entré/sortie	°C	75.4/83	95/88
Coefficient global d'échange	W/ m ² .K	3797/1902	-
Facteur d'encrassement	m ² .k/W	0.000263	-
Surface de chauffe	m ²	88	-
Echange de chaleurs	W	1.98 x 10 ³	-
Pression	bar	0-9	5
Température	°C	110	110

❖ Les pompes

On distingue deux types de pompes, les pompes destinées pour la circulation des fluides que ce soit l'eau d'alimentation, les saumures ou le distillat, et d'éjecteur pour l'éjection de l'eau. Et les pompes doseuses des produits chimiques.

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

Les pompes destinées pour la circulation des fluides sont :

- la pompe d'alimentation
- la pompe de recyclage de saumure.
- La pompe de refoulement des saumures vers le canal de rejet
- La pompe de refoulement de distillat vers les réservoirs de stockage
- La pompe de recirculation de l'eau chaude (de chaudière)

Tableau II.4 : Caractéristiques des pompes de circulation [1]

Pompes	Unité	Recirculation de saumure	Saumure	Distillat	Transfer d'eau de mer	Circulation d'eau de chaudière
Débit	m ³ /h	258	36	25	289	280
Le rendement	%	67	66	48	70	80
Puissance sur l'arbre de la pompe	kW	65.8	2.75	4.2	44.8	8.1
Hauteur de refoulement	m	61	18	33	39	8.8
Valeur de NPSH de la pompe	m	1.9	1.2	1.4	3.7	2.8
Vitesse de rotation	t/min	1450	1450	2900	1450	1450
Moteur						
Puissance nominal	kW	75	4	5.5	55	11
Rendement	%	94.2	83	85	93.5	88
Tension de fonctionnement	V	380	380	380	380	380

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

En outre, l'installation dispose des auxiliaires et pompes doseuses suivantes :

- **Pompes doseuses** pour « Belgard » : pompes horizontales à membranes hydrauliques.
- **Agitateur.**

Tableau II.5 : Caractéristique des pompes doseuses [1]

Pompe	Unité	Pour Belgard	Pour Bisulfite de sodium	Agitateur
Débit	m ³ /h	Max 0.0024	Max 0.0051	-
Puissance sur l'arbre de la pompe	kW	0.25	0.25	-
Hauteur de refoulement	m	460	460	-
Vitesse de rotation	t/min	1500	1500	1500
Moteur				
Puissance nominale	kW	0.25	0.25	0.25
Le rendement	%	60	66	60
Tension de fonctionnement	V	220-380	220-380	220-380

II.2.3. Post de traitement de distillat :

Le traitement de distillat est réalisé par l'installation de déminéralisation, de capacité de 40 m³/h. Pour une valeur de conductivité inférieure à 0,1 µs /cm³, l'eau dessalée est envoyée vers les deux bacs de stockage de 2700 m³ chacun.

Le distillat à traiter est refoulé par des pompes vers les deux filtres à lits mélangés, où s'effectue la déminéralisation, le filtre comprend le mélange des échangeurs fortement cationique acides et des échangeurs anioniques fortement basiques. L'eau à déminéraliser s'écoule de haut en bas à travers les résines, les cations de l'eau sont absorbés par les résines canoniques et les anions sont absorbés par les résines anioniques. L'eau déminéralisée est envoyée vers les deux réservoirs de stockage, 1500 m³ chacun, en injectant de l'ammoniac dans les conduites d'arrivée pour élever sa valeur de PH à plus de 9,5.(Figure II.4)

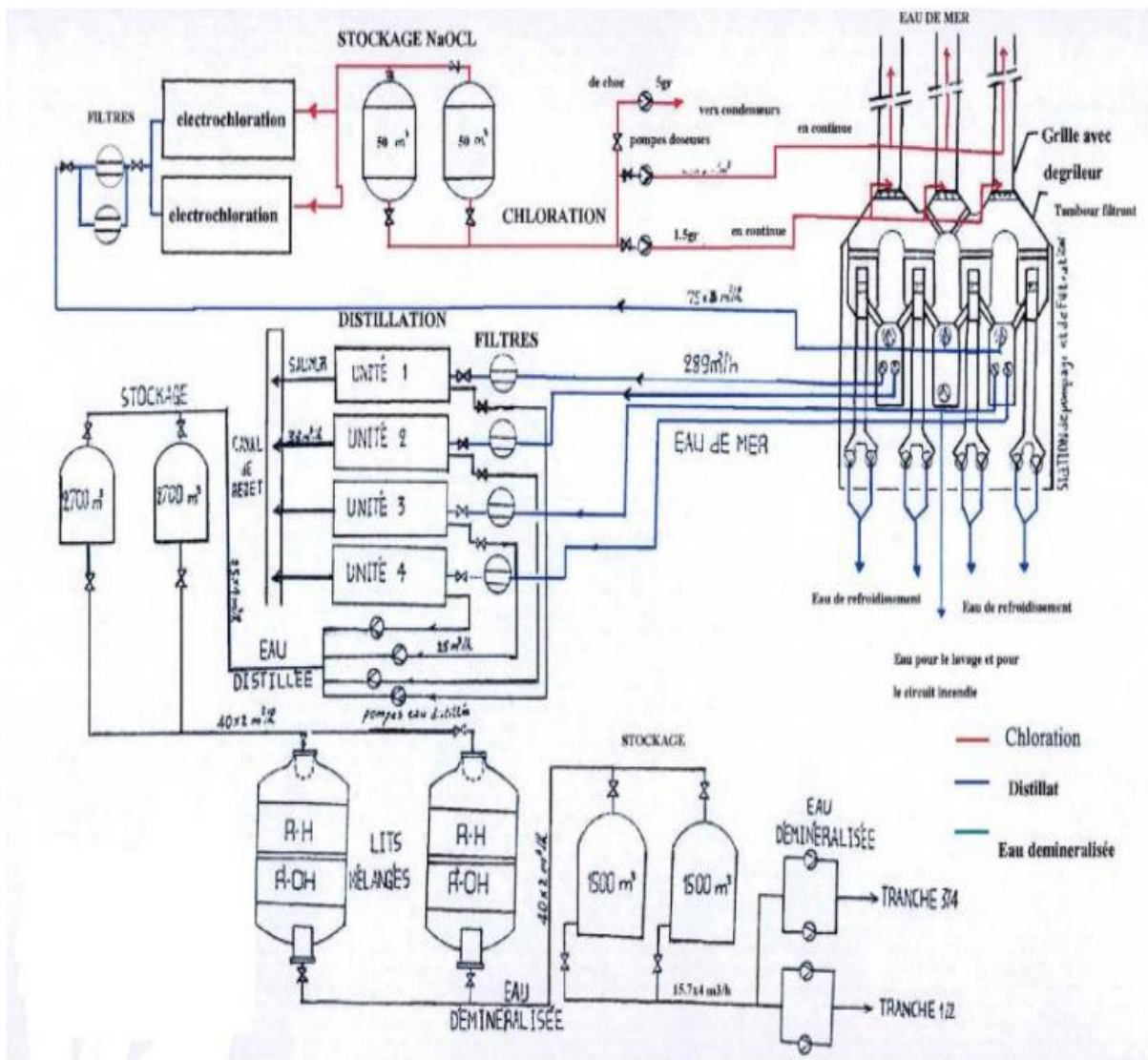


Figure II.4 : Station de traitement de distillat.

II.3. Description du procédé de dessalement d'eau de mer : [3]

L'ensemble des éléments qui seront cités dans notre description sont représentés dans la Figure II.5 ci-dessous.

La pompe d'eau de mer WE1 D1 fait passer l'eau de mer dont la pression doit être inférieure à 0.5bar par le filtre WE2 B1 et le clapet de retenue WE2 S4 au travers des condenseurs des étages de dissipation de la chaleur en direction de l'évaporateur. Une partie de l'eau de mer est détournée avant le clapet WE2 S4 et est destinée à refroidir le système de recirculation de l'aspiration d'air à travers le clapet WE5 S2.

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

À l'eau d'alimentation on ajoute une solution d'Inhibiteur d'incrustation prélevée du réservoir à produits chimiques WP1 B1. L'addition continue de produits chimiques (Belgard EVN) réduit l'entartrage des tubes. Les appareillages principaux du système de dosage des produits chimiques sont le réservoir avec agitateur WP1 B1, les pompes doseuses WP2 D1, WP3 D1 et les clapets WP2 S3, WP3 S2. 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.

La teneur en produits organiques de l'eau de mer peut augmenter pendant les différentes saisons par conséquent l'eau peut avoir tendance à mousser, à cet effet le produit chimique anti-mousse (Belite M 33) peut être dissous et dosé avec l'inhibiteur d'incrustation.

L'eau d'alimentation s'écoule par la tuyauterie côté aspiration de la pompe de recirculation WR1 D1 et se mélange avec la saumure recerclée, 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 WH1 B1 qui la porte à la température maximale prévue. La saumure de recirculation brûlante est amenée au 1er étage de l'évaporateur au travers du clapet WR5 S1.

La pression de la 1ère chambre de détente est légèrement inférieure à la pression de saturation, 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.

Chapitre II

Processus de dessalement et son instrumentation

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 des 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 1 D1 qui l'évacue vers le dernier étage. Si la conductivité est inférieure à 30 μ s le distillat est pompé vers son réservoir en passant par le clapet WJ3 S1, sinon il sera rejeté en passant par le clapet WJ2 S3.

Le vide dans l'évaporateur est assuré par la pompe d'eau motrice WS1 D1.

L'énergie nécessaire au fonctionnement du poste est fournie par la chaudière d'eau chaude WL2 D1 munie d'un brûleur marchant au gaz ou au fuel WL1 D1. La pompe WH1 D1 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.

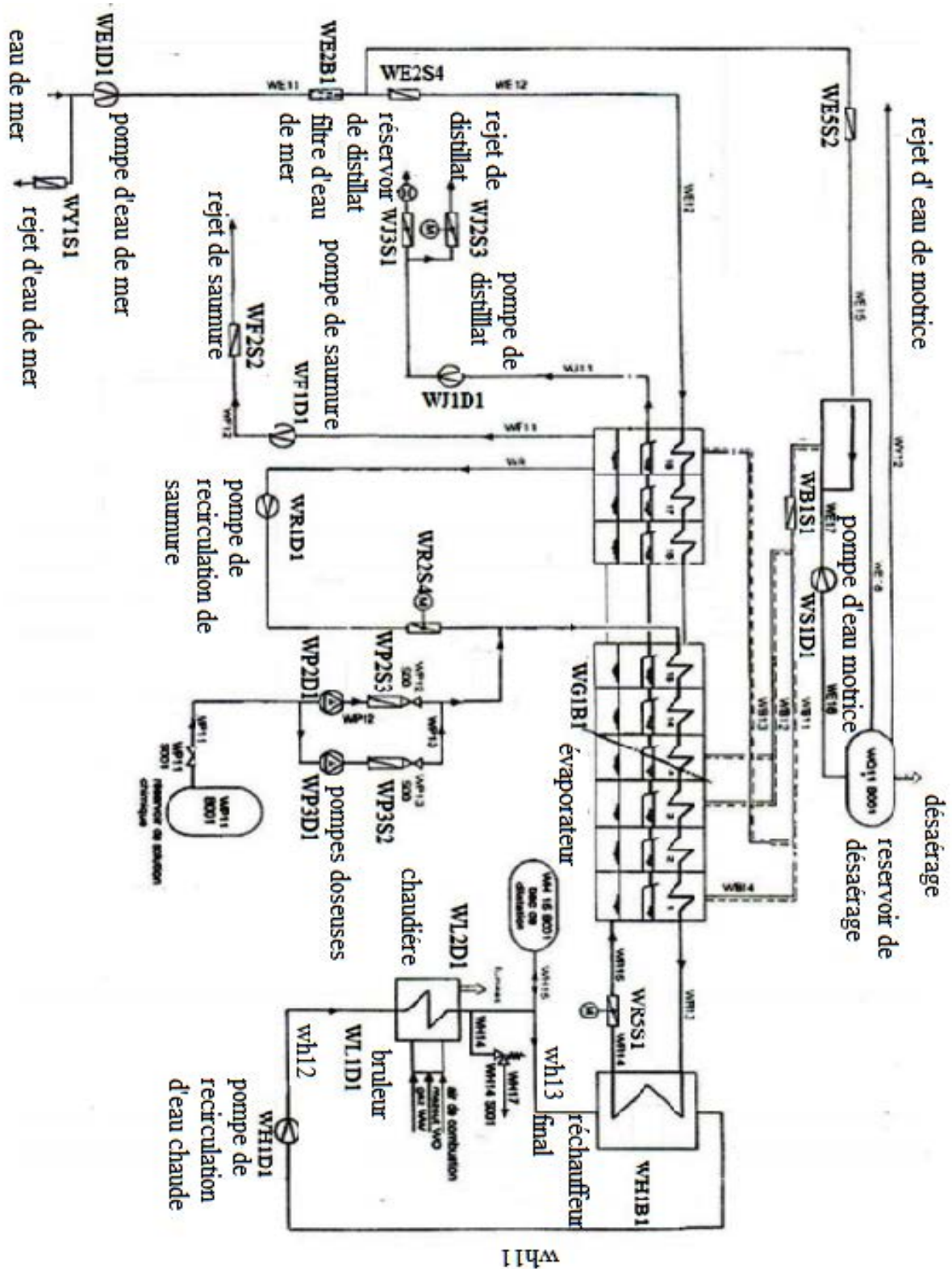


Figure II.5: Schéma de l'unité de dessalement.

II.4. Instrumentation

La surveillance de l'unité de dessalement d'eau de mer se fait sous contrôle des paramètres suivants:

II.4.1. Les Capteurs et les actionneurs :

a. Les capteurs : [10]

C'est un élément qui transforme une grandeur physique en information exploitable par la partie commande, les capteurs peuvent être des capteurs TOR, analogique, ou numérique ils constituent entre autres les capteurs de position, de niveau, ou de vitesse etc.

Les capteurs sont les constituants principaux de l'acquisition des données.

Ils représentent les plus grands parts de l'automatisation, les capteurs utilisés essentiellement dans ce système sont :

❖ Capteur de débit [10]

Le débit contrôlé par notre processus est le débit de recirculation de saumure qui doit être $\geq 50t/h$. 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. L'élément de mesure utilisé est un débitmètre électromagnétique (DEM), ce type de débitmètre utilise 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.

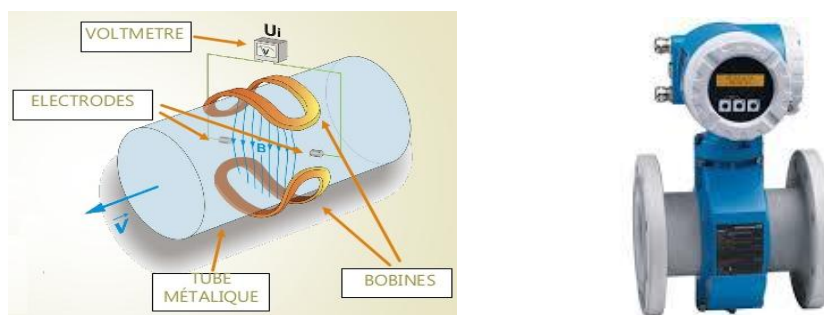


Figure II.6 : Un Débitmètre électromagnétique.

❖ Capteur de pression [10]

Les pressions contrôlées par notre processus sont :

Processus de dessalement et son instrumentation

-La pression d'eau de mer dont la valeur doit être $<0.5\text{bar}$.

-La pression circuit eau chaude dont la valeur doit être $\geq 3\text{bar}$.

L'élément de mesure utilisé est un manomètre qui mesure la pression d'un fluide. Il est à noter que celle-ci ne peut être mesurée que par rapport à une pression de référence, en général la pression atmosphérique.

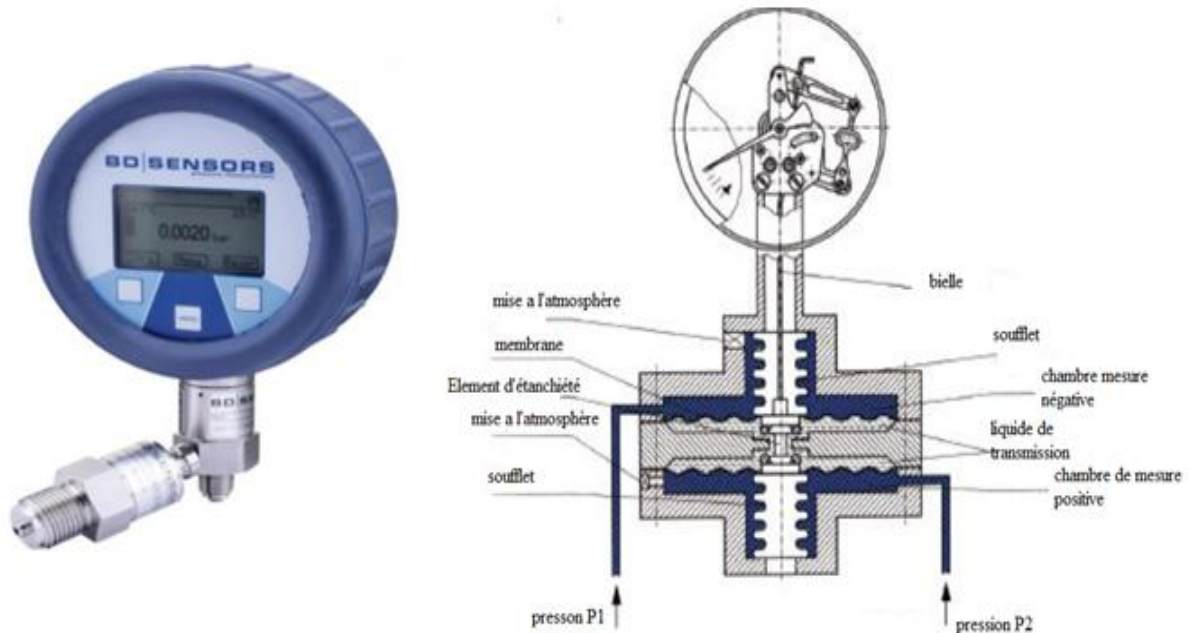


Figure II.7:Manomètre électronique.

❖ Capteur de température [10]

La température contrôlée par notre processus est la température de l'eau chaude à la sortie du réchauffeur final dont la valeur doit être $>60^{\circ}\text{c}$. L'élément de mesure utilisé est une Thermistance qui est un détecteur de température à résistance (RTD), comme son nom l'indique, c'est des capteurs mesurant la température par corrélation de la résistance de l'élément RTD et de sa température. La plupart des éléments RTD sont constitués d'une certaine longueur de fil de résistance très fin, entouré autour d'un noyau de céramique ou de verre. L'élément est habituellement assez fragile, il est donc souvent placé à l'intérieur d'une sonde gainée pour le protéger. L'élément RTD est fabriqué à partir d'un matériau pur, dont la résistance à différentes températures a été attestée. La résistance de ce matériau varie de manière connue et prévisible en fonction des modifications de températures; c'est précisément cette variation de résistance qui sert à déterminer la température.



Figure II.8 : Thermistance

❖ Capteur de niveau [10]

Les niveaux contrôlés par le processus sont :

- Le niveau de saumure dont la valeur doit être $>600\text{mm}$
- Le niveau de distillat dont la valeur doit être $\geq 250\text{mm}$
- Le niveau d'eau motrice dont la valeur doit être $\geq 40\%$
- Le niveau de remplissage d'évaporateur dont la valeur doit être $\geq 400\text{mm}$

L'élément de mesure utilisé est un Indicateur de Niveau magnétique, les capteurs de mesure de niveau servent de transducteurs pour la mesure continue et précise de niveau de fluides liquides en repérant la position du flotteur magnétique selon le principe de mesure magnétostrictif. Les capteurs de niveau sont installés à l'extérieur des indicateurs de niveau à bypass.

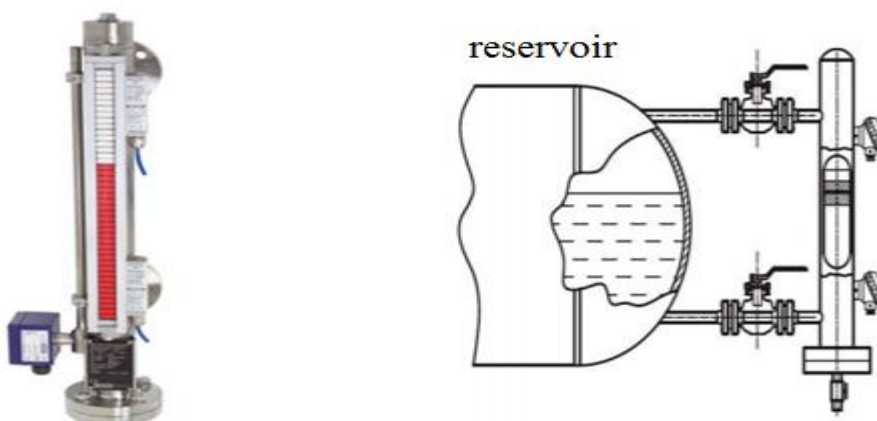


Figure II.9:Indicateur de niveau magnétique.

❖ Capteur de conductivité [10]

Notre processus contrôle la conductivité du distillat dont la valeur doit être $<30 \mu\text{s}$. L'élément de mesure utilisé est Conductimètre qui 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 plongeant dans la solution à étudier et l'intensité du courant qui y circule.



Figure II.10 : Un Conductimètre.

b. Les actionneurs : [3]

Dans un système automatisé, un actionneur est un organe de la partie opérative qui, sur ordre de la partie commande via le pré-actionneur, convertit l'énergie qui lui est fournie sous une forme utile pour les tâches programmées d'un système automatisé.

❖ Groupe électropompe

Le groupe électropompe est utilisé pour le pompage et la distribution de fluide. Il se compose essentiellement d'une pompe accouplée à un moteur asynchrone triphasé.



Figure II.11: Groupe électropompe.

❖ Pompe à axe horizontal

Une pompe est un dispositif destiné pour aspirer puis refouler des fluides, elle transforme ainsi une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation de l'arbre) en énergie hydraulique (débit et pression).

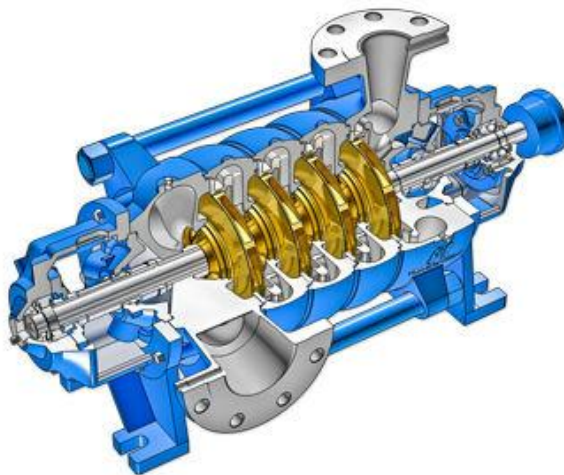


Figure II.12: Pompe à axe horizontale.

❖ Les moteurs asynchrones

Les moteurs électriques permettent la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation, il est l'actionneur le plus utilisé dans toutes les applications qui nécessitent des mouvements de rotation. Les moteurs asynchrones sont les moteurs les plus utilisés dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de leur facilité de mise en œuvre, leur faible encombrement, ainsi que leur bon rendement et de leur excellente fiabilité. Un de leurs points de reproche est l'énergie réactive, toujours consommée pour magnétiser l'entrefer. Tous les moteurs utilisés dans l'usine sont de type asynchrone.

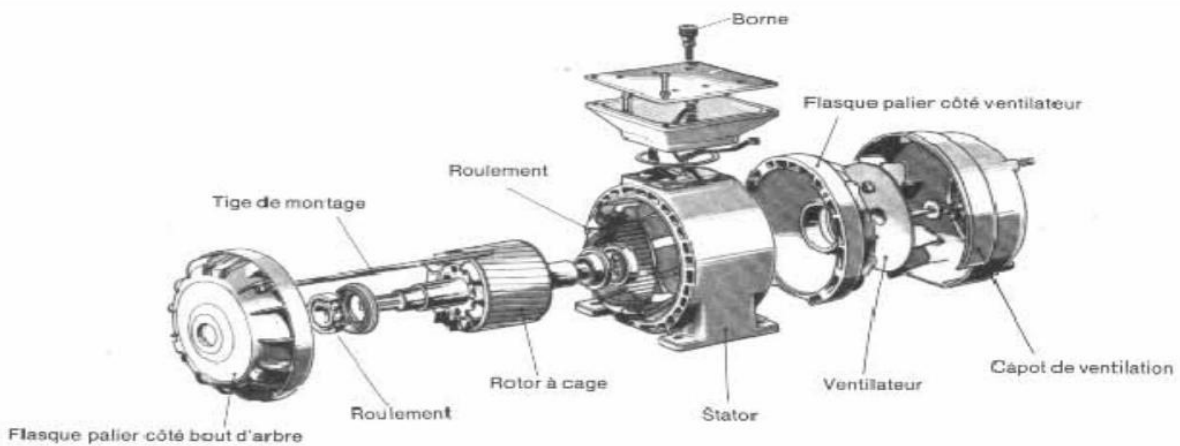


Figure II.13: moteur asynchrone.

Les avantages du moteur asynchrone :

- Robustesse
- Facile d'entretien
- Vitesse constante
- Alimentation directe par le réseau
- Temps de démarrage réduit
- Couple de démarrage important

❖ Servomoteur électrique

Les servomoteurs multi tours en exécution industrielle sont destinés aux installations de commande et ne fonctionnent généralement qu'entre deux positions « ouvert » et « fermé » ou « marche » et « arrêt ». Pour actionner des organes de réglage, ces servomoteurs ont des temps de positionnement pour la course totale de quelques secondes à plusieurs minutes.



Figure II.14: Servomoteur électrique.

c. Les clapets:

Le clapet est un dispositif permettant d'empêcher ou d'autoriser la circulation d'un fluide, ou d'un solide pulvérulent s'écoulant comme un fluide. Il peut être commandé manuellement ou à distance par un signal électrique ou pneumatique.

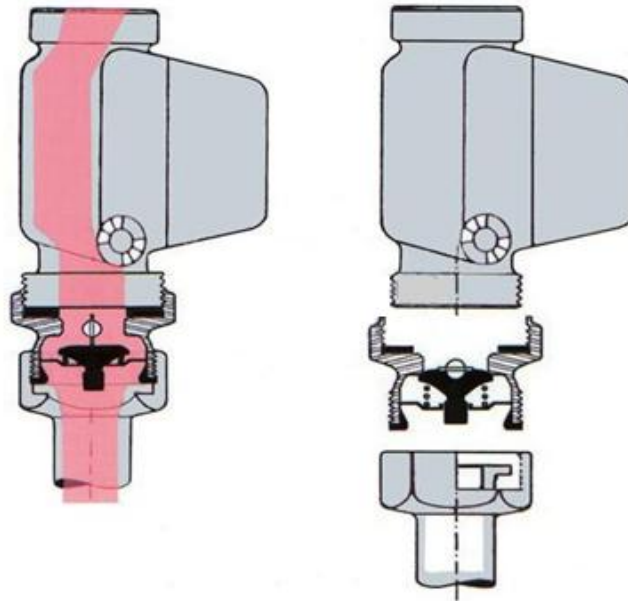


Figure II.15: Clapet.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié la station de dessalement et son principe de fonctionnement et présenté les différents instruments utilisés tels que les capteurs et actionneurs qui constituent les entrées et sorties de l'automate. Dans le chapitre suivant nous allons présenter les différentes parties de l'automate programmable de la famille SIMATIC SIEMENS qui est S7 300 et modéliser le système grâce à un organigramme.

s

Chapitre III:
Modélisation et
développement de la
solution programmable

Introduction

En industrie, les installations automatiques constituent un des facteurs essentiels contribuant à l'amélioration de la productivité. L'évolution de la technologie a permis d'envisager des systèmes très compliqués. Donc l'automatisation impose des méthodes d'analyse et de synthèse afin de dénouer les problèmes imposés par les cahiers de charges. Un SAP (système automatisé de production) comporte des instructions reliant la PC (partie commande) à la PO (partie opérative), ainsi que le dialogue avec l'opérateur. Pour cela, il existe beaucoup de méthodes de modélisation et de programmation. De notre côté on a choisi une programmation essentiellement composée d'un GRAFCET et une modélisation à base d'un organigramme.

III.1. Définition d'un Grafcet :

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions) élaboré en 1977, appliqué actuellement aux automates, est une méthode de représentation graphique qui utilise deux représentations complémentaires (Figure III.1) :

- Les étapes, pour lesquelles les grandeurs du système ont des valeurs fixes.
- Les transitions, par lesquelles le système passe d'une étape à la suivante.

Le GRAFCET est un langage universel qui sert à décrire, étudier, réaliser et exploiter les automatismes industriels, une fois l'automatisme est réalisé, le GRAFCET fonctionnel reste un document indispensable pour l'entretien et le dépannage.

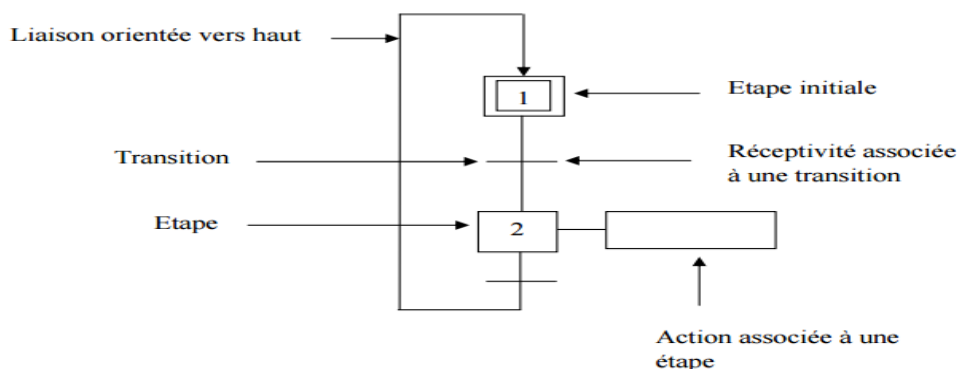
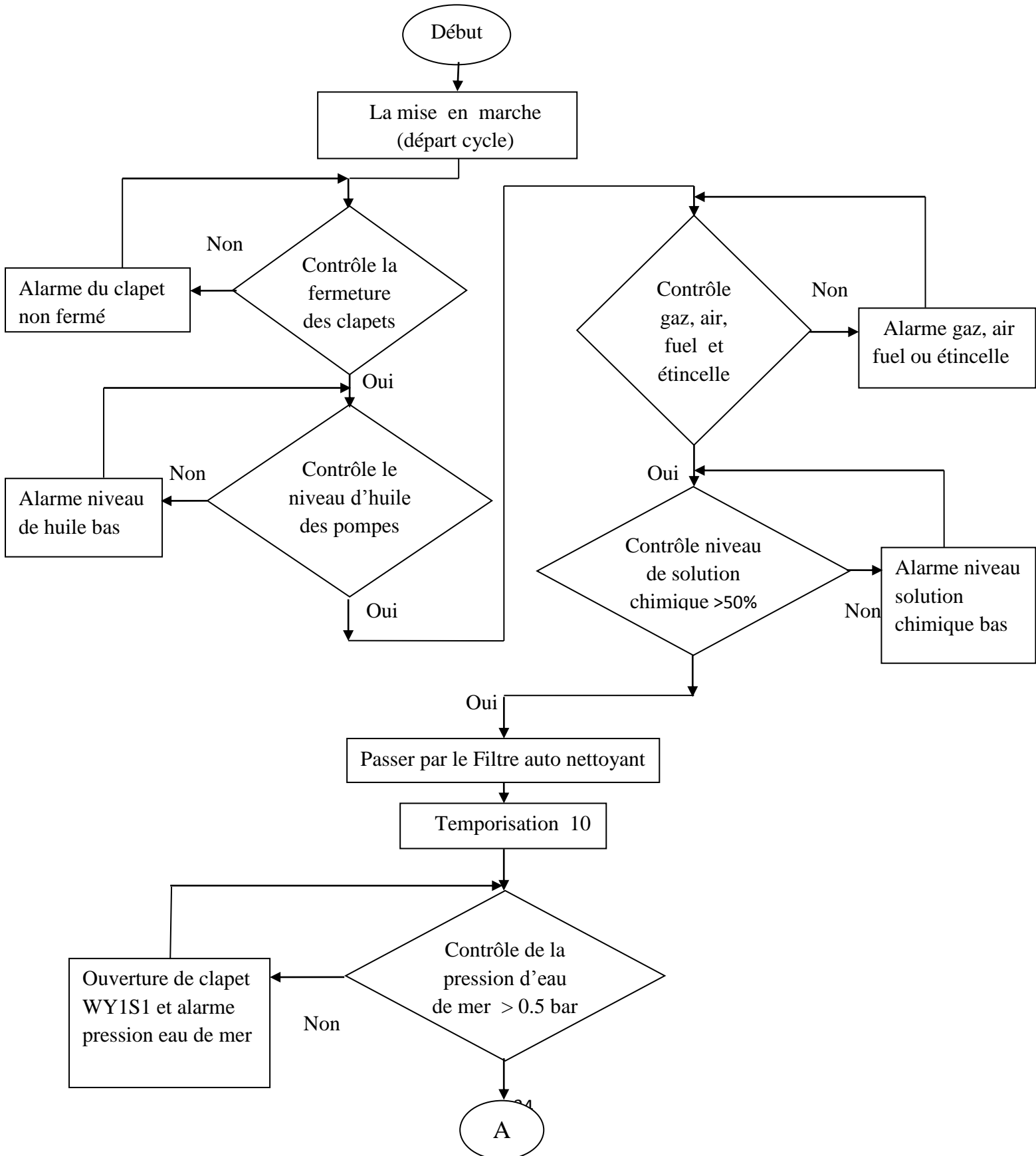
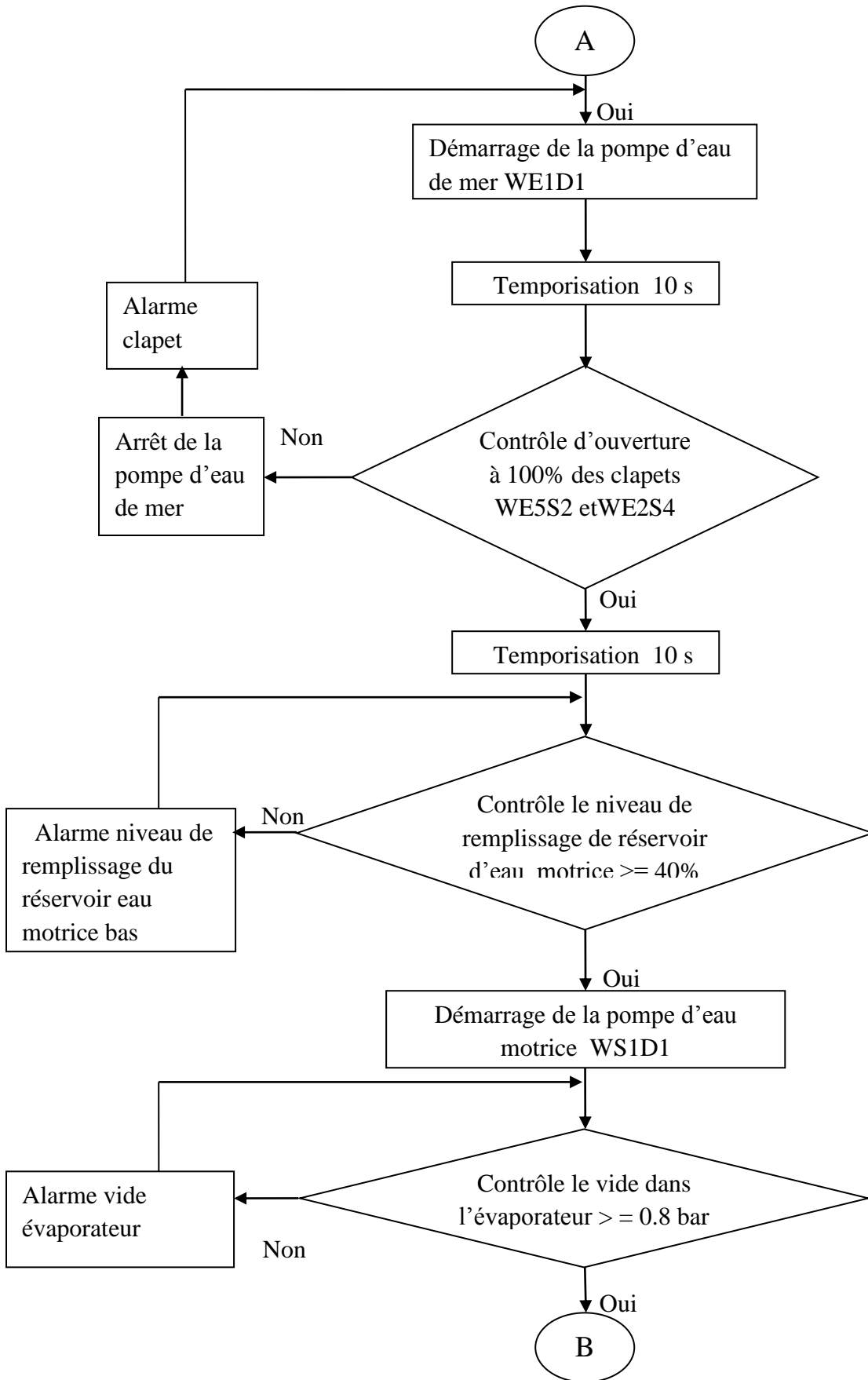


Figure III.1 : Structure graphique d'un GRAFCET.

III.2. Modélisation de la station de dessalement :

Pour cette modélisation on a utilisé un organigramme qui nous donnera une vue d'ensemble de notre processus.

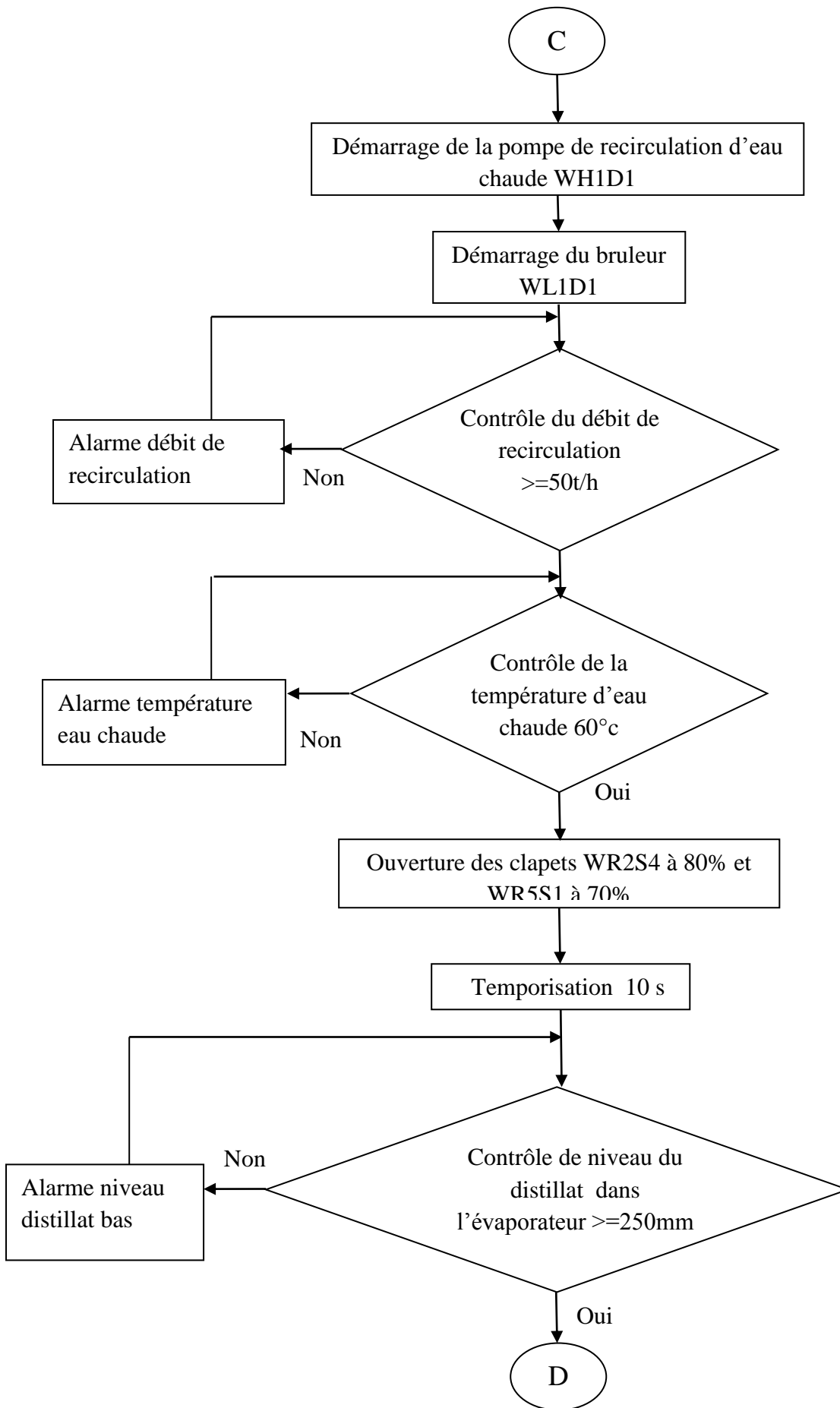






Chapitre III

Modélisation et développement de la solution programmable



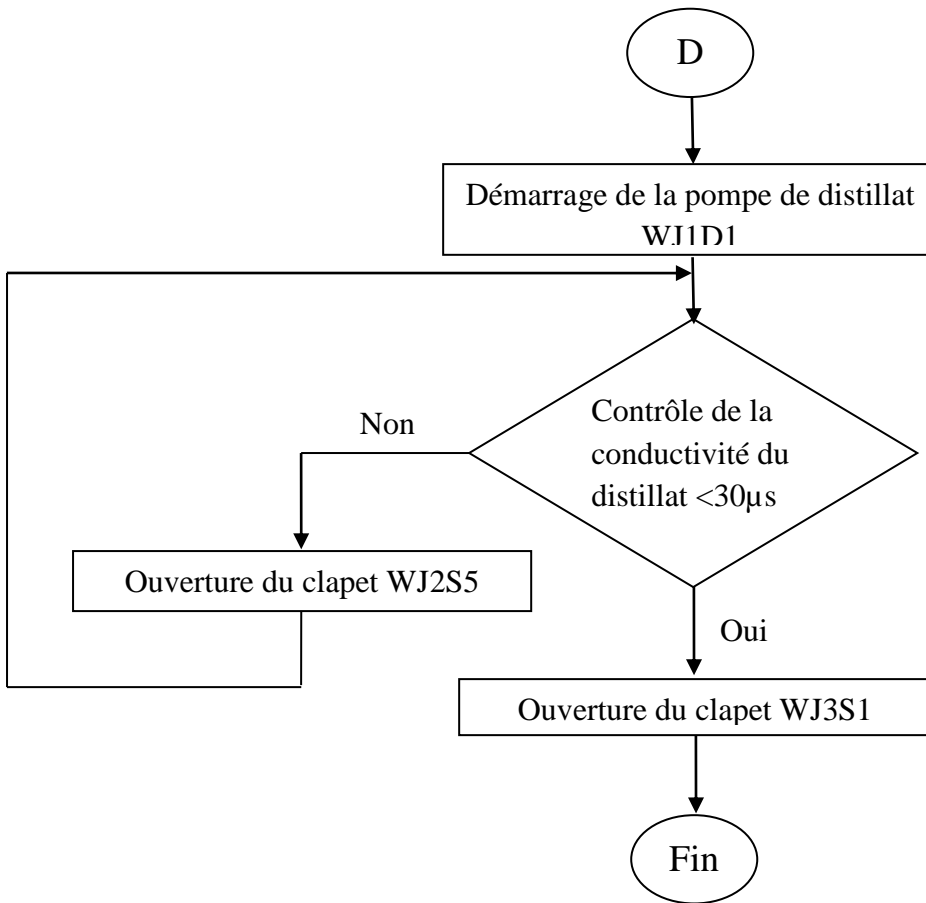


Figure III.2: Organigramme des différentes étapes de la mise en démarrage de l'unité.

III.3. Définition de l'automate programmable industriel : [8]

L'automate programmable industriel (API), est un système de commande destiné à piloter en temps réel des procédés logiques. Autrement dit, un API est conçu pour le contrôle de la commande d'un procédé industriel en assurant l'adaptation nécessaire entre la partie puissance et la partie commande. L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives (lecture, traitement et commande).

En générale un automate programmable se constitue essentiellement d'un module d'alimentation, d'une unité centrale, de modules d'entrée/sortie, de modules de communication et auxiliaires.

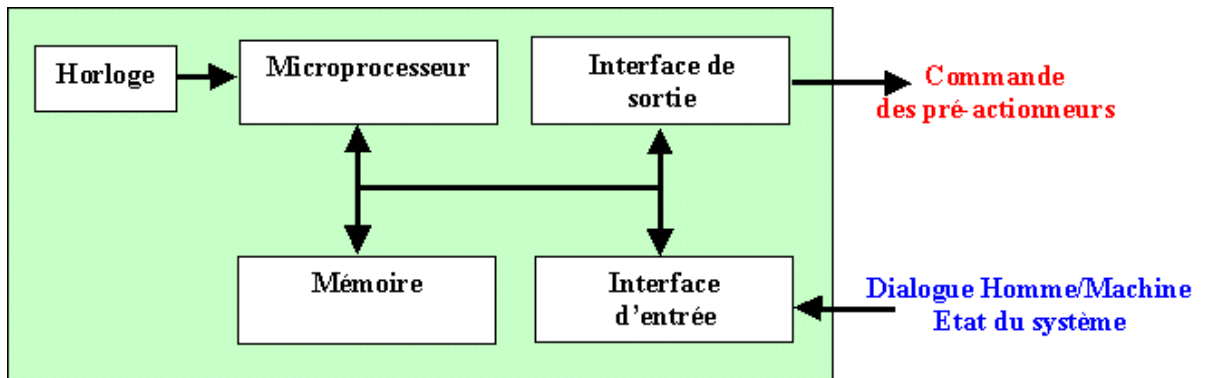


Figure III.3 : architecture d'un API.

III.3.1. Les avantages des automates programmables [8]

Dès leur introduction, les API gagnent de la popularité dans les industries et deviennent de plus en plus essentiels et indispensables pour assurer un bon fonctionnement des processus. On peut citer quelques avantages qu'ils offrent :

- ✓ La facilité de mise en œuvre.
- ✓ La possibilité d'agir sur deux paramètres: le matériel et le programme.
- ✓ La flexibilité dans la possibilité d'ajout ou de suppression d'une ou plusieurs entrées/sorties (capteurs/actionneurs), ainsi qu'une amélioration ou ajout de fonctions sans avoir à refaire le câblage et cela à travers une console de programmation.
- ✓ Rapidité d'exécution.
- ✓ Maintenabilité, fiabilité et facilité de diagnostic.
- ✓ La Possibilité de tester ses programmes avant utilisation.
- ✓ La Possibilité de mettre en œuvre plusieurs automates en réseaux.

III.3.2. Protection et fiabilité [8]

Les API sont des équipements protégés contre les environnements industriels les plus agressifs:

- ✓ Contre les chocs et les vibrations qui salissent les contacts, les soudures et les composants.
- ✓ contre la température et l'humidité, les vapeurs et les poussières qui provoquent la corrosion des contacts et des microcircuits, pour cela différentes protections sont mises en œuvre telles que le vernissage des circuits imprimés, l'installations de filtres éliminant gaz contaminants et poussières, étanchéité totale, ventilation forcée... .etc.

Modélisation et développement de la solution programmable

- ✓ Contre les parasites électriques industriels, les API disposent de filtres d'isolement galvanique et de boîtiers à cage de Faraday. Cette dernière protection est très importante car assurent la fiabilité des échanges d'informations entre l'API et le processus.

Quel que soit le constructeur de dispositifs électroniques et malgré les efforts entrepris par celui-ci, le taux de défaillance n'est jamais nul. Il faut donc s'attendre à ce qu'un automate, pendant sa durée d'exploitation, ait des défaillances. Pour les commandes de processus à haut risque, il y a lieu de prévoir, lors de l'étude de l'automatisme, les dispositions nécessaires pour pallier ces défaillances et en limiter les conséquences, notamment vis-à-vis de la sécurité.

Cependant, les automatismes à base d'API sont plus sécuritaires que ceux à base de relais.

En outre, le fonctionnement d'ensemble des API est, en général, vérifié par un chien de garde. Celui-ci a une durée de temporisation légèrement supérieure à celle du cycle. Un blocage de l'automate provoqué par une panne matérielle ou logicielle est alors facilement détecté.

III.4. Choix de l'automate [7]

Le choix d'un API revient à considérer les critères importants tels que:

- Les moyens de sauvegarde du programme.
- Le nombre et la nature des entrées et sorties (analogiques, numériques).
- La fiabilité et la robustesse.
- La disponibilité de produit sur le marché et le coût.
- La capacité de traitement du processeur

III.5. Présentation de l'automate programmable S5 110s utilisé actuellement

Le S5-110s représenté dans la figure III.4 ci-dessous est un puissant contrôleur programmable pour le processus d'automatisation (contrôle logique, surveillance, liste, signalisation). Il est adapté à la fois pour les applications de contrôle les plus simples avec des signaux binaires et pour la solution de tâches compliquées d'automatisation. Ses programmes sont écrits dans le langage de programmation STEP 5.

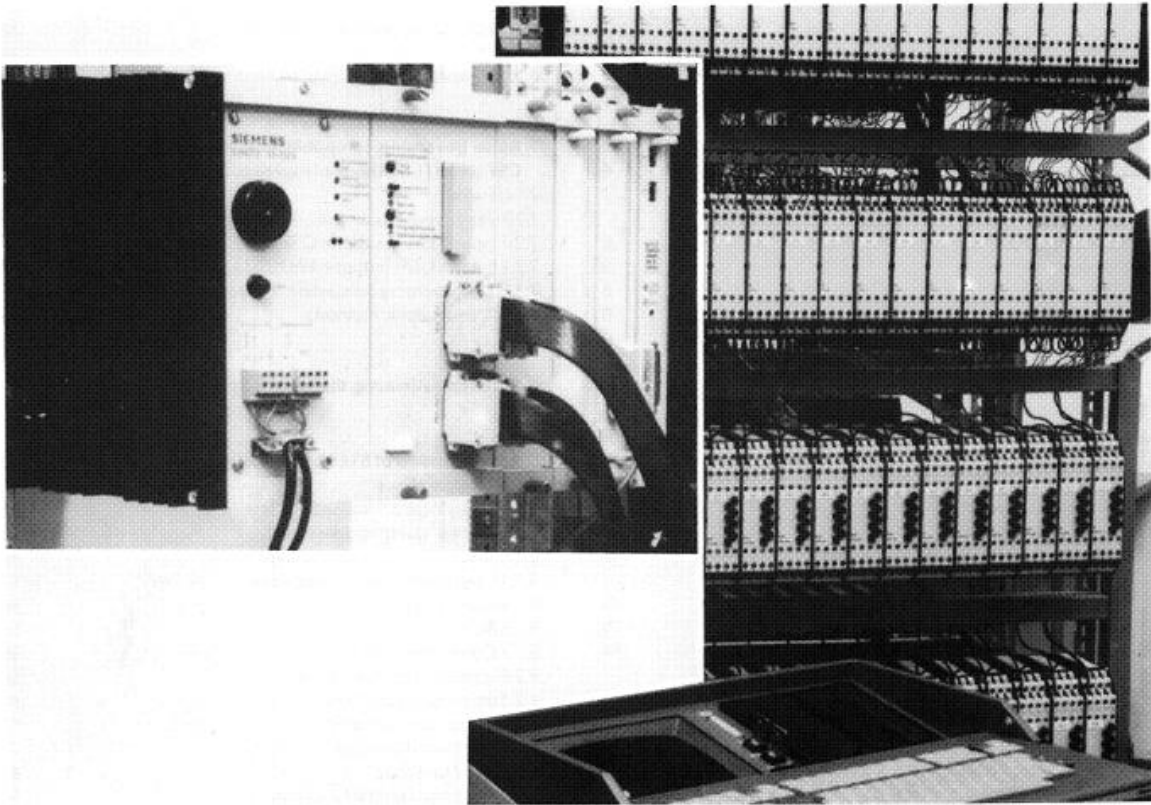


Figure III.4 : L'automate s5 110s.

III.5.1. Inconvénients de la solution actuelle

Après presque 30 ans de réussite, Siemens a annoncé l'arrêt de la production de la gamme SIMATIC S5 et a retiré les produits de son programme dès octobre 2003. Les composants sont depuis lors uniquement disponibles en tant que pièces de rechange. Dix ans après l'arrêt de la production par Siemens, aucune pièce de rechange ne sera plus disponible.

Le Siemens SIMATIC S7 moderne est disponible en tant que produit de remplacement. SIEMENS ne pourra plus offrir de garantie d'assistance pour les systèmes S5 à partir de 2015.



Figure III.5 : Arrêt de production des automates s5.

III.5.2. Proposition d'une solution et ses avantages par rapport à la solution actuelle:

Siemens recommande de prévenir toute panne du SIMATIC S5 en le remplaçant par le Siemens SIMATIC S7 300.

Avantages par rapport à la solution actuelle:

- Garantir durablement la disponibilité de l'installation .
- Minimiser les temps d'arrêt à l'aide d'une technologie récente.
- Diagnostics d'erreur améliorés.
- Coûts des pièces de rechange plus faibles et plus grande disponibilité des pièces de rechange.
- Délais de livraison plus rapides.
- Grand savoir-faire disponible pour Siemens S7.

III.6. Présentation de l'automate programmable proposé S7-300 [10]

L'automate programmable industriel S7-300 fabriqué par SIEMENS, qui fait partie de la gamme SIMATIC S7, est un système de commande modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes, configurable selon les besoins de l'utilisateur. La configuration et le jeu d'instruction des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire les exigences industrielles et la capacité d'extension variable. Ce qui permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée.



Figure III.6: L'automate programmable S7 300.

III.6.1. Caractéristiques du S7-300 [10]

Il se caractérise par:

- ✓ Une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet.
- ✓ Une gamme de modules complète pour une adaptation optimale aux tâches les plus diverses.
- ✓ La Possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules.
- ✓ Il offre une très large palette de modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic.
- ✓ La facilité de réalisation d'architectures décentralisées et la simplicité d'emploi, sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques.
- ✓ Il a une aptitude élevée à l'environnement industriel humide, aux perturbations électromagnétiques et à la résistance élevée aux chocs des secousses.

III.6.2. Modularité de l'API S7-300 [10]

Le S7-300 est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation. (Figure 3.10)

Les différents modules sont les suivants :

- **Le bloc d'alimentation(PS) :**

Le module d'alimentation assure la conversion de la tension du secteur ou du réseau, en tension supportable par l'API (selon les besoins), pour l'alimentation de l'automate, ainsi que la fourniture de l'énergie nécessaire aux différents modules.



Figure III.7: Module d'alimentation.

Modélisation et développement de la solution programmable

- **Unité centrale (CPU):**

La CPU est le cerveau de l'automate. Elle permet de:

- ✓ Lire les états des signaux d'entrées.
- ✓ Exécuter le programme utilisateur et commander les sorties.
- ✓ réaliser toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitements numériques (transfert, comptage, temporisation ...).

Elle est constituée par le regroupement du processeur et de l'espace mémoire. Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux. On compte les versions suivantes :

- ✓ CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.
- ✓ CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 1FM.

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

- ✓ CPU avec interface PROFILBUS DP (CPU 315 - 2 DP, CPU 316 - 2 DP CPU 318- 2 DP).

Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux. Toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP.



Figure III.8: CPU S7 312.

Modélisation et développement de la solution programmable

- **Coupleur (IM)**

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

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

- **Module communication (CP)**

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

- ✓ Des commandes robots.
- ✓ Communication avec des pupitres opérateurs.
- ✓ Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

- **Modules de fonctions (FM)**

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

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

- ✓ **Modules de signaux (SM)**

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées/sorties TOR, ainsi que des modules d'entrées/sorties analogiques. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces en relation avec les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. Le nombre total de modules est évidemment limité, pour des problèmes physiques tel que:

- ✓ L'alimentation électrique.
- ✓ La gestion informatique.

Modélisation et développement de la solution programmable

- ✓ La taille du châssis.

Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

➤ **Les modules d'entrées :**

Ce sont des circuits spécialisés destinés à recevoir en toute sécurité pour l'automate, les signaux issus des capteurs, les interrupteurs ou les boutons poussoirs, et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.

✓ **Les modules d'entrées tout ou rien(TOR) :**

Ils permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, limiteurs de couple, poires de niveau, capteurs de position.

✓ **Les modules d'entrées analogiques :**

Sont des interfaces pour des signaux analogiques. Les modules d'entrées analogiques convertissent des signaux analogiques (courant, pression, tension) en valeurs numériques qui peuvent être traitées par la CPU.

➤ **Les modules de sorties :**

Ce sont des circuits spécialisés destinés à commander en toute sécurité, les pré-actionneurs ou les actionneurs, et adapter les niveaux des tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.

✓ **Les modules de sorties TOR :**

Ils permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs, tels que les bobines des contacts moteurs.

✓ **Les modules de sorties analogiques :**

Sont des interfaces pour des signaux analogiques. Ces modules fournissent des signaux analogiques en fonction des valeurs qui lui sont transmises par la CPU. L'opération de conversion est assurée par des convertisseurs numériques/analogique (CNA).

Modélisation et développement de la solution programmable

✓ **Périphériques de la communication extérieure :**

On peut communiquer avec l'automate S7-300 ou la CPU avec une console de programmation (PG) qui contient le logiciel de programmation (STEP 7). Elle permet:

- ✓ D'écrire le programme, de le compiler et de transférer à l'automate.
- ✓ D'exécuter le programme pas à pas et de le visualiser.
- ✓ De forcer ou de modifier des données telles que les entrées, les sorties, les bits internes, les temporisations, les compteurs,... etc.

• **Modules de simulation (SM 374) :**

Le module de simulation est un module spécial qui est installé à la demande de l'utilisateur. Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- ✓ la simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- ✓ la signalisation d'état des signaux de sorties par des LED.

• **Éléments auxiliaires :**

- ✓ Un ventilateur est indispensable dans le châssis comportant de nombreux modules, ou dans le cas où la température ambiante est susceptible de devenir assez élevée.
- ✓ Un support mécanique : il peut s'agir d'un rack. L'automate se présente alors sous forme d'un ensemble de cartes, d'une armoire, d'une grille et des fixations correspondantes.
- ✓ Des indicateurs d'états : concernant la présence de tension, la charge de batterie, le bon fonctionnement de l'automate...etc.

III.7.configuration matérielle de S7 300

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU312 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.

Modélisation et développement de la solution programmable

Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement N° 1. Parmi celles proposées, notre choix s'est porté sur la 'PS-307 2A'. La « CPU 312 » 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 :

- 1 module d'entrées TOR avec 32 voies SM321 DI32xDC24V.
- 1 module de sorties TOR avec 32 voies SM322 DO32xDC24V/0.5A.
- 3 modules d'entrée analogique SM 324, AI2x12Bit .
- RACK.
- La CPU qu'on a choisi est la CPU312, elle a pour caractéristique :
 - Mémoire de travail 32 Ko.
 - Vitesse 0.1 ms/kinst.
 - Port MPI.
 - Configuration multi rangée jusqu'à 8 module.
 - Communication S7 (FB/FC chargeables).
 - Firmware V3.0.
- Module d'alimentation PS 307 2A :

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 120/230 V en tension de 24 V cc (2A). Ce choix est justifié par le nombre des E/S que possède la station, ainsi que l'alimentation ancienne des différents contacteurs.

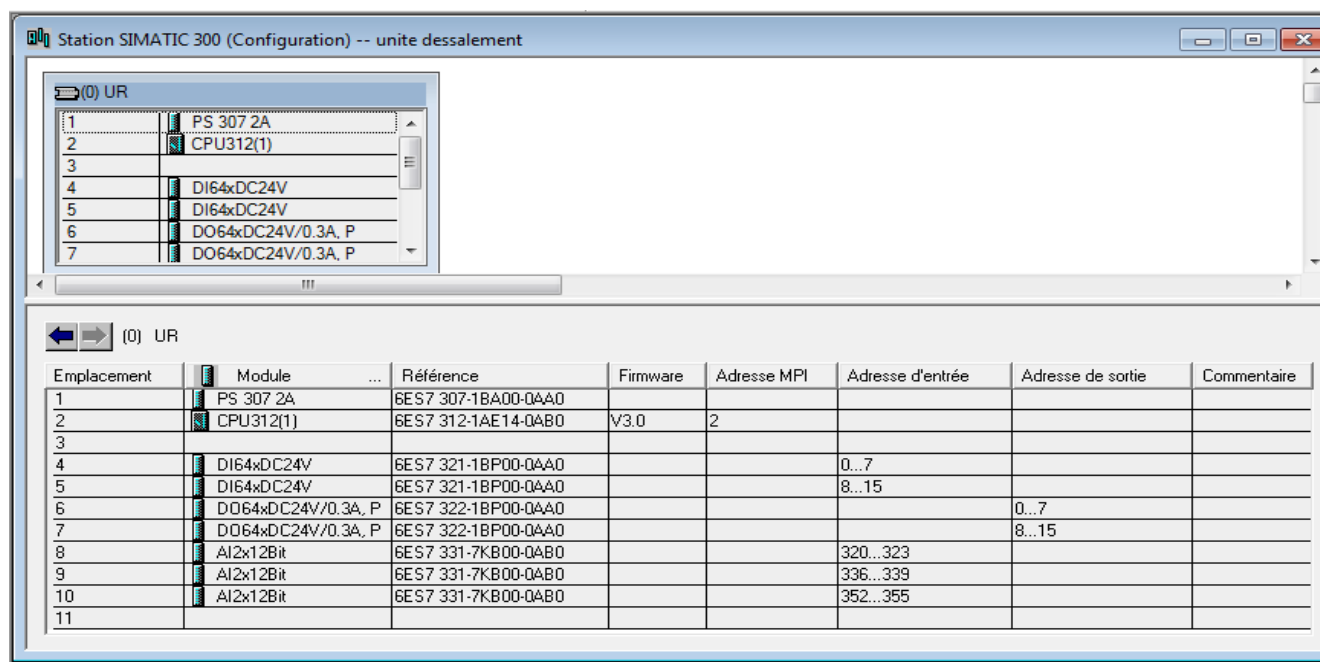


Figure III.9: Configuration matériel.

III.8. Structure de notre programme

III.8.1. Type de programmation utilisé

- **Bloc d'organisation de traitement de programme cyclique OB1:** Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. On programme, dans celui-ci des appels correspondant aux blocs fonctionnels FB, aux fonctions FC et à d'autres.
- **Les fonctions FC :** Une fonction FC est un bloc de code sans mémoire dont les paramètres de sortie affichent en fin d'exécution les valeurs qu'elle a calculées. Le traitement ultérieur et la sauvegarde de ces résultats doivent donc être considérés par l'utilisateur lorsqu'il appelle la fonction.

Dans notre programme le bloc FC1 est appelé lorsqu'une des alarmes est déclenchée.

- **La fonction FB:** Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence. Un bloc de données d'instance lui est associé qui en constitue la mémoire. Les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données d'instance. Les variables temporaires sont rangées dans la pile des données locales.

Modélisation et développement de la solution programmable

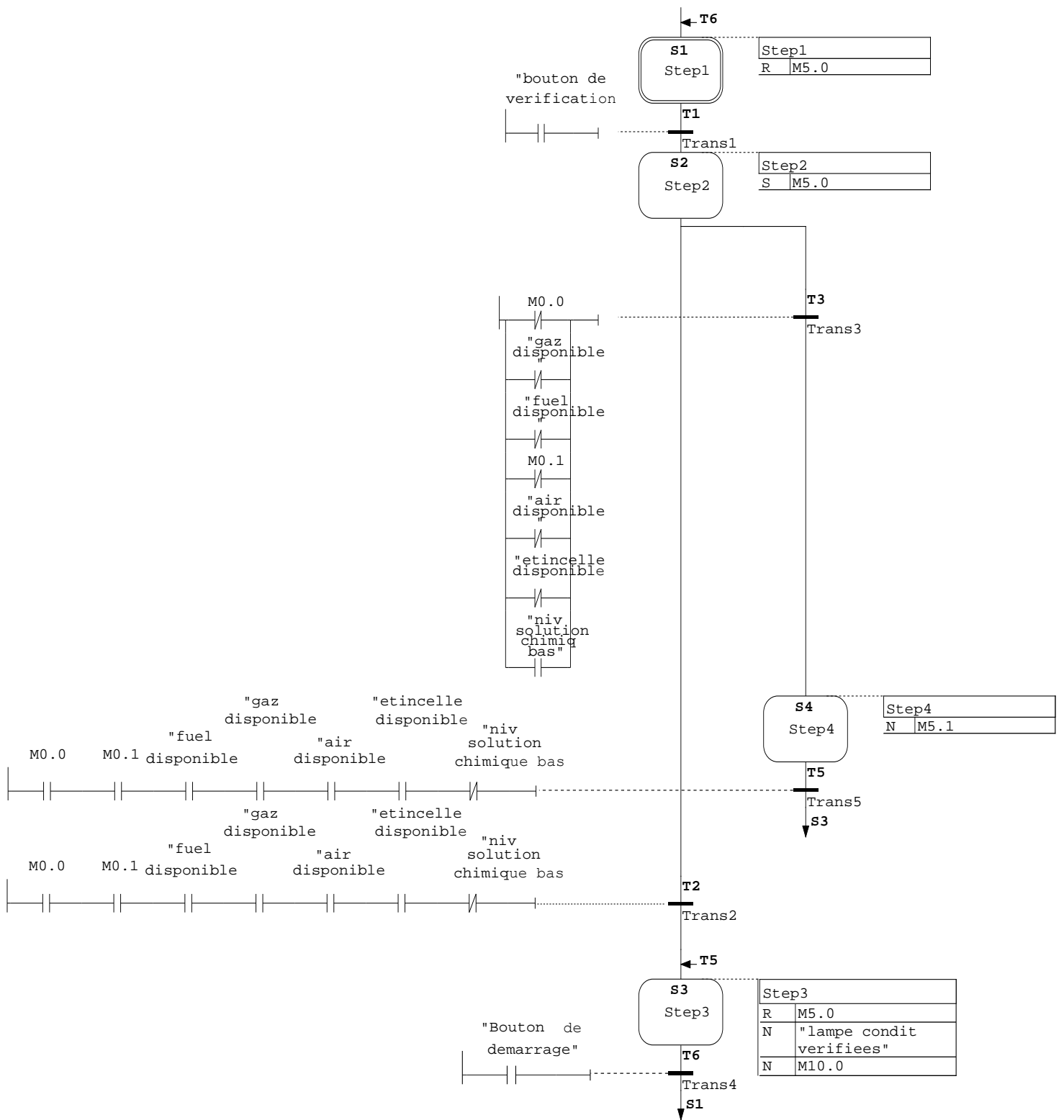
Les données sauvegardées dans le bloc de données d'instance ne sont pas perdues à l'achèvement du traitement du FB. En revanche, les données sauvegardées dans la pile des données locales le sont.

Dans notre programme on a 3 FB:

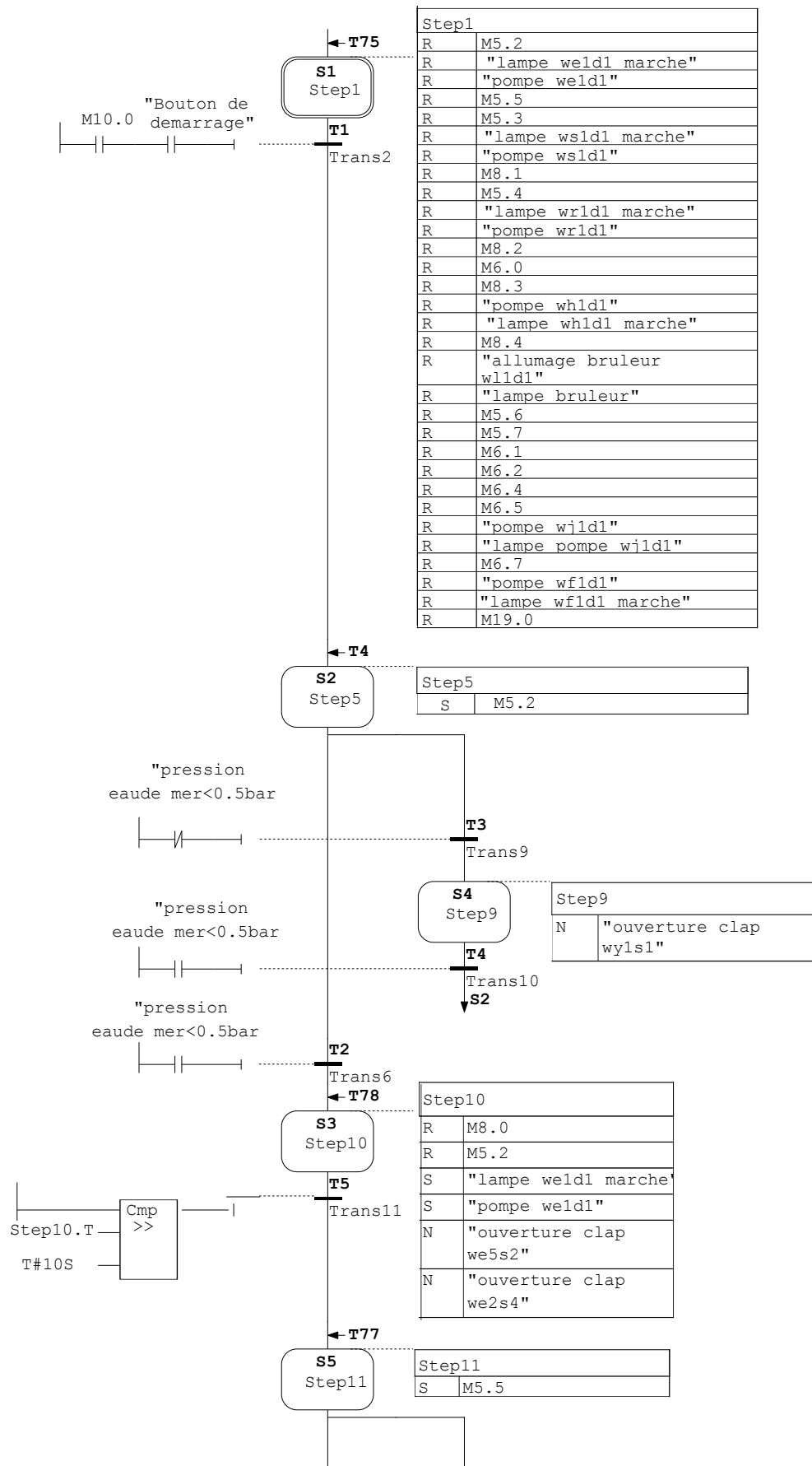
- ✓ FB1 : Programme de démarrage.
- ✓ FB2: Programme d'arrêt.
- ✓ FB4: Programme pour vérifier les conditions initiales.

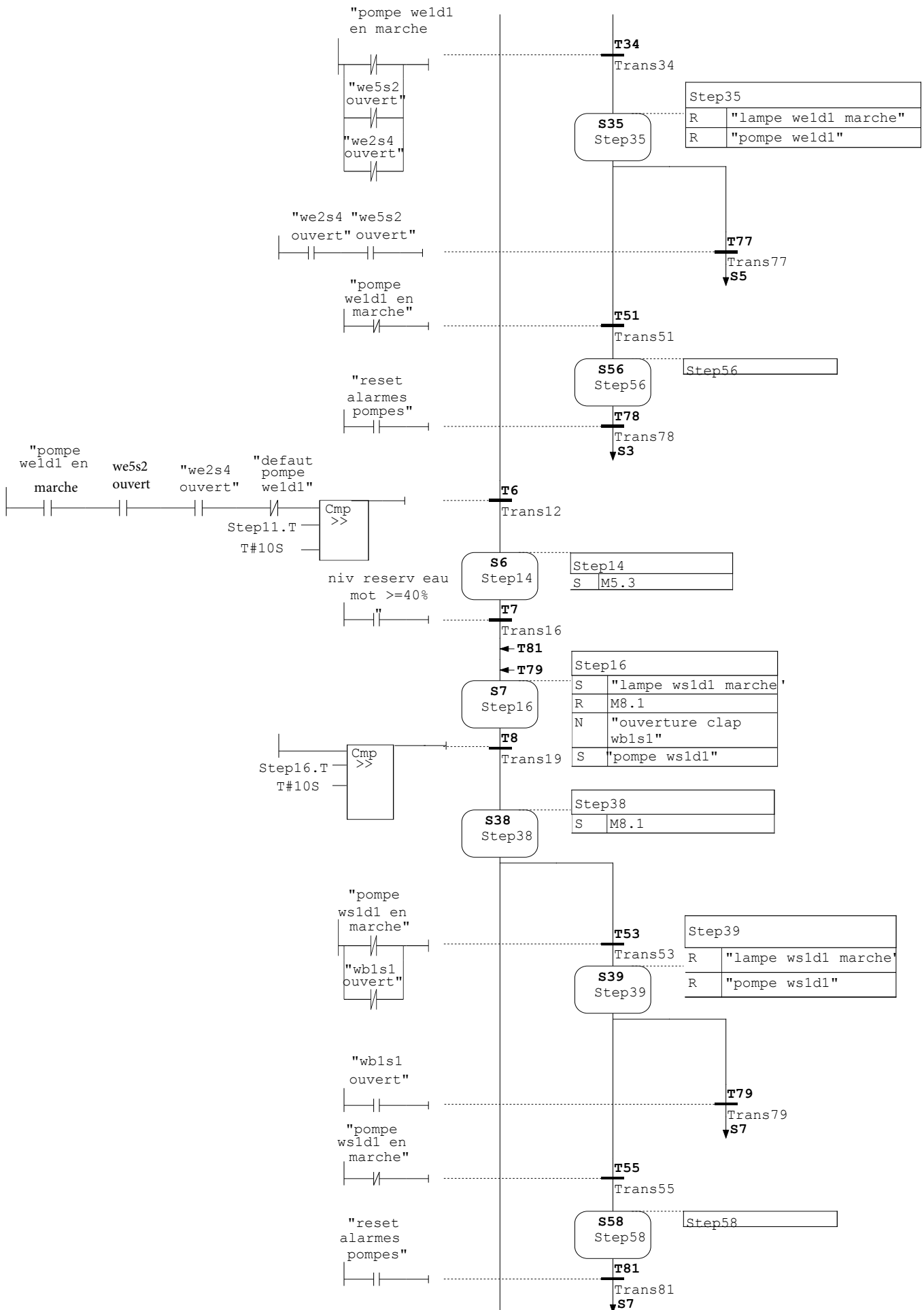
III.8.2. Le programme proposé

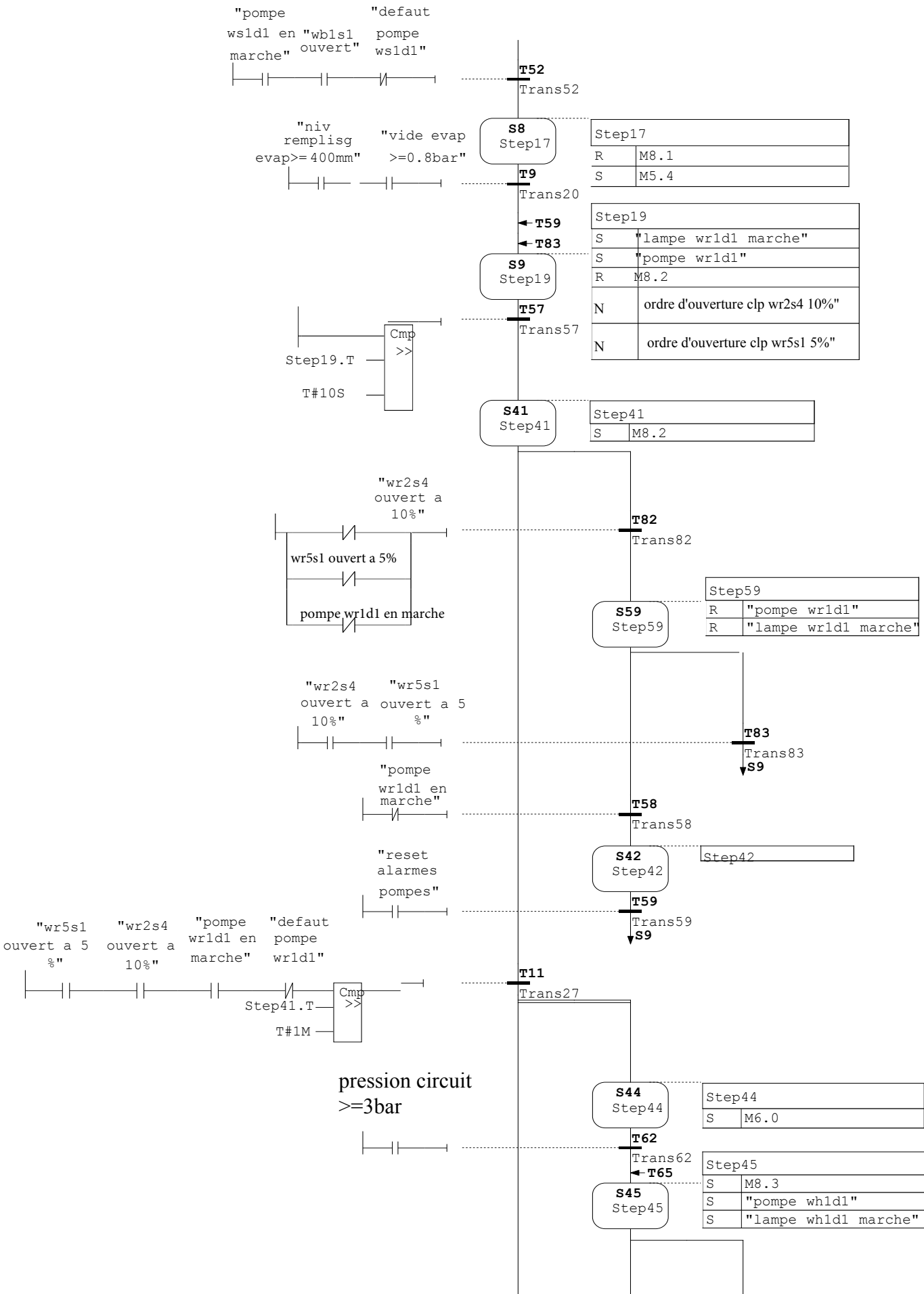
Bloc FB4: Verification des conditions initiales

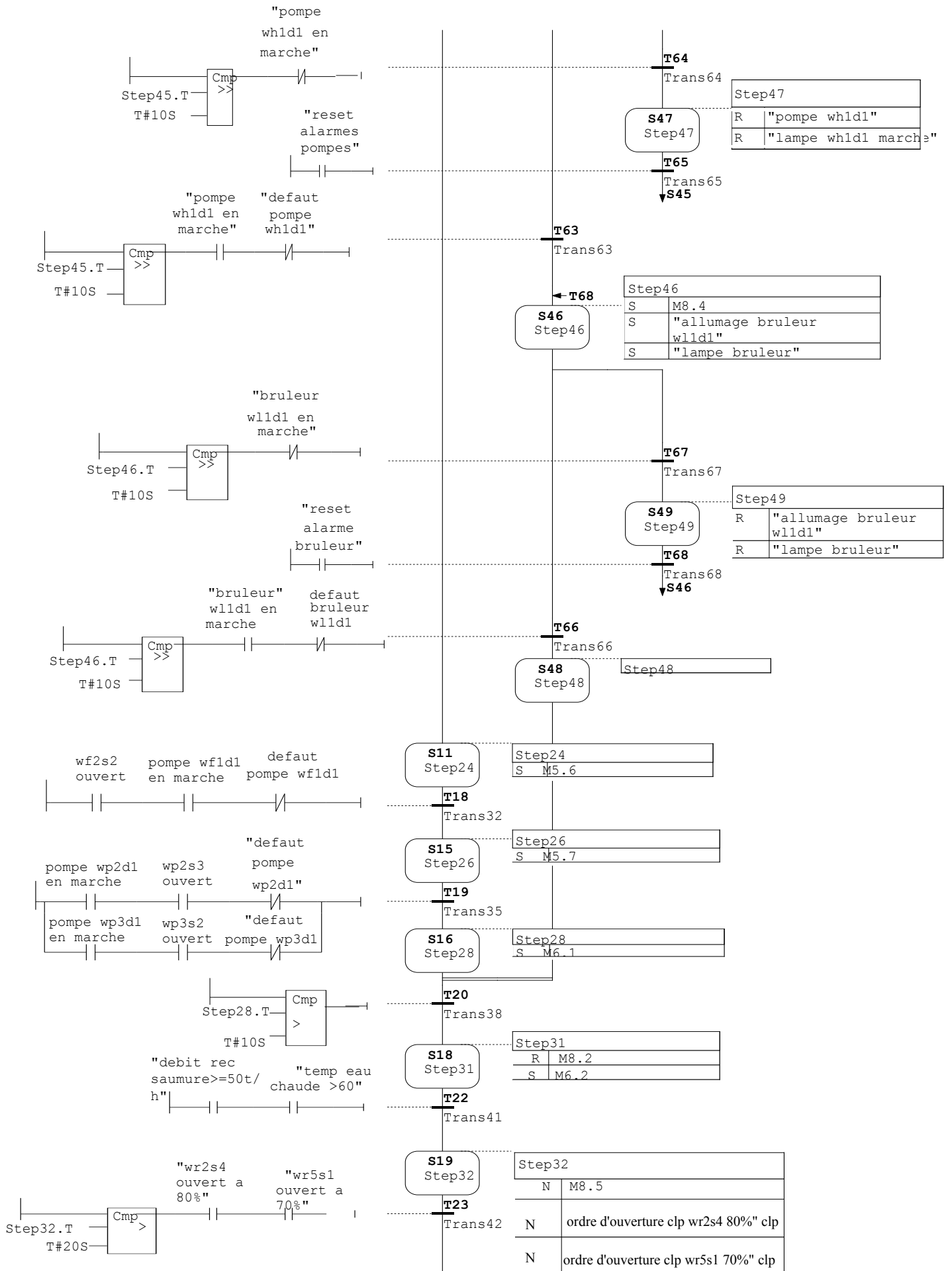


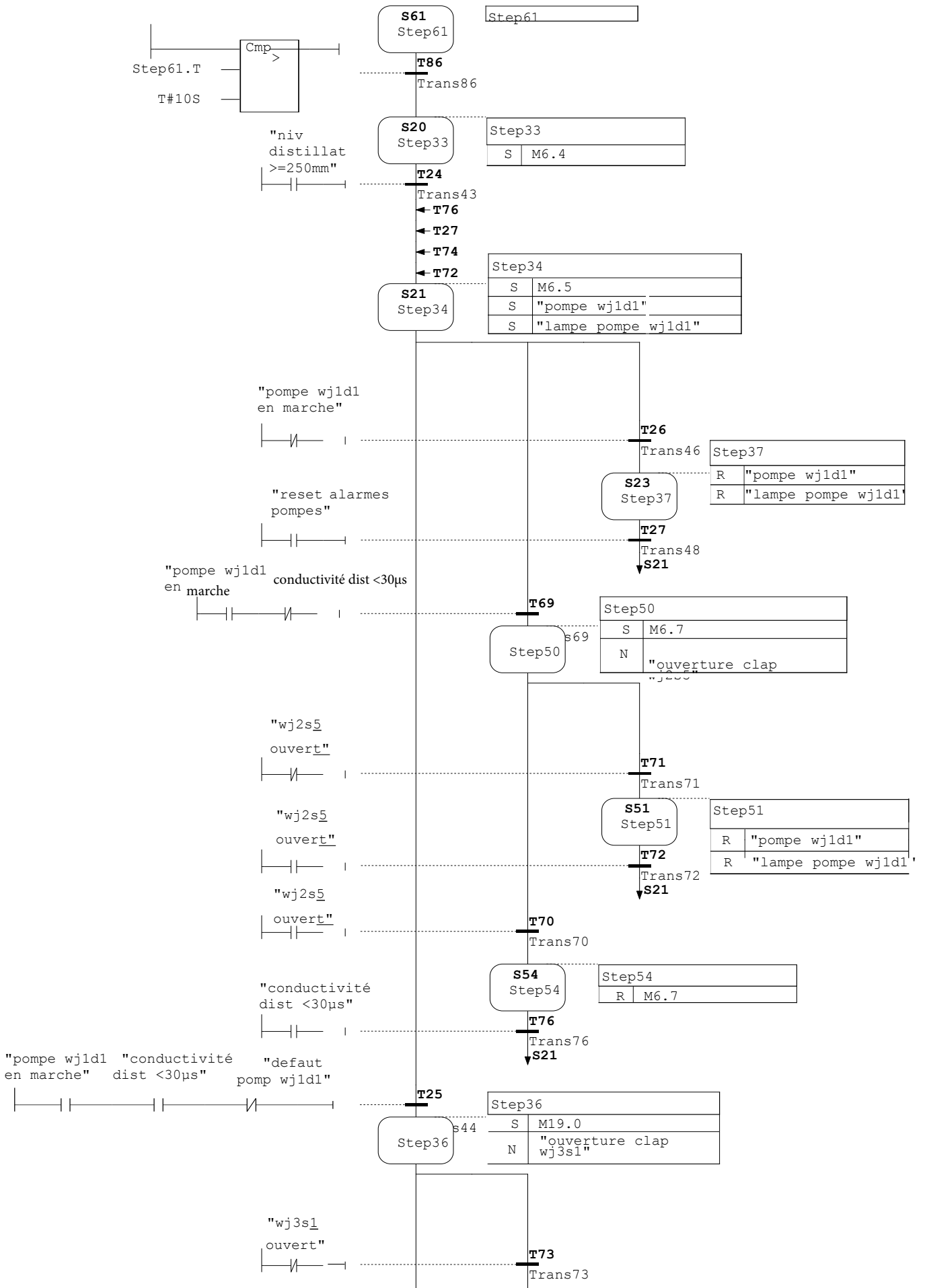
Bloc FB1: Programme de démarrage

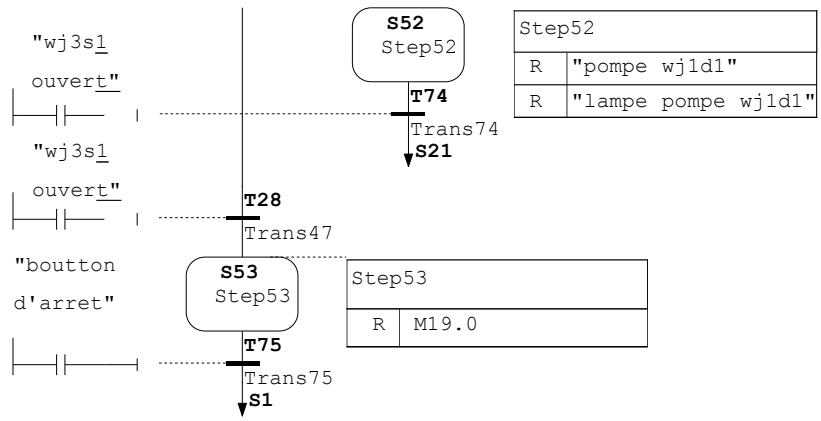




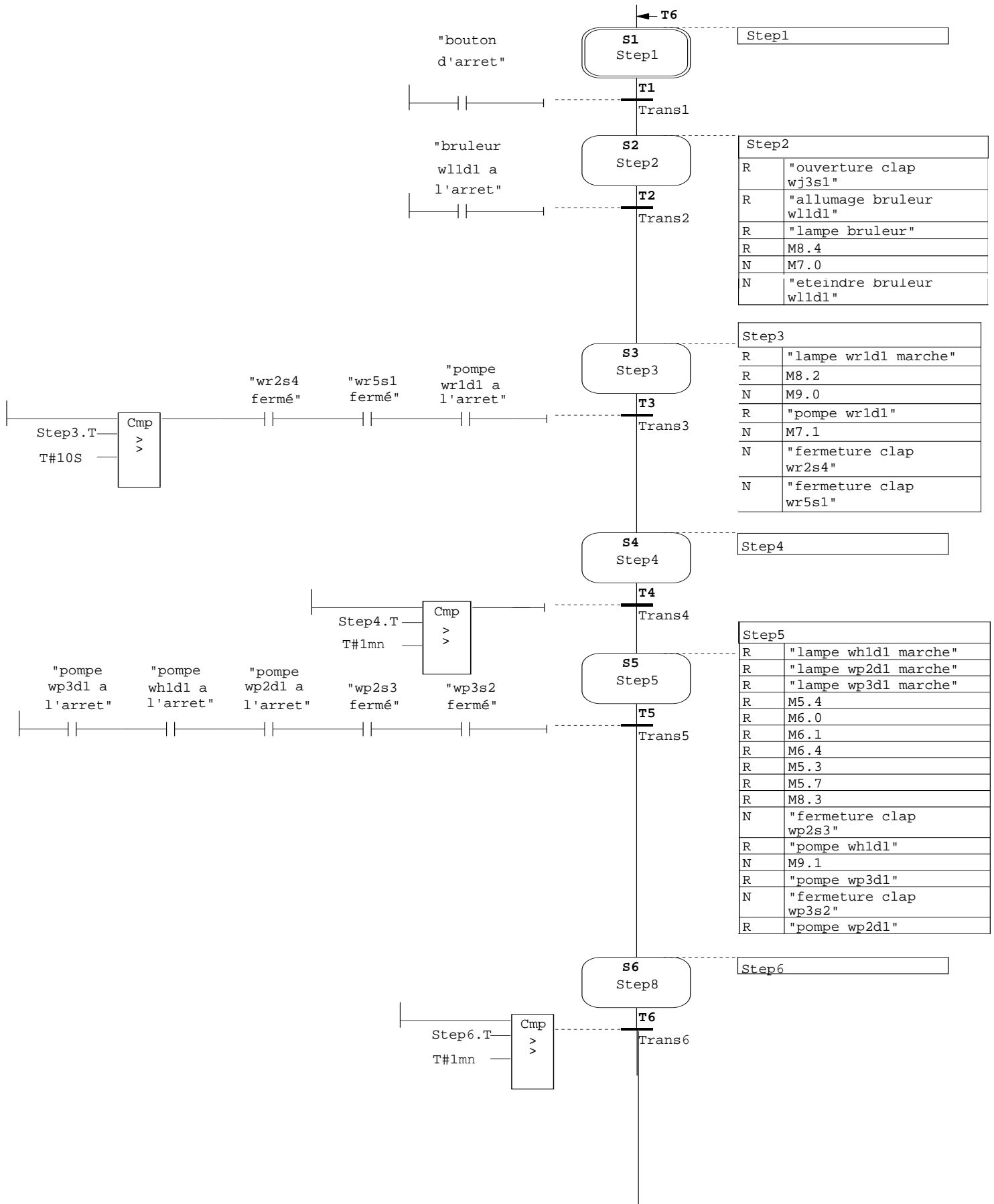


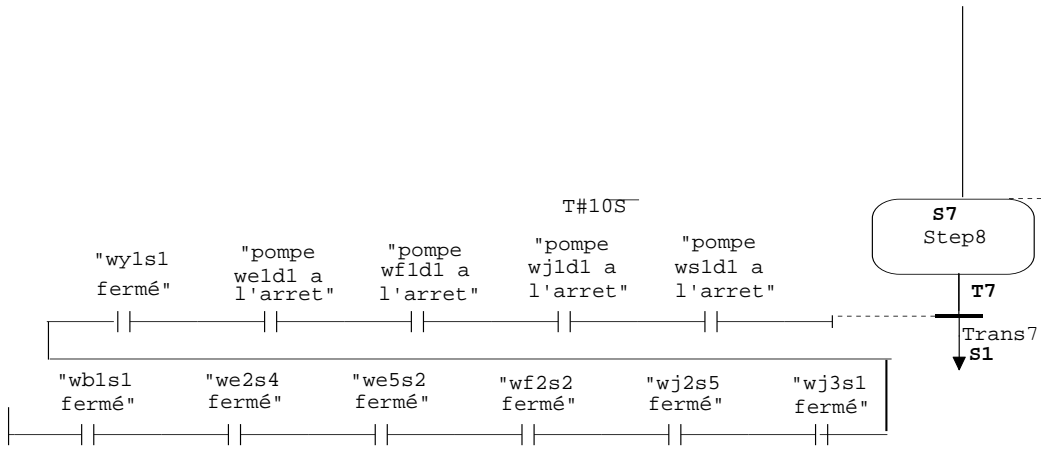






Bloc FB2: Programme d'arrêt





Step7	
R	"lampe pompe wj1d1"
R	"lampe weld1 marche"
R	"lampe wf1d1 marche"
R	"lampe ws1d1 marche"
N	M9.2
R	M5.6
R	M5.5
R	M6.5
N	"fermeture clap we2s4"
N	"fermeture clap we5s2"
N	"fermeture clap wf2s2"
N	"fermeture clap wj2s5"
N	"fermeture clap wj3s1"
N	"fermeture clap wyls1"
R	"pompe ws1d1"
R	"pompe wf1d1"
R	"pompe weld1"
R	"pompe wj1d1"
N	"fermeture clap wb1s1"

Table des mnémoniques

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	air disponible	E 5.5	BOOL	
	alamre pomp wj1d1	A 9.7	BOOL	
	ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
	ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
	alarme air	A 8.7	BOOL	
	alarme bruleur	A 9.1	BOOL	
	alarme clap wb1s1	A 5.6	BOOL	
	alarme clap we2b1	A 10.3	BOOL	
	alarme clap we2s4	A 4.6	BOOL	
	alarme clap we5s2	A 4.7	BOOL	
	alarme clap wf2s2	A 10.4	BOOL	
	alarme clap wj2s5	A 5.3	BOOL	
	alarme clap wj3s1	A 5.4	BOOL	
	alarme clap wp2s3	A 10.5	BOOL	
	alarme clap wp3s2	A 5.2	BOOL	
	alarme clap wr2s4	A 5.0	BOOL	
	alarme clap wr5s1	A 5.1	BOOL	
	alarme clap wy1s1	A 5.5	BOOL	
	alarme conductivité	A 11.1	BOOL	
	alarme debit recirculati	A 9.3	BOOL	
	alarme etincelle	A 8.5	BOOL	
	alarme fuel	A 9.0	BOOL	
	alarme gaz	A 8.6	BOOL	
	alarme niv distillat	A 9.4	BOOL	
	alarme niv h bas we1d1	A 5.7	BOOL	
	alarme niv h bas wf1d1	A 6.2	BOOL	
	alarme niv h bas wh1d1	A 6.5	BOOL	
	alarme niv h bas wp2d1	A 6.3	BOOL	
	alarme niv h bas wp3d1	A 6.4	BOOL	
	alarme niv h bas wr1d1	A 6.1	BOOL	
	alarme niv h bas ws1d1	A 6.0	BOOL	
	alarme niv saumure	A 7.6	BOOL	
	alarme pomp we1d1	A 8.0	BOOL	
	alarme pomp wf1d1	A 10.2	BOOL	
	alarme pomp wh1d1	A 10.0	BOOL	
	alarme pomp wp2d1	A 8.2	BOOL	
	alarme pomp wp3d1	A 8.3	BOOL	
	alarme pomp wr1d1	A 8.1	BOOL	
	alarme pomp ws1d1	A 10.1	BOOL	
	alarme pression circuit	A 8.4	BOOL	
	alarme pression eau mer	A 7.7	BOOL	
	alarme remplisg evap	A 6.7	BOOL	
	alarme reservoir eau mot	A 6.6	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	alarme solution chimique	A 10.6	BOOL	
	alarme temp eau chaude	A 9.2	BOOL	
	alarme vide evap	A 7.0	BOOL	
	allumage bruleur wl1d1	A 2.2	BOOL	
	arret d'urgence	E 5.3	BOOL	
	bouton de verification	E 11.2	BOOL	
	boutton d'arret	E 0.1	BOOL	
	Boutton de demarrage	E 0.0	BOOL	
	bruleur wl1d1 a l'arret	E 6.2	BOOL	
	bruleur wl1d1 en marche	E 6.1	BOOL	
	capteur pression 1	E 10.1	BOOL	
	conductivité dist <30µs	PEW 306	WORD	
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	debit rec saumure	E 9.2	BOOL	
	debit rec saumure >= 50t/h	PEW 320	WORD	
	defaut bruleur wl1d1	E 7.2	BOOL	
	defaut clap wb1s1	E 8.7	BOOL	
	defaut clap we2b1	E 8.3	BOOL	
	defaut clap we2s4	E 7.3	BOOL	
	defaut clap we4s2	E 7.5	BOOL	
	defaut clap we5s2	E 7.4	BOOL	
	defaut clap wf2s2	E 7.6	BOOL	
	defaut clap wj2s5	E 8.4	BOOL	
	defaut clap wj3s1	E 8.5	BOOL	
	defaut clap wp2s3	E 8.1	BOOL	
	defaut clap wp3s2	E 8.2	BOOL	
	defaut clap wr2s4	E 7.7	BOOL	
	defaut clap wy1s1	E 8.6	BOOL	
	defaut pomp wj1d1	E 11.1	BOOL	
	defaut pompe we1d1	E 6.3	BOOL	
	defaut pompe wf1d1	E 6.4	BOOL	
	defaut pompe wh1d1	E 6.7	BOOL	
	defaut pompe wp2d1	E 6.5	BOOL	
	defaut pompe wp3d1	E 6.6	BOOL	
	defaut pompe wr1d1	E 7.1	BOOL	
	defaut pompe ws1d1	E 7.0	BOOL	
	defaut wlap wr5s1	E 8.0	BOOL	
	eteindre bruleur wl1d1	A 2.3	BOOL	
	etincelle disponible	E 5.6	BOOL	
	fermeture clap wb1s1	A 4.5	BOOL	
	fermeture clap we2s4	A 1.2	BOOL	
	fermeture clap we5s2	A 2.7	BOOL	
	fermeture clap wf2s2	A 7.2	BOOL	
	fermeture clap wj2s5	A 3.7	BOOL	
	fermeture clap wj3s1	A 4.1	BOOL	
	fermeture clap wp2s3	A 2.0	BOOL	
	fermeture clap wp3s2	A 3.5	BOOL	
	fermeture clap wr2s4	A 3.1	BOOL	
	fermeture clap wr5s1	A 3.3	BOOL	
	fermeture clap wy1s1	A 4.3	BOOL	
	fuel disponible	E 5.7	BOOL	
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
	gaz disponible	E 5.4	BOOL	
	lampe bruleur	A 10.7	BOOL	
	lampe condit verifiees	A 0.1	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	lampe pompe wj1d1	A 11.0	BOOL	
	lampe we1d1 marche	A 0.2	BOOL	
	lampe wf1d1 marche	A 0.5	BOOL	
	lampe wh1d1 marche	A 1.6	BOOL	
	lampe wl1d1 marche	A 2.4	BOOL	
	lampe wp2d1 marche	A 1.0	BOOL	
	lampe wp3d1 marche	A 1.3	BOOL	
	lampe wr1d1 marche	A 7.3	BOOL	
	lampe ws1d1 marche	A 2.1	BOOL	
	niv distillat >=250mm	E 9.6	BOOL	
	niv huile pomp we1d1 bas	E 2.6	BOOL	
	niv huile pomp wf1d1 bas	E 3.1	BOOL	
	niv huile pomp wh1d1 bas	E 3.4	BOOL	
	niv huile pomp wj1d1	E 11.3	BOOL	
	niv huile pomp wp2d1 bas	E 3.2	BOOL	
	niv huile pomp wp3d1 bas	E 3.3	BOOL	
	niv huile pomp wr1d1 bas	E 3.0	BOOL	
	niv huile pomp ws1d1 bas	E 2.7	BOOL	
	niv remplisg evap >=400mm	E 10.2	BOOL	
	niv reserv eau mot >=40%	E 9.0	BOOL	
	niv saumure >600mm	E 9.1	BOOL	
	niv solution chimiq bas	E 6.0	BOOL	
	ouverture clap wb1s1	A 4.4	BOOL	
	ouverture clap we2s4	A 2.5	BOOL	
	ouverture clap we5s2	A 2.6	BOOL	
	ouverture clap wf2s2	A 1.5	BOOL	
	ouverture clap wj2s5	A 3.6	BOOL	
	ouverture clap wj3s1	A 4.0	BOOL	
	ouverture clap wp2s3	A 9.6	BOOL	
	ouverture clap wp3s2	A 3.4	BOOL	
	ouverture clap wy1s1	A 4.2	BOOL	
	ordre d'ouverture clp wr2s4 10%	A 3.0	BOOL	
	ordre d'ouverture clp wr2s4 80%	A 7.4	BOOL	
	ordre d'ouverture clp wr5s1 5%	A 3.2	BOOL	
	ordre d'ouverture clp wr5s1 70%	A 7.5	BOOL	
	pompe we1d1	A 0.0	BOOL	
	pompe we1d1 a l'arret	E 3.6	BOOL	
	pompe we1d1 en marche	E 3.5	BOOL	
	pompe wf1d1	A 0.3	BOOL	
	pompe wf1d1 a l'arret	E 4.4	BOOL	
	pompe wf1d1 en marche	E 4.3	BOOL	
	pompe wh1d1	A 1.4	BOOL	
	pompe wh1d1 a l'arret	E 5.2	BOOL	
	pompe wh1d1 en marche	E 5.1	BOOL	
	pompe wj1d1	A 9.5	BOOL	
	pompe wj1d1 a l'arret	E 11.0	BOOL	
	pompe wj1d1 en marche	E 10.7	BOOL	
	pompe wp2d1	A 0.6	BOOL	
	pompe wp2d1 a l'arret	E 4.6	BOOL	
	pompe wp2d1 en marche	E 4.5	BOOL	
	pompe wp3d1	A 1.1	BOOL	
	pompe wp3d1 a l'arret	E 5.0	BOOL	
	pompe wp3d1 en marche	E 4.7	BOOL	
	pompe wr1d1	A 7.1	BOOL	
	pompe wr1d1 a l'arret	E 4.2	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	pompe wr1d1 en marche	E 4.1	BOOL	
	pompe ws1d1	A 1.7	BOOL	
	pompe ws1d1 a l'arret	E 4.0	BOOL	
	pompe ws1d1 en marche	E 3.7	BOOL	
	pression circuit >=3bar	PEW 290	WORD	
	pression eau chaude	E 9.3	BOOL	
	pression eaude mer <0.5	PEW 288	WORD	
	reset alarme bruleur	E 12.4	BOOL	
	reset alarme filte netto	E 10.0	BOOL	
	reset alarmes pompes	E 12.2	BOOL	
	reset les autres alarmes	E 12.3	BOOL	
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	temp eau chaude >60	PEW 304	WORD	
	temp saumure chaude	E 9.7	BOOL	
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
	vide evap >=0.8bar	PEW 322	WORD	
	wb1s1 fermé	E 2.5	BOOL	
	wb1s1 ouvert	E 2.4	BOOL	
	we2s4 fermé	E 0.3	BOOL	
	we2s4 ouvert	E 0.2	BOOL	
	we5s2 fermé	E 0.5	BOOL	
	we5s2 ouvert	E 0.4	BOOL	
	wf2s2 fermé	E 11.7	BOOL	
	wf2s2 ouvert	E 11.6	BOOL	
	wj2s5 fermé	E 1.7	BOOL	
	wj2s5 ouvert	E 1.6	BOOL	
	wj3s1 fermé	E 2.1	BOOL	
	wj3s1 ouvert	E 2.0	BOOL	
	wp2s3 fermé	E 12.1	BOOL	
	wp2s3 ouvert	E 12.0	BOOL	
	wp3s2 fermé	E 1.5	BOOL	
	wp3s2 ouvert	E 1.4	BOOL	
	WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer
	wr2s4 fermé	E 1.0	BOOL	
	wr2s4 ouvert a 10%	E 0.6	BOOL	
	wr2s4 ouvert a 80%	E 0.7	BOOL	
	wr5s1 fermé	E 1.3	BOOL	
	wr5s1 ouvert a 5%	E 1.1	BOOL	
	wr5s1 ouvert a 70%	E 1.2	BOOL	
	wy1s1 fermé	E 2.3	BOOL	
	wy1s1 ouvert	E 2.2	BOOL	

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'automate S5 110s ainsi que ses inconvénients, et avons proposé une solution en le remplaçant par le S7 300.

On a proposé une modélisation sous forme d'un organigramme ainsi qu'un programme à base d'un GRAFCET qu'on injectera dans l'API.

Dans le chapitre suivant un système de supervision sera élaboré.

Chapitre IV: Interface de commande et de supervision

Introduction

Autrefois pour pouvoir suivre chaque phase du procédé et intervenir dans le cas échéant, il fallait câbler les voyants, interrupteurs et boutons poussoirs. Lorsqu'il s'agissait de procédés complexes, il fallait avoir recours à des synoptiques couteux. Désormais ces solutions appartiennent au passé. En effet, actuellement il est devenu possible de traiter des données dans le domaine industriel, grâce à des vues préalablement créés et configurées dans des logiciels adéquats.

La supervision se place au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est donc important de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate les informations nécessaires sur le procédé pour une éventuelle prise de décision.

Cette présentation se fait grâce à un ensemble de vues dans lesquelles le procédé est présenté par une synoptique comprenant des images et des objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

Dans ce chapitre, nous allons découvrir le logiciel de programmation WinCC flexible 2008 à travers les différentes étapes de programmation.

IV.1. Définition de la supervision industrielle [11]

La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé, pour l'amener et le maintenir à son point de fonctionnement optimal. Née du besoin d'un outil de visualisation des processus industrielle, dans un contexte économique de productivité et de flexibilité, la supervision a bénéficiée d'une avance technologique exceptionnelle.

La supervision est un maillon de l'information totale et intégrée de l'entreprise.

IV.2. Présentation du logiciel de supervision WinCC Flexible [9]

WinCC (Windows control center) est un système IHM (Interface Home Machine) très performant développé par Siemens, qui est caractérisé par sa flexibilité, c'est à dire qu'il peut être utilisé par un composant hors Siemens. Il s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que: l'affichage numérique, une bibliothèque complète de symboles IHM, un affichage des textes et courbes, un champ d'édition de valeurs du processus...etc.

IV.3. Avantages de WinCC [9]

- Permet de visualiser et de commander le processus et de concevoir l'interface graphique destinée à l'opérateur.
- Permet à l'opérateur de surveiller les processus grâce à la visualisation du graphisme sur l'écran. Dès qu'un état du processus évolue l'affichage est mise à jour.
- Lorsqu'un état du processus devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer différents programmes pour piloter le processus ou exploiter les données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre processus.
- La configuration WinCC peut être modifiée à tout moment même après mise en service.
- WinCC est un système IHM compatible avec le réseau internet qui permet de réaliser des solutions basées sur le web (contrôle-commande à distance).

IV.4. Création de station HMI

Dans notre projet on a introduit un nouvel objet qui est la station HMI en choisissant le type de pupitre sur lequel, les informations seront transmises, pour notre application on utilise un MP 377 19 " Touch. Pour la gestion de notre application on suit les étapes suivantes :

- Création d'une vue nommée HOME pour créer l'interface principale de notre application. (Figure IV.3)

Chapitre IV

Interface de commande et de Supervision

- Etablissement de la liaison Automate-SIMATIC MP 377 19 " Touch.

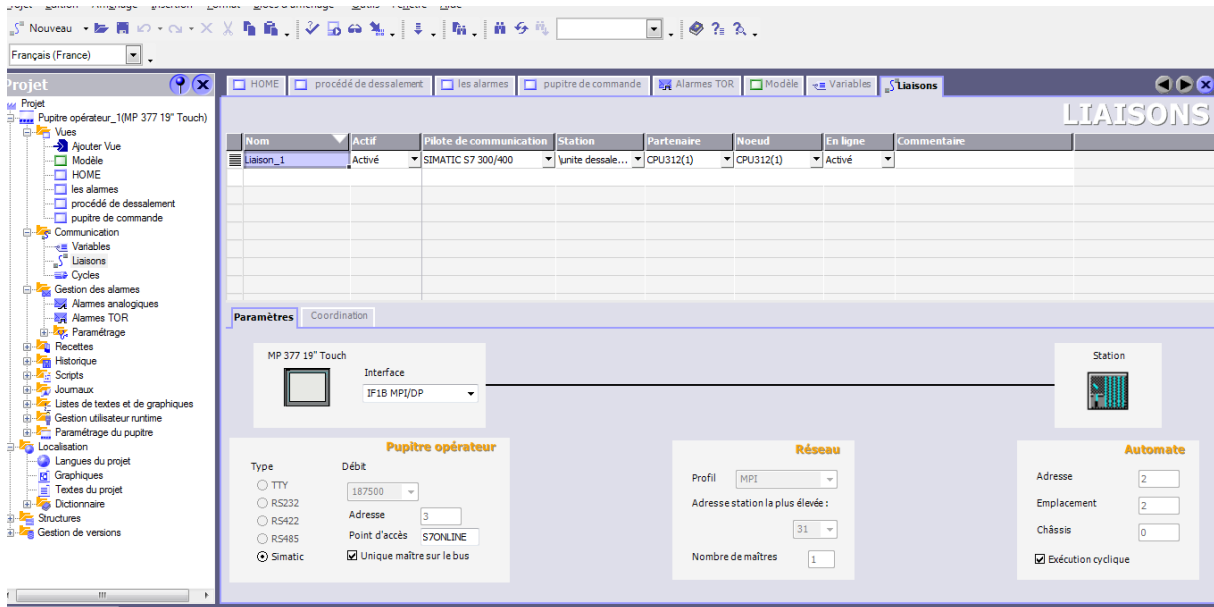


Figure IV.1 : Illustration de la liaison entre le pupitre et la station.

- Création des variables.

Nom	Type de données	Mnémonique	Adresse	Eléments du ta...	Cycle d'acquis
ouverture clap wj3s1	Bool	ouverture clap wj3s1	Q 4.0	1	100 ms
ouverture clap wj2s5	Bool	ouverture clap wj2s5	Q 3.6	1	100 ms
ouverture clap wf2s2	Bool	ouverture clap wf2s2	Q 1.5	1	100 ms
ouverture clap we5s2	Bool	ouverture clap we5s2	Q 2.6	1	100 ms
ouverture clap we2s4	Bool	ouverture clap we2s4	Q 2.5	1	100 ms
ouverture clap wb1s1	Bool	ouverture clap wb1s1	Q 4.4	1	100 ms
niv solution chimiq bon	Bool	niv solution chimiq bon	M 70.1	1	100 ms
niv saumure >600mm	Bool	niv saumure >600mm	M 70.7	1	100 ms
niv reserv eau mot >=40%	Bool	niv reserv eau mot >=40%	M 70.3	1	100 ms
niv remplsg evap >=400mm	Bool	niv remplsg evap >=400mm	M 70.5	1	100 ms
niv distilat >=250mm	Bool	niv distilat >=250mm	M 71.0	1	100 ms
niv de huile bon	Bool	niv de huile bon	M 0.0	1	100 ms
lampe ws1d1 marche	Bool	lampe ws1d1 marche	Q 2.1	1	100 ms
lampe wr1d1 marche	Bool	lampe wr1d1 marche	Q 7.3	1	100 ms
lampe wp3d1 marche	Bool	lampe wp3d1 marche	Q 1.3	1	100 ms
lampe wp2d1 marche	Bool	lampe wp2d1 marche	Q 1.0	1	100 ms
lampe wh1d1 marche	Bool	lampe wh1d1 marche	Q 1.6	1	100 ms
lampe wf1d1 marche	Bool	lampe wf1d1 marche	Q 0.5	1	100 ms
lampe we1d1 marche	Bool	lampe we1d1 marche	Q 0.2	1	100 ms
lampe pompe wj1d1	Bool	lampe pompe wj1d1	Q 11.0	1	100 ms
lampe condit verifees	Bool	lampe condit verifees	Q 0.1	1	100 ms
gaz disponible	Bool	gaz disponible	I 5.4	1	100 ms
fuel disponible	Bool	fuel disponible	I 5.7	1	100 ms
fermeture clap wy1s1	Bool	fermeture clap wy1s1	Q 4.3	1	100 ms
fermeture clap wr5s1	Bool	fermeture clap wr5s1	Q 3.3	1	100 ms

Figure IV.2 : vue synoptique des variables appliquées lors de la simulation.

IV.5. Plate-forme de supervision de la station de dessalement

a. Vue d'accueil

Cette première vue est la vue d'accueil qui comporte les différents boutons de navigation qui serviront à basculer vers les autres vues.

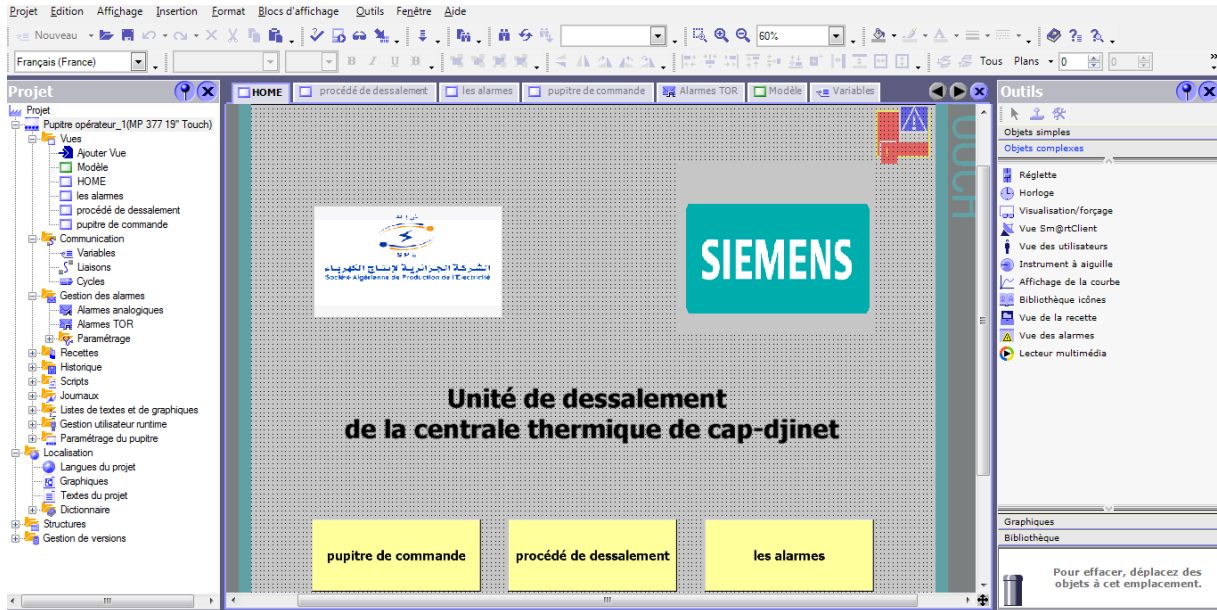


Figure IV.3 : la vue d'accueil de la station SIMATIC HMI.

b. Vue du procédé de dessalement

b.1. Avant simulation

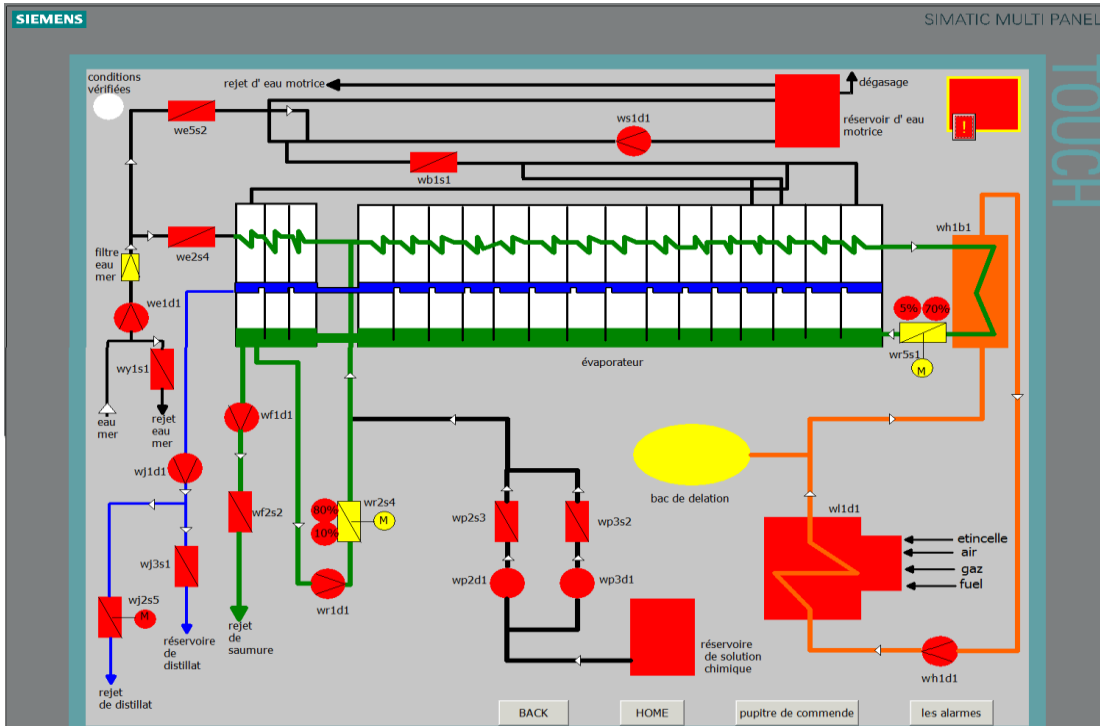


Figure IV.4 : Vue de l'unité de dessalement avant la simulation.

b.2. Après simulation

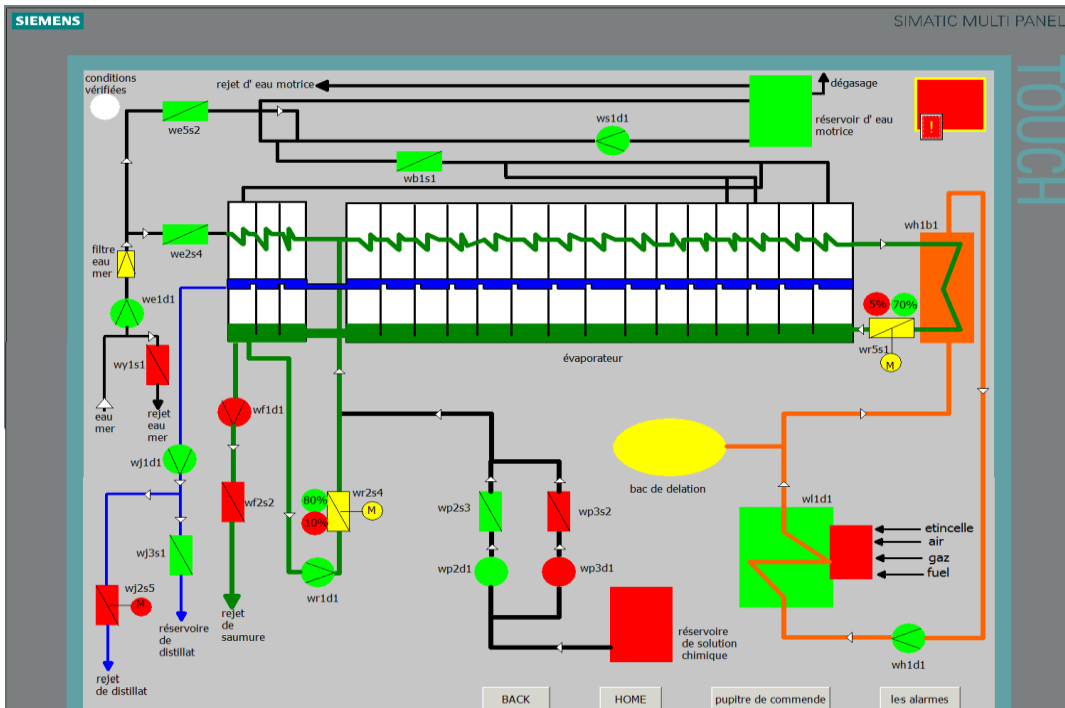


Figure IV.5 : vue de l'unité de dessalement au démarrage.

c. Vue du pupitre de commande

c.1. Avant simulation

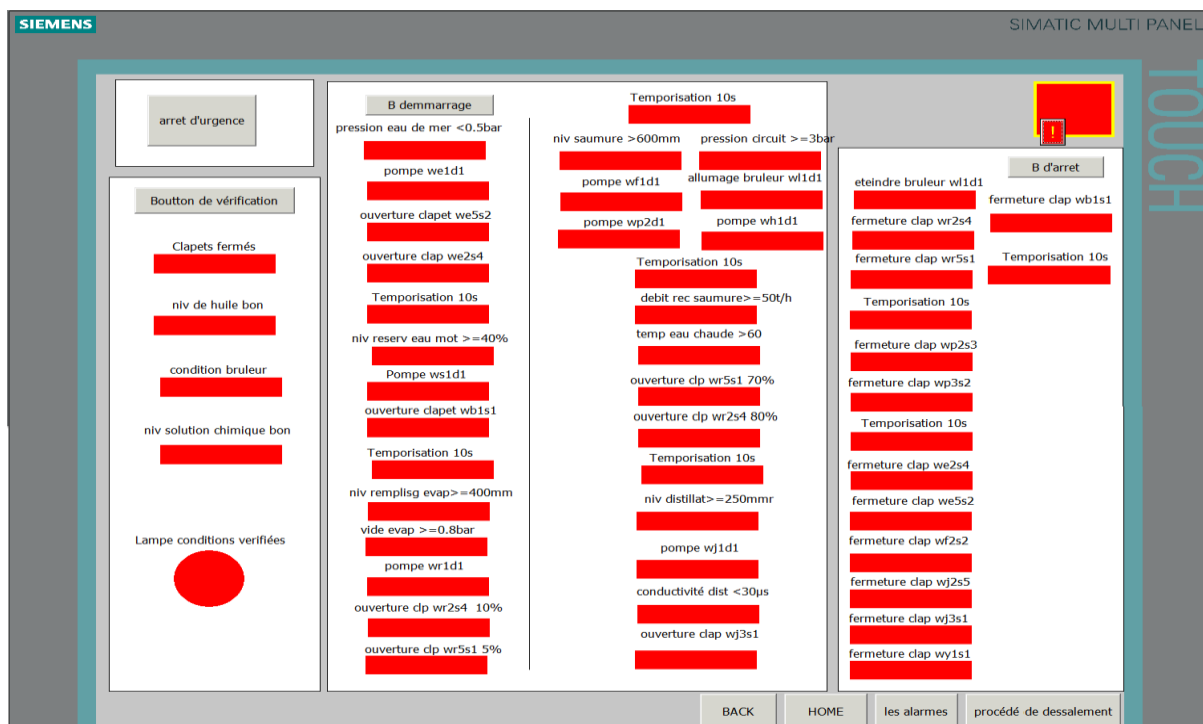


Figure IV.6 : le pupitre de commande avant la simulation.

c.2. Vérification des conditions de démarrage

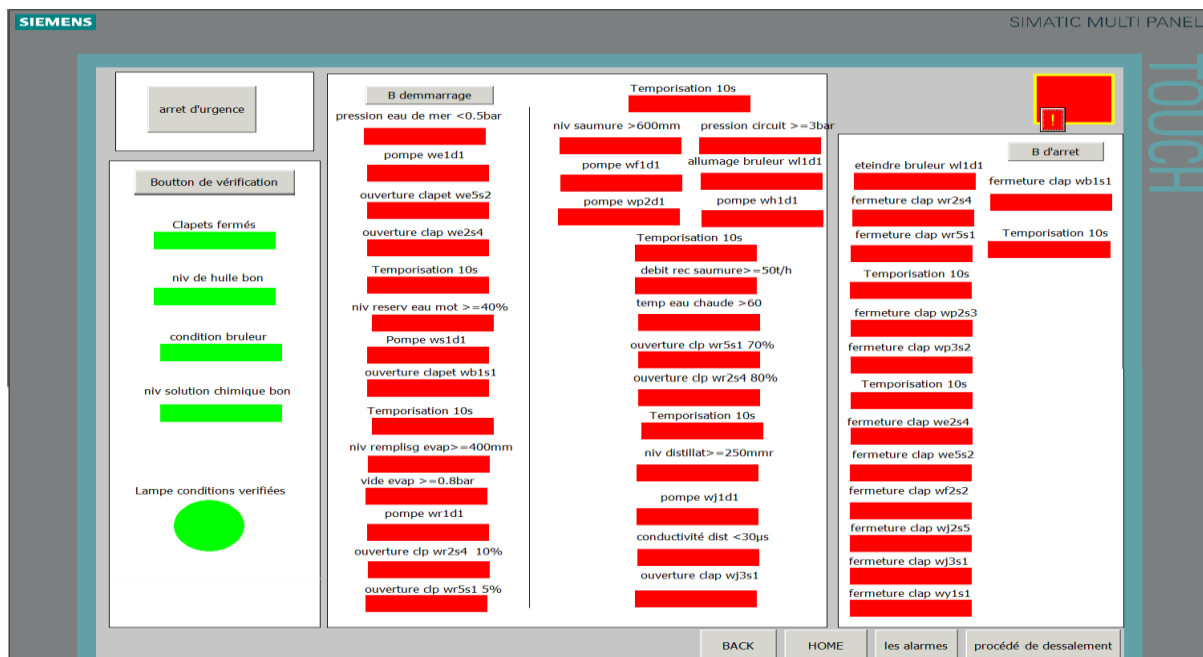


Figure IV.7: vue du pupitre de commande lors de la vérification des condition initiales.

c.3. Au démarrage

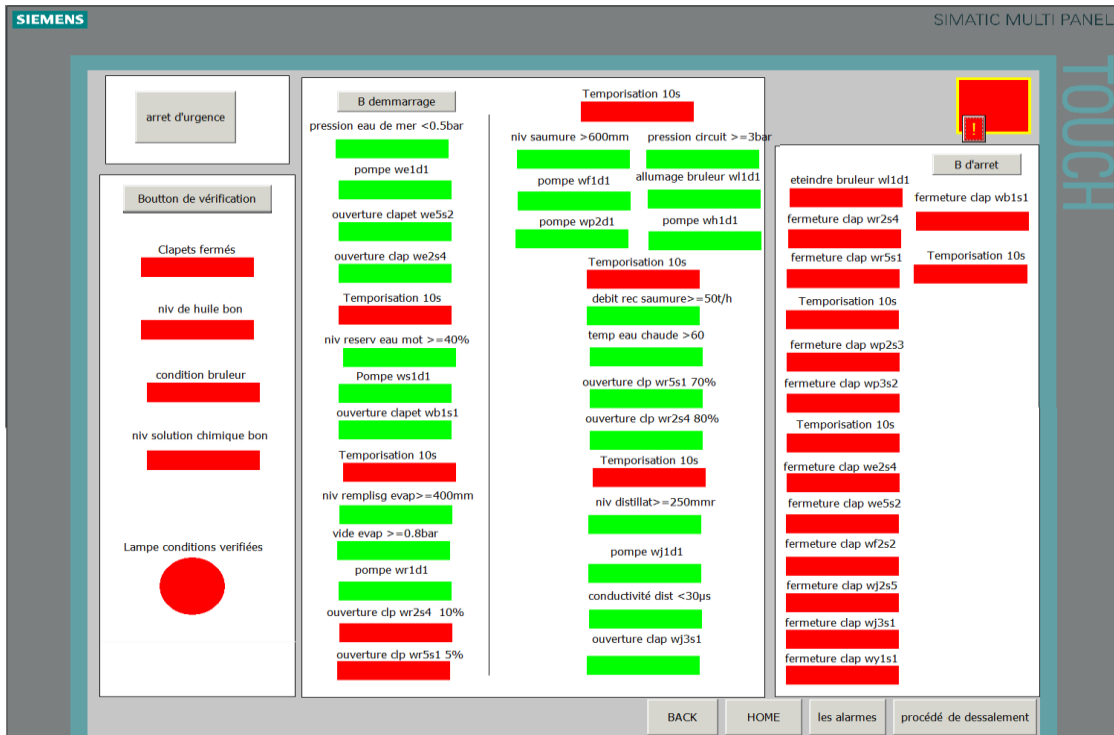


Figure IV.8: vue du pupitre de commande au démarrage .

d. Vue des alarmes

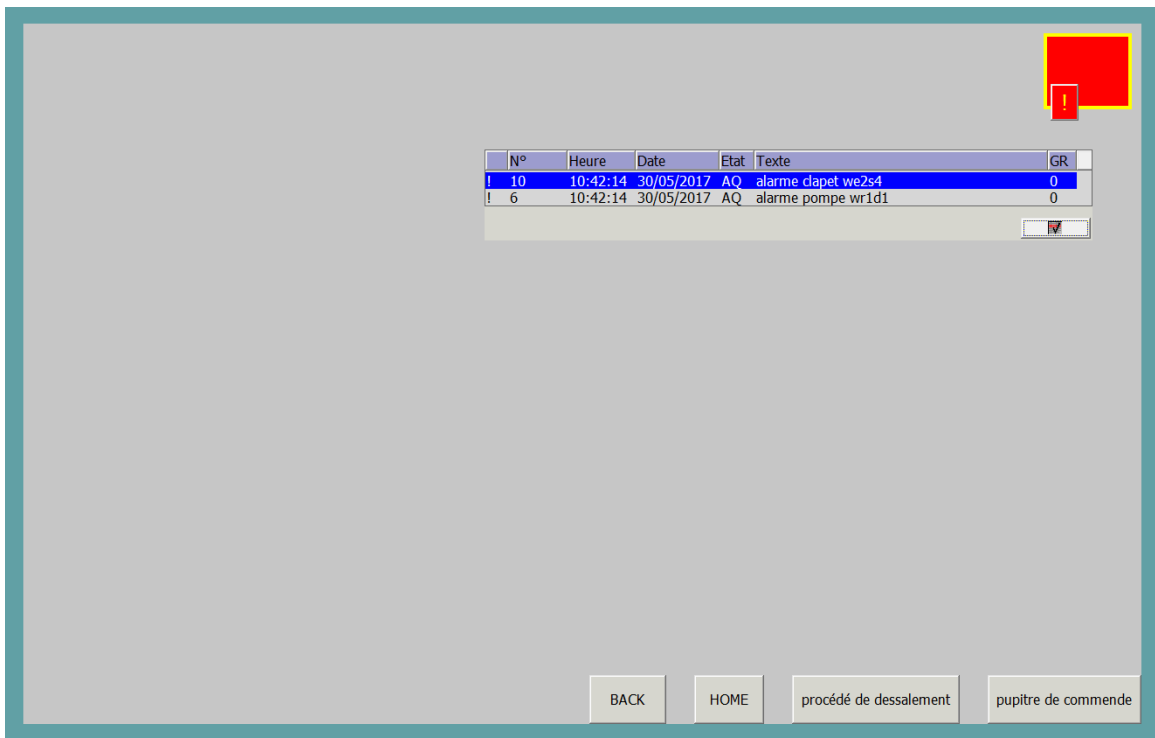


Figure IV.9 : vue des alarmes.

Conclusion :

Dans ce dernier chapitre qu'on a consacré à la supervision de la station de dessalement d'eau de mer de CAP-DJINET, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie. Nous avons élaboré sous logiciel WinCC Flexible les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en fonction du temps, en sus de la vue d'accueil et les principales vues qui le composent.

Conclusion générale

Conclusion générale

A l'issue de notre étude, nous avons constaté que la réussite d'une réalisation d'une commande et d'une supervision repose essentiellement, sur une meilleure analyse du procédé à commander ainsi que le bon choix de l'automate à utiliser.

Apport acquis après l'étude :

- Pour ce faire, nous avons en premier lieu, étudié le fonctionnement de la centrale et nous avons effectivement porté notre grand intérêt sur le fonctionnement de la station de dessalement, suivie d'une étude des différents instruments de mesure.
- Ensuite, nous avons présenté l'automate S5 110s et ses inconvénients et avons procédé au choix de d'un API plus performant qui est le S7 300 pour le remplacer.
- De plus, nous avons effectué une simulation du programme élaboré pour automatiser le système à l'aide du logiciel S7-PLCSIM.

Notre travail a également touché à l'élaboration d'une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement du processus de dessalement par l'intermédiaire de graphismes en temps réel, il est donc facile de cibler en cas de panne l'élément défectueux parmi les capteurs et les actionneurs.

Ainsi, l'opérateur de conduite peut intervenir et prendre les décisions appropriées pour remédier aux défauts survenus en un temps minime.

Ce projet nous a permis de découvrir l'environnement industriel et de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine. D'autre part cette étude nous a permis d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisme.

Enfin, nous souhaitons que cette étude sera utile et pour cela nous espérons que notre projet sera d'un grand apport pour les promotions avenir.

Bibliographie

Bibliographie

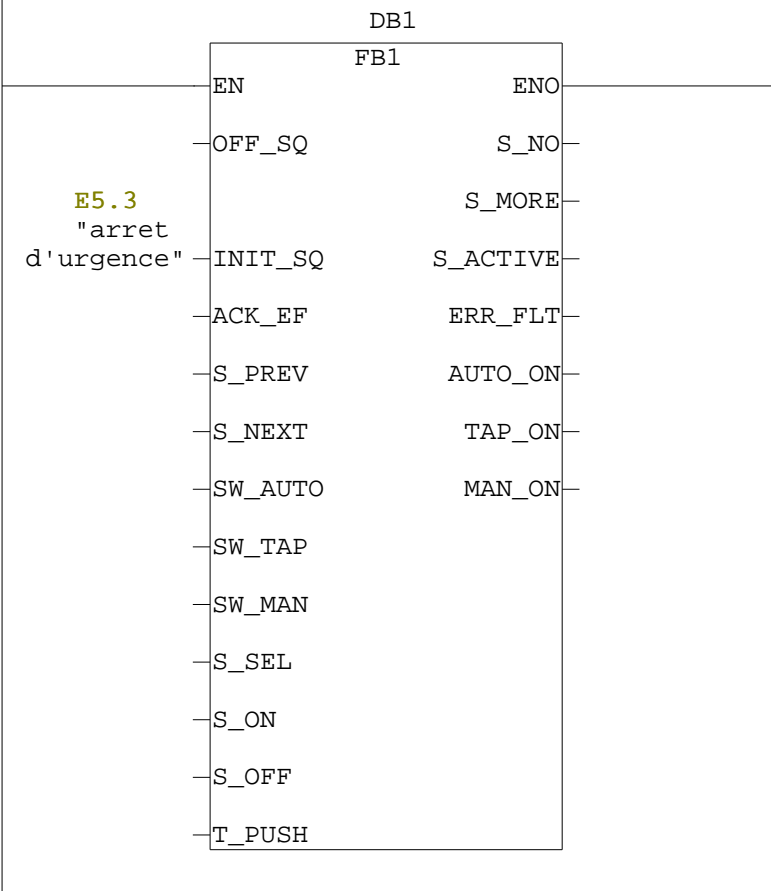
- [1] : Documentation interne de la centrale thermique de Cap-Djinet.
- [2]: Documentation technique des constructeurs de la centrale (siemens Autriche, siemens KWU Allemagne, SGP Autriche...).
- [3]: KWE, service de formation professionnelle, distillation à détente N° de registration 5515.
- [4]: Jean-Pierre Méricq «Approche intégrée du dessalement d'eau de mer», Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, Décembre 2009.
- [5]: KWE, service de formation professionnelle, circuit eau vapeur N° de registration 5516.
- [6]: LE BRUN Philip« Automate programmable industriel, technologie, choix et mise en œuvre des API», Livre. Edition1999.
- [7]: G.MICHEL «Les API, architecture et application des automates programmable industrielles».Edition 1988. DUNOD.
- [8]: SIEMENS. SIMATIC S7-SCL V5.3 pour S7-300/400-Manuel.
- [9]: SIEMENS, WinCC Flexible 2008», SIMATIC, 2008.
- [10]: George Asch «Les capteurs en instrumentation industrielle», 7ème édition Broché.2010
- Sites internet:
- [11]:<http://www.automation-sense.com>

Annexe

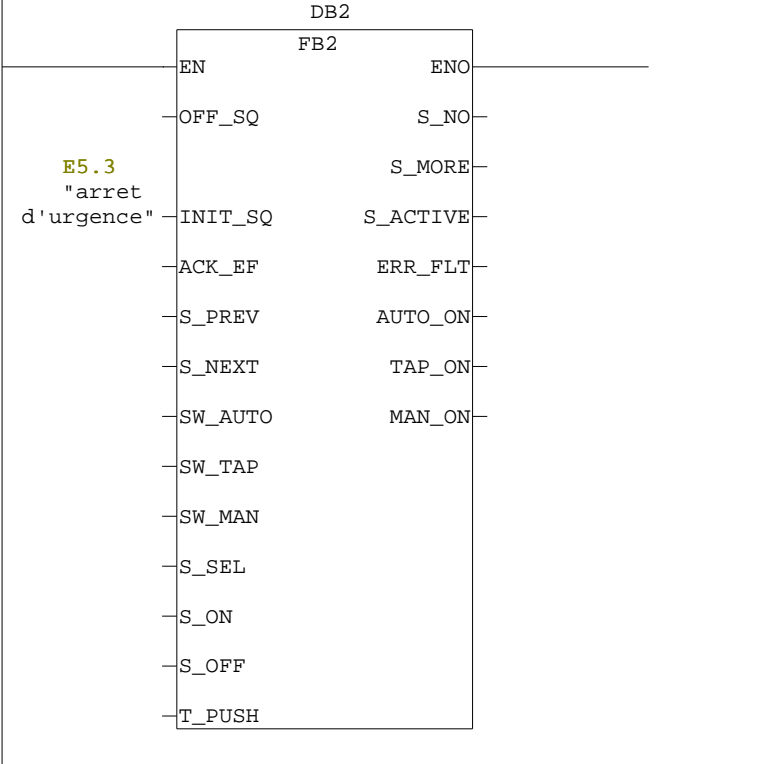
Bloc principal OB1

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

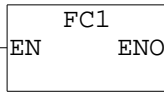
Réseau : 1 grafcet demmarage



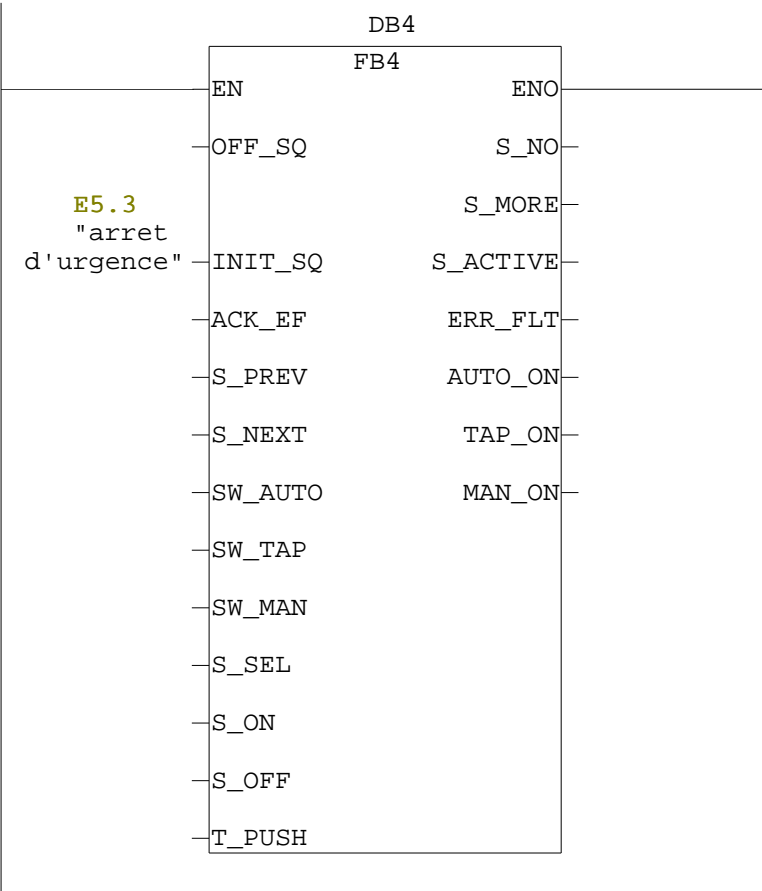
Réseau : 2 arret



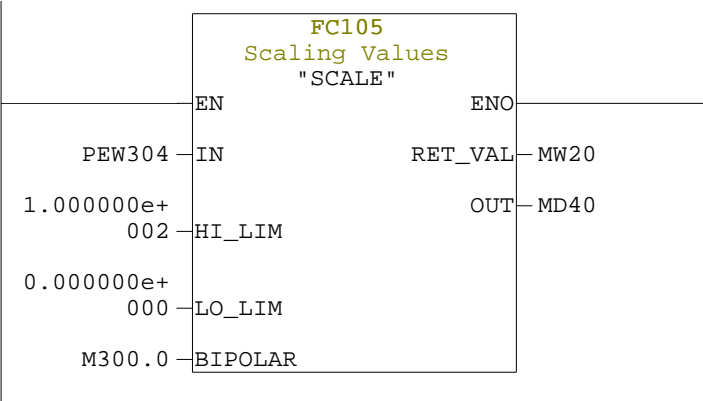
Réseau : 3 alarmes



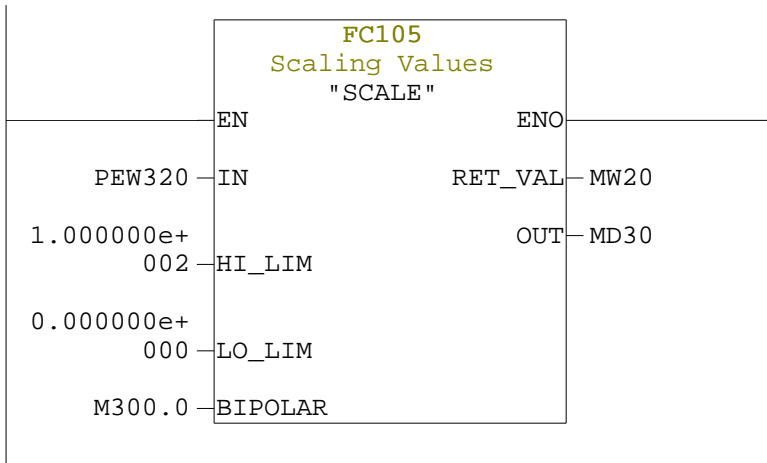
Réseau : 4 conditions initiales



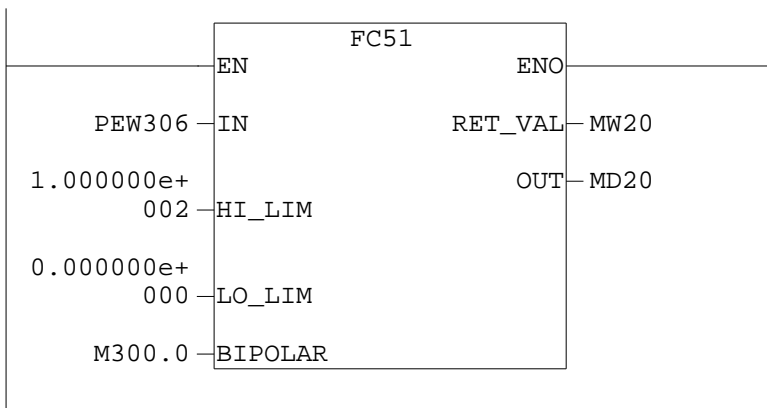
Réseau : 5 mise en echelle temp eau chaude



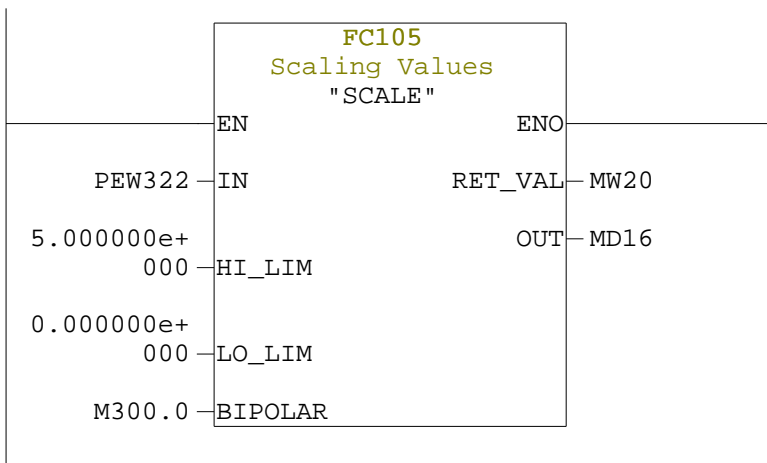
Réseau : 6 mise en echelle debit de recir de saumure



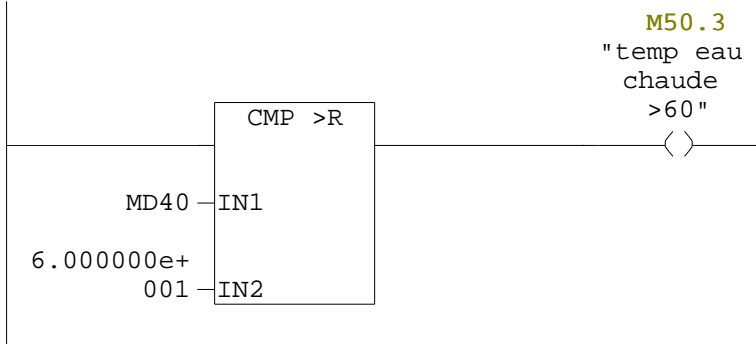
Réseau : 7 mise en echelle conductivité



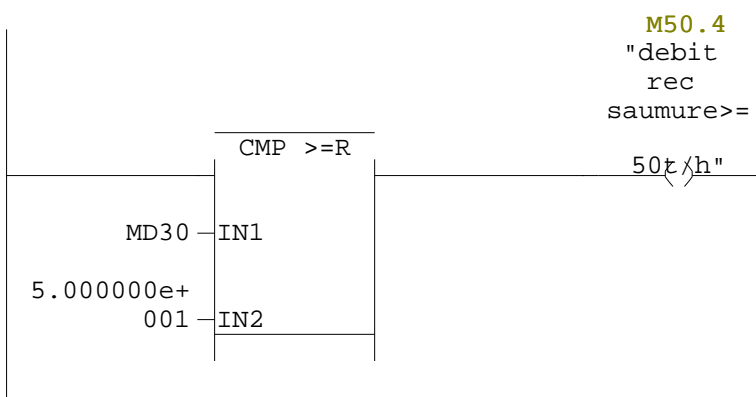
Réseau : 8 mise echelle vide evaporateur



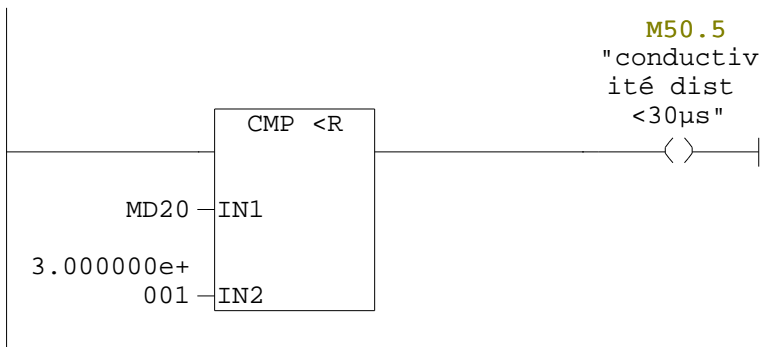
Réseau : 9 temp eau chaude



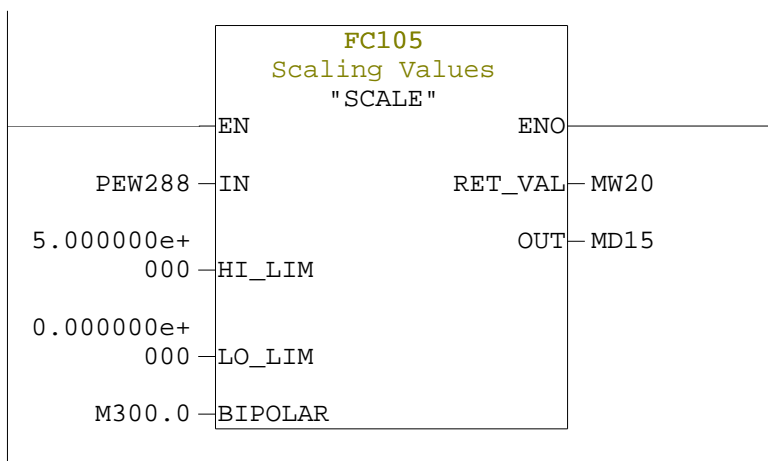
Réseau : 10 debit rec de saumure



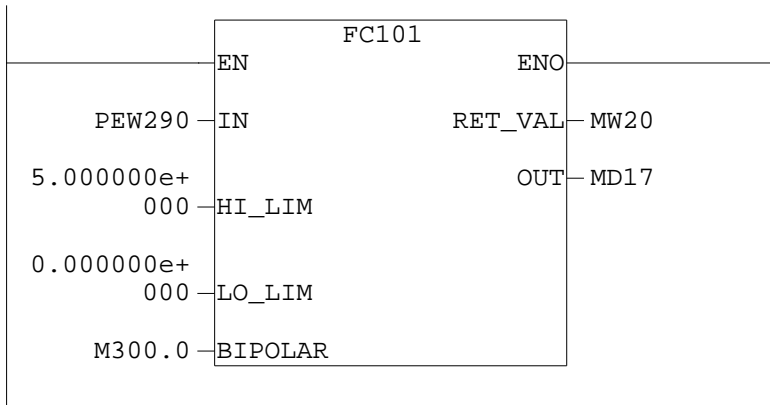
Réseau : 11 conductivité du distilat



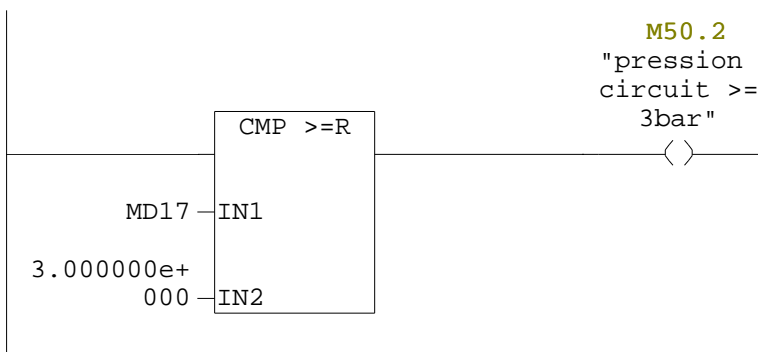
Réseau : 12 mise en echelle pression eau de mer



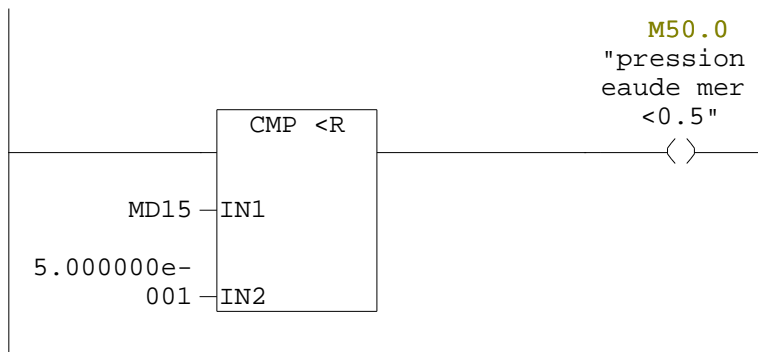
Réseau : 13 mise en echelle pression circuit



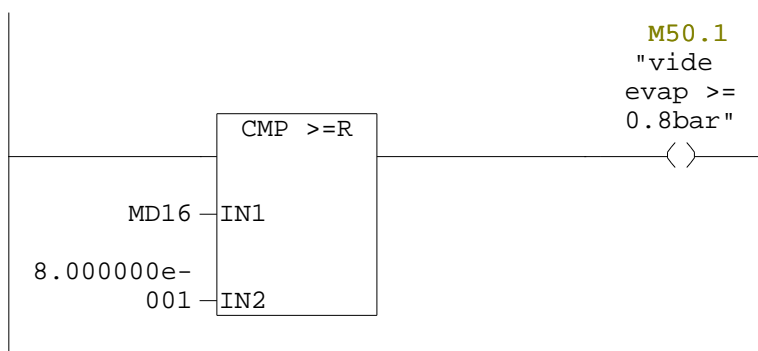
Réseau : 14 pression circuit >=3bar



Réseau : 15 pression eau de mer <0.5bar



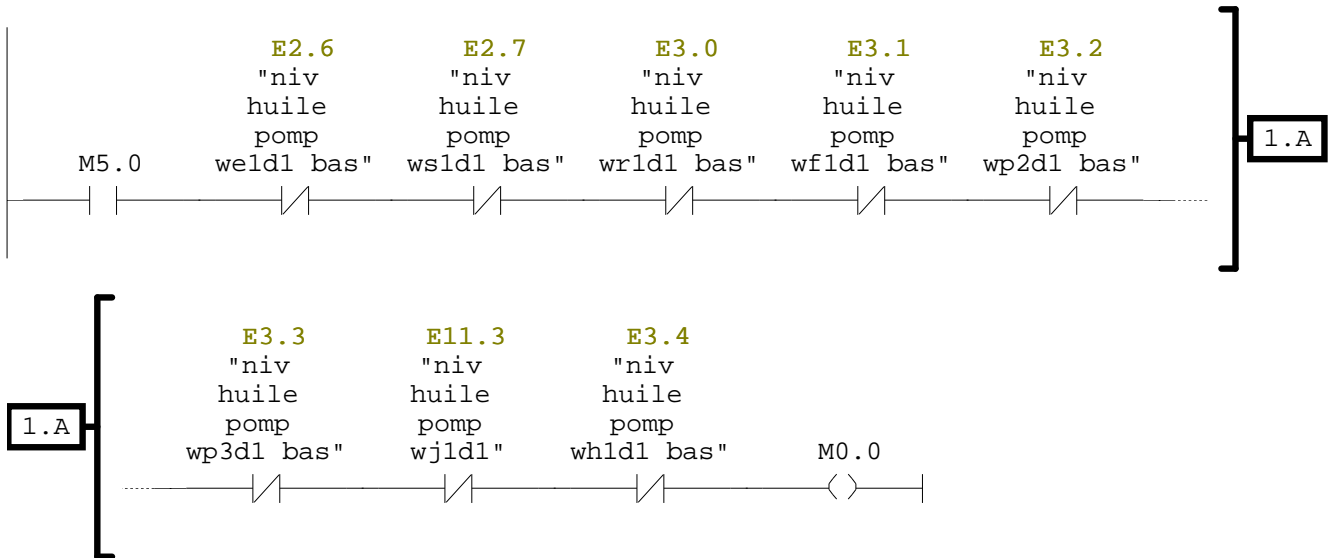
Réseau : 16 vide evapourateur >=0.8bar



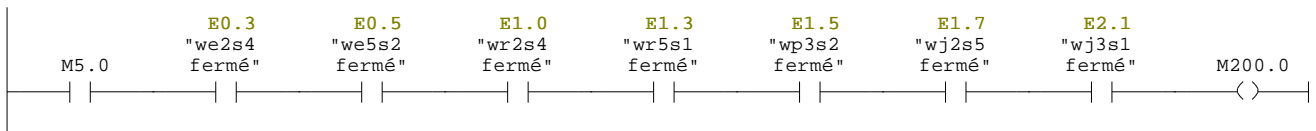
Bloc des alarmes (FC1):

Bloc : FC1 alarmes

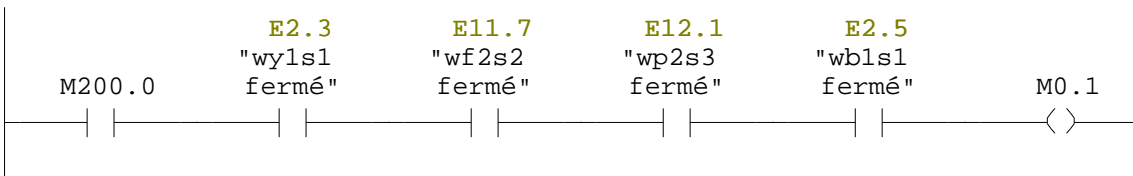
Réseau : 1 contrôler les niveaux d'huile des pompes

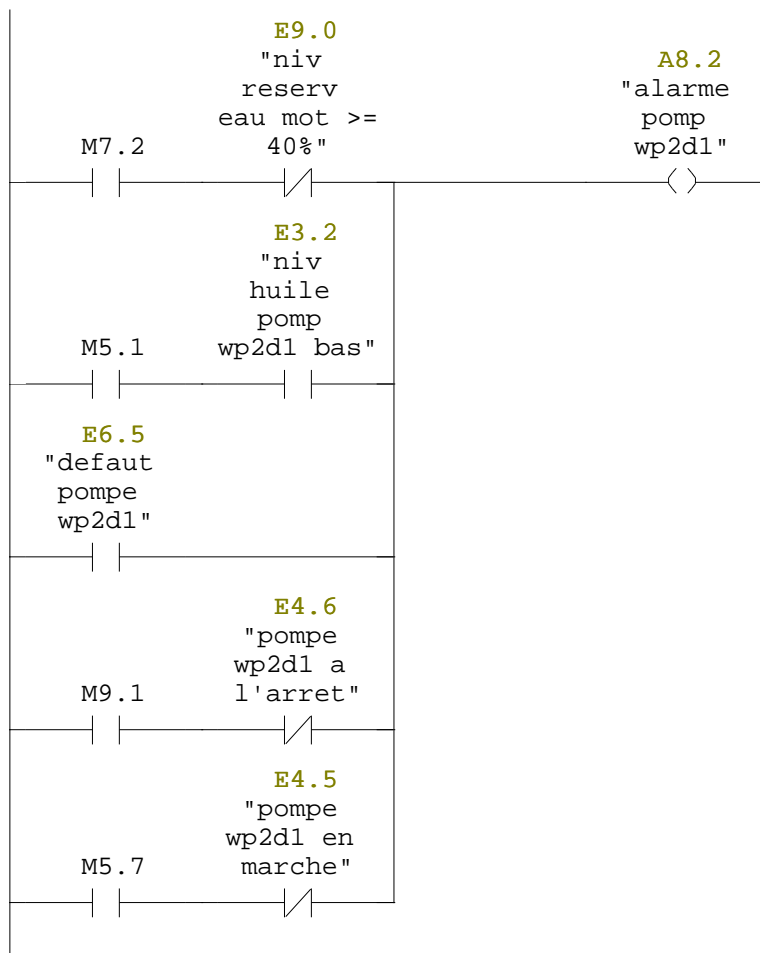
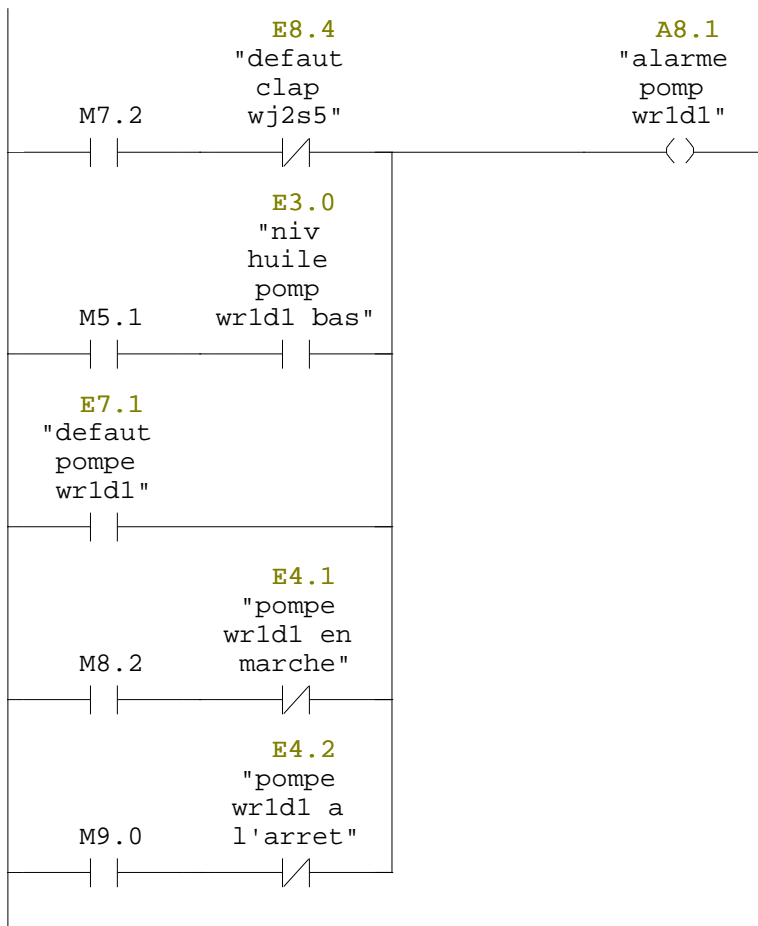


Réseau : 2 clapets fermés

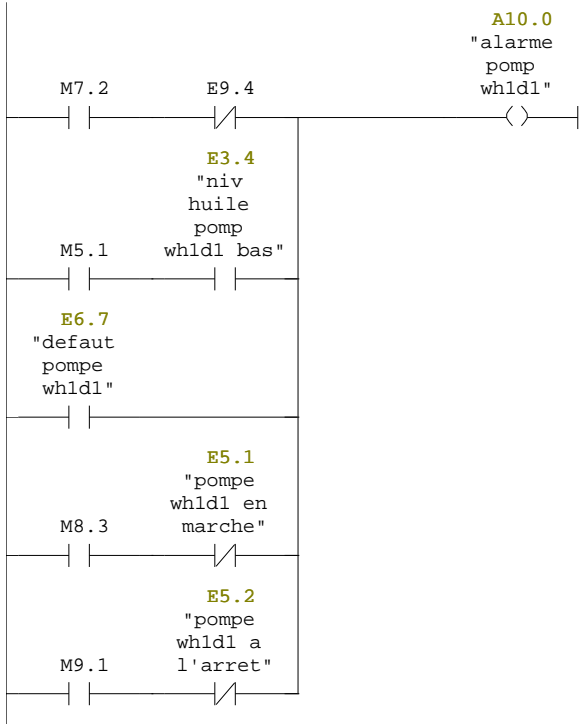


Réseau : 3 clapets fermés

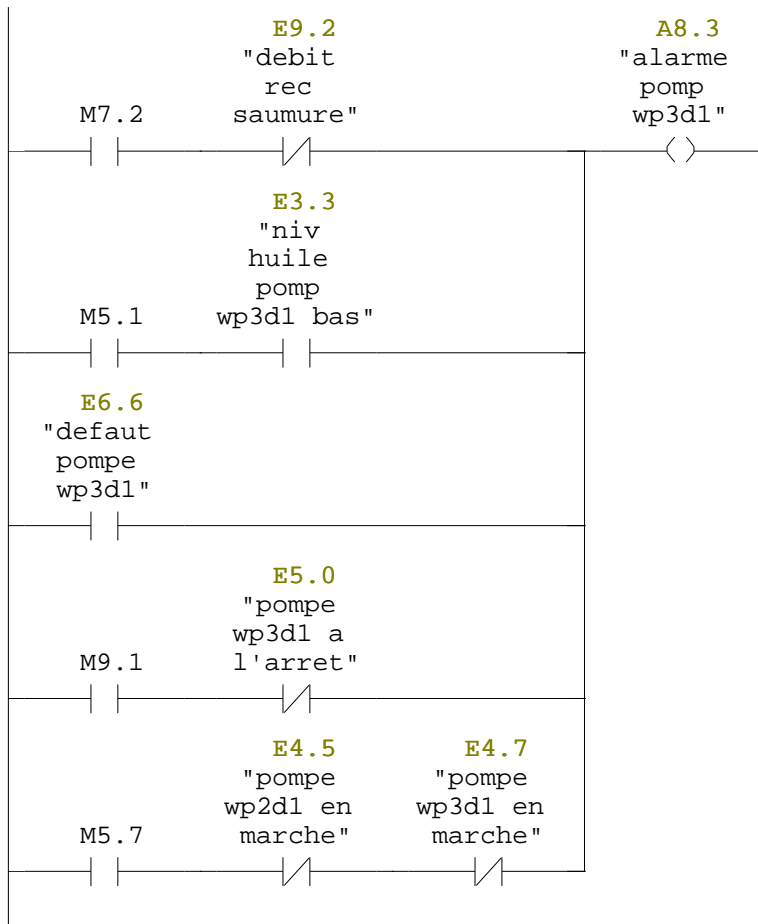




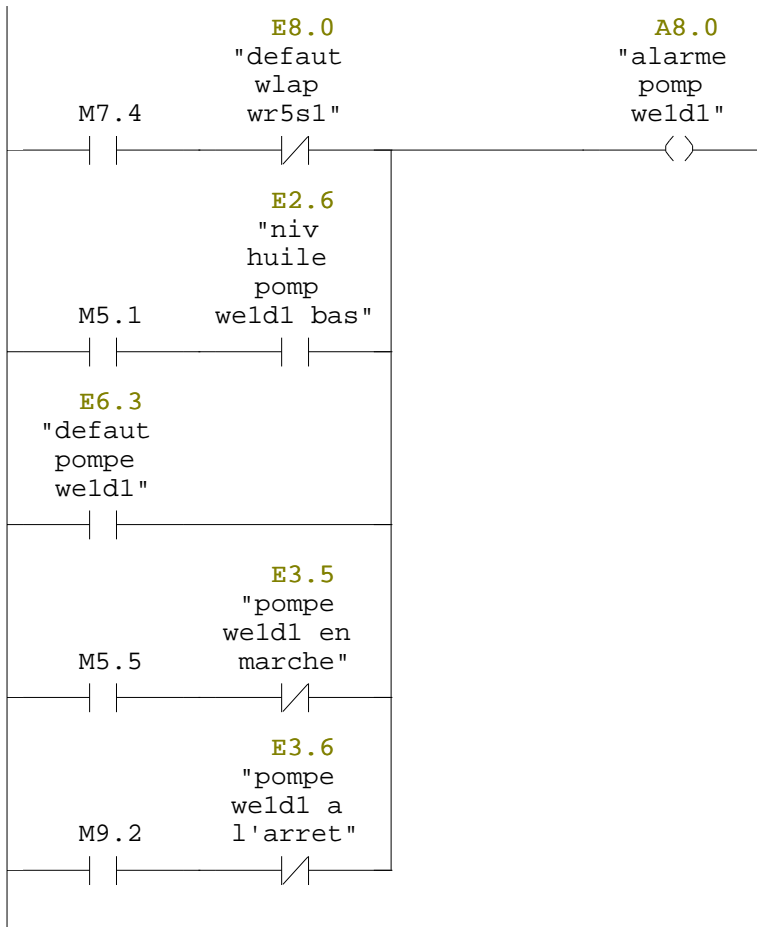
Réseau : 6 alarme pompe whld1



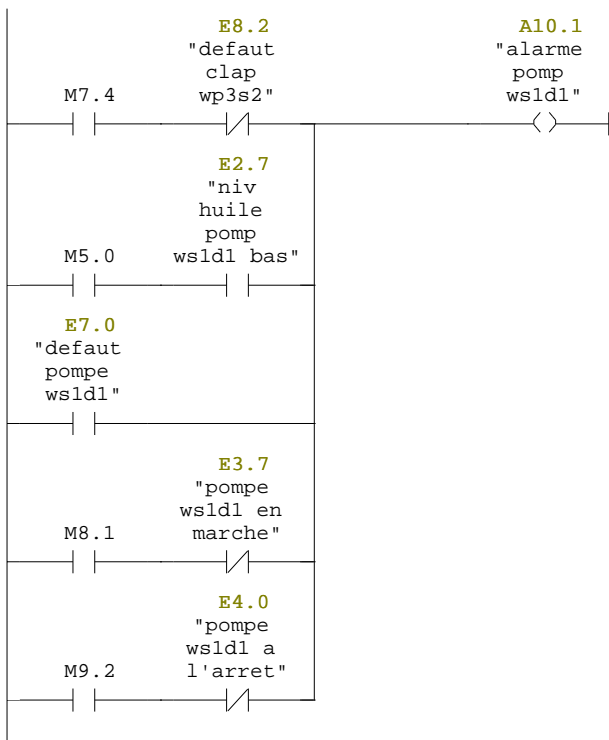
Réseau : 7 alarme pompe wp3d1



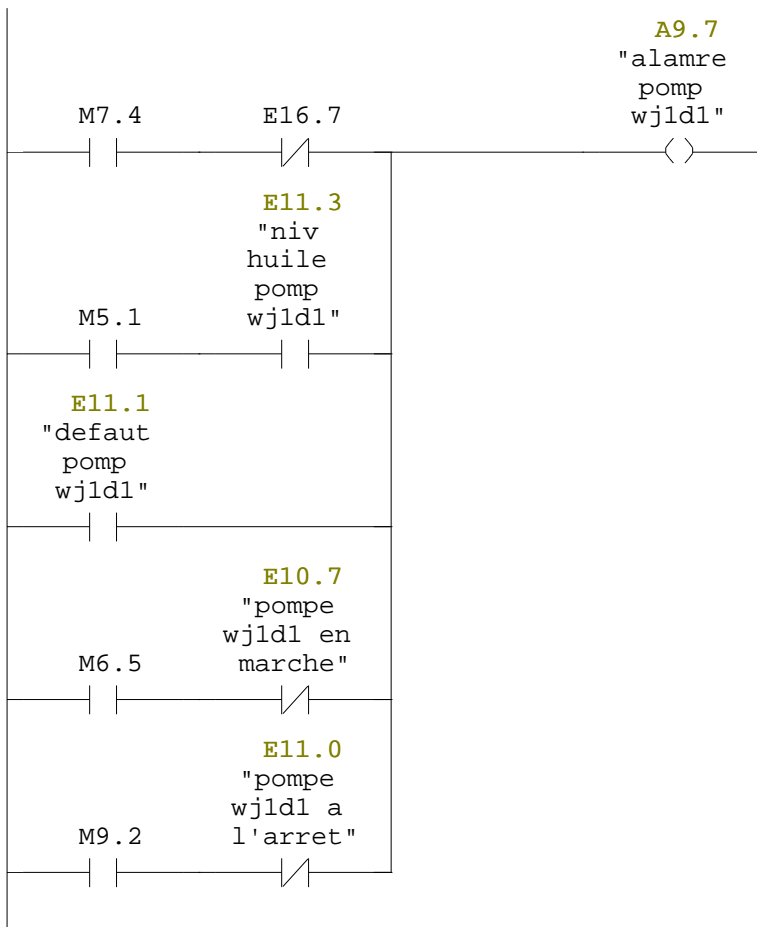
Réseau : 8 alarme pompe weld1



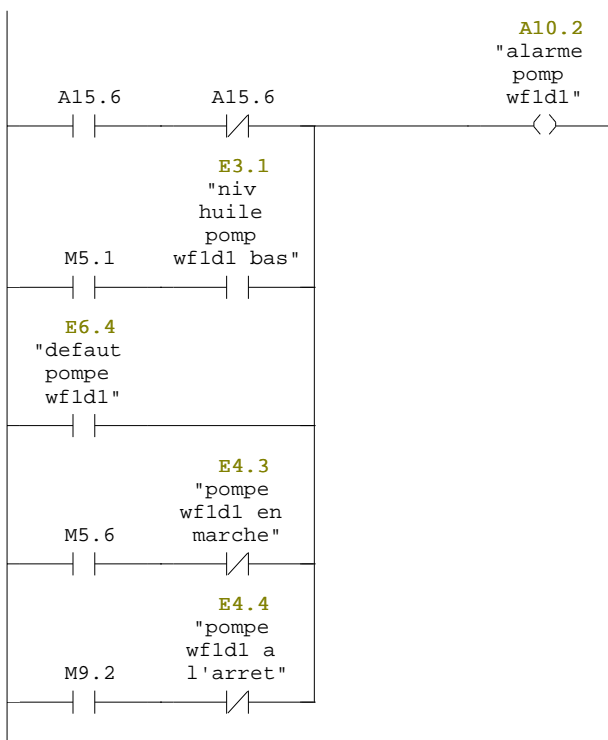
Réseau : 9 alarme pompe wsld1



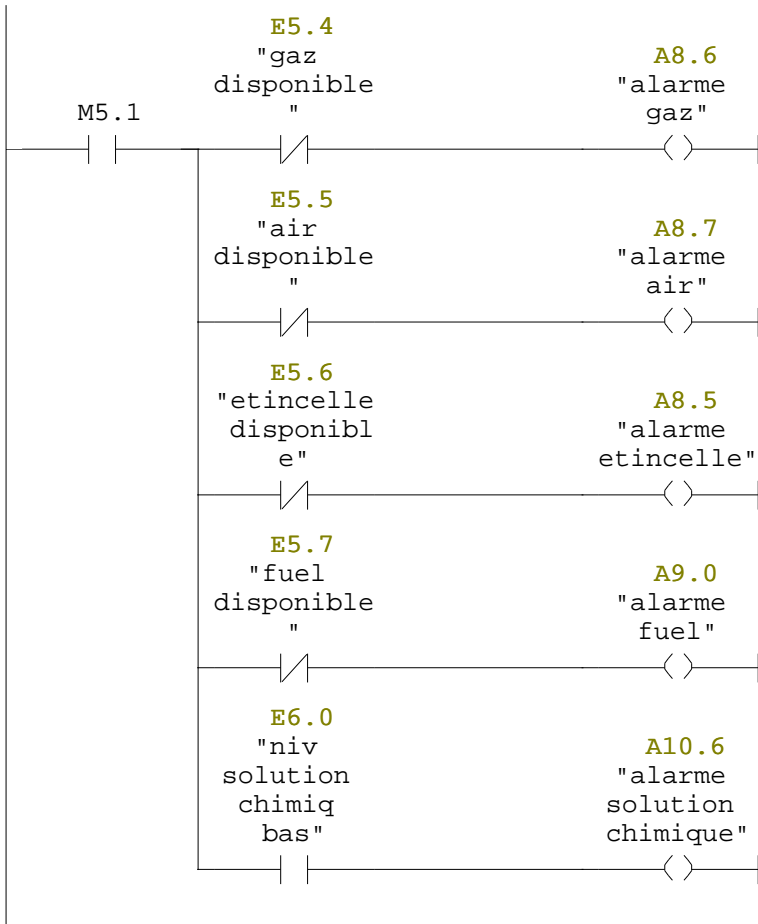
Réseau : 10 alarme pompe wjld1



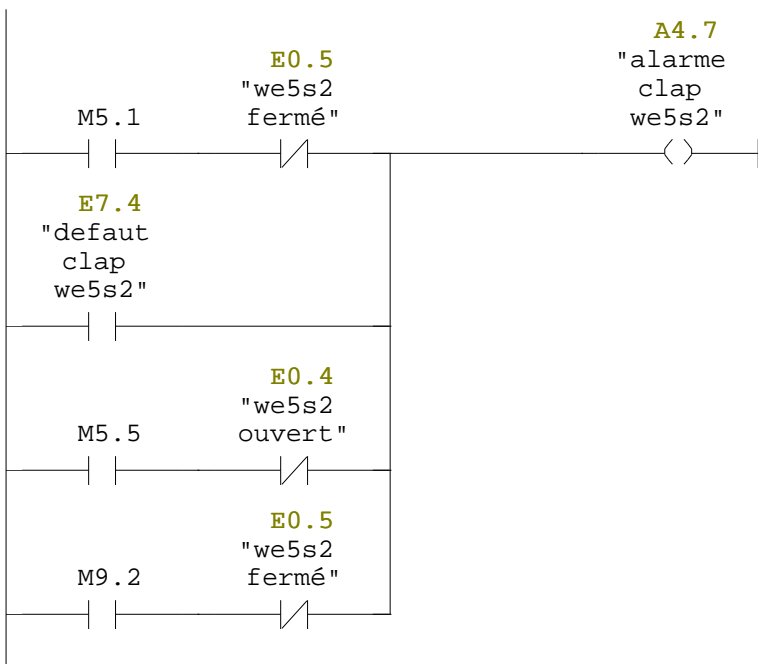
Réseau : 11 alarme pompe wfld1



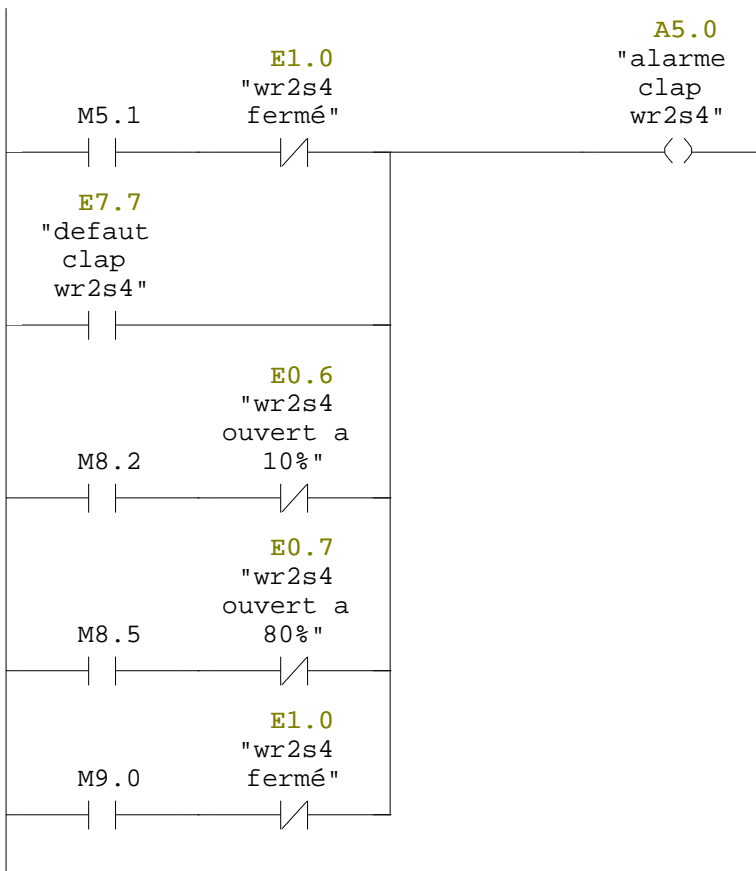
Réseau : 12 alarmes: air fuel gaz etincelle solution chimique



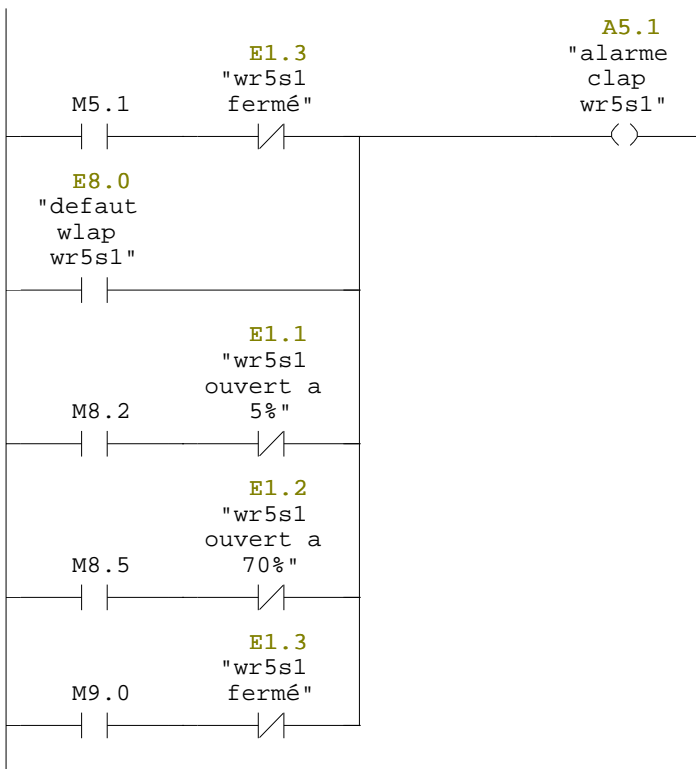
Réseau : 13 alarme clapet we5s2



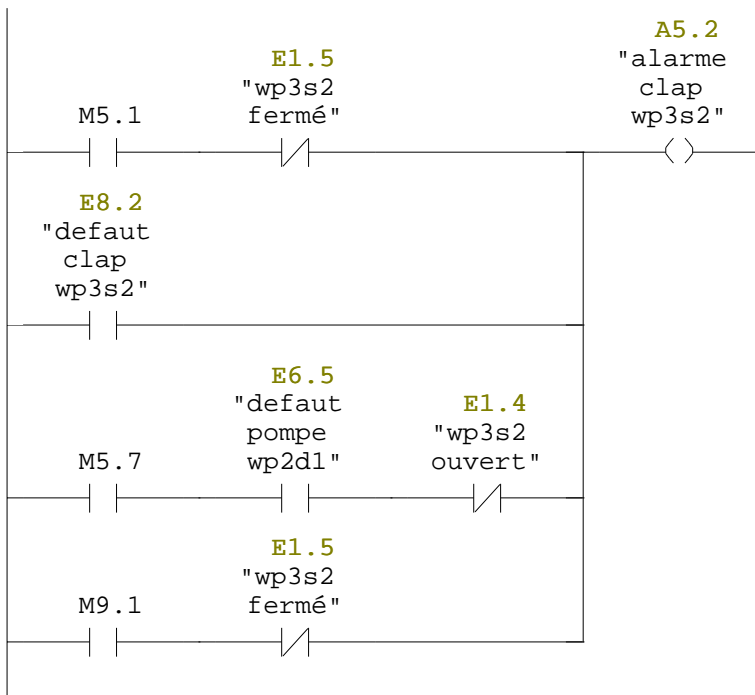
Réseau : 14 alarme clapet wr2s4



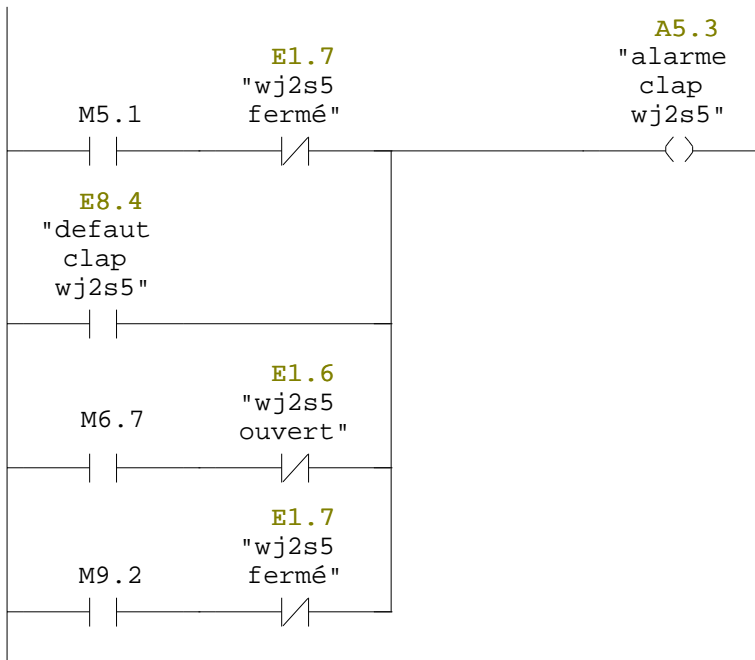
Réseau : 15 alarme clapet wr5s1



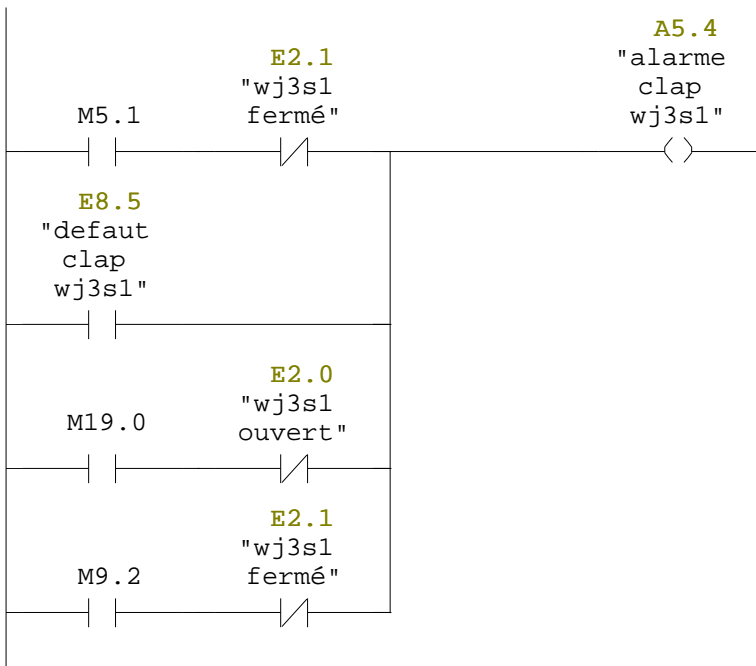
Réseau : 16 alarme clapet wp3s2



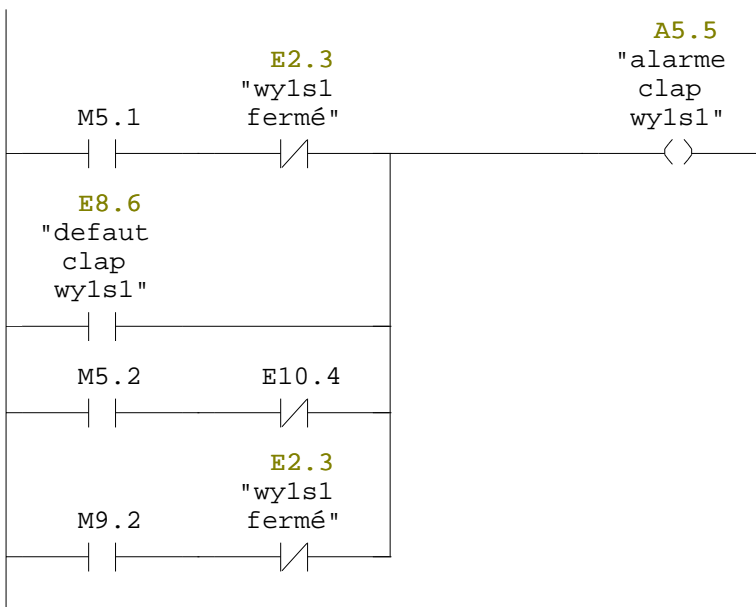
Réseau : 17 alarme clapet wj2s5



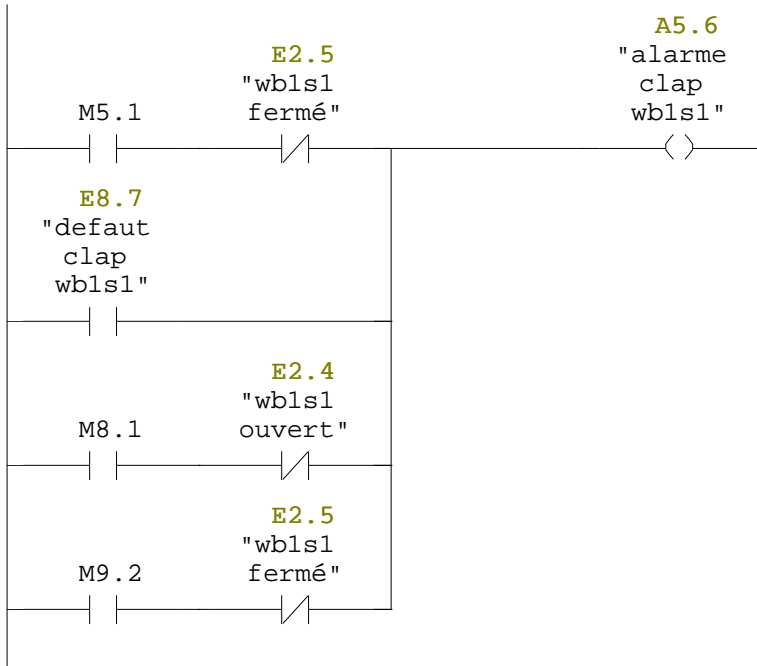
Réseau : 18 alarme clapet wj3s1



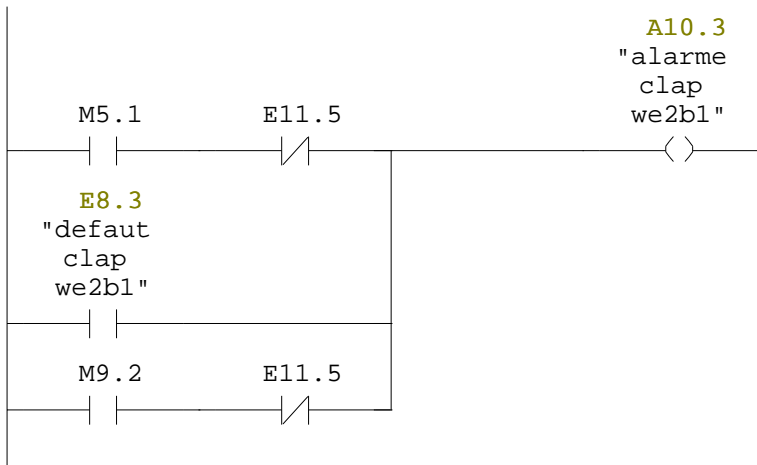
Réseau : 19 alarme clapet wyls1



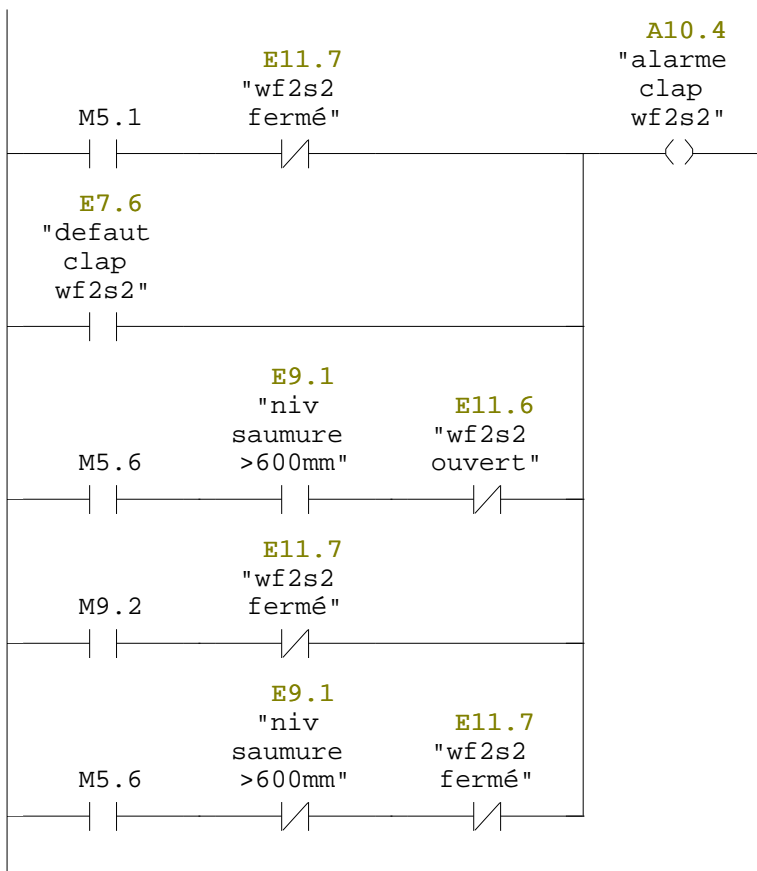
Réseau : 20 alarme clapet wb1s1



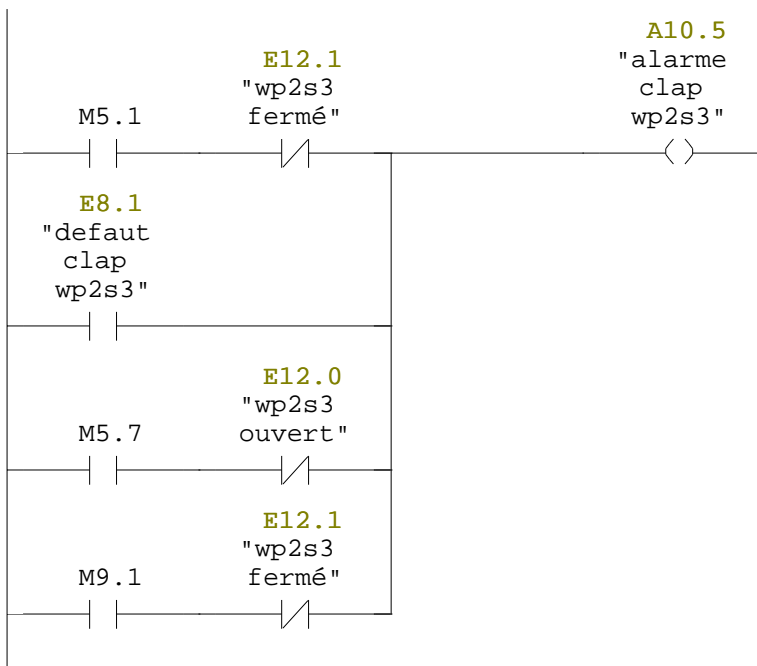
Réseau : 21 alarme clapet we2b1



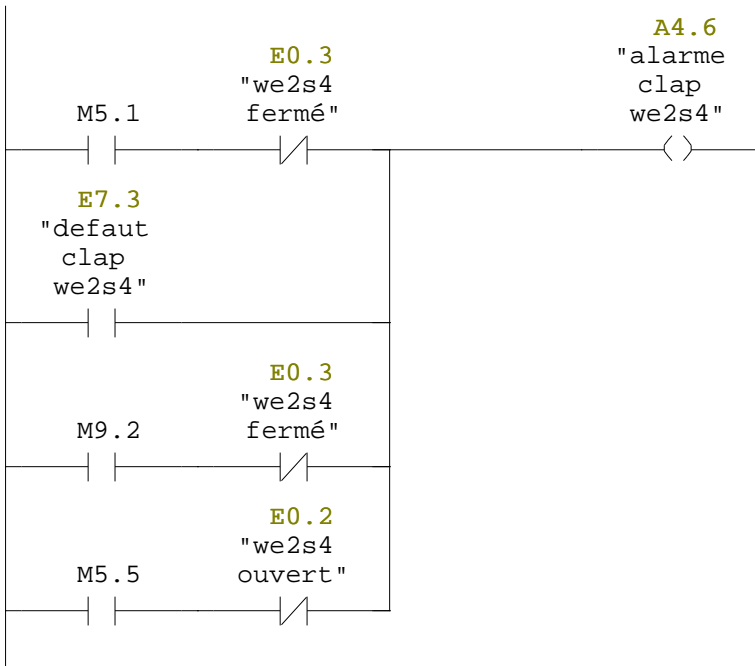
Réseau : 22 alarme clapet af2s2



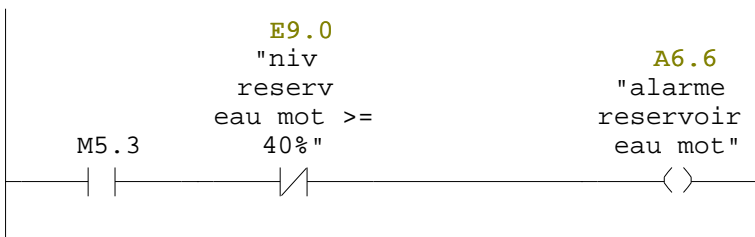
Réseau : 23 alarme clapet wp2s3



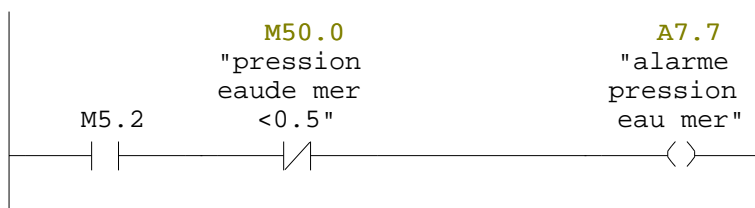
Réseau : 24 alarme clapet we2s4



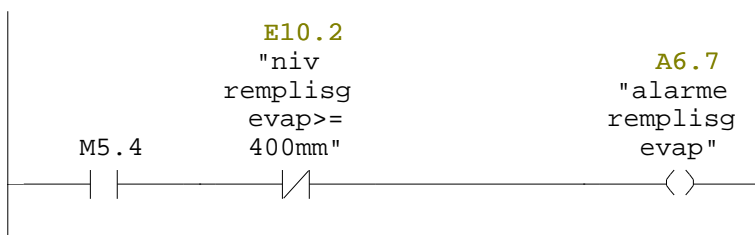
Réseau : 25 alarme de niveau du reservoir d'eau motrice



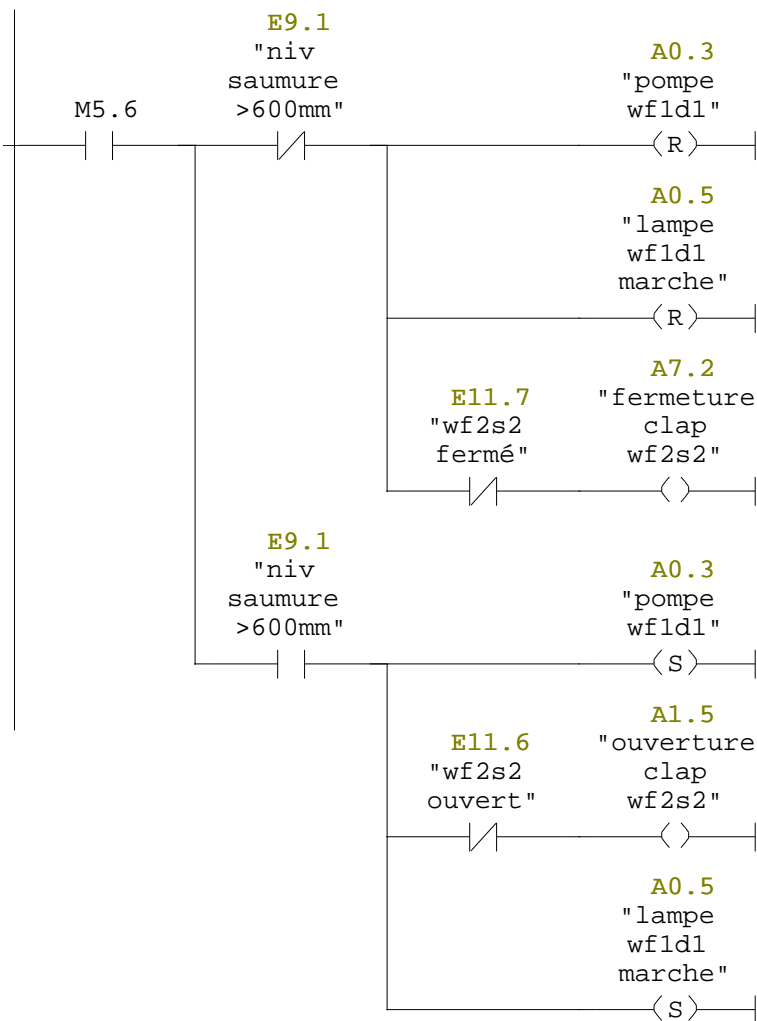
Réseau : 26 alarme pression d'eau de mer



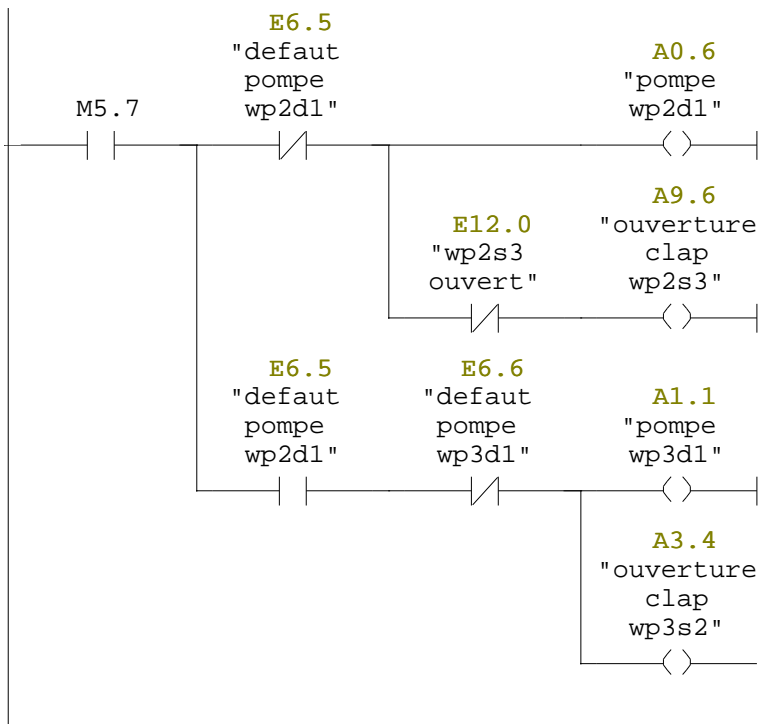
Réseau : 27 alarme niveau de remplissage de l'evaporateur



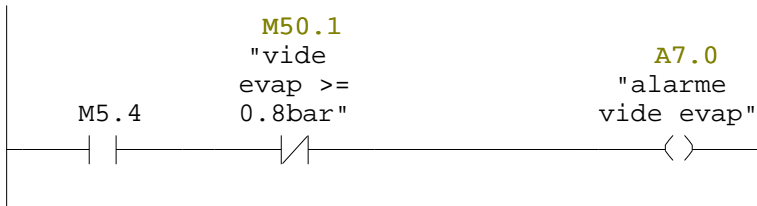
Réseau : 28 alarme niveau de saumure



Réseau : 29 pompes doseuses



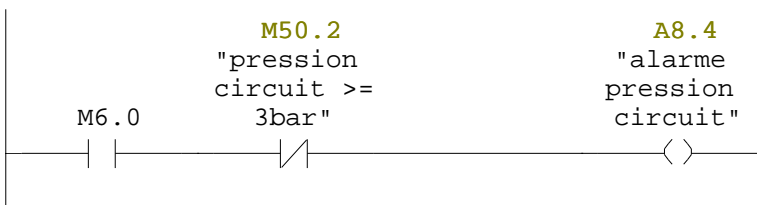
Réseau : 30 alarme vide evaporateur



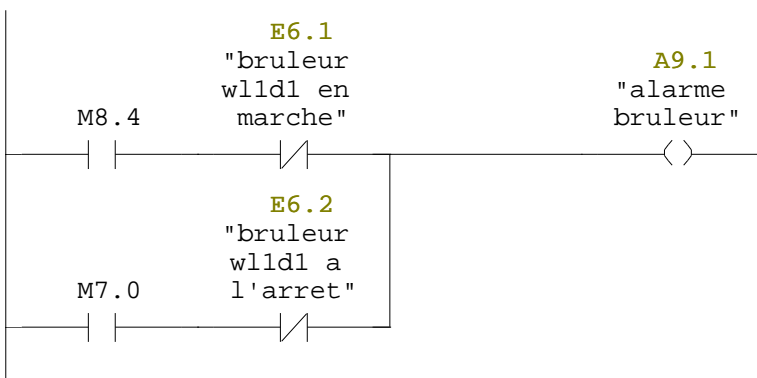
Réseau : 31 autres alarmes



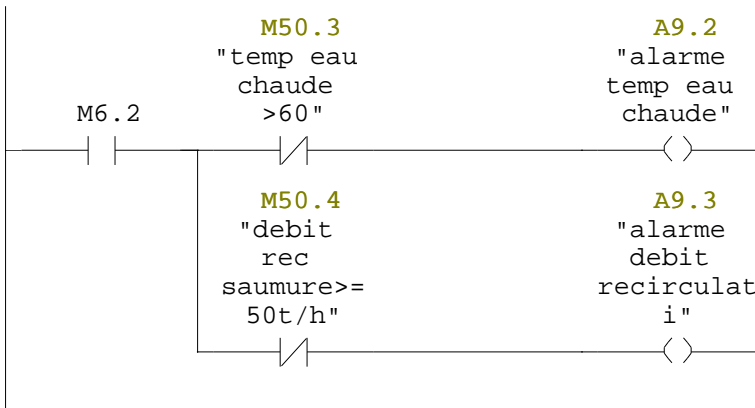
Réseau : 32 alarme pression circuit



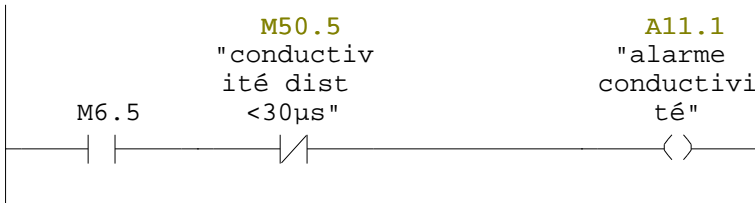
Réseau : 33 alarme bruleur



Réseau : 34 alarme temperature eau chaude et debit de recirculation



Réseau : 35



Réseau : 36 alarme niveau de saumure

