

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI, TIZI-OUZOU  
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



# Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention

Du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Option : communication

## Thème

**Automatisation de procédé de régénération  
des filtres à lits mélangés de la station de  
démminéralisation à la centrale thermique de  
CAP- DJINET à base d'un automate  
programmable S7-300**

Présenté par :

Melle :N.CHALAL

Melle. D.GHOUTI

Proposé par :

Melle : S. MOUSSAOUI

Dirigé par :

Mr. Y. ATTAF

PROMOTION

2010/2011

# Remerciements

*Nous tenons avant tout de remercier le bon DIEU qui nous a donnée le courage pour terminer nos études et élaborer ce modeste travail.*

*Nous remercions vivement M<sup>r</sup> ATTAJ .Y notre promoteur pour la précieuse assistance, sa disponibilité et son soutien qu'il nous a accordé tout au long de ce projet.*

*Nous remercions également notre Co- promotrice M<sup>elle</sup> Moussaoui Saloua, de nous avoir dirigés tout au long de ce travail et de nous avoir consacré un temps précieux.*

*Nous vifs remerciements vont aussi aux personnels de la centrale thermique de Cap- djinet pour leurs accueils chaleureux et de nous avoir orienté, aidé et soutenu tout au long de ce travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer et de juger notre travail.*

*A nos chers parents, famille et ami(e)s, et bien avant tout, trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutient et encouragement afin de nous assurer cette formation d'ingénieur dans les meilleurs conditions.*

*Nous exprimons également notre gratitude à tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire. Sans omettre bien sur de remercier profondément tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réalisation du présent travail.*

# *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail à :*

*A ma chère et tendre mère*

*A celle qui a tout souffert, sans me faire souffrir, qu'elle trouve dans ce mémoire le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection pour tout les sacrifices, l'extrême amour et la bonté qu'elle m'a offert pour me voir réussir.*

*A mon cher père*

*A l'homme que je dois ma réussite, mon bonheur, et tout le respect ; qu'il trouve ici l'expression de mon affection et une récompense des sacrifices consentis pour moi.*

*Ames chères sœurs (Malika, Djamila, Samia et Nissa Malika Bendaoui) et mes frères (Ali, Mohamed, Rabah, Nadjib et Hocine) et ma belle sœur Djaouida et son fils Yani et tous mes nièces, surtout samia et Lamia*

*A qui je souhaite toutes les réussites et le bien être.*

*A mon binôme, camarade et amie et surtout Baya et Yamina.*

*A qui je souhaite tout le succès et de réaliser tous ce qu'elle entreprendra.*

*A mes ami (e)s ;*

*Qu'ils trouvent ici mes meilleurs vœux de bonheur.*

*A tous mes ami(e)s, tous ceux que j'aime, tous ceux qui m'aiment et tous ceux qui me sont chers.*

*Nora*

## *Dédicace*

*Je tiens à dédier ce modeste travail à :*

*A ma chère et tendre mère*

*A celle qui a tout souffert, sans me faire souffrir, qu'elle trouve dans ce mémoire le témoignage de ma reconnaissance et de mon affection pour tout les sacrifices, l'extrême amour et la bonté qu'elle m'a offert pour me voir réussir.*

*A mon cher père*

*A l'homme que je dois ma réussite, mon bonheur, et tout le respect ; qu'il trouve ici l'expression de mon affection et une récompense des sacrifices consentis pour moi.*

*A mes grands-mères à qui je souhaite une vie paisible et tranquille.*

*Ames chères sœurs (Zohra, Safia, Tiziri) et mes frères (Boualem, Aziz et Mohamed)*

*A qui je souhaite toutes les réussites et le bien être.*

*A mes oncles et tantes ainsi qu'à leurs familles ;*

*En témoignage de mon profond amour et respect, aux quels je souhaite le succès et le bonheur.*

*A mon fiancé Ahmed et tout la famille Zian.et Ghouti*

*A mon binôme, camarade et amie et surtout Bayaet Yamina*

*A qui je souhaite tout le succès et de réaliser tous ce qu'elle entreprendra.*

*A mes ami (e)s ;*

*Qu'ils trouvent ici mes meilleurs vœux de bonheur.*

*A tous mes ami(e)s, tous ceux que j'aime, tous ceux qui m'aiment et tous ceux qui me sont chers.*

*Djedjiga*





III- 6- l'automate industriel S7- 300	í í	43
III- 6- 1- caractéristique de S7- 300	í .	44
III- 6- 2- constitution de l'automate S7- 300	í ...	44
III- 6- 2- 1- Module d'alimentation	í .	44
III- 6- 2- 2- L'unité centrale (CPU)	í ..	45
III- 6- 2- 3- Modules de coupleur (IM)	í í	47
III- 6- 2- 4- Modules d'entrées/sorties SM	í ..	47
III- 6- 2- 5- Modules de simulation	í ..	48
III- 6- 2- 6- Modules de fonction (FM)	í í	48
III- 6- 2- 7- Modules de communication (CP)	í .	48
III- 6- 2- 8- Châssis d'extension (UR)	í .	49
III- 6- 3- Avantage de l'automate S7- 300	í ...	49
III- 7- Sous réseaux dans la communication industrielle	í í í í í í í í í í í í í í í í í .	49
III- 7- 1- communication industriel via MPI (multipoints interface)	í í í í í í í í ...	50
III- 7- 1- 1- Définition de l'interface MPI	í í	50
III- 7- 1- 2- Domaine technique de la MPI	í ..	50
III- 7- 1- 3- les caractéristiques de MPI	í í	51
III- 7- 1- 4- Configuration d'un réseau MPI	í í	51
III- 7- 1- 5- Mise en service d'un réseau MPI	í í	53
III- 7- 1- 6- Communication de données globale par MPI	í í í í í í í í í í í í í í í í í ...	53
III- 7- 2- Communication industriel via PROFIBUS (Procès Field Bus)	í í í í í í í	54
III- 7- 2- 1- Définition de PROFIBUS	í .	54
III- 7- 2- 2- Application de PROFIBUS	í ...	54
III- 7- 2- 3- station de système	í .	55
III- 7- 2- 4- Procédé d'accès bus	í ...	56
III- 7- 2- 5- Configuration de réseau PROFIBUS	í í	57
III- 7- 2- 5- 1- Configuration de réseau avec maitre DP	í í í í í í í í í í í í í í í í í ..	57
III- 7- 2- 5- 2- configuration de réseau en mode esclave DP	í í í í í í í í í í í í í í í í í ...	58
III- 7- 2- 6- Mécanisme de protection	í ...	59
III- 7- 2- 6- 1- En maitre DP	í í	59
III- 7- 2- 6- 2- En esclave DP	í ..	59
<b>III- 8- Conclusion.....</b>		<b>59</b>

## Chapitre IV : langage de programmation STEP7 et simulation de programme

<b>IV- 1- Introduction.....</b>	<b>60</b>
IV- 2- logiciel STEP7	60
IV- 3- Langage de programmation	61
a- Mode contact (CONT)	61
b- Mode liste (LIST)	61
c)- Mode logigramme (LOG)	61
IV- 4- Structure de programme utilisateur	62
IV- 4- 1- Programmation linéaire	62
IV- 4- 2- Programmation structurée	62
IV- 5- Notion de Blocs dans le programme utilisateur	62
IV-5- 1- Définition	63
a)- Bloc de code	63
a)- 1- Bloc d'organisation (OB)	63
a)-2- Bloc fonctionnels (FB)	63
a)- 3- Bloc de données d'instance (SDB)	63
a)- 4- fonction (FC)	63
b)- Blocs des données	64
b- 1- Blocs des données (BD)	64
b-2- Blocs des données système (SDB)	64
IV- 6- Traitement de programme par l'automate	64
IV- 7- Adressage des modules S7- 300	64
a- Adressage liée à l'emplacement	65
b- Adressage libre	65
IV- 7- 1- L'adressage absolu des modules de signaux	66
a- Adressage des modules TOR	66
b- Adressage des modules analogiques	66
IV- 8- Les mémentos	67
IV- 9- Les étapes de programmation avec le STEP7	67
IV- 9- 1- Création d'un projet	67
IV- 9- 2- Configuration matérielle	67
IV- 9- 3- Création de la table des mnémoniques	70
IV- 9- 4- Création de programme	72

IV- 9- 5- Simulation et visualisation de programme avec logiciel S7- PLSCIMí	í í í	73
IV- 9- 5- 1- Présentation de S7-PLSCIMí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í í .	74
IV- 9- 5- 2- Etapes de simulation d'un projetí	í í í í í í í í í í í í í í í í í í ..	74
IV- 9- 5- 3- Visualisation d'état de programmeí	í í í í í í í í í í í í í í í í í ..	74
<b>IV- 10-</b>		76
<b>Conclusion.....</b>		76
<b>Conclusion générale.....</b>		77
<b>Bibliographie</b>		
<b>Anexe</b>		

# **INTRODUCTION GENERALE**

### 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.

L'énergie électrique est produite à partir de la conversion d'autres formes d'énergies telles que : l'énergie hydraulique, solaire, nucléaire, thermique, éolienne, etc.

La centrale thermique de Cap-Djinet occupe une place importante dans le réseau de production de l'énergie électrique nationale, elle est, en effet, la deuxième centrale thermique à vapeur en Algérie vu sa puissance utile fournie (704W).

Le système actuel dans la centrale présente à notre connaissance des inconvénients majeurs. En ce sens, le volume du contrôleur est proportionnel à la complexité du problème. Autrement dit, la partie commande basée sur la logique câblée est de plus en plus importante et donc de plus en plus chère.

L'évolution de la technologie et le développement de l'informatique constituent un ensemble qui a donné naissance aux automates programmables industriels (API). L'introduction des automates dans les procédés industriels garantit un gain de temps, une souplesse accrue dans la manipulation, une haute fiabilité et la localisation et l'élimination rapide des pannes.

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

Dans notre travail on a effectué un stage à la Centrale Thermique à vapeur de Cap-Djinet. On s'intéresse au système de la vapeur qui alimente la turbine. On s'est basé particulièrement sur le procédé de régénération des lits mélangés.

Notre projet consiste à automatiser le procédé de régénération des lits mélangés en cas de saturation. Tout en passant de la technologie câblée, disposée au niveau de la Centrale à la technologie programmée, à bas d'API. Pour le problème de la régénération des lits mélangés, nous avons opté pour l'automate SIEMENS S7-300.

A cet effet, notre mémoire est structurée en quatre chapitres qui sont comme suit :

Le premier chapitre est consacré à la description de la Centrale et le fonctionnement de procédé de régénération.

Le second chapitre concerne à étudier l'instrumentation de la station.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude de l'automate programmable S7-300 et ses interfaces de communication.

## **Introduction générale**

---

Le dernier chapitre concerne la présentation du langage de programmation STEP7 et simulation de programme.

**Chapitre I**  
**Description de la centrale**  
**Et le fonctionnement**  
**du procédé de régénération**

**Première partie**  
**Description de**  
**La centrale thermique**

## **I- 1- Introduction**

Les centrales thermique a vapeur sont des centrales qui demandent d'énormes quantités d'eau, on les trouvent près d'une rivière ou d'un lac. Dans notre pays, il ya un manque de ces ressources, c'est pour répondre à ces besoins en eau que la centrale de Cap Djinet a été construite près de la mère. Pour éviter les instructions et les dépôts marins, l'eau de mère doit être traitée pour être utilisé dans les circuits de la centrale. Dans ce chapitre nous allons voir la constitution générale de la centrale de Cap Djinet ainsi le fonctionnement de procédé de la régénération.

## **I-2- Présentation de la centrale thermique de cap- djinet**

La centrale thermique de cap- djinet est une centrale de production d'électricité. Elle à été conçu par consortium Austro- Allemand : Siemens- Kwu- SGP, qui avaient la responsabilité des études de la supervision, du montage et du contrôle de l'ouvrage. Ainsi que d'une entreprise Espagnole « DRAGADOS » à laquelle à été confiée la réalisation de la prise d'eau de mer.

Elle mise en service en 1986 ayant pour objet la production de l'énergie électrique.

La centrale composée d'une station de pompage, une station de dessalement d'eau de mer, une station de déminéralisation et quatre(04) tranches de type thermique vapeur d'une puissance unitaire de 176 MW, Borne alternateur (BA), ce qui permet d'obtenir une puissance totale de 704 MW .

La puissance fournie au réseau est de 672 MW Borne usine(BU), et les 32 MW pour la consommation totale des quatre(04) tranches et des auxiliaires commun.

## **I- 3- Caractéristiques thermique de la centrale**

### **I- 3- 1- Station de pompage et de filtration d'eau de mer**

La station de pompage est un ouvrage en béton armée étanche, qui est située à environ 7 m de profondeur, et se compose d'un bassin d'alimentation et quatre (04) voies de filtration. Chacune d'elle est équipée d'une grille avec dégrillage et d'un tombeur afin d'éviter l'intrusion d'impuretés de la mer dans l'installation.

Des batardeaux permettent de séparer les galeries d'eau et isoler les quatre chambres de filtration en cas de révision.

Au bout des quatre(04) voies, les pompes de circulation refoulent l'eau de mer jusqu'à la salle des machines, à l'entrée du condenseur d'aspiration. Les deux (02) pompes

aux extrémités servent à l'alimentation de l'installation de dessalement d'eau de mer par les pompes de transfert, qui comprennent une pompe d'alimentation de la station d'électrochloration, située au milieu dont elle dispose d'une pompe pour la station d'électrochloration, et une pompe incendie eau de mer.

En aval du condenseur, les conduites de circulation d'eau relient la salle des machines au canal de rejet.

### **I- 3- 2- Station de dessalement**

Le dessalement de l'eau de mer a pour fonction de couvrir les besoins en eau de la chaudière ainsi que les besoins en l'eau potable de la centrale.

La station contient quatre (04) unités de dessalement produisant  $500\text{m}^3/\text{j}$ , chacune assurent la production en eau dessalée, stockée dans deux (02) baches ( $2*2700\text{m}^3$ ).

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

- Le belgard EVN : Inhibiteur d'incrustation utilisée pour éviter l'entartrage.
- La belite (M33) : produit anti- mousse, utilisée pour éviter la formation de la mousse au niveau des évaporateurs.
- Le bissulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) : produit permettant l'élimination du chlore dans l'eau pour diminuer la conductivité.

### **I- 3- 3- Station électro chloration**

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

La chloration de l'eau de mer permet de préserver les équipements traversés par l'eau de mer contre la prolifération d'organismes marins.

Elle se fait par injection d'hypochlorite de sodium qui est produit par une station de l'électro chloration (par électrolyse de l'eau de mer d'une capacité de  $150\text{ kg/h}$  de chlore actif).

### **I- 3- 4- Station de déminéralisation**

Deux (02) chaînes de déminéralisation de  $40\text{ m}^3/\text{h}$  chacune, parachèvent le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle eau- vapeur. Les lits mélanges sont un mélange de résines cationiques et anioniques, et le stockage de l'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs de  $1500\text{m}^3$  chacun.

### **I- 3- 5- Combustible**

Le combustible utilisé pour les chaudières est le gaz naturel de HASSI RØMEL acheminé par gazoduc.

Débit nécessaire pour assurer la pleine charge des quatre (04) groupes est de  $160000\text{Nm}^3/\text{h}$ , le secours est assuré par du fuel, oíl domestique stocké dans deux (02) réservoirs de  $10000\text{m}^3$  chacun.

### **I- 3- 6- Générateur de vapeur (SGP Autriche)**

Le générateur de vapeur (chaudière) à pour rôle de transformer l'eau en vapeur à haute pression pour alimenter le GTA (groupe turbines alternateur).

Les générateurs de vapeur sont de type pressurisé à circulation naturelle (circulation naturelle de l'eau et de la vapeur, l'eau qui arrive par gravité vers les tubes écrans, sera vaporisée sous l'effet de la combustion, et la vapeur produite, sera acheminée vers la partie supérieur du ballon chaudière par différence de densité avec l'eau).

#### **❖ Constitution de générateur**

Le générateur est constitué des parties suivantes :

#### **➤ Ballon**

C'est un réservoir dont le rôle est de séparer naturellement la phase vapeur de la phase liquide pour faciliter la circulation naturelle dans les tubes vaporisateurs, et d'assécher la vapeur saturée.

#### **➤ Economiseur**

C'est un échangeur de chaleur, il sert à réchauffer l'eau d'alimentation pour éviter les chocs Thermiques que provoquerait l'arrivée d'eau froide dans le ballon chaud.

#### **➤ Colonnes de descentes et tubes écrans**

Les colonnes de descentes sont raccordées à la partie inférieure du ballon et conduisent l'eau à l'écran vaporisateur.

L'eau se trouvant dans l'écran vaporisateur va être ainsi chauffée directement par rayonnement et va se vaporiser en partie.

Les tuyaux vaporisateurs sont soudés et étanches au gaz, ils forment la seconde surface de chauffage après l'économiseur.

### ➤ **Les surchauffeurs**

Ce sont des échangeurs de chaleur. Ils sont situés généralement dans le circuit de gaz de combustion.

Ils servent à resurchauffer la vapeur provenant du ballon chaudière afin de la rendre sèche.

Ils sont au nombre de trois, placés de telle manière que les gaz chauds de la combustion passent d'abord dans le surchauffeur secondaire HP (haute pression), puis dans le surchauffeur primaire BP (basse pression) et enfin dans le surchauffeur final.

Le surchauffeur permet d'élever la température de la vapeur sans élever sa pression.

### ➤ **Resurchauffeurs**

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

### ➤ **Désurchauffeurs**

Ils sont alimentés par l'eau courante et utilisés pour la stabilisation de la température de la vapeur. Ils sont placés entre les surchauffeurs et resurchauffeurs.

### ➤ **Bruleurs**

Le générateur de vapeur du central thermique de CAP- DJINET est équipé de huit Bruleurs mixtes réparties sur la face avant de la chambre de combustion.

Son rôle est d'assurer le mélange parfait combustible et comburant en vue d'une bonne combustion.

### ➤ **Ventilateurs de recyclage**

Ils ont pour rôle de recycler une partie des fumées issues de la combustion afin de réguler la température à la sortie des resurchauffeurs.

➤ **Ventilateur de soufflage**

Ils ont pour rôle de fournir l'air de combustion nécessaire au générateur de vapeur.

➤ **Préchauffeurs d'air à vapeur**

Servent à l'augmentation de la température de l'air de combustion.

➤ **Réchauffeur rotatif d'air de combustion**

Sert à réchauffer l'air de combustion par récupération de chaleur des fumées.

### **I- 3- 7- La turbine**

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

La turbine possède trois corps qui sont : HP, MP et BP. Elle contient aussi de nombreux soutirages de vapeur : 6 alimentations, 3 réchauffeurs et la bêche alimentaire et 2 réchauffeurs HP.

### **I- 3- 8- Alternateurs**

Est un générateur d'électricité qui lie directement avec l'arbre de la turbine, sert à transformer l'énergie mécanique produite par la turbine en énergie électrique.

### **I- 3- 9- Le poste d'eau :**

C'est l'ensemble des équipements qui préchauffe l'eau et le transfère du condenseur jusqu'à la chaudière en passant par la bêche alimentaire (dégazeur).

### **❖ Constitution**

➤ **Condenseur**

Le condenseur assure la condensation de la vapeur évacuée du corps BP de la turbine Par la circulation de l'eau de mer refroidie, dans les 14850 tubes en titane contenus dans le condenseur.

➤ **Deux pompes (02) d'extraction**

Les pompes d'extraction assurent le transfert de l'eau du puits de condenseur jusqu'à la bache alimentaire, en passant par les trois (03) réchauffeurs BP.

➤ **Trois (03) pompes alimentaires**

Les pompes alimentaires servent à alimenter la chaudière à partir de la bache Alimentaire.

**I-3-10- Les auxiliaires communs aux 4 tranches**

➤ **La station de production d'hydrogène**

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

➤ **Le poste de détente gaz**

Il se compose de deux (02) lignes de filtration de gaz, et trois lignes de régulation pour la détente de gaz de 60 à 6 bars.

➤ **Le poste de dépotage et transfert fuel**

Il est constitué de deux baches de stockage de capacité  $2*10000m^3$

**I- 3- 11- Commande et contrôle**

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

Il existe plusieurs chaînes de régulation par groupe de production qui permettent un pilotage automatique du groupe.

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

La salle de commande comprend pour chaque tranche :

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

### **I- 3- 12- Système de surveillance**

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

### **I- 3- 13- Evacuation de l'énergie**

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaires 225 KV sur le poste ALGER- EST (BOUDOUAOU).

#### **❖ Description de ce poste**

- 168 MW sont évacués à travers un transformateur élévateur.
- 8MW servant à l'alimentation des auxiliaires du groupe.

L'alimentation se fait à travers un transformateur abaisseur de soutirage 15.5V/6.3KV

- Disjoncteur machine main de commande à air comprimé, et servant à protéger l'alternateur contre les défauts électriques.
- Disjoncteurs ligne 220 KV à commande hydraulique 315 bars, servant à protéger le groupe contre les défauts extérieurs.

#### **I- 4 - Fonctionnement d'une tranche thermique**

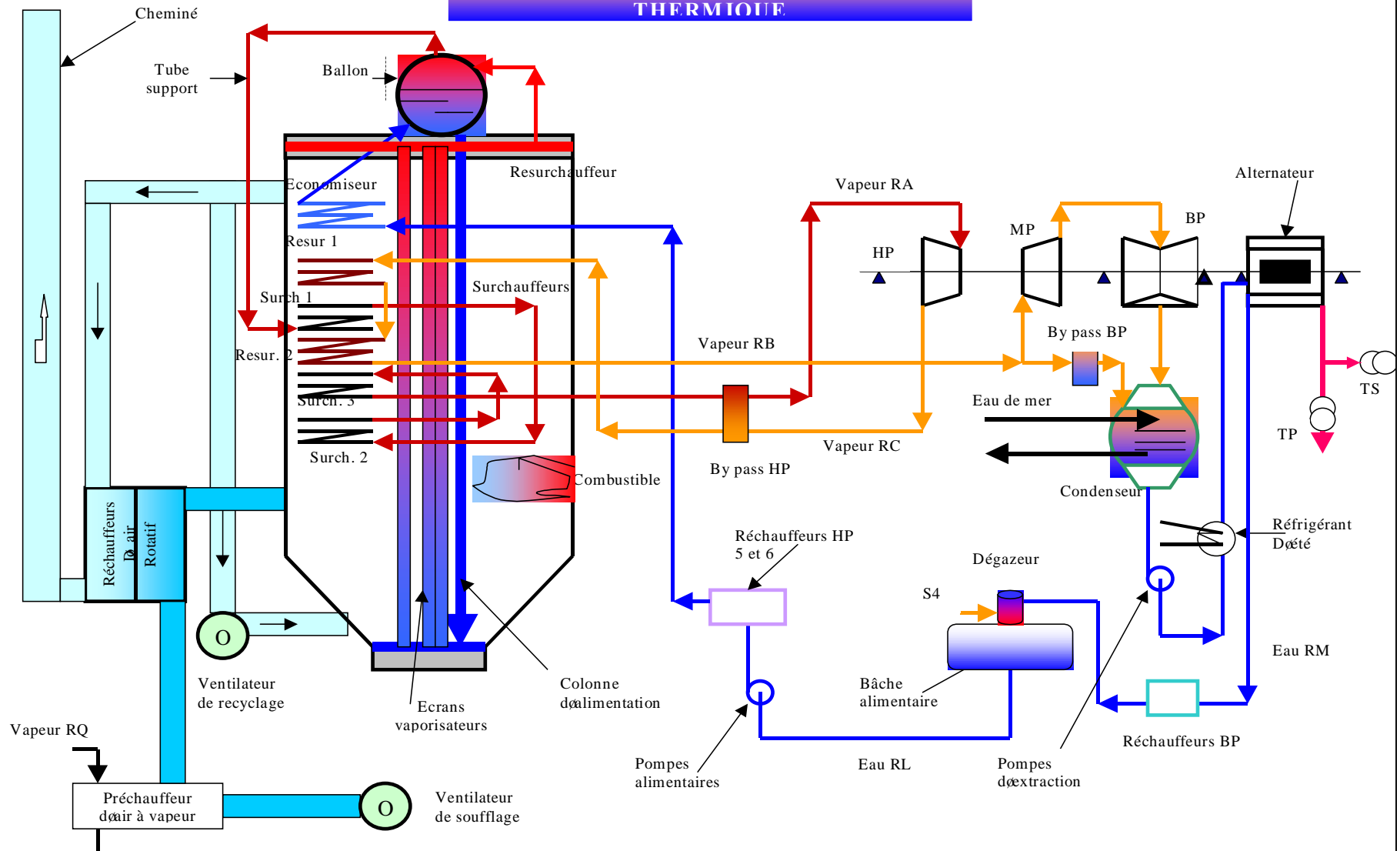
Dans le cycle de transformation « eau- vapeur », l'eau de mer après avoir été traité par les unités de dessalement et de déminéralisation sera envoyée vers la bache tampon puis vers le condenseur.

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

L'eau de ballon passe dans les collecteurs inférieurs de l'évaporation. la vapeur saturée (mélange eau- vapeur) s'élève dans les tuyaut chauffés des parois à membrane vers les collecteurs supérieur, retournés ensuite au ballon avec 350c° et 160 bars, ou la vapeur sera séparée de l'eau dans des cyclones. L'eau sera réutilisée dans le circuit de l'évaporation tandis que la vapeur va traverser le surchauffeur N°1 puis vers le surchauffeur N°2, et enfin vers le surchauffeur N°3, la vapeur qui sort de surchauffeur appelée vapeur sèche à une température 540C° et de pression de 160 bars, puis atteindra le corps HP qui contient 4 entrées de vapeur.

A la sortie de corps HP, la vapeur se détend à une température de 350C° et une pression de 38 bars, pour augmenter de nouveau sa température à fin d'éviter la condensation prématurée, elle passe dans les resurchauffeurs 1et2, puis traverse successivement les corps MP et BP de la turbine pour arriver dans le condenseur à 0.1 bars, puis récupérée grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer.

# SCHEMA SYNOPTIQUE D'UNE TRANCHE THERMIQUE



# **Deuxième partie**

## **Description de la**

### **Régénération**

### **I- 1- L'objectif de l'installation**

L'objectif de la régénération consiste à effectuer un rinçage des résines anioniques et cationiques par deux solutions.

HCl ó solution concentrée à 5 %.

NaOH ó solution concentrée à 5%.

La régénération permet une réactivation des résines, car saturées par  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  leurs réactions sont nulles et à la sortie des lits mélanges la conductivité est importante et l'eau est de mauvaise qualité, qu'elle ne doit pas être utilisée pour les besoins de la centrale et surtout l'alimentation du générateur de vapeur.

## **I- 2- Constitution de l'installation**

- Deux réservoirs de l'eau dessalée :
  - 00 WJ 40 B001
  - 00 WJ 40 B002
- 3 Pompes pour l'eau brute :
  - UA 11 D001
  - UA12 D001
  - UA 10 D001

Les pompes aspirent l'eau dessalée des réservoirs 00WJ40B002 et 00WJ40B001, puis la transportent vers les filtres à lits mélangés.

- Deux réservoirs de stockage de l'eau déminéralisé :
  - 12 UD 10 B001
  - 34 UD B001
- Deux réservoirs de stockage de l'acide chlorhydrique :
  - UA 41 B001
  - UA 42 B001
- Deux pompes doseuses de l'acide chlorhydrique :
  - UA 44 D001
  - UA 45 D001
- Deux pompes de régénération :
  - UA 24 D001
  - UA 25 D 001
- Un réservoir de stockage pour la lessive de soude :
  - UA 33 B001
- Deux pompes doseuses de la lessive de soude :
  - UA 34 D001

- UA 35 D001
  
- Deux soufflantes à air mixte :
  - UA 51 D001
  - UA 52 D001
  
- Deux indicateurs de niveau :
  - 34 UD 10 L007
  - 12 UD 10 L007
  
- Deux filtres à lits mélangés :
  - UA 12 B001
  - UA 11 B001
  
- Deux pompes de remplissage de l'acide chlorhydrique
  
- Station de dissolution de la lessive de soude

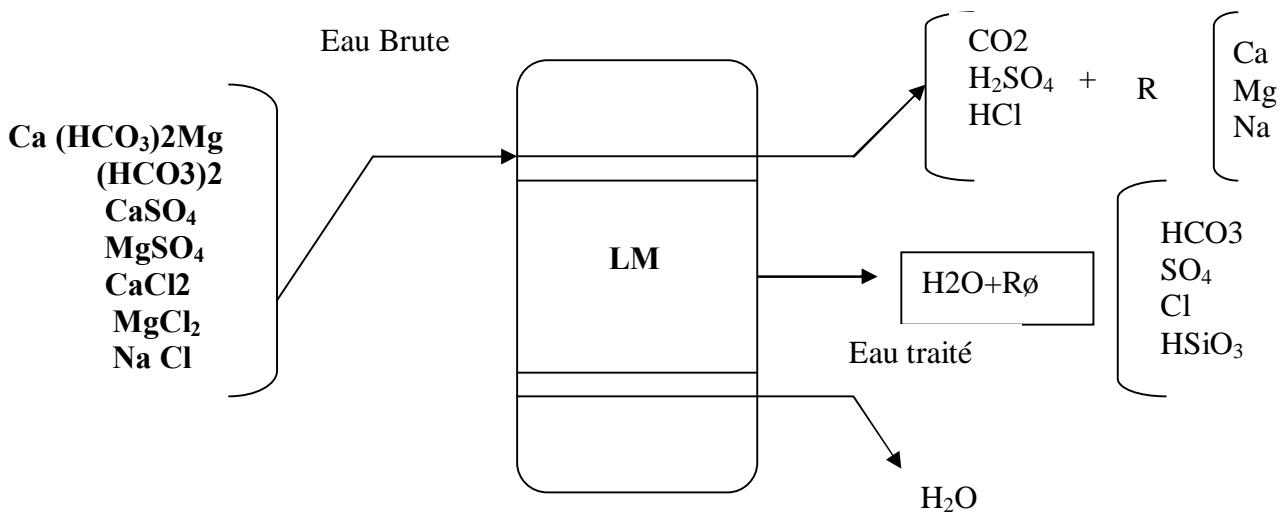
### I- 3- Description de procédé de déminéralisation

Le distillat de l'installation de dessalement de l'eau de mer qui est stocké dans deux réservoirs de 2700m<sup>3</sup>, est pompé à la station de déminéralisation pour être refoulé vers les filtres à lits mélangés.

Le système du lit mélangé est le système le plus répandu. Il permet d'atteindre la conductivité théorique de l'eau pure 0.1  $\mu$  S/cm, et des fuites ioniques et en silice de l'ordre 0.02 mg/l, parfois inférieurs.

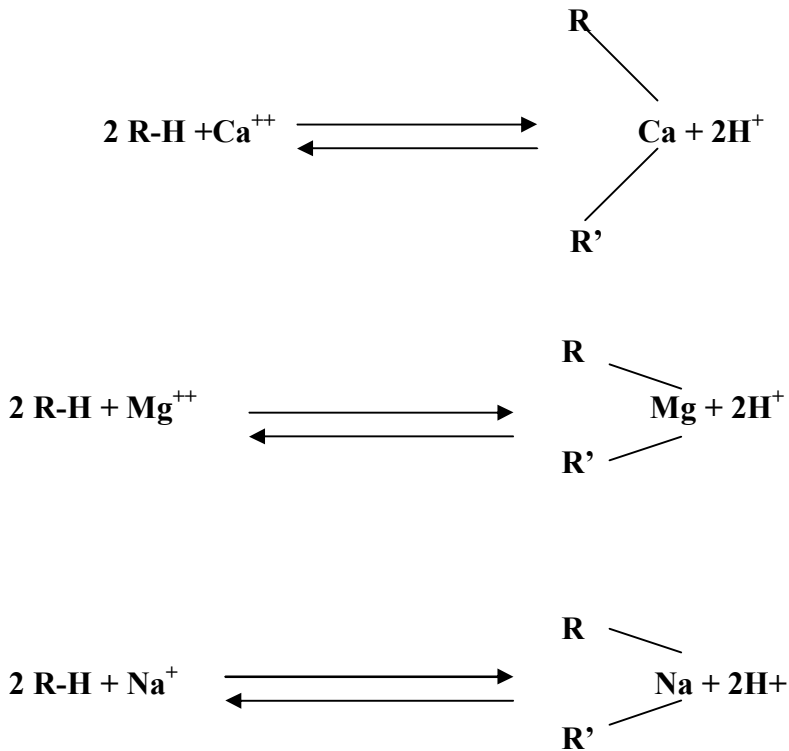
Les deux lits mélangés sont prévus avec une capacité nette de 40m<sup>3</sup>/h chacun, et fonctionnent en générale en mode alternée, un sert à la déminéralisation, l'autre en réserve.

Un filtre à lits mélangés comprend le mélange d'échangeurs cationiques fortement acides, et les échangeurs anioniques fortement basiques.

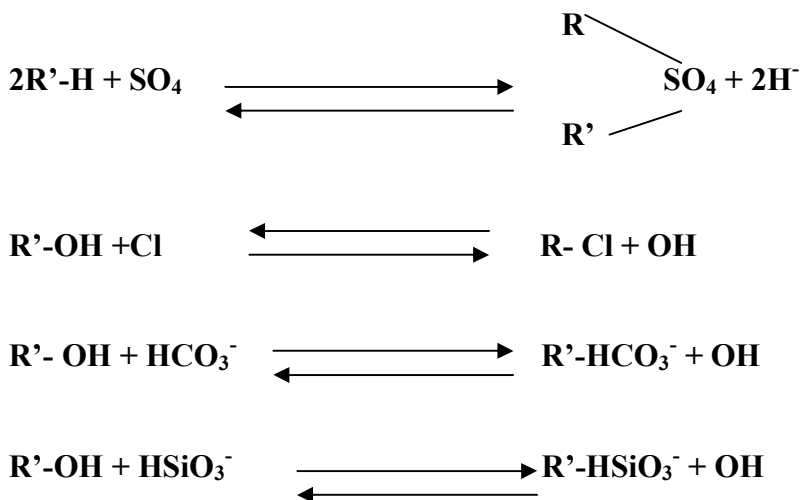


Déminéralisation totale sur lits mélangés

En service normale, l'eau à déminéraliser s'écoule de haut en bas à travers les résines cationiques comme le présente les réactions suivantes :



Les anions et y compris le dioxyde de carbone et la silice sont retenus par la résine anionique et échangés contre OH<sup>-</sup> selon les réactions suivantes :



L'eau déminéralisé est envoyée vers les deux réservoirs de stockages de 1500m<sup>3</sup> chacun.

## **I- 4- fonctionnement des filtres à lits mélangés**

Dans le cycle de fonctionnement, l'eau coule d'en haut vers le bas à travers les résines cationique et anionique qui sont mêlées.

Le cycle de service commence par le rodage à la conductivité, à l'occasion de quoi les robinetteries UA11(UA12) S007 sont ouvertes.

Ce rodage est surveillé dans le temps et réglé à 30 minutes. Si dans ce temps, la conductivité n'est pas inférieure à **0.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$** , une alarme se produit. Après avoir atteint la conductivité inférieure à 0.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la commutation au service se produit, S012 se ferme et S009 s'ouvre. Le débit maximal de 45 m<sup>3</sup>/h est réglé par la robinetterie manuelle S006.

Les robinetteries UA 37(UA38) S003 et UA47 (UA48) S003 sont toujours ouvertes (sauvegarder de l'acide et de la lessive).

## **I- 5- Le fonctionnement de la régénération**

Habituellement, seulement un filtre à lits mélangés est en service, l'autre est en régénération ou en position d'attente.

Pendant la consommation élevée de l'eau déminéralisée, on peut user même tout les deux filtres pour une période courte.

La mise en marche, de même que la mise hors service d'un filtre à lits mélangés et le déclenchement de la régénération sont effectuées manuellement par l'opérateur dans la salle de commande.

Une régénération du filtre à lits mélangés est nécessaire quant :

- a)- La conductivité de 0,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans le service est dépassée.
- b)- La teneur en SiO<sub>2</sub> de 0,02 mg/l dans le service est dépassée.
- c)- La résistance du filtre UA 11 (UA 12) P004 dans le service dépasse **1,5 bar**.
- d)- La durée de marche a fait déjà plus de 4 semaines.

La mise en marche de la régénération est seulement possible quand l'espace de neutralisation est vide

La régénération s'effectue par étapes décrites comme suite :

### **Etape 1 : Lavage à contre courant et séparation des résines**

S'effectue de bas vers le haut, pour disposer et séparer les résines cationiques et anioniques.

Les robinetteries S008 et S017 sont ouvertes et la pompe pour l'eau brute respective est en service. La quantité est étranglée par la robinetterie **S008** à 25m<sup>3</sup>/h, de façon qu'une expansion du lit de **50 %** s'effectue et la résine est visible dans le verre indicateur supérieur. L'expansion dépend de la température de l'eau, la quantité doit être réglée ensuite. La séparation exacte qui est nécessaire pour une régénération correcte, peut être contrôlée dans le verre indicateur inférieur, le lavage à contre courant dure pendant 37 minutes.

## **Etape 2 : Pause**

Pour la précipitation des résines, une pause de **7 minutes** est nécessaire, la robinetterie d'évacuation **S017** est ouverte.

## **Etape 3+4 : Remplissage de l'acide et de la lessive**

Les résines cationiques sont régénérées avec une solution d'acide chlorhydrique de **5%**, et les résines anioniques avec une solution de lessive de **5%**.

Le remplissage de l'acide et de la lessive s'effectue en même temps. L'eau de dilution pour les produits chimiques est transportée par les pompes de régénération UA 24(25) D001.

## **Etape 3a+4a : Remplissage de l'acide chlorhydrique**

La solution HCl passe à travers la couche des résines cationiques de bas vers le haut et s'écoule par le tuyau de distribution.

Les robinetteries UA 11 (12) S015 et UA 47 (48) S001 et S002 sont ouvertes. L'acide chlorhydrique à 30% des réservoirs de stockage UA 41 B001 est dilué, à l'aide des pompes doseuses UA 44 D001, UA 45 D001 et avec de l'eau à une solution de 5%.

La quantité de l'eau de dilution est réglée sur le débitmètre UA28 (I, AC) F001, de même qu'avec la robinetterie UA 28 S003.

Si le passage de l'eau est trop petit, l'alarme est déclenchée par un contrat limite et la pompe doseuse UA44 D001, UA45 D001 est arrêtée. La robinetterie UA28 S003 reste toujours ouverte et sert seulement comme arrêt manuel.

Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

Capacité de la pompe doseuse                      670 l/h=70%

Compteur des levées sur	
L'armoire de commande	4500 levées (remplissage de 30 minute)
Quantité de l'eau de dilution	3850 l/h

Après avoir atteint le nombre de levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et on ferme la robinetterie UA47 S003. Le lavage de l'acide commence ; il dure à peu près de 40 minutes. Ensuite, on ferme les robinetteries UA28 S003 UA47 (48) S001 et S002, et on ouvre la robinetterie UA 47(48) S003 (assurance Des produits chimiques).

### **Etape 3b+4b : Remplissage de la lessive de soude**

La solution NaOH passe à travers la couche des résines anioniques du haut vers le bas et s'écoule par le tuyau de distribution.

Les robinetteries UA 11(12) S015 et UA 37(38) S001 et S002 sont ouverts.

La lessive de soude de 30% du réservoir de stockage UA33 B001 est diluée, à l'aide des pompes doseuses UA34 D001. UA35 D001 et avec de l'eau à une solution de 5%, la quantité de l'eau de dilution est réglée sur le débitmètre UA27 (I, AL) F001, de même que par la robinetterie UA 27S003. Si le passage d'eau est trop petit, une alarme est déclenchée par un contact limite et la pompe doseuse UA34 D001. UA35 D001 est arrêtée. La robinetterie UA27 S003 reste toujours ouverte et sert seulement comme arrêt manuel.

Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

Capacité de la pompe doseuse	1000l/h = 64%
Compteur des levées sur l'armoire	3600 levées.
De commande	(remplissage de 30 minutes).
Quantité de l'eau de dilution	6400l/h sur UA27 (I, AL) F001.

Après avoir atteint le nombre des levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et la robinetterie UA36S001 se ferme.

Le lavage de lessive de la couche échangeuse anionique commence ; il dur à peu près de 40 minutes. Ensuite les robinetteries UA38 (37) S003 S'ouvre (soupape de sûreté contre produits chimiques).

### **Etape5 : Pause**

La robinetterie UA11 (12) S015, de même que les soupapes de sûreté contre l'acide et la lessive restent ouverts, les autres robinetteries sont fermées. La pause pour la stabilisation dure **30 sec**

### **Etape 6 : Abaissement**

Pour éviter l'élimination des résines échangeuses par lavage dans la prochaine étape, on fait couler l'eau, jusqu'à 10 cm au dessus de la couche supérieur du filtre, à travers la robinetterie UA11(12) S015 dans le canal. L'étape est terminée quand l'eau coule plus.

La durée est mesurée pendant la première mise en marche et réglée avec **30%** de réserve. (**40 minutes**)

### **Etape7 : Mélange**

Les résines cationiques et anioniques séparées sont mêlées intimement par l'air comprimé.

La soufflante d'air de balayage UA51 D001. UA52 D001 est en service, la robinetterie UA54 (55) S002, de même que UA11 (12) S017 sont ouvertes. Le mélange des résines échangeuses cationique et anionique peut être contrôlé dans le verre indicateur.

### **Etape 8 : Remplissage**

L'espace vide dans le filtre est rempli par l'eau brute jusqu'à ce que l'eau sorte par conduite d'évacuation.

La pompe pour l'eau brute respective est en service, les robinetteries **UA 11(12) S007** et **017** sont ouvertes.

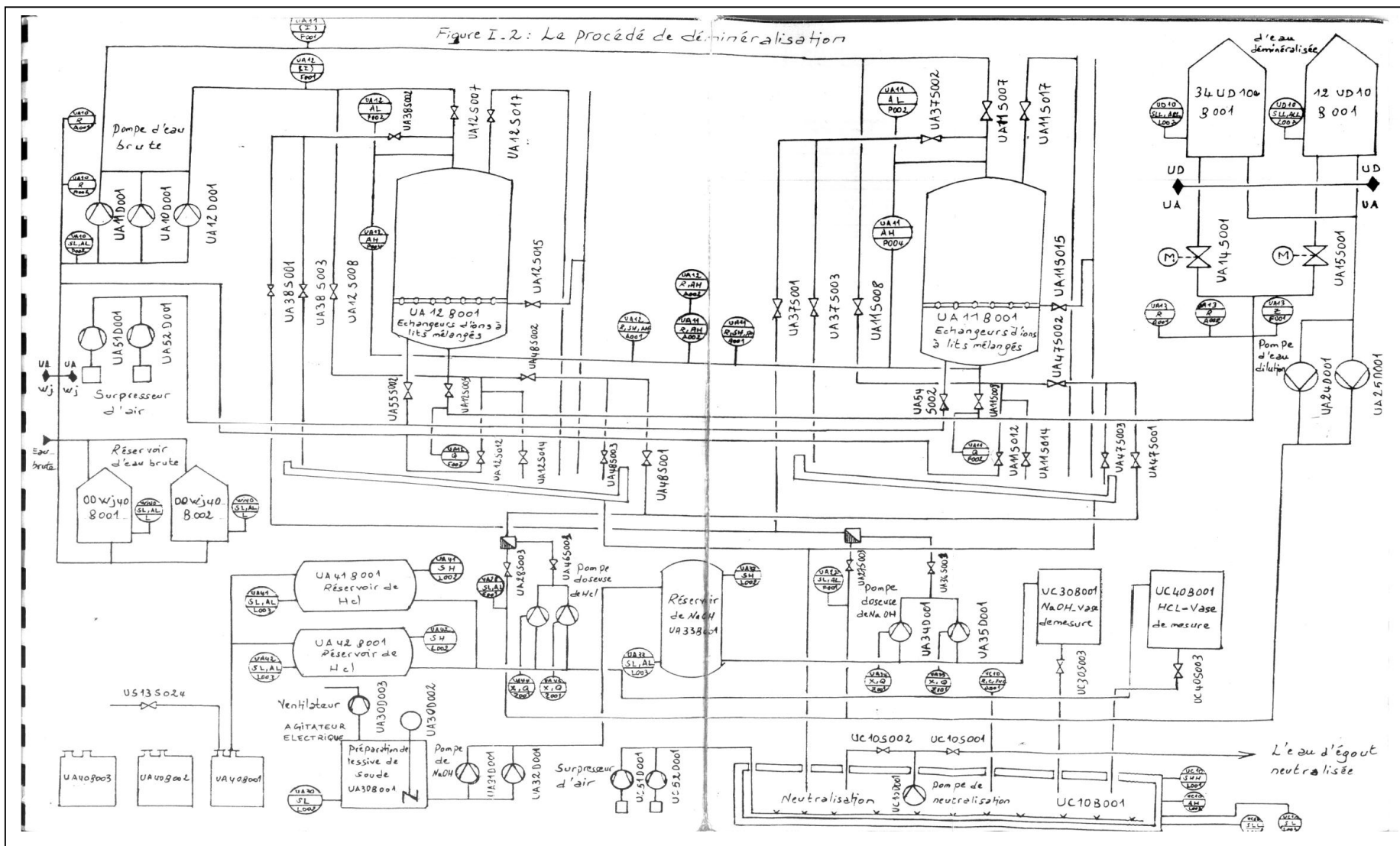
La durée est contrôlée pendant la mise en marche et réglée avec une réserve de **10 %**

### **Etape 9+10 : Rodage**

On rode l'eau brute, dans la première étape, à une conductivité inférieure à 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans le canal ; pendant ce temps, les robinetteries UA11(12) S007 et S0014 sont ouvertes, de même que la pompe pour l'eau brute respective est en service. Après avoir atteint la conductivité la robinetterie S014 se ferme et la robinetterie S012 s'ouvre et on rode jusqu'à une conductivité inférieure à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En vue d'une économie de l'eau on fait recirculer l'eau de rodage.

Si le temps de 120 minutes est dépassé, une alarme se produit. Le rodage une fois terminé, la régénération est finie et le filtre passe en ordre de marche.

Figure I -4 : le procédé de régénération



**I- 6- Exemple d'une régénération (filtre UA 11 B001)**

Pour démarrer la régénération du filtre UA 11 B001, et juste avant la 1<sup>er</sup> étape il faut :

- Disposer les pompes et supprimeur d'air à l'état automatique
- Disposer la pompe UA 11 D001 en mettant le commutateur S 102 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 24 D001 en mettant le commutateur S 104 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 25 D001 en mettant le commutateur S 105 à la position 1.
- Disposer le supprimeur d'air UA 51 D001 en mettant le commutateur S 106 à la position 1.
- Disposer le supprimeur d'air UA 52 D001 en mettant le commutateur S 107 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 44 D001 en mettant le commutateur S 114 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 45 D001 en mettant le commutateur S 115 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 34D001 en mettant le commutateur S 111 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 35 D001 en mettant le commutateur S112 à la position 1.
- Déclencher la régénération du filtre UA 11 B 001 en mettant le commutateur S 11 à la position 3.
- Le filtre UA 12 B001 n'est pas en régénération.
- Ne pas déclencher la régénération du filtre UA 12 B 001.
- Le filtre UA 11B001 n'est pas en service.

Une fois les conditions du départ sont réalisées, on peut aller à la première étape de la régénération.

Mais il faut avoir une pression suffisante pour démarrer l'étape (1) « 2 bar » (indiqué par UA 10 P001), quand on atteint la valeur désirée « 2 bar » le temporisateur compte T18 = 5 sec, quand elle se termine, on démarre l'étape (1).

**Etape 1 : Le lavage à contre courant**

On donne l'ordre de démarrage pour la pompe UA 11D001.

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 37/47 S003

On donne l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S008, et elle s'ouvre après T11=10 sec.

Cette étape dure T1 =37min.

## **Etape (2) : Pause**

On donne l'ordre d'ouverture pour la robinetterie d'évacuation UA 11S017, et pour les deux vannes UA 37S003 et UA 47S003, cette étape dure 7 min, quand cette durée de 7 min sera finie, l'étape (2) s'arrête et on passe à l'étape (3) +(4).

## **Etape (3) +(4) : Remplissage de l'acide et la lessive de soude**

On doit effectuer ces deux étapes en même temps pendant 80 min.

### **Etape (3a) : Déposer d'acide**

Les conditions pour passer à cette étape :

- il faut que l'un des réservoirs (34 UD10B001 et 12 UD10B001) soit plein (le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau 34 UD10L007 et 12 UD10L007).

- Il faut que le débit d'eau de dilution soit suffisant 3850 L/h (indiqué par UA 28F001), si le débit d'eau de dilution est bas ( $\leq 3850$ L/h) une alarme se produit après T16=5 sec, quand ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (3a) : on donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 47S001, UA 47S002, UA 46S001, et l'ordre de marche pour la pompe doseuse d'acide (HCl) UA 44D 001, et après 10 sec elle démarre et la vanne UA 28S003 s'ouvre en même temps

### **Etape (3b) : déposer la caustique**

Les conditions pour passer à cette étape :

- il faut que l'un des réservoirs (34 UD10B001 et 12 UD10B001) soit plein (le niveau bas est indiqué par indicateur de niveau 34 UD10L007 et 12 UD10L007).

- Il faut que le débit d'eau de dilution soit suffisant 6400 L/h (indiqué par UA 27F001), si le débit d'eau de dilution est bas (inférieur à 6400L/h) une alarme se produit après T15=5sec.

Une fois ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (3b) :

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 37S001, UA 37S002, UA 36S003, et l'ordre de marche pour la pompe doseuse de la lessive de soude (NaOH) UA 34D001, et après 10 sec elle se démarre et la vanne UA 27S003 s'ouvre en même temps.

Pendant le déroulement des étapes (3a) et (3b) qui s'effectuent en même temps, on donne l'ordre de marche pour la pompe d'eau de dilution UA 24D001 et l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S015.

Quand les pompes doseuses démarrent, 2 compteurs (UA 44Z001, UA 34Z001) commencent le comptage (décrémentation) :

- Pour le compteur UA 44Z001 : décrémentation de 4500 levées jusqu'à 0.
- Pour le compteur UA 34Z001 : décrémentation de 3600 levées jusqu'à 0.

### • Etape (4a) + (4b) : poussée d'acide et de caustique

#### Etape (4a) : poussée d'acide

Les conditions pour passer à cette étape, il faut que le compteur UA 44Z001 termine le comptage, et au moins un des réservoirs (34 UD10B001) et (12UD10B001) soit plein.

Le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau 34 UD10L007 et 12UD10L007, quant ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (4a) : on donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 47S001 et UA 47S002 et UA28S003.

#### Etape (4b) : poussée de caustique

Les conditions pour passer à cette étape : Il faut que le compteur UA 34Z001 termine le comptage, et un des réservoirs 34 UD10B001 et 12 UD10B001 soit plein.

Le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau (34 UD10L007 et 12 UD10L001), quant ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (4b).

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 37S001, UA 37S002 et UA 27S003.

Pendant le déroulement des étapes (4a) et (4b) qui s'effectue en même temps, on donne l'ordre de marche pour la pompe d'eau de dilution UA 24D001 et l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S015.

Une fois la durée de 80 min est finie, l'étape (4a) + (4b) s'arrête donc l'étape (3) +(4) est finie, et on passe à la 5<sup>ème</sup> étape.

### Etape (5) : Temps d'attente (pause)

On donne l'ordre d'ouverture pour la robinetterie d'évacuation UA 11S017, et pour les vannes d'assurance des produits chimiques UA 37S003, UA 47S003, après une temporisation T14, les deux compteurs UA 34Z001 et UA 44Z001 commencent à se remettre à l'état initial.

Cette étape dure T5+30 sec du réserve. Une fois cette durée T5+30 sec est finie, l'étape (5) s'arrête et on passe à l'étape (6).

### **Etape (6) : abaissement**

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 11S015, UA 37S003 et UA 47S003, cette étape dure 40 min.

Une fois la durée de 40 min est finie, l'étape (6) s'arrête et on passe à la 7<sup>ème</sup> étape.

### **Etape (7) : Mélange**

On donne l'ordre de marche pour le supprimeur d'air UA 51D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 54S002, UA 37S003 et UA 47S003.

Cette étape dure T7=10 min, une fois la durée T7 est finie, l'étape (7) s'arrête et on passe à la 8<sup>ème</sup> étape.

### **Etape (8) : Remplissage**

Il faut avoir une pression suffisante pour démarrer l'étape (8) « 2bar » (indiquée par UA 10P001), quand on atteint la valeur désirée (2 bar), le temporisateur compte T18 = 5 sec, quand il termine, on démarre l'étape (8).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de marche pour la pompe UA 10D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S007, UA 11S017, UA 37S003, UA 47S003, cette étape dure T8 =5 min+30 sec du réserve.

### **Etape (9) +(10) : Rodage**

- **Etape (9) : Rinçage**

Les conditions pour l'étape (9), il faut que le temps T8 de l'étape (8) termine et la conductivité est supérieure à 10 µs/cm indiquée par le conductivimètre UA 11A001 (SH).

Quand ces conditions sont réalisées on démarre l'étape (9).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de démarrage pour la pompe UA11D001, et pour la temporisation pour alarme T9 = 120 min, et l'ordre d'ouverture pour les vanne : UA 11S007, UA 11S014, UA 37S003 et UA 47S003. Lorsque la conductivité se diminue à 10 $\mu$ s/cm, l'étape (9) s'arrête.

- **Etape (10) : Recirculation**

Les conditions de démarrage de l'étape (10) :

Il faut que la conductivité soit supérieur à 0,1  $\mu$ s/cm indiquée par le conductivimètre UA 11A001 (SH, AH).

Il faut avoir une pression suffisante de « 2 bar » indiquée par (UA 10P001) SL, AL. Quand on atteint la valeur désirée de « 2 bar », on donne l'ordre de démarrage pour le temporisateur T 18=5 secs, quand il termine, on démarre l'étape (10).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de marche pour la pompe UA 11D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S007, UA 11S012, UA 37S003 et UA 47S003. Si le temps de 120 min est dépassé et la conductivité reste supérieur à 0,1  $\mu$ s/cm une alarme se produit.

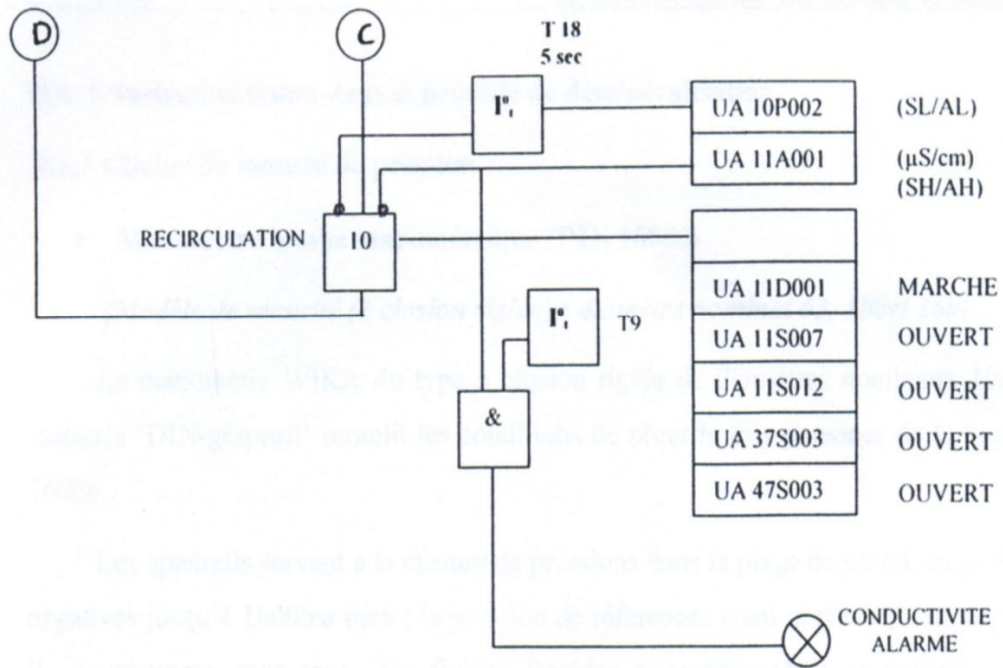
Une fois la conductivité se diminue à moins de 0,1  $\mu$ s/cm, le rodage s'arrête et la régénération et finie.

Après avoir exposé le fonctionnement et le déroulement de la régénération, on résume le tout sous forme d'un schéma fonctionnel.

## **Conclusion**

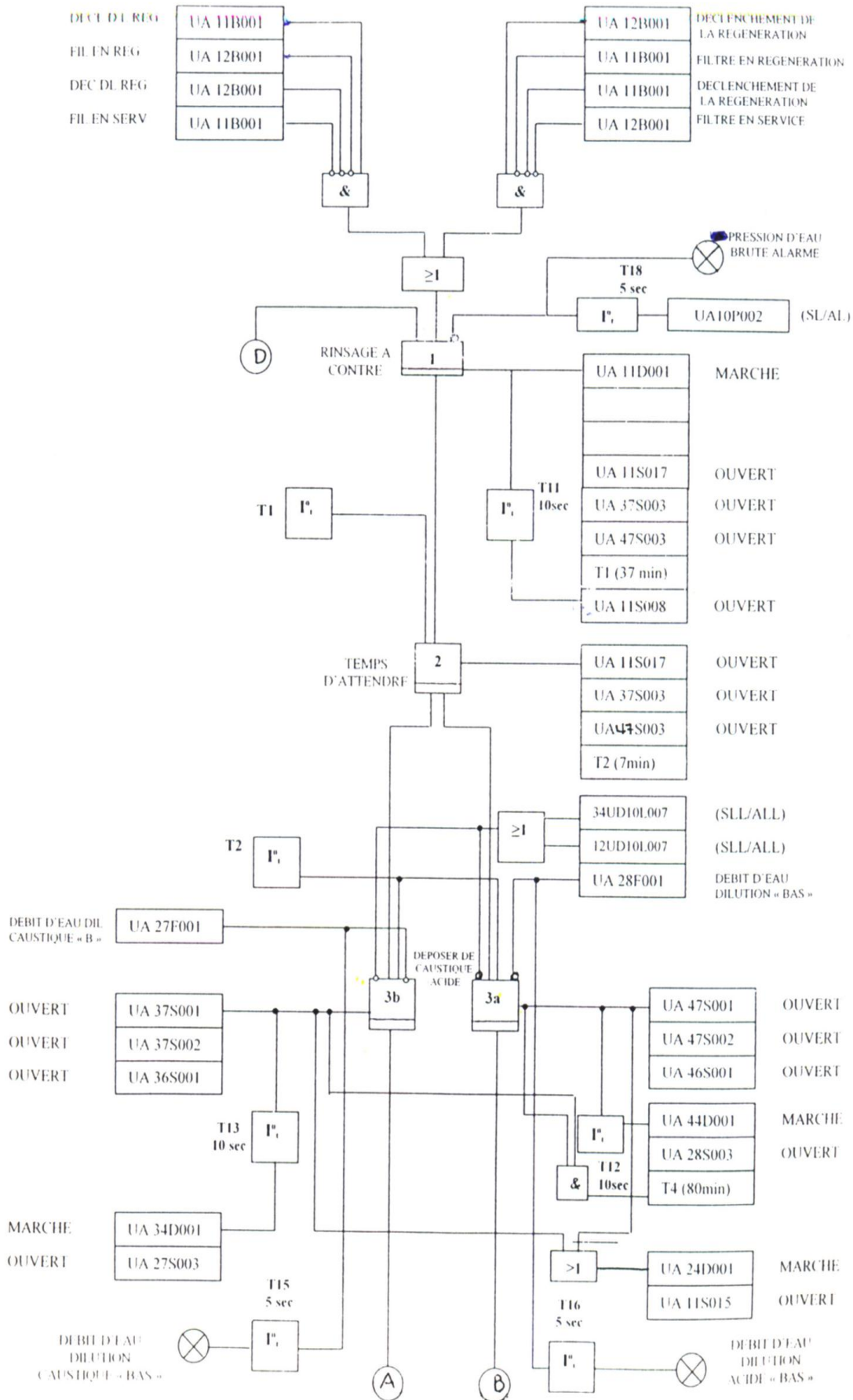
Dans se chapitre nous avons décrit le fonctionnement générale de la centrale thermique de Cap- djinet et particulièrement le fonctionnement du procédé de régénération.

Le prochain chapitre sera consacré essentiellement à l'étude de l'instrumentation de la station.





## FILTRE EN REGENERATION 00UA11B001



# **Chapitre II**

# **Instrumentation de**

# **la station**

## I- 1- Introduction

Les centrales thermique a vapeur sont des centrales qui demandent d'énormes quantités d'eau, on les trouvent près d'une rivière ou d'un lac. Dans notre pays, il ya un manque de ces ressources, c'est pour répondre à ces besoins en eau que la centrale de Cap Djinet a été construite près de la mère. Pour éviter les instructions et les dépôts marins, l'eau de mère doit être traitée pour être utilisé dans les circuits de la centrale. Dans ce chapitre nous allons voir la constitution générale de la centrale de Cap Djinet ainsi le fonctionnement de procédé de la régénération.

## I-2- Présentation de la centrale thermique de cap- djinet

La centrale thermique de cap- djinet est une centrale de production d'électricité. Elle à été conçu par consortium Austro- Allemand : Siemens- Kwu- SGP, qui avaient la responsabilité des études de la supervision, du montage et du contrôle de l'ouvrage. Ainsi que d'une entreprise Espagnole « DRAGADOS » à laquelle à été confiée la réalisation de la prise d'eau de mer.

Elle mise en service en 1986 ayant pour objet la production de l'énergie électrique.

La centrale composée d'une station de pompage, une station de dessalement d'eau de mer, une station de déminéralisation et quatre(04) tranches de type thermique vapeur d'une puissance unitaire de 176 MW, Borne alternateur (BA), ce qui permet d'obtenir une puissance totale de 704 MW .

La puissance fournie au réseau est de 672 MW Borne usine(BU), et les 32 MW pour la consommation totale des quatre(04) tranches et des auxiliaires commun.

## I- 3- Caractéristiques thermique de la centrale

### I- 3- 1- Station de pompage et de filtration d'eau de mer

La station de pompage est un ouvrage en béton armée étanche, qui est située à environ 7 m de profondeur, et se compose d'un bassin d'alimentation et quatre (04) voies de filtration. Chacune d'elle est équipée d'une grille avec dégrillage et d'un tombeur afin d'éviter l'intrusion d'impuretés de la mer dans l'installation.

Des batardeaux permettent de séparer les galeries d'eau et isoler les quatre chambres de filtration en cas de révision.

Au bout des quatre(04) voies, les pompes de circulation refoulent l'eau de mer jusqu'à la salle des machines, à l'entrée du condenseur d'aspiration. Les deux (02) pompes aux extrémités servent à l'alimentation de l'installation de dessalement d'eau de mer par les pompes de transfert, qui comprennent une pompe d'alimentation de la station d'électrochloration, située au milieu dont elle dispose d'une pompe pour la station d'électrochloration, et une pompe incendie eau de mer.

En aval du condenseur, les conduites de circulation d'eau relient la salle des machines au canal de rejet.

### **I- 3- 2- Station de dessalement**

Le dessalement de l'eau de mer a pour fonction de couvrir les besoins en eau de la chaudière ainsi que les besoins en l'eau potable de la centrale.

La station contient quatre (04) unités de dessalement produisant  $500\text{m}^3/\text{j}$ , chacune assurent la production en eau dessalée, stockée dans deux (02) baches ( $2*2700\text{m}^3$ ).

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

- Le belgard EVN : Inhibiteur d'incrustation utilisée pour éviter l'entartrage.
- La belite (M33) : produit anti- mousse, utilisée pour éviter la formation de la mousse au niveau des évaporateurs.
- Le bissulfite de sodium( $\text{NA}_2\text{SO}_3$ ) : produit permettant l'élimination du chlore dans l'eau pour diminuer la conductivité.

### **I- 3- 3- Station électro chloration**

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

La chloration de l'eau de mer permet de préserver les équipements traversés par l'eau de mer contre la prolifération d'organismes marins.

Elle se fait par injection d'hypochlorite de sodium qui est produit par une station de l'électro chloration (par électrolyse de l'eau de mer d'une capacité de  $150\text{ kg/h}$  de chlore actif).

### **I- 3- 4- Station de déminéralisation**

Deux (02) chaînes de déminéralisation de  $40\text{ m}^3/\text{h}$  chacune, parachèvent le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle eau- vapeur. Les lits mélangés sont un mélange de

résines cationiques et anioniques, et le stockage de l'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs de 1500m<sup>3</sup> chacun.

### **I- 3- 5- Combustible**

Le combustible utilisé pour les chaudières est le gaz naturel de HASSI RAMEL acheminé par gazoduc.

Débit nécessaire pour assurer la pleine charge des quatre (04) groupes est de 160000Nm<sup>3</sup>/h, le secours est assuré par du fuel, oil domestique stocké dans deux (02) réservoirs de 10000m<sup>3</sup> chacun.

### **I- 3- 6- Générateur de vapeur (SGP Autriche)**

Le générateur de vapeur (chaudière) a pour rôle de transformer l'eau en vapeur à haute pression pour alimenter le GTA (groupe turbines alternateur).

Les générateurs de vapeur sont de type pressurisé à circulation naturelle (circulation naturelle de l'eau et de la vapeur, l'eau qui arrive par gravité vers les tubes écrans, sera vaporisée sous l'effet de la combustion, et la vapeur produite, sera acheminée vers la partie supérieure du ballon chaudière par différence de densité avec l'eau).

#### **❖ Constitution de générateur**

Le générateur est constitué des parties suivantes :

#### **➤ Ballon**

C'est un réservoir dont le rôle est de séparer naturellement la phase vapeur de la phase liquide pour faciliter la circulation naturelle dans les tubes vaporisateurs, et dessécher la vapeur saturée.

#### **➤ Economiseur**

C'est un échangeur de chaleur, il sert à réchauffer l'eau d'alimentation pour éviter les chocs Thermiques que provoquerait l'arrivée d'eau froide dans le ballon chaud.

#### **➤ Colonnes de descentes et tubes écrans**

Les colonnes de descentes sont raccordées à la partie inférieure du ballon et conduisent l'eau à l'écran vaporisateur.

L'eau se trouvant dans le écran vaporisateur va être ainsi chauffée directement par rayonnement et va se vaporiser en partie.

Les tuyaux vaporisateurs sont soudés et étanches au gaz, ils forment la seconde surface de chauffage après l'économiseur.

### ➤ **Les surchauffeurs**

Ce sont des échangeurs de chaleur. Ils sont situés généralement dans le circuit de gaz de combustion.

Ils servent à resurchauffer la vapeur provenant du ballon chaudière afin de la rendre sèche.

Ils sont au nombre de trois, placés de telle manière que les gaz chauds de la combustion passent d'abord dans le surchauffeur secondaire HP (haute pression), puis dans le surchauffeur primaire BP (basse pression) et enfin dans le surchauffeur final.

Le surchauffeur permet d'élever la température de la vapeur sans élever sa pression.

### ➤ **Resurchauffeurs**

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

### ➤ **Désurchauffeurs**

Ils sont alimentés par l'eau courant et utilisés pour la stabilisation de la température de la vapeur. Ils sont placés entre les surchauffeurs et resurchauffeurs.

### ➤ **Bruleurs**

Le générateur de vapeur du central thermique de CAP- DJINET est équipé de huit Bruleurs mixtes réparties sur la face avant de la chambre de combustion.

Son rôle est d'assurer le mélange parfait combustible ó comburant en vue d'une bonne combustion.

### ➤ **Ventilateurs de recyclage**

Ils ont pour rôle de recycler une partie des fumées issues de la combustion afin de

Réguler la température à la sortie des resurchauffeurs.

➤ **Ventilateur de soufflage**

Ils ont pour rôle de fournir l'air de combustion nécessaire au générateur de vapeur.

➤ **Préchauffeurs d'air à vapeur**

Servent à l'augmentation de la température de l'air de combustion.

➤ **Réchauffeur rotatif d'air de combustion**

Sert à réchauffer l'air de combustion par récupération de chaleur des fumées.

**I- 3- 7- La turbine**

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

La turbine possède trois corps qui sont : HP, MP et BP. Elle contient aussi de nombreux soutirages de vapeur : 6 alimentations, 3 réchauffeurs et la bêche alimentaire et 2 réchauffeurs HP.

**I- 3- 8- Alternateurs**

Est un générateur d'électricité qui lie directement avec l'arbre de la turbine, sert à transformer l'énergie mécanique produite par la turbine en énergie électrique.

**I- 3- 9- Le poste d'eau :**

C'est l'ensemble des équipements qui préchauffe l'eau et le transfère du condenseur jusqu'à la chaudière en passant par la bêche alimentaire (dégazeur).

❖ **Constitution**

➤ **Condenseur**

Le condenseur assure la condensation de la vapeur évacuée du corps BP de la turbine

Par la circulation de l'eau de mer refroidie, dans les 14850 tubes en titane contenus dans le condenseur.

➤ **Deux pompes (02) d'extraction**

Les pompes d'extraction assurent le transfert de l'eau du puits de condenseur jusqu'à la bache alimentaire, en passant par les trois (03) réchauffeurs BP.

➤ **Trois (03) pompes alimentaires**

Les pompes alimentaires servent à alimenter la chaudière à partir de la bache Alimentaire.

**I-3-10- Les auxiliaires communs aux 4 tranches**

➤ **La station de production d'hydrogène**

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

➤ **Le poste de détente gaz**

Il se compose de deux (02) lignes de filtration de gaz, et trois lignes de régulation pour la détente de gaz de 60 à 6 bars.

➤ **Le poste de dépotage et transfert fuel**

Il est constitué de deux baches de stockage de capacité  $2 \times 10000 \text{m}^3$

**I- 3- 11- Commande et contrôle**

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

Il existe plusieurs chaînes de régulation par groupe de production qui permettent un pilotage automatique du groupe.

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

La salle de commande comprend pour chaque tranche :

➤ Deux pupitres de conduites.

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

### **I- 3- 12- Système de surveillance**

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

### **I- 3- 13- Evacuation de l'énergie**

L'énergie électrique produite est évacuée par l'intermédiaires 225 KV sur le poste ALGER- EST (BOUDOUAOU).

#### **❖ Description de ce poste**

- 168 MW sont évacués à travers un transformateur élévateur.
- 8MW servant à l'alimentation des auxiliaires du groupe.

L'alimentation se fait à travers un transformateur abaisseur de soutirage 15.5V/6.3KV

- Disjoncteur machine menin de commande à air comprimé, et servant à protéger l'alternateur contre les défauts électriques.
- Disjoncteurs ligne 220 KV à commande hydraulique 315 bars, servant à protéger le groupe contre les défauts extérieurs.

#### I- 4 - Fonctionnement d'une tranche thermique

Dans le cycle de transformation « eau- vapeur », l'eau de mer après avoir été traité par les unités de dessalement et de déminéralisation sera envoyée vers la bache tampon puis vers le condenseur.

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

L'eau de ballon passe dans les collecteurs inférieurs de l'évaporation. la vapeur saturée (mélange eau- vapeur) s'élève dans les tuyaut chauffés des parois à membrane vers les collecteurs supérieur, retournés ensuite au ballon avec 350c° et 160 bars, ou la vapeur sera séparée de l'eau dans des cyclones. L'eau sera réutilisée dans le circuit de l'évaporation tandis que la vapeur va traversée le surchauffeur N°1 puis vers le surchauffeur N°2, et enfin vers le surchauffeur N°3, la vapeur qui sort de surchauffeur appelée vapeur sèche à une température 540C° et de pression de 160 bars, puis atteindra le corps HP qui contient 4 entrées de vapeur.

A la sortie de corps HP, la vapeur se détend à une température de 350C° et une pression de 38 bars, pour augmenter de nouveau sa température à fin d'éviter la condensation prématurée, elle passe dans les resurchauffeurs 1et2, puis traverse successivement les corps MP et BP de la turbine pour arriver dans le condenseur à 0.1 bars, puis récupérée grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer.

**Deuxième partie**  
**Description de la**  
**Régénération**

## **I- 1- L'objectif de l'installation**

L'objectif de la régénération consiste à effectuer un rinçage des résines anioniques et cationiques par deux solutions.

HCl ó solution concentrée à 5 %.

NaOH ó solution concentrée à 5%.

La régénération permet une réactivation des résines, car saturées par  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  leurs réactions sont nulles et à la sortie des lits mélanges la conductivité est importante et l'eau est de mauvaise qualité, qu'elle ne doit pas être utilisée pour les besoins de la centrale et surtout l'alimentation du générateur de vapeur.

## I- 2- Constitution de l'installation

➤ Deux réservoirs de l'eau dessalée :

- 00 WJ 40 B001
- 00 WJ 40 B002

➤ 3 Pompes pour l'eau brute :

- UA 11 D001
- UA12 D001
- UA 10 D001

Les pompes aspirent l'eau dessalée des réservoirs 00WJ40B002 et 00WJ40B001, puis la transportent vers les filtres à lits mélangés.

➤ Deux réservoirs de stockage de l'eau déminéralisé :

- 12 UD 10 B001
- 34 UD B001

➤ Deux réservoirs de stockage de l'acide chlorhydrique :

- UA 41 B001
- UA 42 B001

➤ Deux pompes doseuses de l'acide chlorhydrique :

- UA 44 D001
- UA 45 D001

➤ Deux pompes de régénération :

- UA 24 D001
- UA 25 D 001

➤ Un réservoir de stockage pour la lessive de soude :

- UA 33 B001

➤ Deux pompes doseuses de la lessive de soude :

- UA 34 D001
- UA 35 D001

- Deux soufflantes à air mixte :
  - UA 51 D001
  - UA 52 D001
  
- Deux indicateurs de niveau :
  - 34 UD 10 L007
  - 12 UD 10 L007
  
- Deux filtres à lits mélangés :
  - UA 12 B001
  - UA 11 B001
  
- Deux pompes de remplissage de l'acide chlorhydrique
  
- Station de dissolution de la lessive de soude

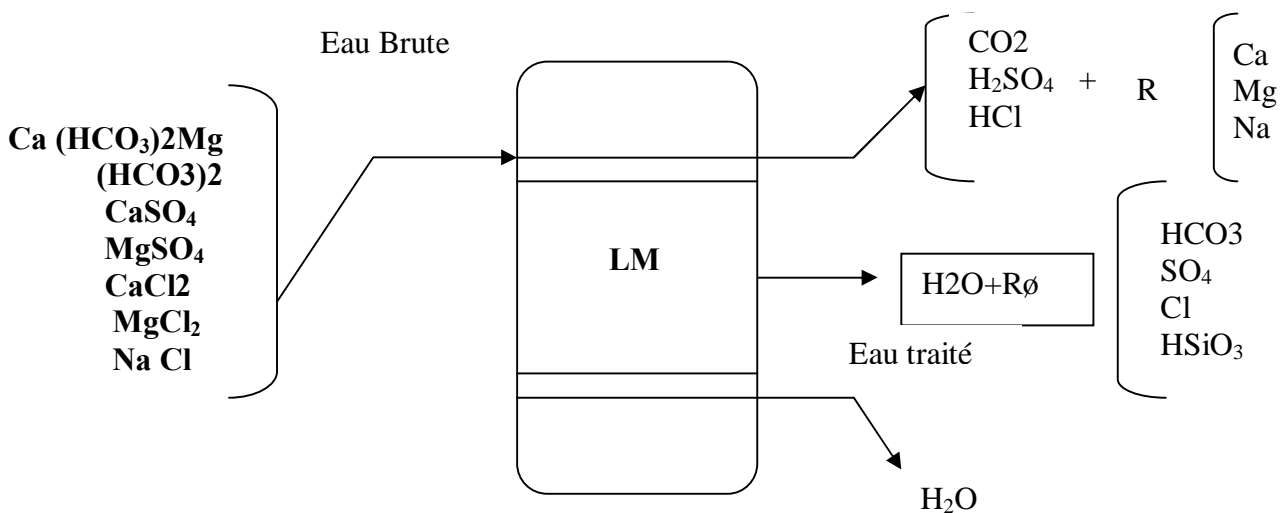
### I- 3- Description de procédé de déminéralisation

Le distillat de l'installation de dessalement de l'eau de mer qui est stocké dans deux réservoirs de 2700m<sup>3</sup>, est pompé à la station de déminéralisation pour être refoulé vers les filtres à lits mélangés.

Le système du lit mélangé est le système le plus répandu. Il permet d'atteindre la conductivité théorique de l'eau pure 0.1 μ S/cm, et des fuites ioniques et en silice de l'ordre 0.02 mg/l, parfois inférieurs.

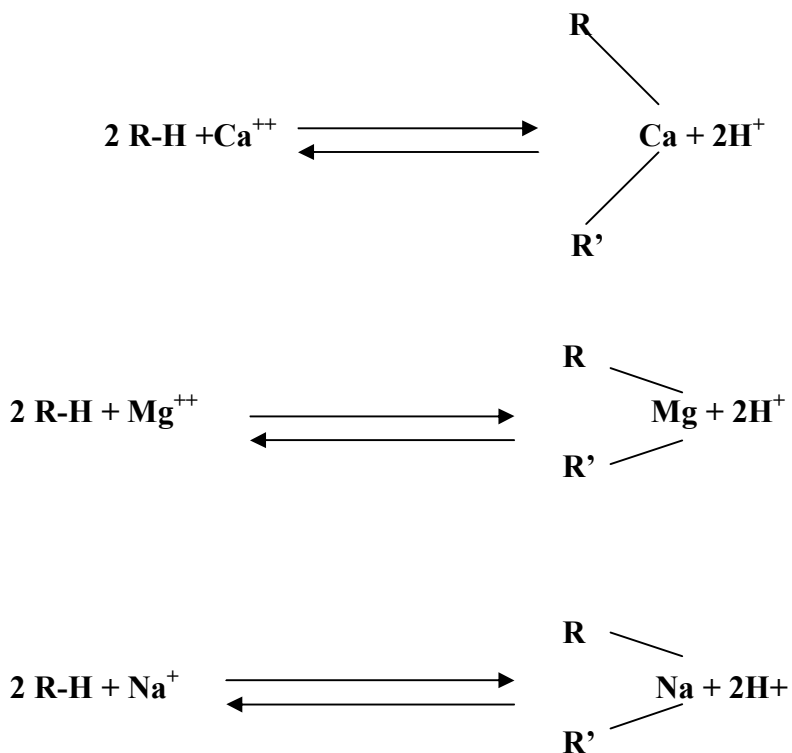
Les deux lits mélangés sont prévus avec une capacité nette de 40m<sup>3</sup>/h chacun, et fonctionnent en générale en mode alternée, un sert à la déminéralisation, l'autre en réserve.

Un filtre à lits mélangés comprend le mélange d'échangeurs cationiques fortement acides, et les échangeurs anioniques fortement basiques.

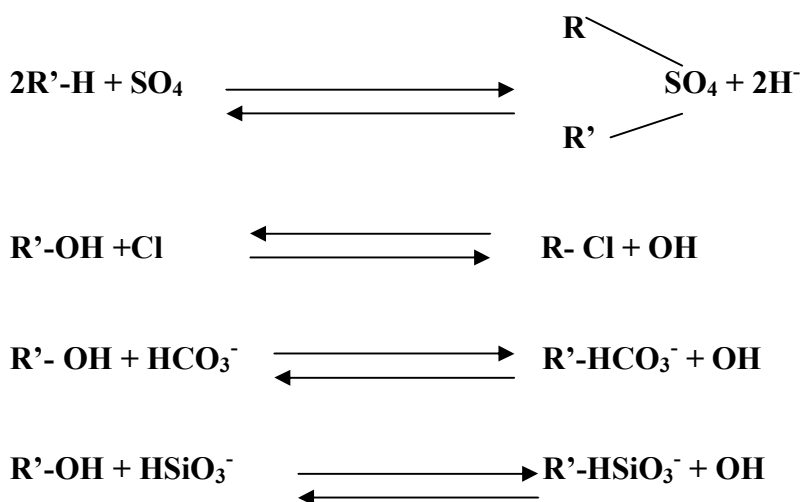


**Déminéralisation totale sur lits mélangés**

En service normale, l'eau à déminéraliser s'écoule de haut en bas à travers les résines cationiques comme le présente les réactions suivantes :



Les anions et y compris le dioxyde de carbone et la silice sont retenus par la résine anionique et échangés contre  $\text{OH}^-$  selon les réactions suivantes :



L'eau déminéralisé est envoyée vers les deux réservoirs de stockages de 1500m<sup>3</sup> chacun.

## **I- 4- fonctionnement des filtres à lits mélangés**

Dans le cycle de fonctionnement, l'eau coule d'en haut vers le bas à travers les résines cationique et anionique qui sont mêlées.

Le cycle de service commence par le rodage à la conductivité, à l'occasion de quoi les robinetteries UA11(UA12) S007 sont ouvertes.

Ce rodage est surveillé dans le temps et réglé à 30 minutes. Si dans ce temps, la conductivité n'est pas inférieure à **0.1  $\mu\text{S/cm}$** , une alarme se produit. Après avoir atteint la conductivité inférieure à 0.1  $\mu\text{S/cm}$ , la commutation au service se produit, S012 se ferme et S009 s'ouvre. Le débit maximal de 45 m<sup>3</sup>/h est réglé par la robinetterie manuelle S006.

Les robinetteries UA 37(UA38) S003 et UA47 (UA48) S003 sont toujours ouvertes (sauvegarder de l'acide et de la lessive).

## **I- 5- Le fonctionnement de la régénération**

Habituellement, seulement un filtre à lits mélangés est en service, l'autre est en régénération ou en position d'attente.

Pendant la consommation élevée de l'eau déminéralisée, on peut user même tout les deux filtres pour une période courte.

La mise en marche, de même que la mise hors service d'un filtre à lits mélangés et le déclenchement de la régénération sont effectuées manuellement par l'opérateur dans la salle de commande.

Une régénération du filtre à lits mélangés est nécessaire quant :

- a)- La conductivité de 0,1  $\mu\text{S/cm}$  dans le service est dépassée.
- b)- La teneur en SiO<sub>2</sub> de 0,02 mg/l dans le service est dépassée.
- c)- La résistance du filtre UA 11 (UA 12) P004 dans le service dépasse **1,5 bar**.
- d)- La durée de marche a fait déjà plus de 4 semaines.

La mise en marche de la régénération est seulement possible quand l'espace de neutralisation est vide

La régénération s'effectue par étapes décrites comme suite :

### **Etape 1 : Lavage à contre courant et séparation des résines**

S'effectue d'en bas vers le haut, pour disposer et séparer les résines cationiques et anioniques.

Les robinetteries S008 et S017 sont ouvertes et la pompe pour l'eau brute respective est en service. La quantité est étranglée par la robinetterie **S008** à 25m<sup>3</sup>/h, de façon qu'une expansion du lit de **50 %** s'effectue et la résine est visible dans le verre indicateur supérieur. L'expansion dépend de la température de l'eau, la quantité doit être réglée ensuite. La séparation exacte qui est nécessaire pour une régénération correcte, peut être contrôlée dans le verre indicateur inférieur, le lavage à contre courant dure pendant 37 minutes.

## **Etape 2 : Pause**

Pour la précipitation des résines, une pause de **7 minutes** est nécessaire, la robinetterie d'évacuation **S017** est ouverte.

## **Etape 3+4 : Remplissage de l'acide et de la lessive**

Les résines cationiques sont régénérées avec une solution d'acide chlorhydrique de **5%**, et les résines anioniques avec une solution de lessive de **5%**.

Le remplissage de l'acide et de la lessive s'effectue en même temps. L'eau de dilution pour les produits chimiques est transportée par les pompes de régénération UA 24(25) D001.

## **Etape 3a+4a : Remplissage de l'acide chlorhydrique**

La solution HCl passe à travers la couche des résines cationiques du bas vers le haut et s'écoule par le tuyau de distribution.

Les robinetteries UA 11 (12) S015 et UA 47 (48) S001 et S002 sont ouvertes. L'acide chlorhydrique à 30% des réservoirs de stockage UA 41 B001 est dilué, à l'aide des pompes doseuses UA 44 D001, UA 45 D001 et avec de l'eau à une solution de 5%.

La quantité de l'eau de dilution est réglée sur le débitmètre UA28 (I, AC) F001, de même qu'avec la robinetterie UA 28 S003.

Si le passage de l'eau est trop petit, l'alarme est déclenchée par un contact limite et la pompe doseuse UA44 D001, UA45 D001 est arrêtée. La robinetterie UA28 S003 reste toujours ouverte et sert seulement comme arrêt manuel.

Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

Capacité de la pompe doseuse	670 l/h=70%
Compteur des levées sur	
L'armoire de commande	4500 levées (remplissage de 30 minutes)
Quantité de l'eau de dilution	3850 l/h

Après avoir atteint le nombre de levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et on ferme la robinetterie UA47 S003. Le lavage de l'acide commence ; il dure à peu près de 40 minutes. Ensuite, on ferme les robinetteries UA28 S003 UA47 (48) S001 et S002, et on ouvre la robinetterie UA 47(48) S003 (assurance Des produits chimiques).

### **Etape 3b+4b : Remplissage de la lessive de soude**

La solution NaOH passe à travers la couche des résines anioniques du haut vers le bas et s'écoule par le tuyau de distribution.

Les robinetteries UA 11(12) S015 et UA 37(38) S001 et S002 sont ouverts.

La lessive de soude de 30% du réservoir de stockage UA33 B001 est diluée, à l'aide des pompes doseuses UA34 D001. UA35 D001 et avec de l'eau à une solution de 5%, la quantité de l'eau de dilution est réglée sur le débitmètre UA27 (I, AL) F001, de même que par la robinetterie UA 27S003. Si le passage d'eau est trop petit, une alarme est déclenchée par un contact limite et la pompe doseuse UA34 D001. UA35 D001 est arrêtée. La robinetterie UA27 S003 reste toujours ouverte et sert seulement comme arrêt manuel.

Pour l'ajustement de cette étape il faut respecter les données suivantes :

Capacité de la pompe doseuse	1000l/h = 64%
Compteur des levées sur l'armoire	3600 levées.
De commande	(remplissage de 30 minutes).
Quantité de l'eau de dilution	6400l/h sur UA27 (I, AL) F001.

Après avoir atteint le nombre des levées réglé sur le compteur dans l'armoire de commande, on arrête les pompes doseuses et la robinetterie UA36S001 se ferme.

Le lavage de lessive de la couche échangeuse anionique commence ; il dure à peu près de 40 minutes. Ensuite les robinetteries UA38 (37) S003 s'ouvrent (soupape de sûreté contre produits chimiques).

### **Etape5 : Pause**

La robinetterie UA11 (12) S015, de même que les soupapes de sûreté contre l'acide et la lessive restent ouverts, les autres robinetteries sont fermées. La pause pour la stabilisation dure **30 sec**

## **Etape 6 : Abaissement**

Pour éviter l'élimination des résines échangeuses par lavage dans la prochaine étape, on fait couler l'eau, jusqu'à 10 cm au dessus de la couche supérieur du filtre, à travers la robinetterie UA11(12) S015 dans le canal. L'étape est terminée quand l'eau coule plus.

La durée est mesurée pendant la première mise en marche et réglée avec **30%** de réserve. **(40 minutes)**

## **Etape7 : Mélange**

Les résines cationiques et anioniques séparées sont mêlées intimement par l'air comprimé.

La soufflante d'air de balayage UA51 D001. UA52 D001 est en service, la robinetterie UA54 (55) S002, de même que UA11 (12) S017 sont ouvertes. Le mélange des résines échangeuses cationique et anionique peut être contrôlé dans le verre indicateur.

## **Etape 8 : Remplissage**

L'espace vide dans le filtre est rempli par l'eau brute jusqu'à ce que l'eau sorte par conduite d'évacuation.

La pompe pour l'eau brute respective est en service, les robinetteries **UA 11(12) S007** et **017** sont ouvertes.

La durée est contrôlée pendant la mise en marche et réglée avec une réserve de **10 %**

## **Etape 9+10 : Rodage**

On rode l'eau brute, dans la première étape, à une conductivité inférieure à 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans le canal ; pendant ce temps, les robinetteries UA11(12) S007 et S0014 sont ouvertes, de même que la pompe pour l'eau brute respective est en service. Après avoir atteint la conductivité la robinetterie S014 se ferme et la robinetterie S012 s'ouvre et on rode jusqu'à une conductivité inférieure à 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En vue d'une économie de l'eau on fait recirculer l'eau de rodage.

Si le temps de 120 minutes est dépassé, une alarme se produit. Le rodage une fois terminé, la régénération est finie et le filtre passe en ordre de marche.

## I- 6- Exemple d'une régénération (filtre UA 11 B001)

Pour démarrer la régénération du filtre UA 11 B001, et juste avant la 1<sup>er</sup> étape il faut :

- Disposer les pompes et suppresseur d'air à l'état automatique
- Disposer la pompe UA 11 D001 en mettant le commutateur S 102 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 24 D001 en mettant le commutateur S 104 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 25 D001 en mettant le commutateur S 105 à la position 1.
- Disposer le suppresseur d'air UA 51 D001 en mettant le commutateur S 106 à la position 1.
- Disposer le suppresseur d'air UA 52 D001 en mettant le commutateur S 107 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 44 D001 en mettant le commutateur S 114 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 45 D001 en mettant le commutateur S 115 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 34D001 en mettant le commutateur S 111 à la position 1.
- Disposer la pompe UA 35 D001 en mettant le commutateur S112 à la position 1.
- Déclencher la régénération du filtre UA 11 B 001 en mettant le commutateur S 11 à la position 3.
- Le filtre UA 12 B001 n'est pas en régénération.
- Ne pas déclencher la régénération du filtre UA 12 B 001.
- Le filtre UA 11B001 n'est pas en service.

Une fois les conditions du départ sont réalisées, on peut aller à la première étape de la régénération.

Mais il faut avoir une pression suffisante pour démarrer l'étape (1) « 2 bar » (indiqué par UA 10 P001), quant on atteint la valeur désirée « 2 bar » le temporisateur compte T18 = 5 sec, quant elle se termine, on démarre l'étape (1).

### Étape 1 : Le lavage à contre courant

On donne l'ordre de démarrage pour la pompe UA 11D001.

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 37/47 S003

On donne l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S008, et elle s'ouvre après T11=10 sec.

Cette étape dure T1 =37min.

## **Etape (2) : Pause**

On donne l'ordre d'ouverture pour la robinetterie d'évacuation UA 11S017, et pour les deux vannes UA 37S003 et UA 47S003, cette étape dure 7 min, quand cette durée de 7 min sera finie, l'étape (2) s'arrête et on passe à l'étape (3) +(4).

## **Etape (3) +(4) : Remplissage de l'acide et la lessive de soude**

On doit effectuer ces deux étapes en même temps pendant 80 min.

### **Etape (3a) : Déposer d'acide**

Les conditions pour passer à cette étape :

- il faut que l'un des réservoirs (34 UD10B001 et 12 UD10B001) soit plein (le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau 34 UD10L007 et 12 UD10L007).

- Il faut que le débit d'eau de dilution soit suffisant 3850 L/h (indiqué par UA 28F001), si le débit d'eau de dilution est bas ( $\leq 3850$ L/h) une alarme se produit après T16=5 sec, quand Ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (3a) : on donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 47S001, UA 47S002, UA 46S001, et l'ordre de marche pour la pompe doseuse d'acide (Hcl) UA 44D 001, et après 10 sec elle démarre et la vanne UA 28S003 s'ouvre en même temps

### **Etape (3b) : déposé la caustique**

Les conditions pour passer à cette étape :

- il faut que l'un des réservoirs (34 UD10B001 et 12 UD10B001) soit plein(le niveau bas est indiqué par indicateur de niveau 34 UD10L007 et 12 UD10L007).

- Il faut que le débit d'eau de dilution soit suffisant 6400 L/h (indiqué par UA 27F001), si le débit d'eau de dilution est bas (inférieur à 6400L/h) une alarme se produit après T15=5sec.

Une fois ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (3b) :

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 37S001, UA 37S002, UA 36S003, et l'ordre de marche pour la pompe doseuse de la lessive de soude (NaOH) UA 34D001, et après 10 sec elle se démarre et la vanne UA 27S003 s'ouvre en même temps.

Pendant le déroulement des étapes (3a) et (3b) qui s'effectuent en même temps, on donne l'ordre de marche pour la pompe d'eau de dilution UA 24D001 et l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S015.

Quand les pompes doseuses démarrent, 2 compteurs (UA 44Z001, UA 34Z001) commencent le comptage (décrémentation) :

- Pour le compteur UA 44Z001 : décrémentation de 4500 levées jusqu'à 0.
- Pour le compteur UA 34Z001 : décrémentation de 3600 levées jusqu'à 0.

## • Etape (4a) + (4b) : poussée d'acide et de caustique

### Etape (4a) : poussée d'acide

Les conditions pour passer à cette étape, il faut que le compteur UA 44Z001 termine le comptage, et au moins un des réservoirs (34 UD10B001) et (12UD10B001) soit plein.

Le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau 34 UD10L007 et 12UD10L007, quant ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (4a) : on donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 47S001 et UA 47S002 et UA28S003.

### Etape (4b) : poussée de caustique

Les conditions pour passer à cette étape : Il faut que le compteur UA 34Z001 termine le comptage, et un des réservoirs 34 UD10B001 et 12 UD10B001 soit plein.

Le niveau bas est indiqué par les indicateurs de niveau (34 UD10L007 et 12 UD10L001), quant ces conditions sont réalisées, on démarre l'étape (4b).

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 37S001, UA 37S002 et UA 27S003.

Pendant le déroulement des étapes (4a) et (4b) qui s'effectue en même temps, on donne l'ordre de marche pour la pompe d'eau de dilution UA 24D001 et l'ordre d'ouverture pour la vanne UA 11S015.

Une fois la durée de 80 min est finie, l'étape (4a) + (4b) s'arrête donc l'étape (3) +(4) est finie, et on passe à la 5<sup>ème</sup> étape.

## Etape (5) : Temps d'attente (pause)

On donne l'ordre d'ouverture pour la robinetterie d'évacuation UA 11S017, et pour les vannes d'assurance des produits chimiques UA 37S003, UA 47S003, après une temporisation T14, les deux compteurs UA 34Z001 et UA 44Z001 commencent à se remettre à l'état initial.

Cette étape dure T5+30 sec du réserve. Une fois cette durée T5+30 sec est finie, l'étape (5) s'arrête et on passe à l'étape (6).

## **Etape (6) : abaissement**

On donne l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 11S015, UA 37S003 et UA 47S003, cette étape dure 40 min.

Une fois la durée de 40 min est finie, l'étape (6) s'arrête et on passe à la 7<sup>ème</sup> étape.

## **Etape (7) : Mélange**

On donne l'ordre de marche pour le suppresseur d'air UA 51D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S017, UA 54S002, UA 37S003 et UA 47S003.

Cette étape dure T7=10 min, une fois la durée T7 est finie, l'étape (7) s'arrête et on passe à la 8<sup>ème</sup> étape.

## **Etape (8) : Remplissage**

Il faut avoir une pression suffisante pour démarrer l'étape (8) « 2bar » (indiquée par UA 10P001), quand on atteint la valeur désirée (2 bar), le temporisateur compte T18 = 5 sec, quand il termine, on démarre l'étape (8).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de marche pour la pompe UA 10D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S007, UA 11S017, UA 37S003, UA 47S003, cette étape dure T8 =5 min+30 sec du réserve.

## **Etape (9) +(10) : Rodage**

- **Etape (9) : Rinçage**

Les conditions pour l'étape (9), il faut que le temps T8 de l'étape (8) termine et la conductivité est supérieure à 10 µs/cm indiquée par le conductivimètre UA 11A001 (SH).

Quand ces conditions sont réalisées on démarre l'étape (9).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de démarrage pour la pompe UA11D001, et pour la temporisation pour alarme T9 = 120 min, et l'ordre d'ouverture pour les vanne : UA 11S007, UA 11S014, UA 37S003 et UA 47S003. Lorsque la conductivité se diminue à 10µs/cm, l'étape (9) s'arrête.

- **Etape (10) : Recirculation**

Les conditions de démarrage de l'étape (10) :

Il faut que la conductivité soit supérieure à  $0,1 \mu\text{s/cm}$  indiquée par le conductivimètre UA 11A001 (SH, AH).

Il faut avoir une pression suffisante de « 2 bar » indiquée par (UA 10P001) SL, AL.

Quand on atteint la valeur désirée de « 2 bar », on donne l'ordre de démarrage pour le temporisateur T 18=5 secs, quand il termine, on démarre l'étape (10).

Dans cette étape :

On donne l'ordre de marche pour la pompe UA 11D001, et l'ordre d'ouverture pour les vannes UA 11S007, UA 11S012, UA 37S003 et UA 47S003. Si le temps de 120 min est dépassé et la conductivité reste supérieure à  $0,1 \mu\text{s/cm}$  une alarme se produit.

Une fois la conductivité se diminue à moins de  $0,1 \mu\text{s/cm}$ , le rodage s'arrête et la régénération est finie.

Après avoir exposé le fonctionnement et le déroulement de la régénération, on résume le tout sous forme d'un schéma fonctionnel.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons décrit le fonctionnement générale de la centrale thermique de Cap- djinet et particulièrement le fonctionnement du procédé de régénération.

Le prochain chapitre sera consacré essentiellement à l'étude de l'instrumentation de la station.

# **Chapitre II**

# **Instrumentation de**

# **la station**

## II-1-Introduction

Les appareils de mesures donnant la possibilité d'agir sur le procédé de fabrication de manière à obtenir la qualité de produit finis, conformément à certaines spécifications dans les meilleures conditions de sécurité, de fiabilité et de rendement dans le présent traité, dans cette partie nous présenterons le principe de certains capteurs spécifiques de chaîne de mesure et de contrôle utilisés dans l'unité de déminéralisation. Ces derniers délivrent des informations qui sont traitées par L'API.

## II-2-Capteurs de débit (débitmètre BGN)

UA 12 (I) F001

UA 11 (I) F001

UA 27 (I, AL) F001

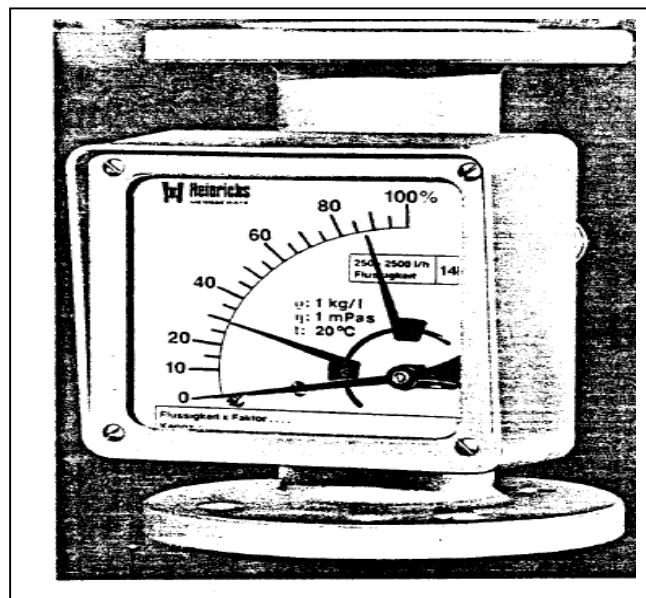


Figure II.1 : Débitmètre de type BGN

### II-2-1- Description

- Débitmètre à flotteur métallique à transmission magnétique
- Indication locale du débit cadrans raccordement par brides en standard.
- Les débitmètres BGN offrent une solution de mesure de débit de liquides ou de gaz dangereux sur des installations soumises à des pressions et températures élevées.

### II-2-2- Principe de fonctionnement

L'élément de mesure est constitué d'un flotteur conique (3) avec aimant permanent (1) et d'un diaphragme à angle vif (2).

Lorsque un fluide traverse de bas en haut le diaphragme avec une vitesse suffisante se trouve soulevé jusqu'à ce qu'il s'établisse un état d'équilibre entre la force de poussée « A » qui attaque le flotteur et le poids de ce dernier.

Il se forme ainsi une fente annulaire « S » entre le flotteur et le diaphragme qui est proportionnelle au débit.

La vitesse moyenne du fluide finissant une mesure de volume par unité de temps, et par conséquent un débit, l'état d'équilibre du flotteur correspond donc à une indication de débit.

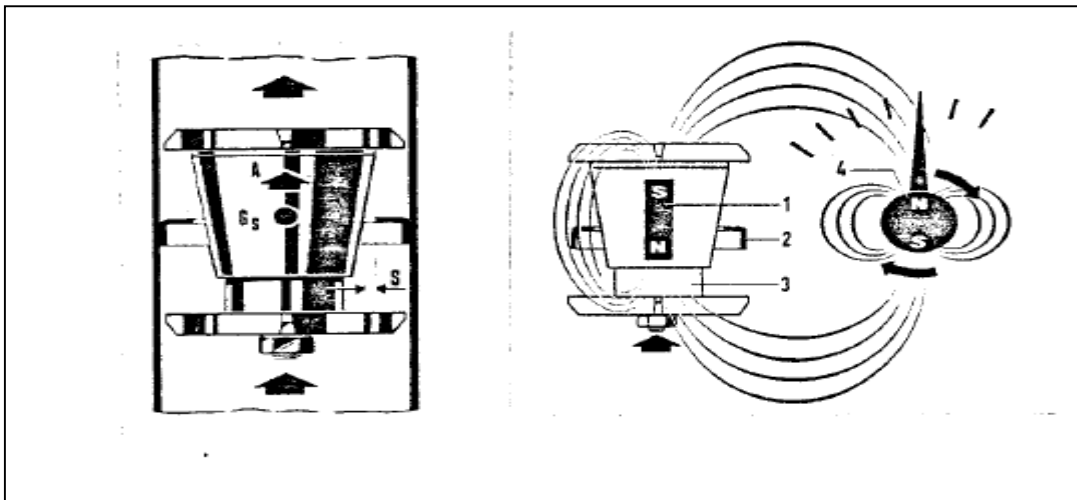


Figure II.1. Schéma de principe de mesure

### II-2-3- Caractéristiques techniques (standard)

- Mode de raccordement : brides de deux cotés  
DN 15 à DN50 PN40 DIN 2501  
DN 80 à DN100 PN 16 DIN 2501
- Pression de service : Max 40 bars
- Principe de mesure : débitmètre à flotteur avec transmission magnétique des Valeurs mesurées.
- Température de service : -50°C à +300°C.
- Température ambiante : -40°C à 80°C.
- Sens d'écoulement : de bas en haut.
- Quantité de liquide : 1L/h à 60m<sup>3</sup>/h eau.

- longueur : 250 mm (DN15 à DN100).
- Matières :
  - BGN 120 : toutes les parties touchées par les fluides sont en Acier inoxydable.
  - BGN170 : toutes les parties touchées par les fluides sont en PTFE

### II- 2- 4- Avantages

- Quantifié pour conditions de service extrême.
- Construction simple et robuste.
- chauffage de l'armature possible.
- transmission magnétique sans hystérèses
- toutes les parties touchées par les fluides sont en acier inoxydable ou PTFE.
- aucun risque de blocage par impuretés.
- pour températures et pression élevées.
- transmetteurs (électrique ou pneumatique) de différents types pour commande et Réglage sur demande.

### II- 3- débitmètre UA 13 (I, C) F001

Transmetteur de mesure TELEPERME, 7 MF1102 à 7MF1104 pour pression différentielle et débit PN 40,100 et 50, techniques quatre fils.

#### II- 3- 1- Fonctionnement

Le système de mesure rempli de liquide comprend deux membranes métallique (3) soudées au corps de la cellule (2) et dont les centres sont reliés par tige d'accouplement au tube de flexion (ressort de mesure 4).

La grandeur mesurée  $\Delta P$  exerce sur le tube de flexion, une force dont le déplacement est proportionnel à la pression différentielle, la tige de commande (5) transmet ce déplacement à une prise capacitive (6) qui convertit la grandeur mesurée en une tension alternative analogique.

La prise (6) alimentée par l'oscillateur 10 MHz (7) délivre une tension alternative proportionnelle à la grandeur mesurée  $\Delta P$ . Dans la partie électronique, cette tension est amplifiée, (11) redressée en double alternance (10) et convertie en un courant continu contraint  $I_A$  dans le convertisseur tension courant (8).

Avec le transmetteur de débit, la racine carré extraire en amont du convertisseur afin que le signal soit proportionnel à la racine carré de la pression différentielle, si le débit < 5% le signal de sortie est commuté suivant l'exécution, sur 0 ou 4 mA

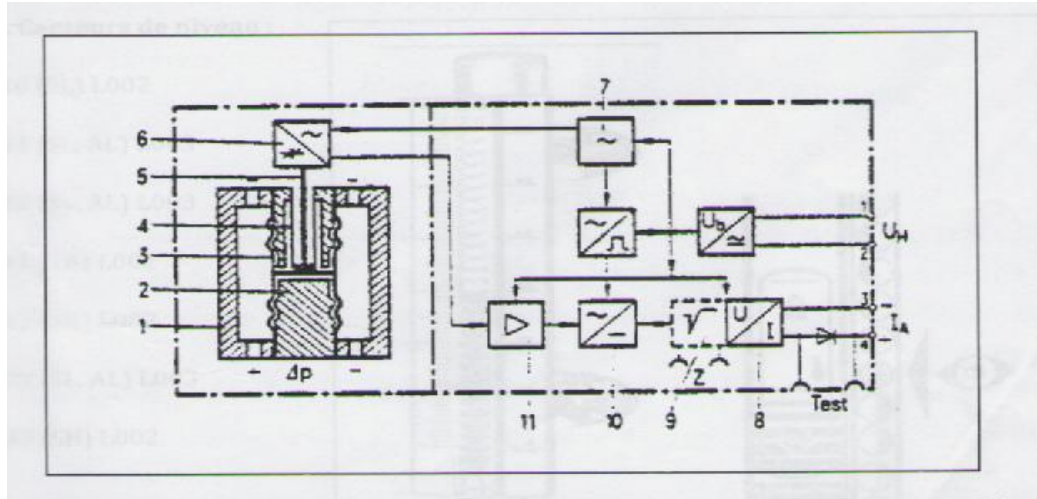


Figure II- 3- transmetteur de mesure TELEPERM F pour pression différentielle et débit en technique de quatre fils.

$I_A$  : signal de sortie

$\Delta p$ : pression différentielle appliquée à l'entrée

$U_b$  : tension d'alimentation

$U_H$  : Energie auxiliaire

$Z$  : signal intermédiaire proportionnel à  $\Delta p$

1 : Fiasque

2 : Corps de cellule avec lit profilé

3 : membranes métalliques

4 : Tube de flexion

5 : Tige de commande

6 : Prise capacitif

7 : oscillateur 10khz

8 : convertisseur tension- courant

9 : Extracteur de racine carrée  
(pou mesurer de débit)

10 : Redresseur à double alternateur

11 : Amplificateur.

### II- 3- 2- Domaines d'application

Le transmetteur mesure la pression différentielle, le débit de gaz, vapeur et liquides corrosifs ou non, les plages de mesure possibles se situent entre 4 et 2000 mbar (pression différentielle) ou 10 à 2000 mbar (débit)

## II- 4- Capteurs de niveau

UA30(SL) L 002

UA41 (SL, AL) L 003

UA 42 (SL, AL) L 003

UA41 (SH) L 002

UA42 (SH) L 002

UA33 (SL, AL) L 003

UA33 (SH) L 002

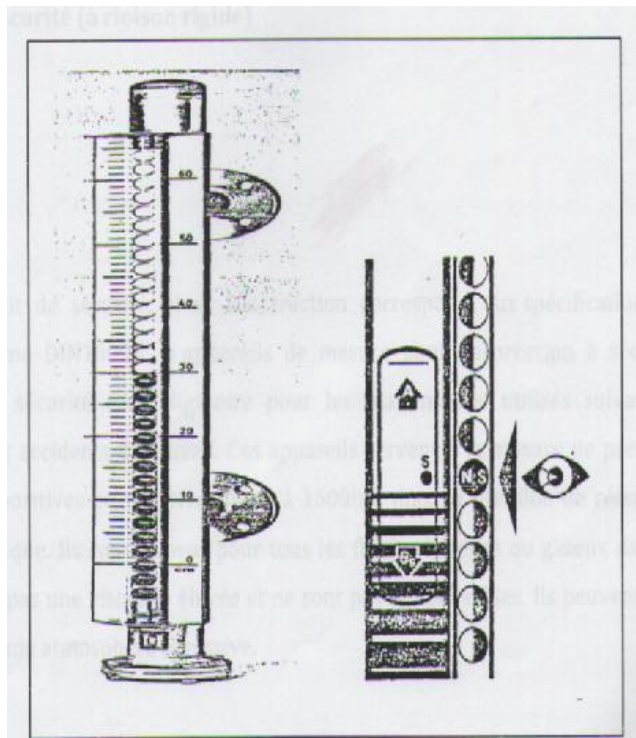


Figure : II.3. Contrôleur de niveau MBSK

### II.4.1. Principe de mesure :

Le contrôleur MBSK fonctionne selon le principe du flotteur avec transmission magnétique du niveau sur une grande échelle avec billes colorées, par quantité de liquide augmente dans le réservoir, le flotteur dans l'armature est levé jusqu'à l'équilibre entre la puissance ascensionnelle  $A$  et le poids du flotteur  $G_s$ .

La position en hauteur du flotteur est transformée dans une rotation des billes colorées par un embrayage magnétique, dépendant au niveau.

### II.4.2. Domaine d'utilisation

Le type MBSK est qualifié par le contrôleur des fluides et des gaz liquides par l'application des matières spéciales. Le type MBSK est un indicateur pour la mesure et le contrôle du niveau dans des réservoirs ouverts ou fermés.

### II.4.3. caractéristiques principales

- construction acier inoxydable, PVC, PVDF, PTFE
- Température maximale 300°C
- Pression maximale 68 bar à 20°C
- Indicateur par billes magnétique bicolores, visualisation à 180°C
- Echelle graduée

## II. 5. Capteurs de pression

UA12 (I, AL) P002

UA10 (I, SL, AL) P 002

UA11 (I, AL) P 002

### II-5-1- Manomètres WIKA à tube manométrique (DIN 16006)

#### II. 5. 1.1. Manomètres de sécurité (à cloison rigide)

Un manomètre est dit de sécurité, si sa construction correspond aux spécifications et conditions d'essai de la norme DIN 16006 « appareil de mesure pour suppression à sécurité spéciale »

Les manomètres WIKA du type à cloison rigide de diamètres nominaux 100 et 160 remplissent les conditions de sécurité très poussées de la norme DIN 16006.

Les appareils servent à la mesure de pression dans la plage de pression positive ou négative jusqu'à 1600 bar max. La pression de référence étant la pression atmosphérique. Ils conviennent pour tous les fluides liquides ou gazeux dans la mesure ou ils ne présentent pas une viscosité élevée et ne sont pas cristallisables, ils peuvent être installés en plein air et dans une atmosphère agressive.

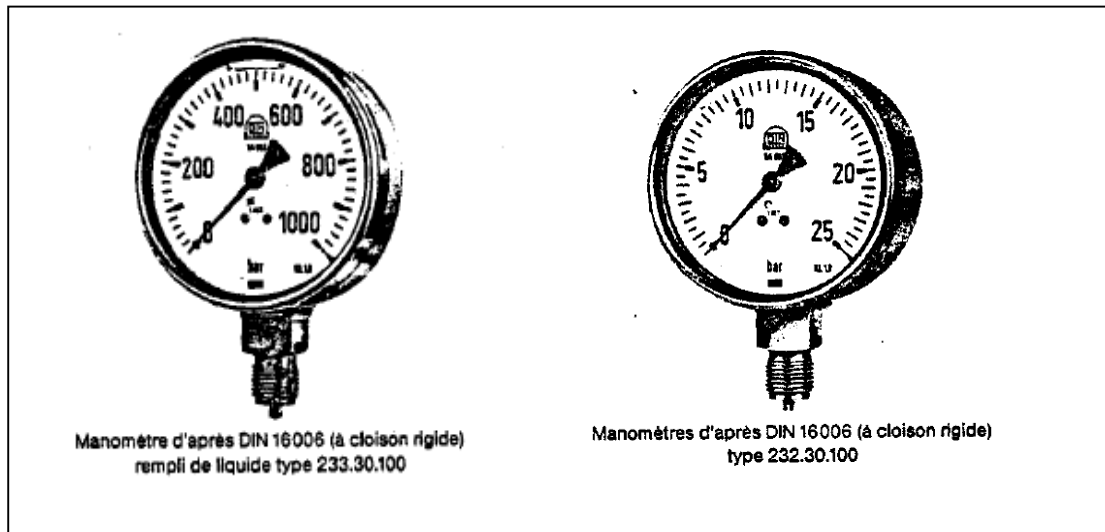


Figure II- 5- manomètres WIKA de sécurité

Pour les conditions de services particulièrement dures, les manomètres sont remplis de liquide afin d'améliorer la durée de vie et d'améliorer les vibrations du système de mesure. Pour les tâches de régulation et de commande, les manomètres WIKA sont équipés de contacts et de télétransmetteur.

Les manomètres WIKA modèle de sécurité d'après DIN 16006 ont fait leurs preuves pour la mesure, la surveillance de pression et la télétransmission des signaux.

Les principales applications sont :

Chimie et pétrochimie, industrie des procédés, systèmes technologique, réacteurs et centrales électrique, aciéries, compresseurs, technologies des hautes pressions, technique de mesure et de régulation.

### ➤ Principe de mesure

Le déplacement de l'organe de mesure est proportionnel à la pression à mesurer. Il est transmis par un mécanisme indicateur à une aiguille qui se déplace devant une graduation de 270°.

### ➤ Détails constructifs

Les manomètres WIKA sont constitués d'un boîtier rond robuste en acier dans lequel le style caractéristique WIKA entoure et protège le système de mesure compact, dans lequel le raccord, le support de l'organe de mesure, le mécanisme indicateur et le cadran constituent une unité installée dans le boîtier de façon à ne pas être soumis aux contraintes externes. Toutes les pièces entrant en contact avec le fluide mesuré sont en alliage de cuivre ou en acier inoxydable.

Le boîtier à cloison rigide se caractérise par une cloison solidaire du boîtier et placée entre le cadran et l'organe de mesure, associée avec un fond éjectable. Le support de l'organe de mesure et le raccord constituent une unité installée radialement dans le boîtier. Le raccord arrière est centré pour le diamètre nominal 63, et décentré pour le diamètre nominal 100.

Les appareils de mesure WIKA sont fermés par une vitre en verre de sécurité, fixée au boîtier par une bague à baïonnette, de telle sorte que si une fuite venait à se produire ou si l'organe de mesure venait éclater, ni la vitre ni le fluide mesuré ne pourraient être éjectés de l'appareil vers l'avant.

L'organe de mesure en acier inoxydable ou en monel est circulaire ou hélicoïdal selon l'étendue de mesure. L'organe de mesure et son support sont soudés. La pression est amenée à l'organe de mesure par un canal percé dans le raccord.

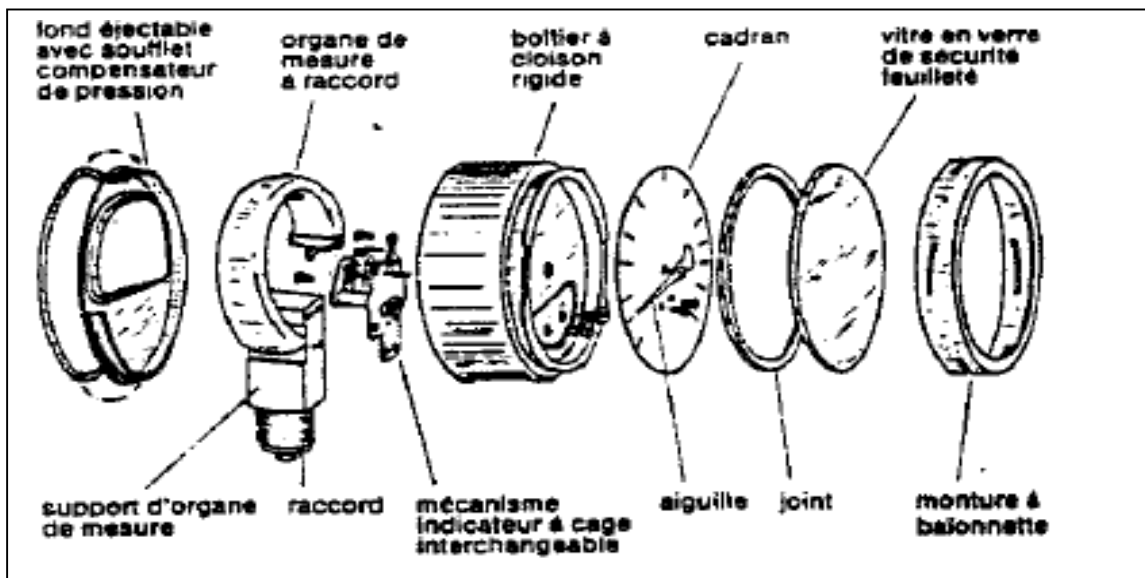
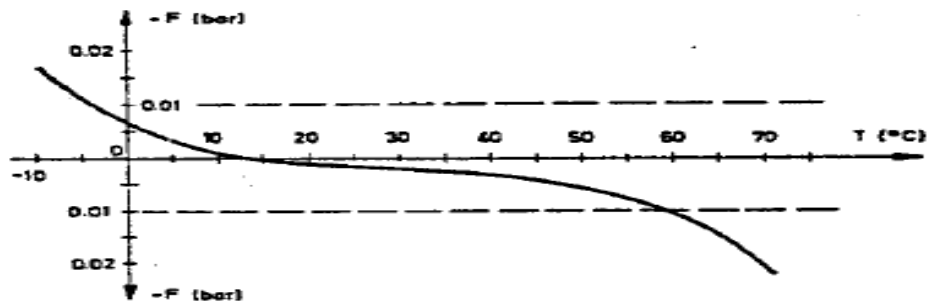


Figure II. 5. 1 : Constitution des manomètres diamètre nomina 63,100, 160

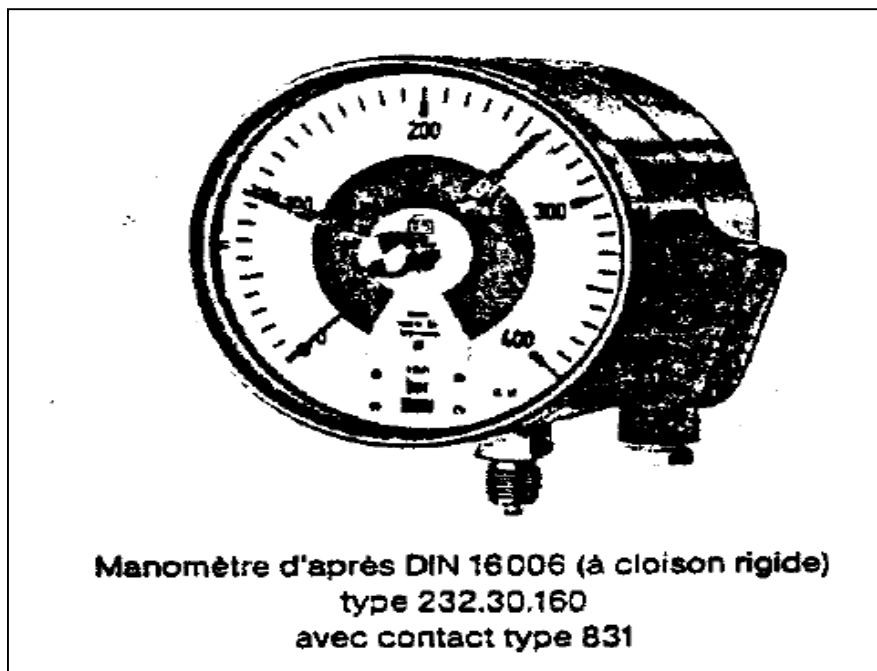




## II. 5. 1. 2. Manomètres avec accessoires électrique

- **Manomètres à contact**

Les contacts électrique ferment ou ouvrent des circuits en fonction de la position de l'aiguille. Les contacts sont ajustables de l'extérieur sur toute l'étendue de l'échelle, l'indication des valeurs mesurées étant indépendante de la (contacte peuvent être utilisés sous toutes) position du point de commutation. Les manomètres à contact peuvent être utilisés sous toutes les conditions, même en exécution adéquate, dans les zones à risque d'explosion



- **Manomètres avec télétransmetteur électrique**

Ces appareils transmettent les valeurs mesurées par des moyens mécaniques au point de mesure à des appareils récepteurs électriques appropriés, qui peuvent avoir la fonction d'indication, d'enregistrement ou de calcul, et se trouver à des distances pratiquement illimitées du télétransmetteur, la surveillance de l'exploitation Modène. Offre un vaste domaine d'application pour les manomètres équipés de télé transmetteurs électriques.

L'installation d'un télétransmetteur dans le boîtier est possible pour les appareils de diamètre nominal 160.

### **II.5.2. Manomètre différentiel à membrane et grande résistance à la correction, diamètre nominal 100 ou 160 (type 732.50)**

#### ➤ **Description**

Ces manomètres pour pression différentielle sont faits en acier inoxydable résistant à la corrosion. Ils peuvent résister à une forte suppression grâce à leur construction entièrement métallique et à leur élément membrane spécifique. Grâce à cette conception acier inox robuste et de qualité, ce manomètre est destiné aux applications du procès notamment dans la chimie .Il est adapté aux fluides gazeux ou liquides également en environnement agressif.

Les parties en contact avec le fluide de ces manomètres sont également disponibles dans des matériaux spéciaux comme le Monel, et le PTFE. Des étendues de mesures à partir de 0 à 60 mbar jusqu'à 0 à 40 bars sont adaptées à un grand nombre d'applications.

#### ➤ **Utilisation**

- Surveillance de filtre par indication de la perte de charge.
- Mesure du niveau de réservoirs ouverts ou fermés
- Mesure de débit de fluides (liquides, gaz ou vapeurs) avec indication proportionnelle à la pression différentielle.

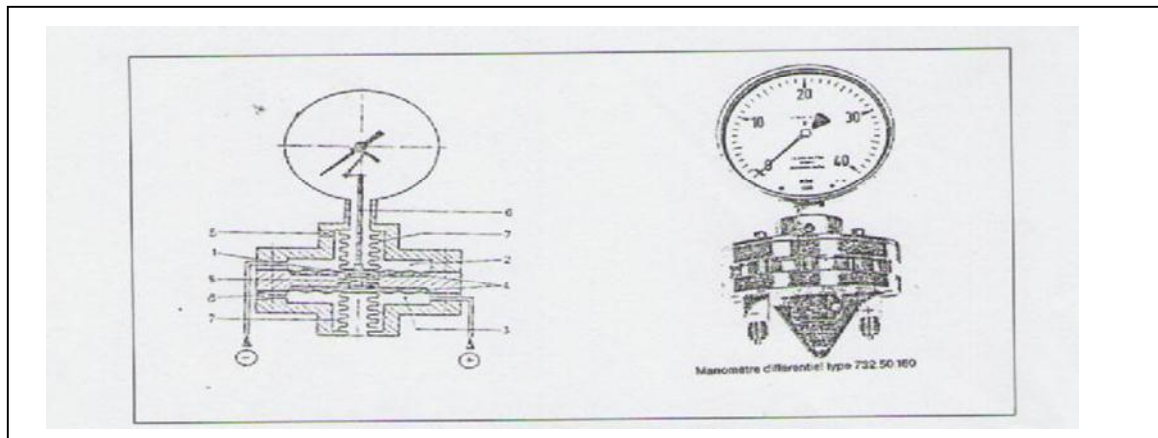


Figure : II. 5. 2 : Manomètre pour pression différentielle type 732.50

### ➤ Construction et fonctionnement

Deux membres (1) délimitent des chambres de mesure  $\div$  BP $\phi$ (2), et  $\div$ HP $\phi$ (3) dans lesquelles règnent les pressions  $P_1$  et  $P_2$  dont la différence fait dévier les membranes.

L'enceinte (4) comprise entre les membranes est remplie avec un liquide de transmission. Les deux membranes (1) sont solidaires d'un double clapet d'étanchéité (5) Une suppression unilatérale ferme le cône d'étanchéité correspondant, qui interdit le passage du liquide de transmission. Une grande sécurité contre les surcharges est ainsi obtenue. Une bielle (6) transmet la course des membranes au mécanisme indicateur. Des soufflets (7) assurent l'étanchéité de la chambre  $\div$ HP $\phi$  ou  $\div$ BP $\phi$  par rapport à l'atmosphère. Des bouchons (8) permettent de purger les deux chambres.

## II-6- Capteurs de conductivité

### ➤ Introduction

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique et colloïdale, qui conduit peu.

Par conséquent, dans le cas des eaux usées fortement chargées en matière organique, la conductivité ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans les autres cas, elle permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau et d'estimer le volume d'échantillon nécessaire pour certaines déterminations chimiques.

### ➤ Domaine d'application

Cette méthode sert à déterminer la conductivité dans les effluents industriels.

La limite de détection rapportée est de  $1 \text{ S/cm}$  et le domaine d'application se situe entre  $1 \text{ S/cm}$  et  $500\,000 \text{ S/cm}$ .

### ➤ Principe de fonctionnement

La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter le courant électrique. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif.

Un courant alternatif est utilisé pour atténuer la perturbation due à la polarisation des électrodes résultant du passage d'un courant électrique. Les électrolytes peuvent être considérés comme des conducteurs métalliques, et ils obéissent à la Loi de Ohm. En appliquant une force électromotrice constante entre les électrodes, la variation de l'intensité de courant est inversement proportionnelle à la résistance de la solution. La conductivité d'une solution dépend de la concentration des ions présents et de leur vitesse de migration sous l'influence de la force électromotrice appliquée. Plus l'électrolyte est dilué, plus la conductivité diminue, car il y a moins d'ions par volume de solution pour assurer le transport du courant.

La conductivité d'une solution est définie comme l'inverse de la résistance d'un volume de  $1,0 \text{ cm}^3$  de solution. Sa mesure s'effectue par l'utilisation d'une cellule de conductivité couplée à un conductivimètre et la conductivité s'exprime en  $\text{S/cm}$ .

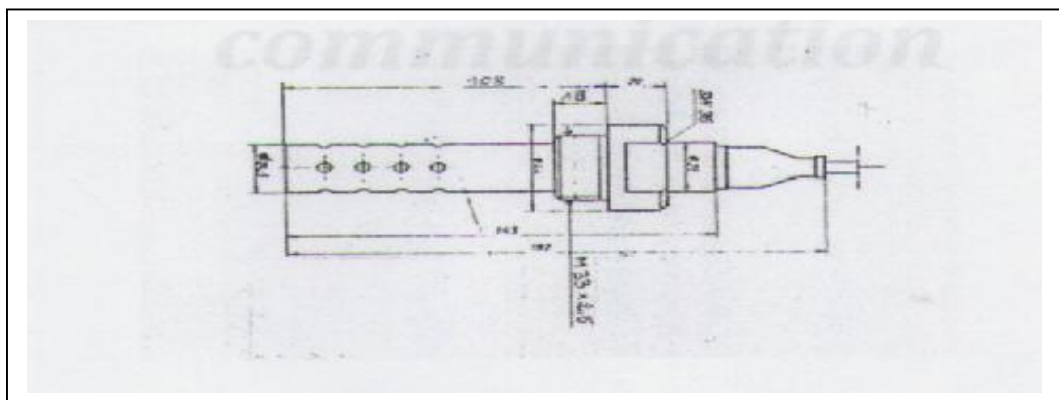


Figure : II- 6: montage de la sonde de conductivimètre

## II-7 - Pompe centrifuge

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur, c'est le type de pompe industrielle le plus commun par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement.

On appelle corps de pompe l'enveloppe extérieure de la machine. C'est la partie fixe de la machine ou stator.

Le corps est constitué principalement de la turbine d'aspiration, de la volute, et de la tubulure de refoulement. La partie mobile ou rotor est formé de l'impulseur (roue à aubes), monté sur un arbre.

Le rotor est actionné par une machine d'entraînement qui est le plus souvent un moteur électrique mais peut être également une turbine comme l'arbre traverse le plus souvent la volute, il est nécessaire de réaliser à cet endroit un dispositif assurant l'étanchéité globale, ceci est effectué à l'aide de deux type principaux d'accessoires le presse-étoupe et la garniture mécanique.

On appelle aubes les lamelles grossièrement radiales qui, à l'intérieur de l'impulseur, canalisent le fluide de l'intérieur de la volute.

### II-7-1- Principe de fonctionnement

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.

### II-7 -3 Amorçage

Les pompes centrifuges ne peuvent s'amorcer seules, l'air contenu nécessite d'être préalablement chassé. On peut utiliser un réservoir annexe placé en charge sur la pompe pour réaliser cet amorçage par gravité.

Pour éviter de désamorcer la pompe chaque redémarrage il peut être intéressant d'utiliser un clapet anti-retour au pied de la canalisation d'aspiration.

### II.7.4. Utilisation :

Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent couvrir de leur simplification et de leur faible coût.

Néanmoins, il existe des applications pour les quelles elles ne conviennent pas :

- Utilisation de liquides visqueux : la pompe centrifuge nécessaire serait énorme par rapport aux débits possibles

Utilisation comme pompes doseuse : la nécessité de réaliser des dosages précis instantanés risque d'entraîner la pompe en dehors de ses caractéristiques optimale.

## II- 8 – électrovanne

Une électrovanne ou électrovalve est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit.

Il existe deux types d'électrovannes : « tous ou rien » et « proportionnelle ».

- les électrovannes dites de « tout ou rien » sont des électrovannes qui ne peuvent s'ouvrir qu'en entier ou pas de tout. L'état change suivant qu'elle soit alimentée électriquement ou non.
- les électrovannes proportionnelles sont celles qui peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude en fonction du besoin. Elles sont généralement utilisées grâce à une commande.

Une électrovanne est composée de deux parties :

- une tête magnétique constituée principalement d'une bobine, tube, culasse, bague de déphasage, ressort(s).
- Un corps, comprenant des orifices de raccords, obturés par clapet, membrane, piston, etc. selon le type de technologie employée.

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

**II-9- Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié les différents instruments de l'unité, cette étude nous a permis de localiser ces instruments sur le terrain et d'étudier leur Protocole de communication et de transmission à fin de les adapter à la solution programmable que nous proposons dans la suite.

# **Chapitre III**

# **L'automate programmable**

# **S7-300 et ses interfaces**

# **de communication**

### III- 1- Introduction

Les systèmes automatisés sont destinés à être utilisés dans un environnement industriel, qui utilisent une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateurs aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telle que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrée et de sortie TOR au analogiques divers type de machines ou de processus.

L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel, et être facilement utilisés dans toute leur fonction prévue.

### III- 2- définition des APIs :

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel.

Son rôle dans un système automatisé de production est de gérer et d'assurer la commande d'un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties et notamment d'une Mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit, dans un langage d'application propre à l'automate, des directives concernant le déroulement du processus à automatiser- donc, son rôle consiste à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis.

### III- 3- structure d'un système automatisé

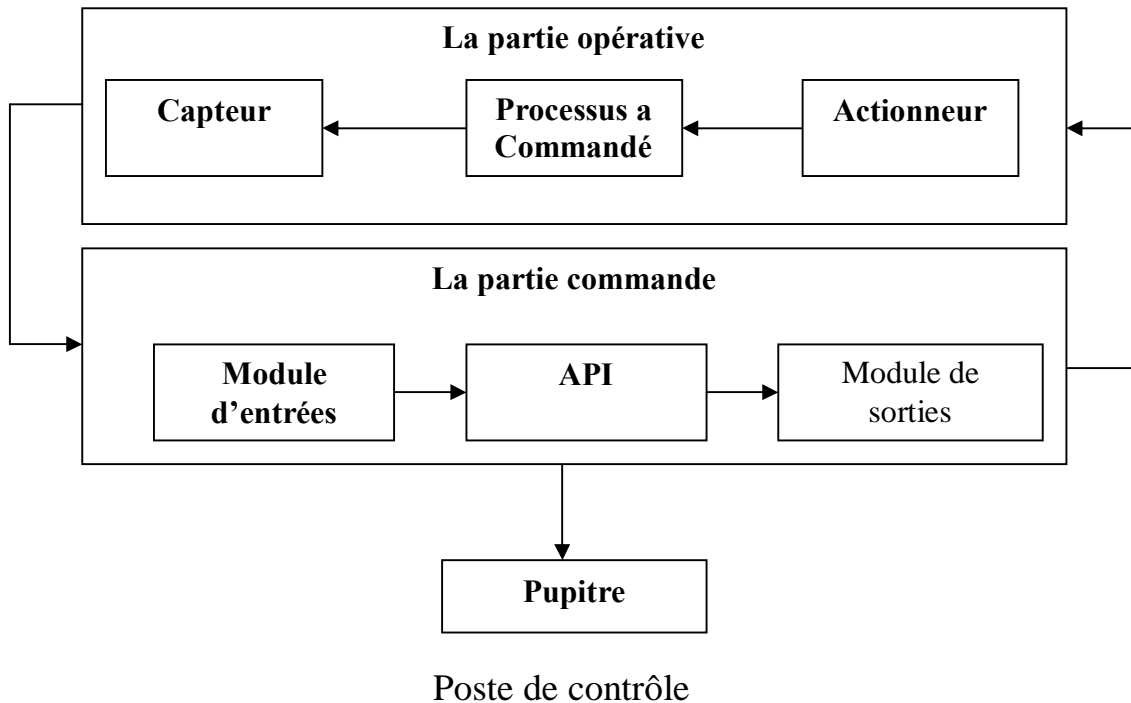
Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel possèdent une structure de base identique, ils sont constitués de plusieurs parties qui sont reliées entre elle, à savoir :

**a)- La partie opérative(PO) :** que l'on appelle également «partie puissance» ou «processus» c'est la partie qui assure la fonction globale de transformation de la matière d'œuvre.

La partie opérative comprend (actionneurs, pré- actionneurs, détecteurs).

**b)- La partie commande(PC) :** elle élabore les ordres nécessaires à l'exécution d'un processus et reçoit en retour des comptes rendus qui informent sur l'état des opérations effectuées.

**c)- partie relation(PR) :** ou pupitre de dialogue, c'est un appareil de contrôle qui permet une intervention rapide sur la machine, par exemple : la lecture des données machines.



**Figure III-1 : Schéma synoptique représentant la structure d'un système automatisé**

### III- 4- Architecture d'un API :

#### III-4-1- Architecture interne d'un API :

Cette structure comporte les parties principales suivantes :

- L'unité centrale
- Les modules d'entrées /sorties
- Le module d'alimentation
- Les modules de communications
- Les coupleurs

Ces parties sont reliées entre elles par des bus (ensembles des fils autorisant le passage des informations entre ces secteurs de l'automate). Donc on peut représenter ces parties dans le schéma synoptique suivant :

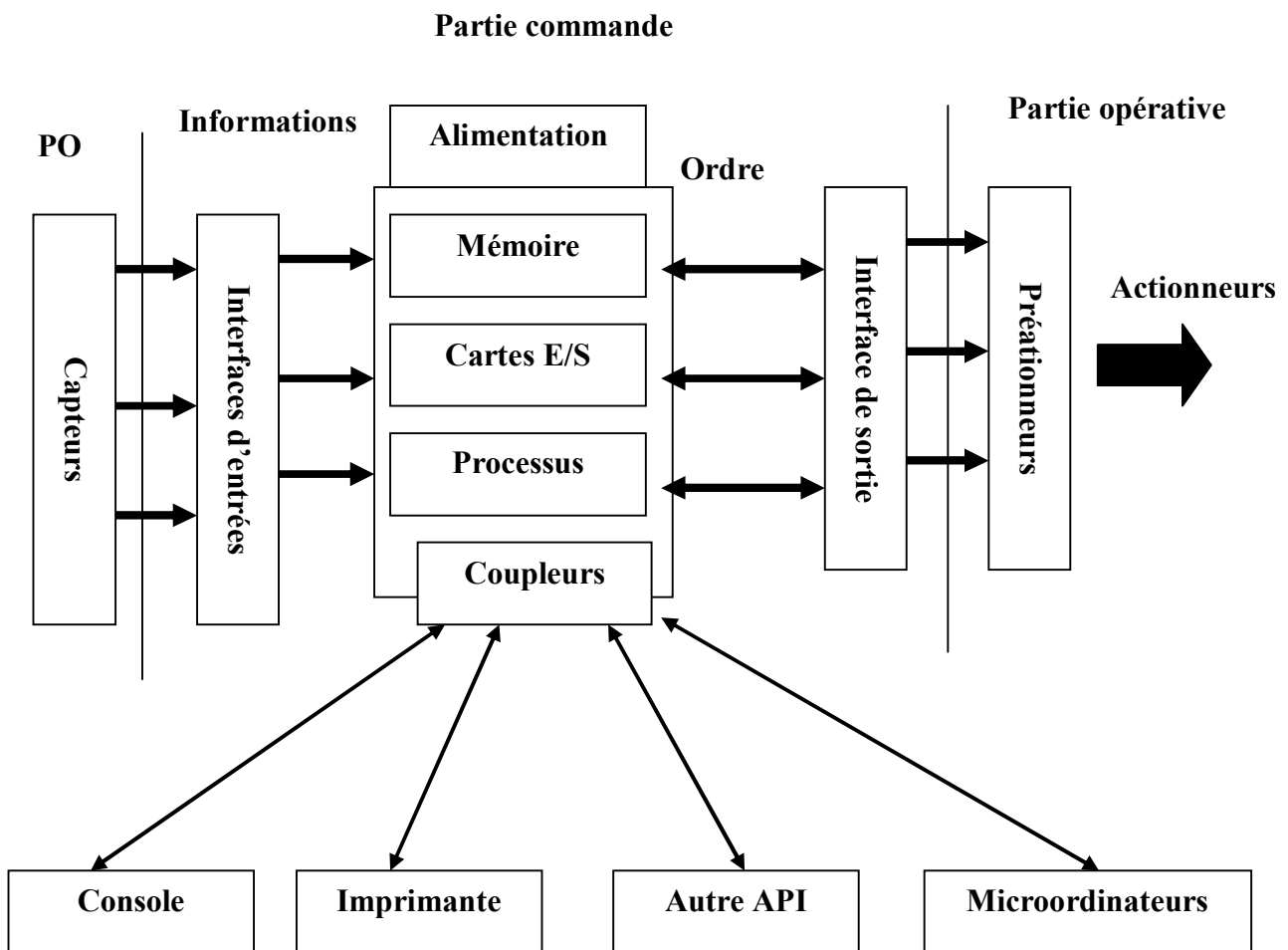


Figure III-4-1- Architecture d'un automate programmable industriel

### III- 4- 2- Architecture externe d'un API

On rencontre deux types d'architectures externes : l'architecture modulaire et l'architecture compacte (non modulaire).

Dans les API compacts, tous ses composants (CPU, modules d'entrée et sortie), sont intégrés dans un seul boîtier.

Dans les API modulaires, chaque élément est indépendant de l'autre (CPU, modules d'entrées et sorties, alimentation). Ils sont montés sur un rack et reliés connecteur au bus.

### III-5- Choix d'un automate

Les critères de choix essentiels d'un automate programmables industriel sont :

- La qualité du service après-vente.

- Les capacités de traitement du processeur (vitesse, données, opération i .)
- Le type des entrées/sorties nécessaires
- Le nombre d'entrées /sorties nécessaires
- La fiabilité
- La durée de garantie

### III-6- L'automate industriel S7-300

L'automate programmable **S7-300** de Siemens, fabriqué par la famille **SIMATIC**, est de type modulaire. Il offre des performances élevées pour les installations et les machines, ne nécessitant pas d'entretien, disposant de nombreuses fonctions intégrées et permet un vaste choix de modules.



Figure : III-6 l'automate S7-300

#### III-6-1 Caractéristiques de S7-300

L'automate programmable **S7-300** offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de **CPU**
- Gamme complète de module
- Possibilité d'extension jusqu'à **32** modules
- Bus du fond de panier intégré au module
- Raccordement centrale de la **PG** avec accès à tous les modules

- Possibilité de mise en réseau avec **MPI, PROFIBUS, INDUSTRIAL ETHERNET**
- Liberté de montage aux différents emplacements
- Les modules peuvent fonctionner sans ventilateur

### III- 6- 2- constitution de l'automate S7- 300.

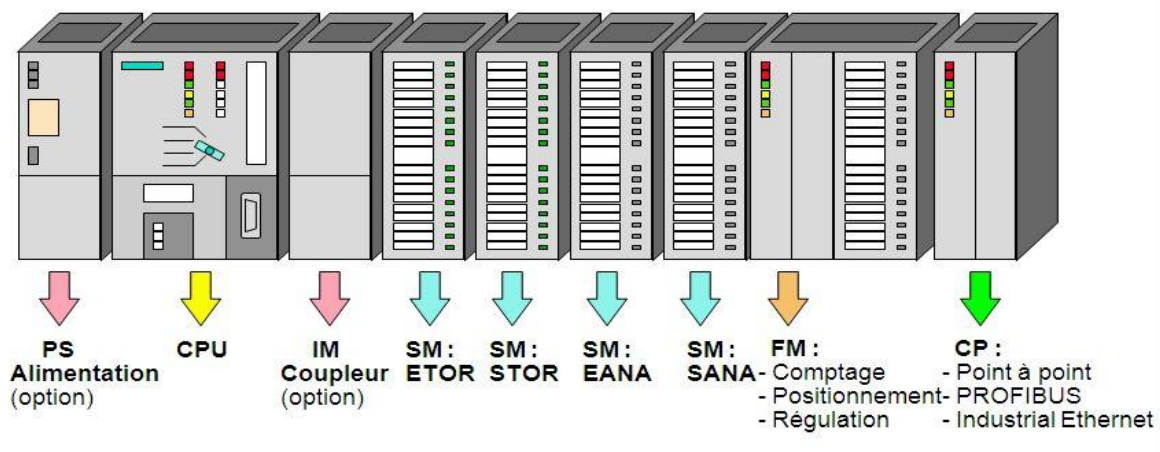


Figure III- 6- 2- constituant d'un automate

#### III- 6- 2- 1- Module d'alimentation

Le module PS délivre, sous une tension d'alimentation 24 vcc, un courant de sortie assignée de (2A, 5A, 10A) qui sert à l'alimentation des circuits internes de l'automate, de même qu'à l'alimentation des circuits de capteur et des actionneurs.

Le PS permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe. Il remplit aussi la fonction de surveillance à l'aide des LED, par exemple, la LED de signalisation « défaillance de pile » situé sur le PS est allumé lorsque :

- la pile n'est pas en place.
- La polarité n'est pas respectée.
- La tension de la pile est insuffisante (basse).

Dans ce cas, le signal « défaillance » est transmis à la CPU.

### III- 6- 2- 2- l'unité centrale (CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties (action). Elle contient un système d'exploitation, une unité d'exécution et des interfaces de communication. Elle permet le pré-réglage du comportement au démarrage et le diagnostic de défaut par les LEDs.

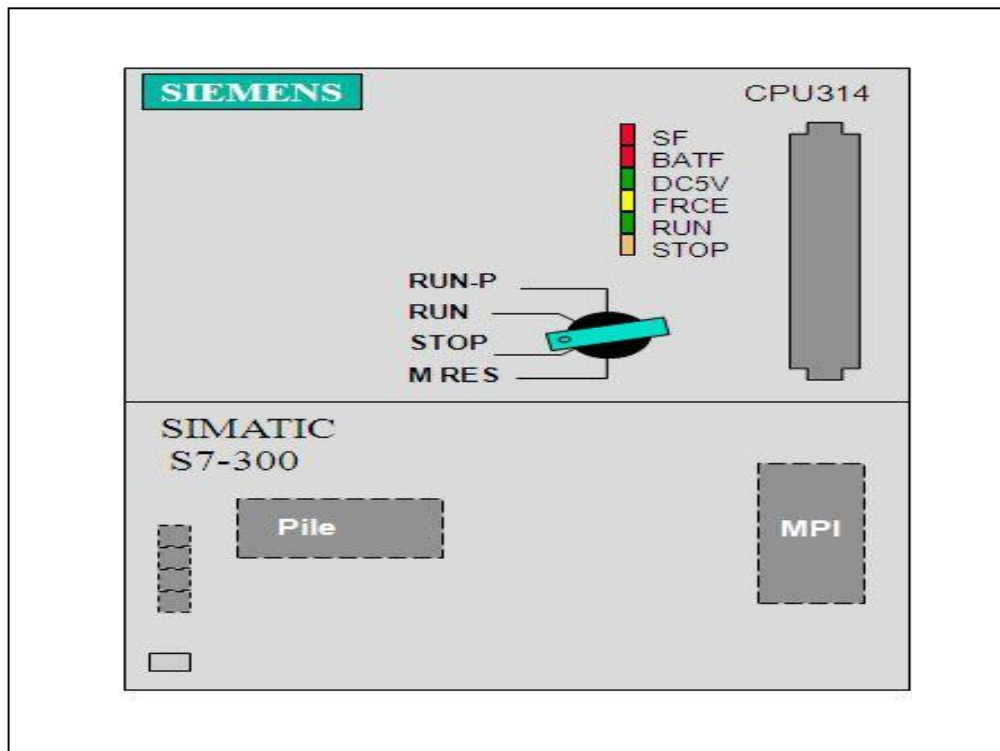


Figure III- 6- 2- 2- présentation de la CPU

La CPU constitué de :

➤ **Interface MPI :**

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (par exemple adaptateur PC)

➤ **Commutateur de mode fonctionnement :**

Le commutateur de mode fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement, chaque position de commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :

- **RUN-P** : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
- **RUN** : exécution de programme, accès en lecture seul avec la PG.
- **STOP** : Le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
- **MRES** : position dans la quelles un effacement générale de la CPU peut être effectué.

#### ➤ **Signalisation des états :**

Certaines états de l'automate sont signalées par des LEDs sur la face avant de la CPU tel que :

- **SF** : signalisation groupée des défauts, défauts interne de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.
- **BATF** : défaut de pile, pile à plat ou absente.
- **DC5V** : signalisation de la tension.
- **FRCE** : forçage en entrée ou en sortie.
- **RUN** : état de mis en fonctionnement.
- **STOP** : allumage continue au mode stop, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

#### ➤ **La carte mémoire**

Une carte mémoire peut être montée à la CPU, elle conserve le contenu de programme en cas de coupure de courant, même à l'absence de la pile

#### ➤ **La pile**

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

### **III- 6- 2- 3- Modules de coupleur (IM)**

Les coupleurs permettent de configurer le S7- 300 sur plusieurs rangées et assure la liaison entre les châssis et le couplage entre différentes unités, ainsi que la communication entre les entrées et les sorties et d'autres périphériques de l'unité centrale.

### III- 6- 2- 4- Modules d'entrées / sorties SM

Les modules d'entrées /sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une installation, on dispose des différents modules d'entrées /sorties :

#### a)- Les modules d'entrées /sorties tout ou rien (TOR) SM 321/322 :

Ces derniers constituent les interfaces d'entrées et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate- ces modules permettent de raccorder à l'automate S7- 300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers, en utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conversioní ..).

Les modules d'entrées convertissent les signaux TOR externes (générés par des interrupteurs ou des détecteurs) au niveau du signal interne de l'automate. Les modules disponibles correspondent au niveau de tension et de courant de l'installation.

Les modules de sorties transposent le niveau du signal interne du S7- 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou près actionneurs.

#### b)- Les modules d'entrées/ sorties analogiques :

Les modules analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques en provenance et à destination des processus commandés.

Les modules d'entrées analogiques transforment les signaux mesurés analogiques (courant, tension, pressioní ..) en valeur numériques.

Les modules de sorties analogiques transforment les valeurs numériques en grandeurs analogiques.

L'opération de conversion est assurée par des convertisseurs analogiques/ numériques (CAN) et des convertisseurs numériques /analogiques (CNA).

### III- 6- 2- 5- Module de simulation :

Ce sont des modules spéciaux qui offrent à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Les modules de simulation sont des modules qui permettent de :

- Simuler les grandeurs d'entrées avec des interrupteurs.
- Afficher les grandeurs de sorties TOR.

### III- 6- 2- 6- Module de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul. Comme ils assurent aussi les fonctions spéciales suivantes :

Comptage

Positionnement

Régulation

### III- 6- 2- 7- Module de communication : (CP)

Ils permettent d'établir des liaisons hommes- machines qui sont effectués à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point.
- Profibus.
- Industriel Ethernet.

### III- 6- 2- 8- châssis d'extension (UR) :

Il est constitué d'un profilé support aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Il permet le montage et raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'entrées/ sortie et d'alimentation. Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées /sorties.

### III- 6- 3- Avantage de l'automate S7- 300

Les automates S7- 300 offrent de nombreux avantages :

- Une construction compacte et modulaire, libre des contraintes de configuration.

- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché et utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.
- Une large gamme de CPU adaptées à toutes les demandes de performance pour pouvoir obtenir des temps de cycle machine courts, certaines états dotées de fonctions Technologiques intégrées comme par exemple le comptage, la régulation ou le positionnement.

### **III- 7- Sous réseaux dans la communication industrielle :**

#### **III- 7-1- Communication industriel via MPI (multipoints Interface)**

##### **III- 7-1- 1- Définition de l'interface MPI**

Ce système de bus a été principalement développé comme interface de programmation pour SIMATIC S7.

MPI sert également pour la communication avec les composants mis en place pour « servir et visualiser » ainsi que pour la communication entre deux automates.

Les domaines d'application du MPI et de PROFIBUS se recoupent, le MPI restant sensiblement meilleur marché car cette interface est déjà disponible dans tous les produits SIMATIC S7.

L'inconvénient notable du PROFIBUS est le fait que le protocole de transmission est un standard purement SIMENS et que donc aucun produit de tout autre fabricant ne peut être intégré dans un tel système de bus.

##### **III- 7- 1- 2- Données techniques de la MPI**

L'interface multipoint MPI (Multipoint Interface) est des interfaces de communication intégrée SIMATIC S7 dans de nombreux appareils, connectés simultanément à plusieurs outils de programmation /PC avec STEP7, les systèmes HMI (operator panel/operator station). S7-300, M7 300, S7 400 et M7 400 elle peut être mise en place pour de simples mises en réseau et permet les formes suivantes de communication :

##### **➤ Fonction de programmation et de diagnostic**

Peuvent être exécutées avec le MPI depuis n'importe quels PC /outils de programmation sur tous les SPS mis en réseau. Comme l'interface MPI de la CPU est directement reliée avec le bus de communication interne (K- bus) du S7-300, les modules de fonctions (FM) et les

blocs de communication (CP) peuvent directement communiquer avec la connexion bus K du PG via la MPI.

➤ **La liaison de operator panel/ station opératrices :**

Aux SPS SIMATIC S7 est très facilement réalisable avec le MPI, car les services de communication sont supportés de manière standard et les blocs standards, comme ceux de SIMATIC S5, ne sont désormais plus nécessaires.

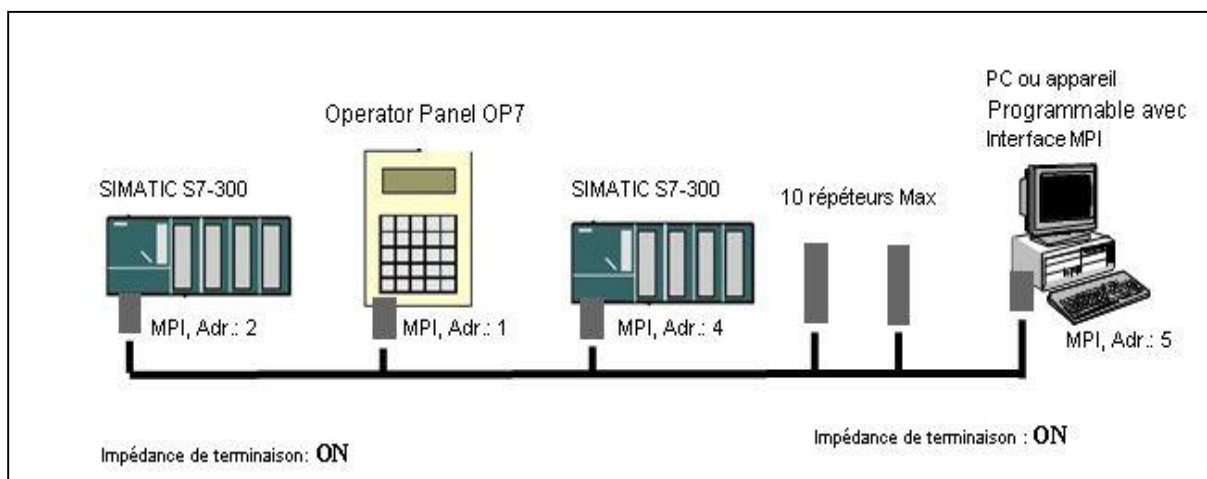
➤ **Par le service communication de données globales**

Les CPU reliées au réseau peuvent s'échanger des données entre elle. Le nombre et la taille des paquets de données dépendent du type de CPU mises en place. En STEP7 V5.X, 15 CPU au maximum peuvent participer à l'échange de données.

### **III- 7-1- 3- Les caractéristique de MPI**

- 32 participants MPI max
- Procédé d'accès : Jeton (token)
- Médium de transfert : câble blindé à deux fils (RS485), ou fibre optique (LWL/verre ou plastique).
- Vitesse de transmission de 19,2 Kbit/s par 187,5 Kbit/s jusqu'à 12 Mbit/s.
- Extension de réseau : taille du segment de 50 m max, avec des répéteurs RS 485 jusqu'à 1100 m, avec LWL par OLM jusqu'à 100 Km.
- Le nombre de liaisons possible dynamiques pour la communication de base avec SIMATIC S7 /M7 300/ 400 et de liaisons de communication statique pour la communication étendue aux PG/PC, systèmes SIMATIC HMI et SIMATIC S7/M7-300 /400 dépend du type des CPU mises en places.

### III- 7- 1- 4- Configuration d'un réseau MPI



**Figure III- 7- 1-3- configuration d'un sous réseau MPI**

Il faut toute fois garder à l'esprit que quelques processeurs de communication (CP) et modules de fonction possèdent également des adresse MPI dans le SIMATIC S7- 300 et que donc le nombre de participant tient compte de celles- ci.

Les adresses des différents participants peuvent être librement attribuées entre 0et 31 (configuration par défaut).

Le bon sens vent toute fois que l'adresse 0 (configuration par défaut pour les outils programmable) ne soit pas attribué à une configuration de réseau fixe, afin de pouvoir mener un diagnostic du MPI par un appareil programmable supplémentaire sans pour autant avoir à modifier l'adresse MPI de l'appareil programmable.

Dans le cas ou un operator panel est disponible, il vaut mieux, de la même manière que précédemment, que l'adresse 1 lui soit réservée (configuration par défaut pour les operator panel).

Pour éviter les réflexions aux extrémités des câbles, il faut brancher sur le premier et dernier participant d'un réseau MPI les impédances de terminaison intégrées dans les connecteurs.

Le réseau MPI électronique est construit avec un câble blindé et torsadé à deux fils et peut être réalisé jusqu'à une longueur de 50 m.

Si vous devez réaliser de plus grandes distances, alors vous devez mettre en place des répéteurs RS 485. Entre 2 répéteurs RS 485, il est possible de faire passer un câble mesurant jusqu'à 100 m, s'il ne se trouve aucun participant entre les deux.

### III- 7- 1- 5- Mise en service d'un réseau MPI

Afin que tous les participants liés à un MPI puissent communiquer entre eux, sont attribuées à chaque participant une **adresse MPI**, une adresse MPI la plus haute, en fin un sous- réseau avec un taux de baud. Pour cela il faut observer les règles suivantes :

- Toutes les adresses MPI doivent être différentes à l'intérieur d'un même sous- réseau. L'adresse MPI la plus haute possible et le taux de baud doivent être de la même grandeur que l'adresse MPI la plus haute effective et configurés de la même manière chez tous les participants.

### III-7- 1- 6- Communication de données globale par MPI

La communication de données globale est une possibilité simple d'échange de données comme par exemple. les entrées, les sorties, la mémoire interne ainsi que les domaines dans les blocs de données entre les CPU S7- 300 et S7- 400 via l'interface MPI.

C'est une possibilité de communication intégrée aux CPU S7-300/400, qui rend possible des échanges de données cyclique, sans avoir pour autant à relier des blocs supplémentaires.

L'échange de données cyclique à lieu avec l'échange de l'image des processus au point de contrôle du cycle. La CPU envoie ainsi les données globales à la fin d'un cycle, et les lit au début d'un cycle.

Une CPU S7-300/400 envoie ainsi ses données simultanément à toutes les CPU S7-300/400 par le sous- réseau MPI (Broadcast). On peut saisir jusqu'à 15 participants différents dans le tableau des données globales.

A l'aide d'un facteur de démultiplication, que vous indiquez dans la table des données globales, vous pouvez stipuler le nombre de cycles avant que la transmission et la réception des données n'aient lieu.

Le nombre maximum de données transférables dépend du type de CPU

#### ❖ Procédé d'émission (procédé Broadcast)

Des appels et des traitements de données sont effectués en permanence dans le réseau, sans pour autant que des accusés de réception soient attendus en retour. Si des données globales différentes sont envoyées aux CPU, il y aura écrasements de données.

### III- 7- 2- communication industriel via PROFIBUS (Procès Field Bus)

Habituellement, les modules d'entrée/sorties sont regroupés et centralisés dans l'automate.

Lorsque les modules d'entrées/sorties sont éloignés de l'automate, le câblage peut devenir très complexe. Pour ce type d'installations, siemens recommande d'utiliser le système de périphérie décentralisée ET 200 : dans ce cas, la CPU de commande est placée en un point Centralisé, tandis que la périphérie fonctionne de manière décentralisée, sur le site décentralisé, et que le puissant système de bus ET 200, grâce à des vitesses très élevées de transmission des données via PROFIBUS, assure la parfaite communication entre la CPU et la périphérie.

Le système de périphérie décentralisée se compose de stations actives (maîtres) et passives (esclaves), reliées par le bus de terrain PROFIBUS.

#### III- 7- 2- 1- Définition de PROFIBUS

Le PROFIBUS est un réseau conçu pour les niveaux cellule et terrain. C'est un système de communication ouvert (non propriétaire).

PROFIBUS est utilisé pour transmettre des volumes de données petits et moyens entre un nombre restreint de correspondants.

Le PROFIBUS est proposé en deux versions :

- En tant que bus de terrain PROFIBUS DP prévu pour un échange de données rapide et cyclique entre les automates et des appareils décentralisés et PROFIBUS PA pour le domaine de sécurité.
- Plage de cellule en tant que PROFIBUS (FDL ou FMS) pour la transmission rapide avec des partenaires de la communication disposant des mêmes droits.

#### III- 7- 2- 2- Application de PROFIBUS

- La transmission des données via PROFIBUS DP s'effectue grâce à une interface standardisée (EN 5017 Vol.2) conçue pour le transfert des données d'entrées et de sorties du processus entre automate SIMATIC S7 et appareils de terrain (esclaves DP).
- L'interface PROFIBUS DP peut être configurée en tant que maître ou esclave, en service en tant que maître, la CPU envoie ses paramètres de bus réglés à l'interface PROFIBUS DP ainsi, une console de programmation peut, par exemple, capturer les bons paramètres et se connecter automatiquement à un sous-réseau PROFIBUS.
- Le transfert via PROFIBUS est caractérisé par un échange cyclique rapide des données entre le maître DP et esclave DP.

### III- 7- 2- 3- station de système

#### ❖ Maître DP classe 1 :

Il s'agit ici d'une commande centrale qui échange des informations avec des stations décentralisées (esclave DP) dans des cycles de communication. Il émet et reçoit les signaux d'entrées et de sorties du processus (SIMATIC S7 avec CP PROFIBUS) les fonctions d'utilisation maître esclaves suivantes sont supportées :

- La prise en compte d'informations de diagnostic des esclaves DP.
- Le fonctionnement cyclique de données utiles.
- Paramétrage et configuration des esclaves DP.
- Commande des esclaves DP avec des commandes de contrôle.

#### ❖ Maître DP classe 2 :

Les appareils de ce type sont des appareils de programmation, de conception ou de diagnostic. Ils sont introduits lors de la mise en marche pour fixer la configuration du système DP. Cette dernière est composée du nombre d'appareils DP, de la correspondance entre les adresses des participants du bus et les adresses d'entrées/ sorties ainsi que d'informations sur la consistance des données, de format de diagnostic et de paramètres bus.

Les fonctions entre l'esclave DP et le maître DP (classe 2) sont les suivantes :

- Lecture de la configuration de l'esclave DP.
- Lecture des valeurs d'entrées/ sorties.
- Assignation des adresses aux esclaves DP.

Les fonctions suivantes sont à disposition entre le maître DP (classe 2) et le maître DP (classe 1) (celles-ci seront exécutées principalement de manière acyclique) :

- Enregistrement des informations diagnostic disponibles relatives aux esclaves DP attribués dans le maître DP (classe 1).
- Téléchargement ascendant et descendant de bloc de données.
- Activation des blocs de paramètres bus.
- Activation et désactivation des esclaves DP.
- Réglage du mode de fonctionnement du maître DP (classe 1).

## Esclave DP

Un esclave est une station active du PROFIBUS qui n'échange des données avec le maître que lorsque ce dernier lui a demandé de le faire.

Il s'agit alors d'un appareil de terrain qui lit et émet des signaux du procès. Ces appareils peuvent être de conception modulaire (siemens ET 200 M) ou monobloc (ET 200 B/C).

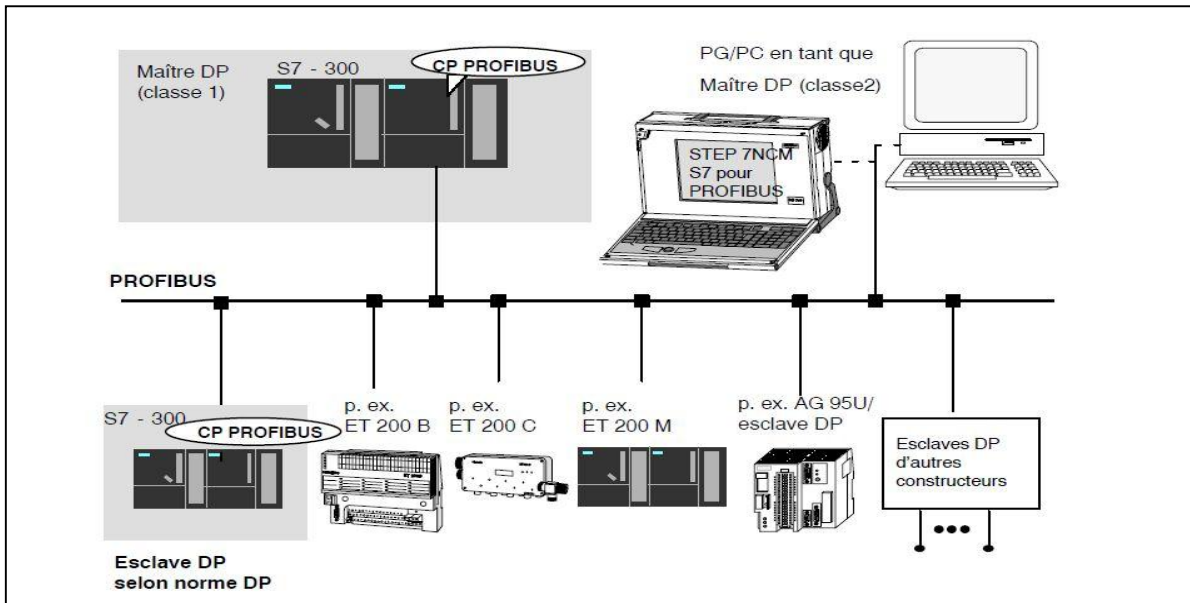


Figure -7- 2- 3- système DP PROFIBUS avec esclave DP possible de siemens ou d'autres constructeurs

### III- 7- 2- 4- procédé d'accès bus

Dans le système de PROFIBUS qui utilise le réseau en bus, tous les utilisateurs sont connectés à un câble commun par l'intermédiaire d'une courte ligne de raccord.

Pour cette raison, toute information transitant dans le câble sera reconnue de chaque participant.

L'autorisation d'envoi doit être régulée par le procédé d'accès bus. En PROFIBUS, on peut utiliser deux procédés : le procédé par passage de jeton (Token Passing) et le procédé maître /esclave.

En procédé maître/esclave, seul le maître possède le droit d'accès bus. Les esclaves passifs ont seulement le droit de répondre aux ordres du maître. Cela est différent en procédé passage de jeton. Dans ce cas- là, le droit d'accès est attribué au cours du passage du jeton et adjugé successivement aux seuls participants actifs.

Une station est autorisée à émettre des messages lorsqu'elle a reçu le jeton.

Lorsqu'elle n'a rien à émettre, elle passe le jeton à la station placée immédiatement après elle dans l'anneau logique. Sinon elle doit restituer le jeton plus tard au bout d'un laps de temps défini.

Seul le maître qui possède le jeton peut accéder au bus et communiquer avec les autres participants actifs et passifs.

### III- 7- 2- 5- Configuration de réseau PROFIBUS

#### III- 7- 2- 5- 1- Configuration de réseau avec un maître DP

Dans une configuration de réseau à maître, un seul maître DP (station active) est utilisé sur le réseau PROFIBUS, à l'exclusion de toute autre station active.

La figure ci- dessous présente une configuration possible du réseau avec un CP PROFIBUS comme maître DP.

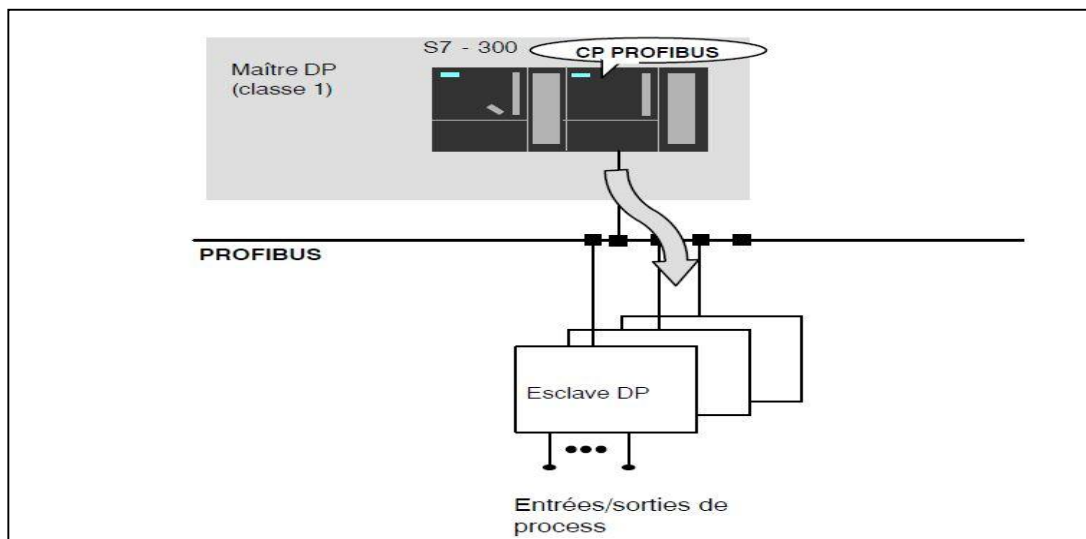
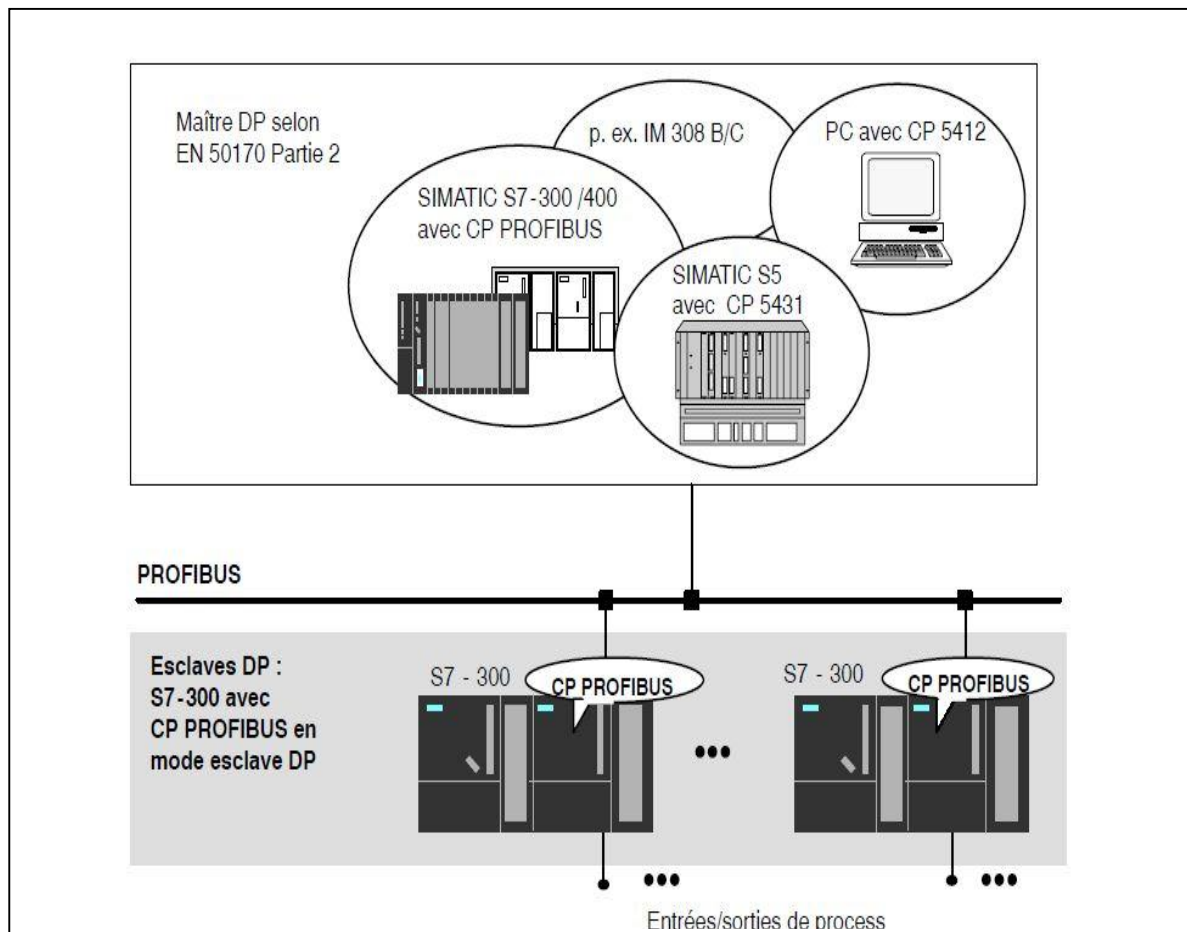


Figure III-7- 2- 5- 1- configuration de bus avec un CP PROFIBUS comme maître DP

### III- 7-2- 5- 2- Configuration de réseau en mode esclave DP

Un automate SIMATIC S7- 300 avec CP PROFIBUS en mode esclave DP convient pour les applications nécessitant sur site un prétraitement intelligent des signaux de la figure ci- dessous présente un CP PROFIBUS comme esclave DP avec d'autres μ appareils pouvant être utilisés comme maître DP



**Configuration de réseau avec un automate SIMATIC S7- 300 comme esclave DP**

### **III- 7- 2- 6- Mécanisme de protection**

#### **III- 7- 2- 6- 1- En maître DP**

Le maître effectue une surveillance temporisée du transfert des données utiles pour chacun de ses esclaves. Il vérifie pendant le temps de contrôle des données (Data control Time), si au moins un transfert de données utiles avec l'esclave s'est bien passé. Si tel n'est pas le cas, l'utilisateur en est informé, si le mode de gestion automatique des erreurs est actif. Le maître abandonne l'état opérant (Operate) et connecte toutes les sorties des esclaves dans l'état de sécurité.

#### **III- 7- 2- 6- 2- En esclave DP**

L'esclave effectue une surveillance de communication concernant les erreurs du maître ou les erreurs de transmission. S'il détecte que, pendant un intervalle de temps défini, il n'y a pas eu de trafic de données avec le maître DP correspondant, l'esclave DP connecte toutes les sorties indépendamment dans l'état de sécurité.

### **III-8-Conclusion**

Au cours de ce chapitre nous avons présenté l'API S7- 300 ainsi que les différents modules qui le constituent et ses interface de communication, le S7- 300 présenté par SIEMENS en particulier, il nous a permis ainsi de comprendre leurs fonctionnements et leurs places dans un système automatisé. Comme nous avons constaté que le travail sur automate S7- 300 offre beaucoup d'avantage dont nous pouvons énumérer :

- Facilité d'implantation dans le milieu industriel.
- Optimisation et amélioration du taux de production.
- Flexibilité et possibilité d'utilisation dans larges domaines d'applications.

# **Chapitre IV**

## **Langage de programmation**

### **STEP7 et simulation de programme**

## IV-1-Introduction

L'automatisation est de plus en plus fréquente dans les industries et il existe plusieurs familles d'automates dont chaque à son propre langage de programmation. (Ex : step 7 pour SIEMENS et PL7 pour SCHNEIDER), pour l'automate S7 ó 300 on utilise le logiciel STEP7. La programmation se fait à travers une console de programmation ou un PC et sous un environnement WINDOWS.

## IV- 2- logiciel STEP7

STEP 7 est un logiciel de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC. Il est formé d'un ensemble d'application avec lesquelles nous pouvons aisément réaliser des tâches partielles comme :

- La configuration et le paramètre du matériel.
- La création et le test de programme utilisateur.
- La configuration de réseau et de liaison.

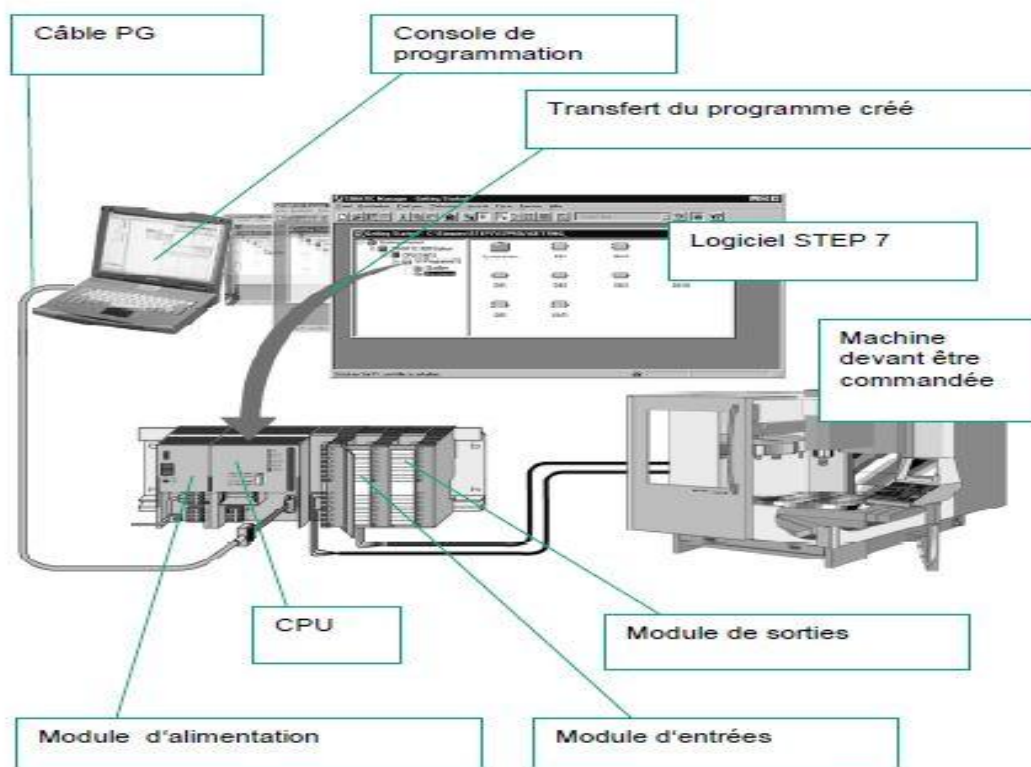


Figure IV- 2- ensembles d'éléments qui permettent la programmation.

### IV- 3- Langage de programmation

La programmation en STEP 7 offre trois modes de représentations et assure la conversion d'un mode à un autre.

- Mode « LIST » liste d'instruction.
- Mode « LOG » logigramme.
- Mode « CONT » schéma à contact.

#### a)- mode contact (CONT)

Le schéma à contact est un langage de programmation graphique, qui s'apparente aux schémas de circuit électrique

Es entrées sont représentées par des interrupteurs  $\text{---| |---}$  (ou  $\text{---| / |---}$  si entrée inversée), les sorties par des bobines  $\text{---( )---}$

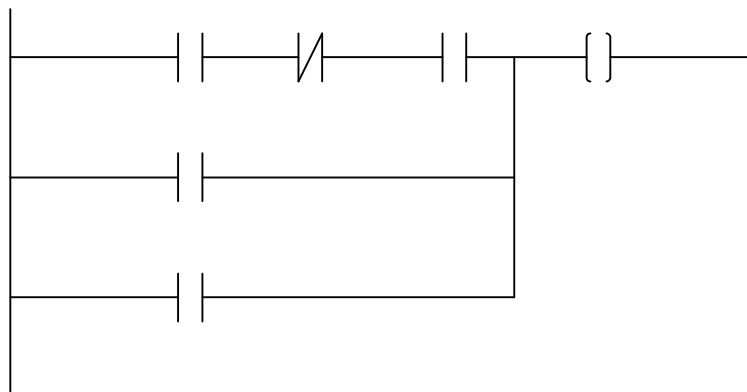


Schéma à contact (CONT)

#### b)- Mode liste (LIST)

C'est un langage textuel de la machine. Cette forme de représentation permet de programmer librement et de manière détaillée des opérations complexes. Il permet de traduire les étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

UE
UNE
UE
ONE
OE
= A

List d'instruction (LIST)

### c)- Mode logigramme(LOG)

Est un langage de programmation qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logique.

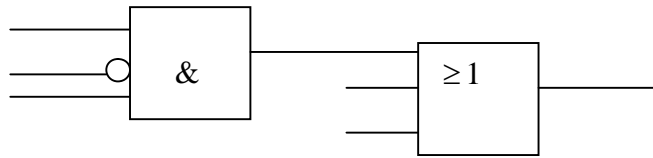


Schéma logique (LOG)

## IV- 4- Structure de programme utilisateur

La programmation peut être linéaire ou structurée en fonction de la nature de la tâche d'automatisation.

### IV- 4- 1- Programmation linéaire

Utilisée pour les résolutions des tâches d'automatisation simple. Le programme utilisateur est écrit entièrement dans le Bloc organisation(OB1).

### IV- 4- 2- programmation structurée

Utilisée pour la résolution des tâches complexes, le programme utilisateur est subdivisé en différentes tâche, chaque tache est écrit dans un Bloc programme (FC, FB, OB).

La figure suivante représente un exemple d'une programmation linaire et structurée.

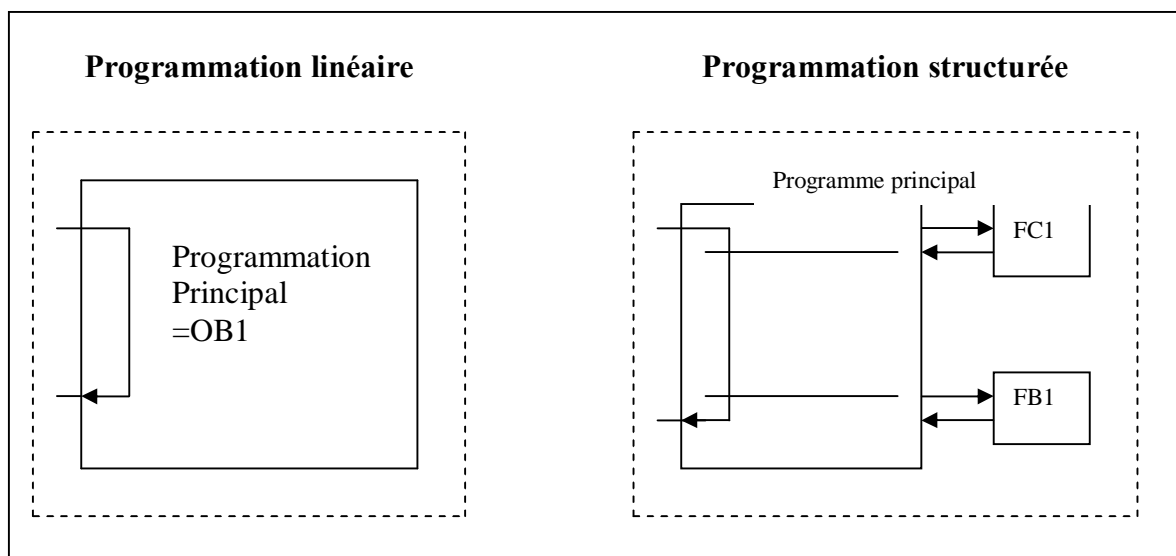


Figure IV- 4- 1- Programmation linéaire et structurée

## IV- 5- Notion de Blocs dans le programme utilisateur

STEP7 permet une programmation structurée et linéaire, c'est-à-dire une subdivision du programme complet en section appelée blocs, le programme utilisateur comprend divers type de Blocs.

### IV- 5- 1- Définition

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

Dans le logiciel de programmation step7, on trouve les différents blocs s'illustré ci-dessous :

#### a)- Bloc de code

Il existe les blocs de code suivants :

##### a- 1- Bloc d'organisation (OB)

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation, l'OB contient des instructions d'appel de bloc indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

##### a- 2- Blocs fonctionnels(FB)

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

##### a- 3- Bloc de données d'instance (SDB)

Un SDB d'instance mémorise les paramètres formels et les données statiques de blocs fonctionnels. Il peut être associé à un appel de FB ou a une hiérarchie d'appel de bloc fonctionnel.

### **a- 4- fonction (FC)**

Une fonction est un bloc sans mémoire. Les données sont perdues à l'achèvement de la fonction.

Les FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

### **b- Blocs des données**

Il constitue les blocs suivants :

#### **b- 1- Blocs des données (BD)**

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

On distingue d'une part les blocs de données globaux aux quels tout bloc de code peut accéder, et d'autre part les blocs de codes de données d'instances.

Les blocs de données ne contiennent aucune instruction.

#### **b-2- Blocs des données système (SDB)**

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

### **IV- 6- traitement de programme par l'automate**

Le traitement du programme dans l'automate est cyclique et se déroule comme suite :

1- après la mise sous tension de l'automate, le processeur qui constitue pour ainsi dire le cerveau de l'automate vérifie si chaque entrée est sous tension ou non. L'état de ces entrées est enregistré dans la mémoire image des entrées (MIE). Si l'entrée est sous tension, l'information 1, si l'entrée n'est pas sous tension l'information 0.

2- Ce processeur exécute le programme stocké en mémoire de programme. Celui- est constitué d'une liste d'instructions et d'opérations logiques exécutées de manière séquentielle. L'information d'entrée requise à cet effet est prélevée dans la mémoire image des entrées lue auparavant et les résultats logiques sont écrits dans une mémoire image des sorties (MIS). Durant l'exécution du programme le processeur accède également aux zones de mémoires des compteurs, temporisations et mementos.

3- Dans la dernière étape, l'étape est transmise après l'exécution du programme utilisateur de la MIS aux sorties, activant ou désactivant celles-ci. L'exécution du programme reprend au point 1.

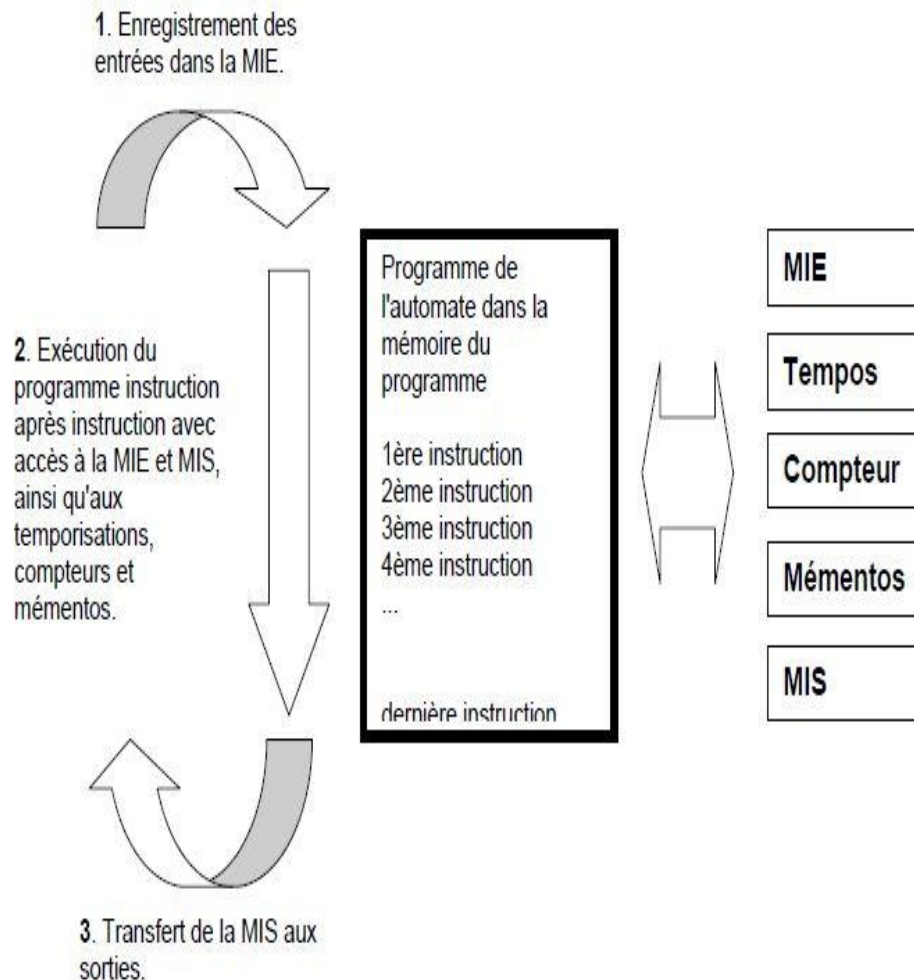


Figure IV- 6- Le traitement de programme dans l'automate

#### IV- 7- Adressage des modules S7- 300

On a deux types d'adressages :

##### a- Adressage lie à l'emplacement

Il s'agit d'un adressage par défaut, autrement dit, à chaque numéro d'emplacement correspond une adresse de début de module bien définie.

## b-Adressage libre

Contrairement à l'adressage lié à l'emplacement, on peut choisir librement l'adresse d'un module de signaux. Lors de la programmation, on n'est pas obligé de connaître l'endroit où il a été implanté et le numéro de cet emplacement, c'est avec STEP7 qu'on fait la corrélation entre l'emplacement et l'adresse choisie.

### IV- 7- 1- L'adressage absolu des modules de signaux

Ce type d'adressage est nécessaire. Pour adresser les voies des modules de signaux dans le programme utilisateur. Chaque entrée sortie possède une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle.

#### a)- Adressage des modules TOR

L'adressage d'une entrée ou d'une sortie est constitué d'une adresse d'octet et d'une adresse de bit.

L'adressage d'octet dépend de l'adressage de début de module.

L'adresse de bit est indiquée sur le module.

La figure ci- dessous, illustre un exemple d'adressage absolu d'un module.

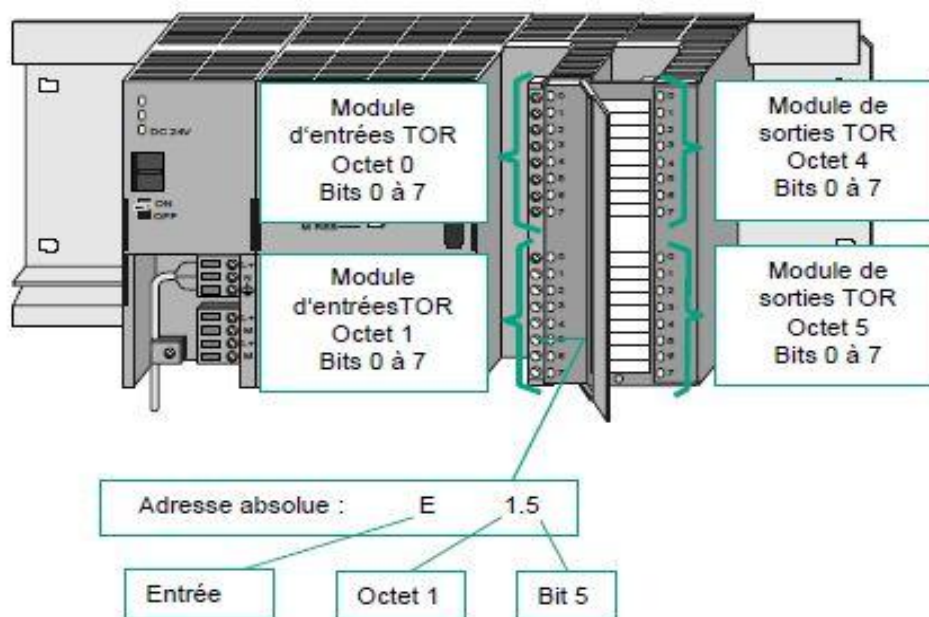


Figure IV- 7- 1- Exemple d'adressage absolu d'un module.

## b)- L'adressage des modules analogiques

L'adresse d'une voie d'entrée ou de sortie analogique est toujours une adresse de mot.

L'adresse de voies dépend de l'adresse de début de module.

Si le premier module analogique occupe l'emplacement 4, adresse de début par défaut est 256.

L'adresse de début de chaque module analogique suivant est incrémentée de 16 par emplacement.

## IV- 8- Les mémentos

Ces derniers sont des éléments constituant de la mémoire système de la CPU qui mémorisent des résultats intermédiaires. Ils sont également considérés comme des éléments électroniques bistables servant à mémoriser les états logiques « 0 » ou « 1 ».


## IV- 9- Les étapes de programmation avec le STEP7

### IV- 9- 1- Création d'un projet

Pour créer un projet STEP7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

- 1- commencer par la configuration matérielle.
- 2- Commencer par écriture de programme.

Dans notre cas les procédures suivies la création du projet sous le logiciel STEP7, sont comme suit :

1- lancer SIMATIC manager par un double clique sur son icône 

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



Figure IV- 9- 1- 1 : fenêtre de création d'un projet

3- on clique sur suivant, la fenêtre suivante nous permet de choisir la CPU.

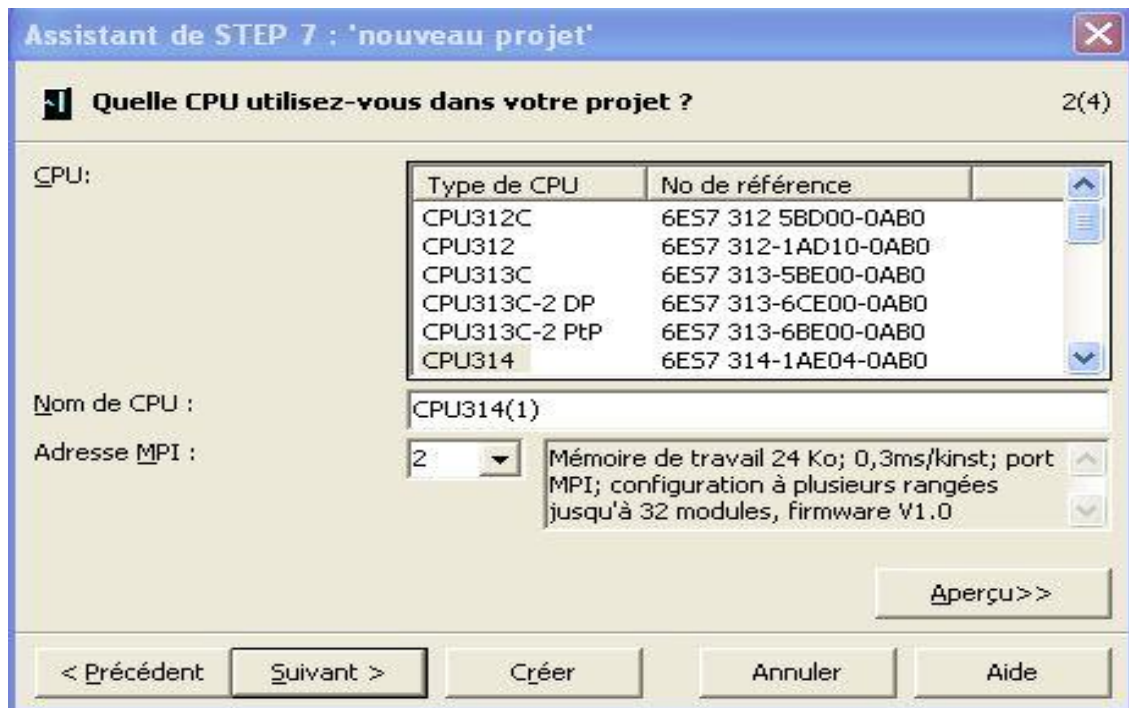


Figure IV- 9- 1-2 : CPU 314 sélectionnée

Cette fenêtre nous permet de choisir, la CPU et l'adresse MPI avec les quelles nous travaillons. Pour notre projet nous utiliserons la CPU 314 et l'adresse MPI =2.

En clique sur suivante, la fenêtre de choix de bloc et le langage de programmation apparaît.

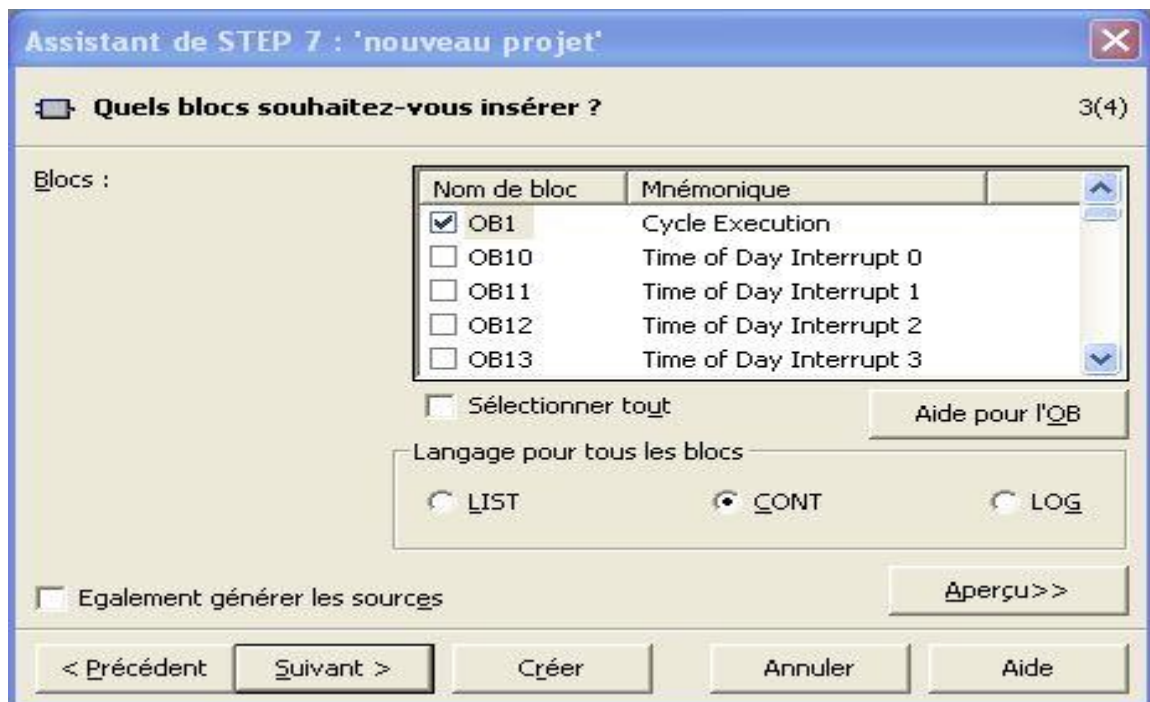


Figure IV- 9- 1- 3 : choix de bloc et langage de programmation.

Cette fenêtre nous permet de choisir, les blocs organisationnels à utiliser, et le langage de programmation (LIST, CONT, LOG), pour notre projet nous utiliserons seulement le Bloc OB<sub>1</sub> et le langage de programmation CONT.

4- en clique sur suivant, une dernière fenêtre pour la création du projet apparaît pour le nommer.

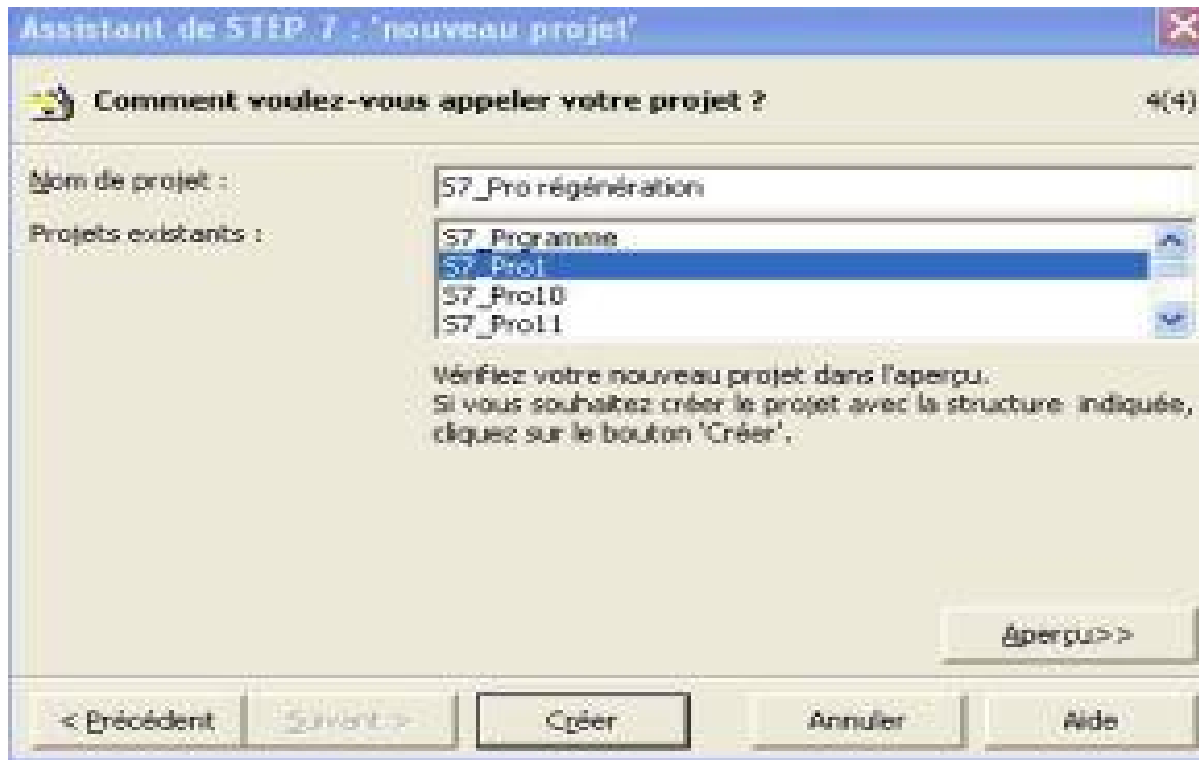


Figure IV- 9- 1- 4- Nomination du programme.

## IV- 9- 2- Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste à la disposition des différents modules et appareils de la périphérie centralisée sur le châssis.

Dans notre configuration, nous avons opté pour l'utilisation d'un module d'alimentation PS 307 2A, une CPU 314, un module d'entrée TOR et deux modules de sortie TOR (pour la régénération).

Le choix de notre configuration matérielle est justifié par le nombre d'entrée/ sorties que possède le procédé de régénération (13 entrées et 42 sorties).

Lorsque le projet est créé, la fenêtre suivante doit apparaître sur l'écran de SIMATIC Manager.

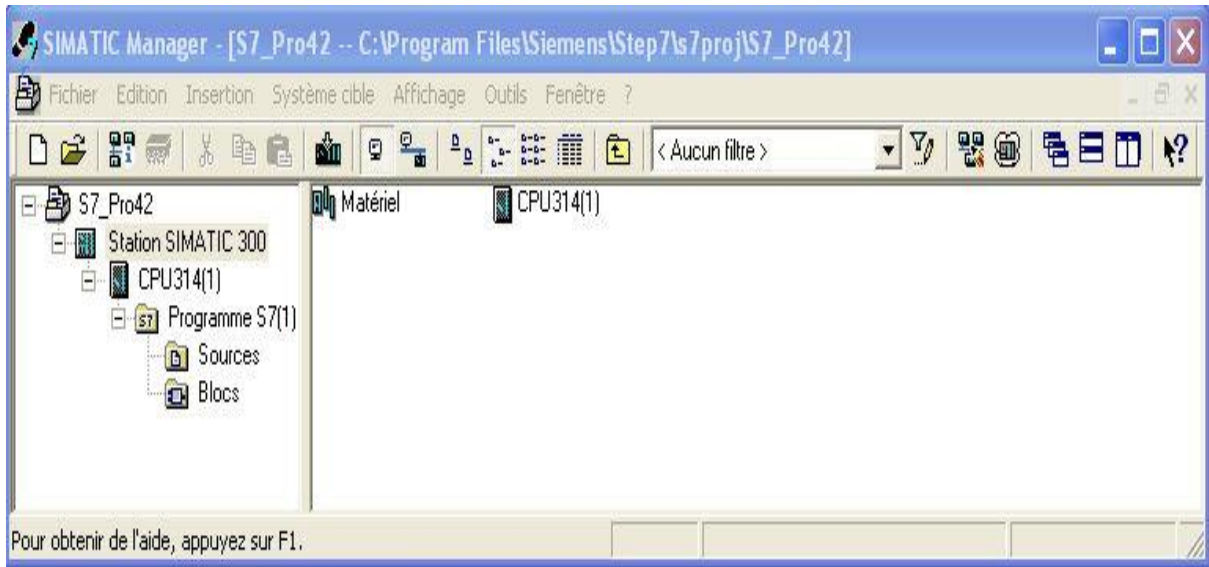


Figure IV- 9- 2- 1 : SIMATIC Manager

Puis en clique sur matériel en doubles clique pour la fenêtre « HW Config » s’affiche, et après ; Disposition des profilés support, disposition/insertion des modules et définition des propriétés des modules, la fenêtre finale est illustrée dans la figure ci après :

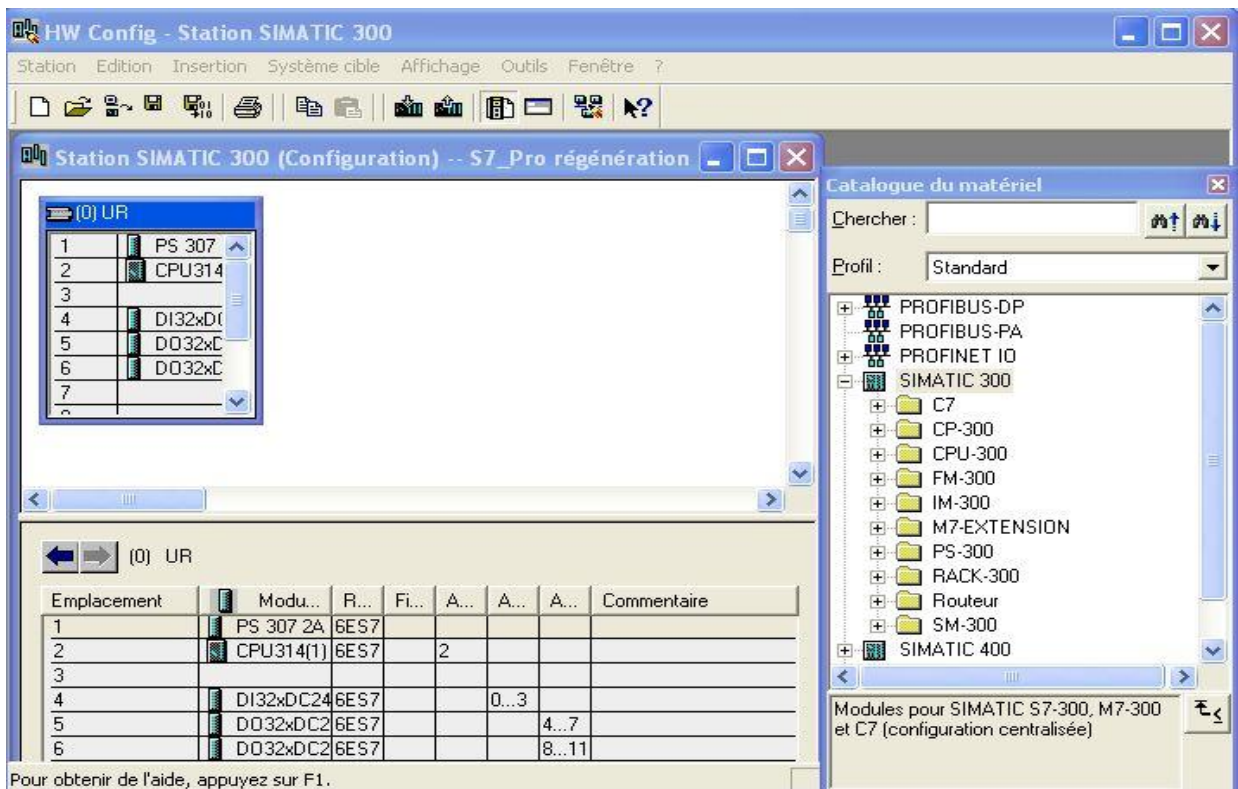


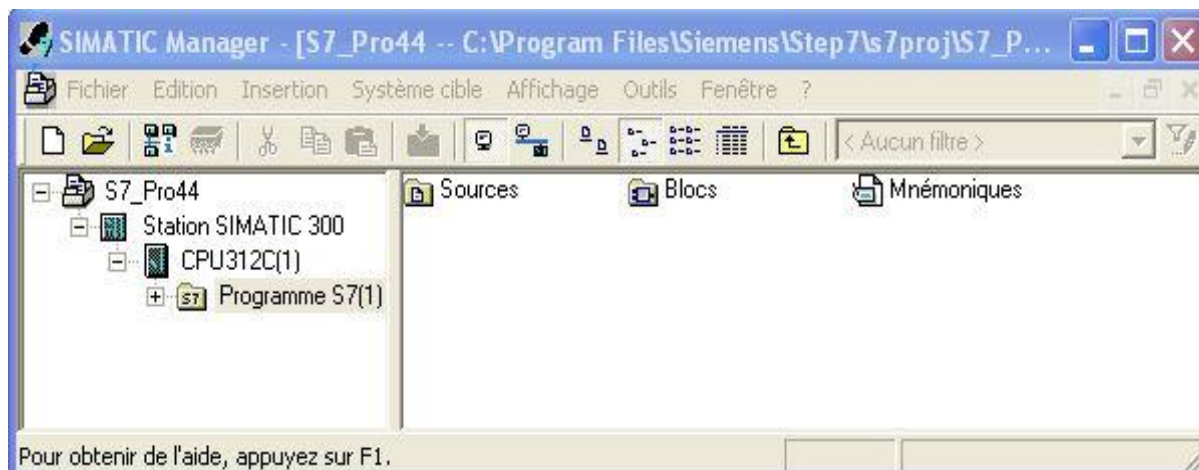
Figure IV- 9- 2- 2- configuration matériel

### IV- 9- 3- Création de la table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom défini par l'utilisateur qui obéit à certaines règles de syntaxe. Ce nom peut remplacer par exemple une variable, un type de données, en un bloc dans la programmation. Il est destiné à rendre le programme utilisateur lisible, et à se retrouver facilement dans le cas de grands nombres de variables.

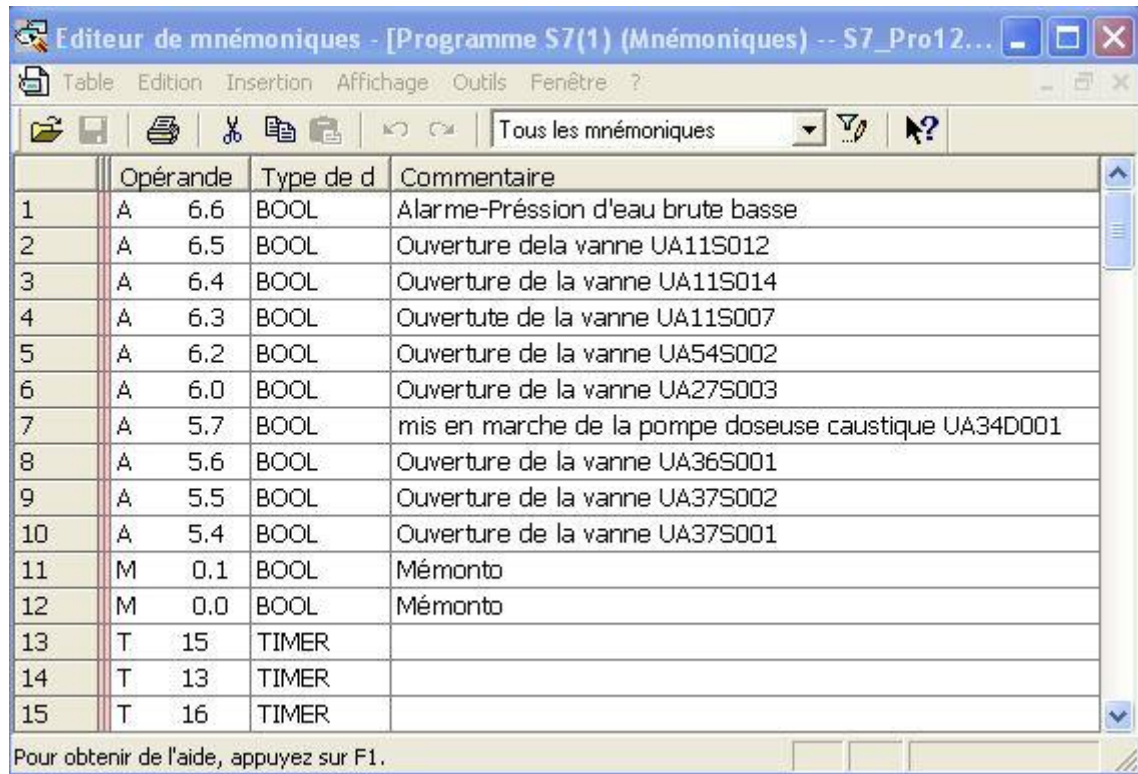
La table mnémonique, c'est une table qui permet d'affecter des mnémoniques à des adresses de données globales qui sont accessibles à partir de tous les blocs de code (FC, FB, OB). En particulier il s'agit des mémoires (M), sorties (A). De temporisation, de compteur, et d'éléments de bloc de données (DB).

En cliquant sur le répertoire **programme S7** dans le SIMATIC manager, la fenêtre suivante apparaît.



En double cliquant sur mnémonique, pour lancer l'éditeur de mnémoniques.

Après avoir édité les mnémoniques, la table des mnémoniques finales est illustrée dans la figure suivante.



	Opérande	Type de d	Commentaire
1	A 6.6	BOOL	Alarme-Préssion d'eau brute basse
2	A 6.5	BOOL	Ouverture dela vanne UA11S012
3	A 6.4	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S014
4	A 6.3	BOOL	Ouvertute de la vanne UA11S007
5	A 6.2	BOOL	Ouverture de la vanne UA54S002
6	A 6.0	BOOL	Ouverture de la vanne UA27S003
7	A 5.7	BOOL	mis en marche de la pompe doseuse caustique UA34D001
8	A 5.6	BOOL	Ouverture de la vanne UA36S001
9	A 5.5	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S002
10	A 5.4	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S001
11	M 0.1	BOOL	Mémonto
12	M 0.0	BOOL	Mémonto
13	T 15	TIMER	
14	T 13	TIMER	
15	T 16	TIMER	

Figure IV- 9- 3- 1- table des mnémoniques

#### IV- 9- 4- Création de programme

Après la création du projet, la configuration matérielle et la table des mnémoniques, on passe à la programmation de notre procédé avec le mode « CONT ».

Dans le bloc OB<sub>1</sub> dont on a programmé le procédé de régénération du lit mélangé, on donne un exemple de programmation de premier réseau « démarrage de la régénération », comme montre la figure suivant :

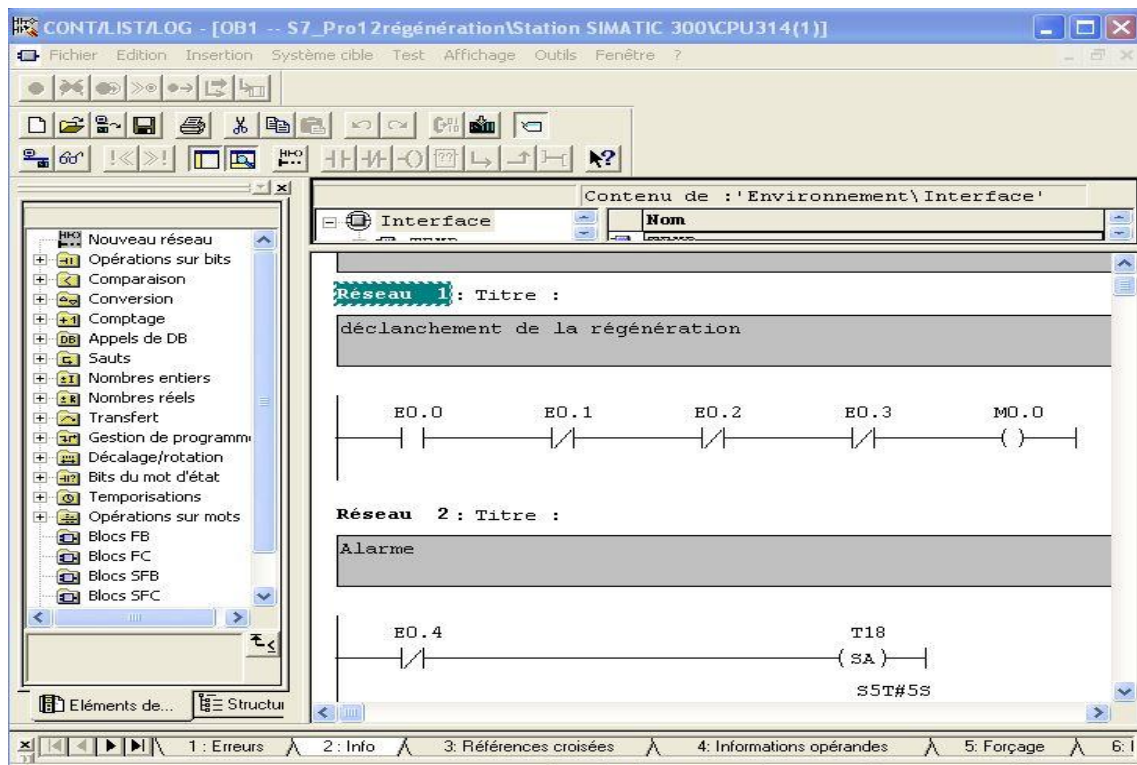


Figure IV- 9- 4- exemple de programmation de premier réseau « démarrage de filtre UA 11B001

## IV-9-5-Simulation et visualisation de programme avec le logiciel S7-PLCSIM

### IV-9-5-1 Présentation du S7-PLCSIM








L'utilisation du simulateur des modules physiques S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate de simulation que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7.

La simulation permet de supprimer ces erreurs pendant le test de simulation.

### IV-9-5-2 Etapes de simulation d'un projet

1- On lance le SIMATIC Manager par une double cliquer sur son icône 

2- Ouvrir la fenêtre qui contient le projet à simuler.

- 3- Activer le logiciel de simulation en cliquant sur l'icône  ou sélectionner la commande **outils > simulation de module**, cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre **CPU**.
- 4- Charger le programme en cliquant sur l'icône  ou choisi la commande **système cible > charger**.
- 5- Cliquez sur l'icône  pour créer une nouvelle fenêtre pour visualiser les informations provenant de l'API de simulation.
  - Cliquez sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Entrée**, la fenêtre affiche EB0 (Octet d'entrée 0). On peut modifier le numéro d'octet.
  - Cliquez sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Sortie**, la fenêtre affiche AB0 (Octet de sortie). On peut modifier le numéro d'octet.
  - Cliquez sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Memento**, la fenêtre affiche MB0.
  - Cliquez sur  ou sélectionner la commande **Insertion > temporisation** pour afficher une fenêtre de temporisation.

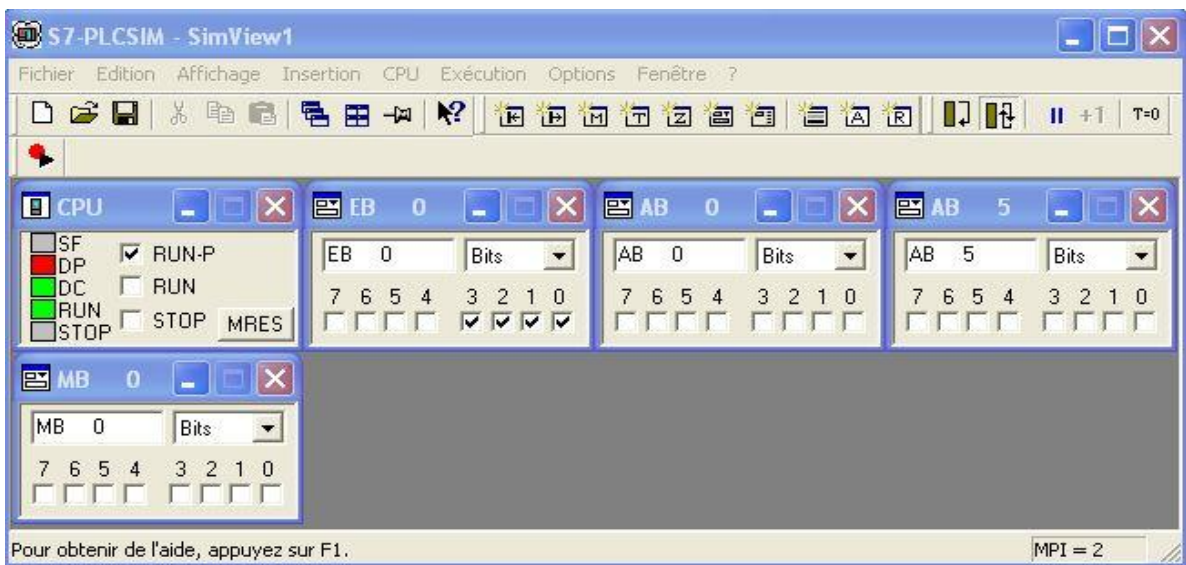



Figure IV-9- Les fenêtres de visualisation et de forçage dans la zone mémoire des adresses des entrées et des sorties

6-Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P et activer quelques entrées pour lire l'état des sorties.

### IV-9-5-3 Visualisation d'état de programme

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN », le STEP7 nous permet de visualiser l'état de programme on clique sur l'icône  ou on sélectionne la commande **Test > Visualiser** (un élément actif est dessiné avec un trait vert gras).

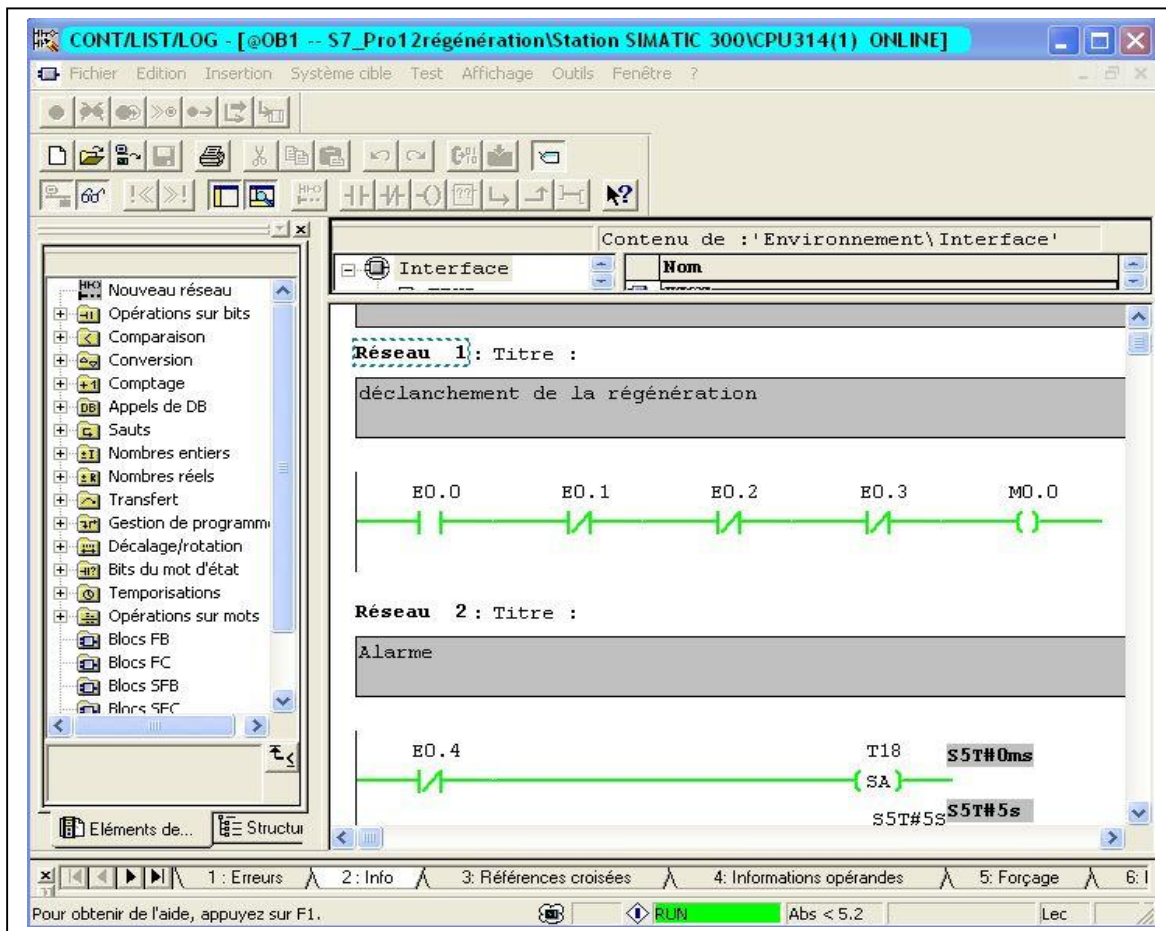


Figure IV-2 : Visualisation de l'état du programme

## IV-10-Conclusion

Le logiciel STEP 7 nous a permis de créer le programme de notre système automatisé et la simulation à l'aide de logiciel de simulation S7-PLCSIM.

# **CONCLUSION GENERALE**

## Conclusion générale

Au cours de notre travail, qui consisté à l'automatisation de procédé de régénération des filtres à lits mélangés, nous avons effectué plusieurs visites au niveau de la centrale thermique de Cap-Djinet, ce qui nous a permis de comprendre clairement le comportement du système, afin de pouvoir le modéliser clairement et apporter une solution d'automatisation adéquate.

Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour un automate SIMATIC S7-300. Cet automate peut se programmer à partir d'un micro-ordinateur, en installant le logiciel STEP7, puis le programme sera chargé dans l'automate pour l'exécuter.

Du fait que nous n'avons pas les moyens de connecter le procédé avec l'automate, des méthodes de tests données par le logiciel STEP7, nous ont permis de faire une simulation pour assurer le bon fonctionnement de notre programme.

Notre visite sur site, nous a effectivement permis d'élargir nos compétences ainsi que nos connaissances théoriques par une expérience pratique très fructueuse. Il est à constater, jusqu'à présent, que le fonctionnement de la centrale est assuré par des circuits de commande à bas de logique câblée très spécifique.

Pour cela, nous avons proposé une solution d'automatisation pour apporter et exploiter les avantages des automates programmables.

Notre étude de thème nous a permis également d'améliorer nos connaissances concernant des automates programmables industriels et de maîtriser leurs programmations.

# Bibliographie

# La bibliographie

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

[2]- Documentation SIEMENS :

- Supplément au guide de l'utilisateur de SIEMENS :

- Manuel de langage CONT pour SIMATIC S7- 300

[3]- Architecteur et application des automates programmables :

Auteur : Gille Michel

[4]- Automates programmables industriels :

Auteur : C. Bourbonne

J. Cojeau

Edition : Foucher 1985

[5]- Automatisation des procédures de démarrage et d'arrêt du procédé d'extraction d'eau de la centrale thermique de cap-djinet a base d'un automate programmable S7-400 « Thèse DEUA, FHC 2004 » « UMBB »

[6]- Thèse ING AUT 01 2007 « UMMTO » : Développement d'une solution de commande et de supervision « on ligne » de l'unité de dessalement de SONELGAZ (Cap-Djinet) à base d'un automate programmable S7-300.

[7]- Contribution a l'automatisation d'une station de moussage à base d'automate programmable industriel S7- 300. « Thèse de la licence professionnelle en Automatique Promotion 2010. »

[8]- Thèse ING ELN 39 2007 « UMMTO » : Automatisation d'une station de production d'hydrogène de la centrale thermique électrique de cap-Djinet par un automate programmable S7-300

# Annexes

Opérande	Type de d	Commentaire
A 6.6	BOOL	Alarme-Préssion d'eau brute basse
A 6.5	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S012
A 6.4	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S014
A 6.3	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S007
A 6.2	BOOL	Ouverture de la vanne UA54S002
A 6.0	BOOL	Ouverture de la vanne UA27S003
A 5.7	BOOL	mis en marche de la pompe doseuse caustique UA34D001
A 5.6	BOOL	Ouverture de la vanne UA36S001
A 5.5	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S002
A 5.4	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S001
M 0.1	BOOL	Mémonto
M 0.0	BOOL	Mémonto
T 15	TIMER	
T 13	TIMER	
T 16	TIMER	
A 4.0	BOOL	Pompe UA11D001 en marche
E 1.4	BOOL	Conductivité UA11B001/< 0,1µS/cm (UA11A001/SH-AH)
E 1.3	BOOL	Conductivité UA11B001 / < 10µS/cm (UA11A001/SH)
E 1.2	BOOL	Fin de décrémantaion pour caustique de 3600 a 0 levées
A 4.6	BOOL	Ouverture de la vanne UA47S002
A 4.5	BOOL	Ouverture de la vanne UA47S001
A 4.4	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S008
A 4.3	BOOL	Ouverture de la vanne UA47S003
A 4.2	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S003
M 1.0	BOOL	Mémonto
M 0.7	BOOL	Mémonto
M 0.6	BOOL	Mémonto
T 9	TIMER	
T 8	TIMER	
A 6.1	BOOL	mis en marche de suprresseure d'air UA51D001
A 9.1	BOOL	fin de la régénération
A 9.0	BOOL	étape (10) en marche
A 8.7	BOOL	étape (9) en marche
A 8.6	BOOL	étape (8) en mache
E 0.4	BOOL	Préssion d'eau brute basse <2bar
A 4.2	BOOL	Ouverture de la vanne UA37S003
M 1.0	BOOL	Mémonto
M 0.7	BOOL	Mémonto
M 0.6	BOOL	Mémonto
T 9	TIMER	
T 8	TIMER	
A 6.1	BOOL	mis en marche de suprresseure d'air UA51D001
A 9.1	BOOL	fin de la régénération
A 9.0	BOOL	étape (10) en marche
A 8.7	BOOL	étape (9) en marche
A 8.6	BOOL	étape (8) en mache
E 0.4	BOOL	Préssion d'eau brute basse <2bar
E 0.3	BOOL	Filtre UA11B001 en régénération
E 0.2	BOOL	Filtre UA12B001 en marche
E 0.1	BOOL	Déclanchement de la régénération de filtre UA12B001
E 0.0	BOOL	Déclanchement de la régénération de filtre UA11B001
T 7	TIMER	
T 6	TIMER	
T 5	TIMER	
T 14	TIMER	
T 4	TIMER	
T 28	TIMER	
T 27	TIMER	
A 8.5	BOOL	étape (7) en marche
A 8.4	BOOL	étape (6) en marche
A 8.3	BOOL	étape (5) en marche
A 8.2	BOOL	étape (4b) en marche
A 8.1	BOOL	étape (4a) en marche
A 5.3	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S015
A 5.2	BOOL	mis en marche de la pompe d'eau brute UA24D001
A 5.1	BOOL	Ouverture de la vanne UA28S003
A 5.0	BOOL	mis en marche de la pompe doseuse acide UA44D001
A 4.7	BOOL	Ouverture de la vanne UA46S001
T 2	TIMER	
T 1	TIMER	

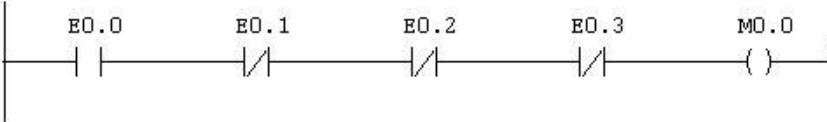
T	12	TIMER	
T	11	TIMER	
T	18	TIMER	
A	7.3	BOOL	Alarme-Conductivité > 0,1 µS/cm
A	7.2	BOOL	réarmement de compteur caustique UA34Z001
A	7.1	BOOL	réarmement de compteur acid UA44Z001
A	7.0	BOOL	Alarme-débit d'eau dilution caustique bas
A	6.7	BOOL	Alarme-débit d'eau dilution acid bas
E	1.1	BOOL	Fin de décrémantation pour acid HCL de 4500 a 0 levées
E	1.0	BOOL	débit d'eau dilution caustique bas UA27F001
E	0.7	BOOL	débit d'eau dilution acid bas UA28F001
E	0.6	BOOL	niveau d'eau dilution bas 12UD10B001
E	0.5	BOOL	niveau d'eau dilution bas 34UD10B001
M	1.5	BOOL	Mémonto
M	1.4	BOOL	Mémonto
M	1.3	BOOL	Mémonto
M	1.2	BOOL	Mémonto
M	1.1	BOOL	Mémonto
A	4.1	BOOL	Ouverture de la vanne UA11S017
A	7.7	BOOL	étape (3a) en marche
A	7.6	BOOL	étape(2) en marche
A	7.5	BOOL	étape (1) en marche
A	7.4	BOOL	Alarme-niveau d'eau dilution bas
A	8.0	BOOL	étape (3b) en marche
M	0.5	BOOL	Mémonto
M	0.4	BOOL	Mémonto
M	0.3	BOOL	Mémonto
M	0.2	BOOL	Mémonto

OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

régénération de filtre UA11B001

**Réseau 1**: Titre :

déclanchement de la régénération



**Réseau 2**: Titre :

Chargement de la temporisation T18



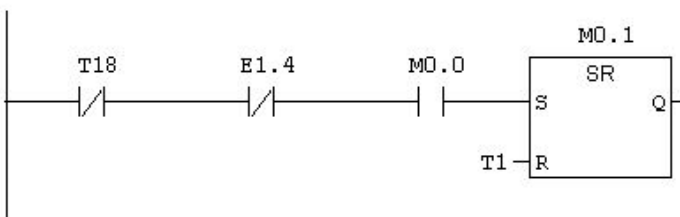
**Réseau 3**: Alarme

préssion d'eau brute < 2bar



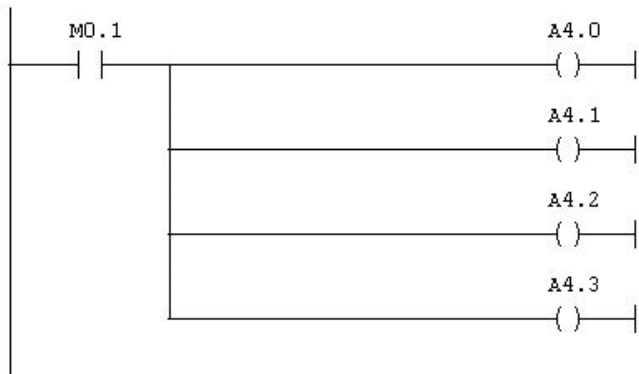
**Réseau 4**: étape 1

Ordre de démarrage



**Réseau 5 :** La pompe UA11D001 et les vannes UA11S017,UA37/47S003

Ordre de marche et d'ouverture



**Réseau 6 :** Titre :

Chargement de la temporisation T11



**Réseau 7 :** Titre :

Ordre d'ouverture de la vanne UA11S008



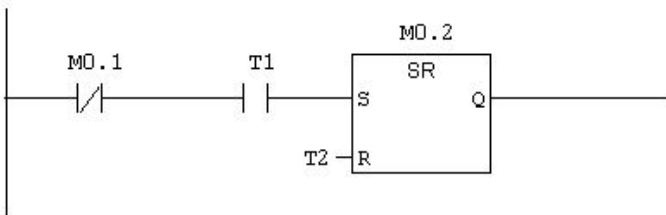
**Réseau 8 :** Titre :

Chargement de la temporisation T1



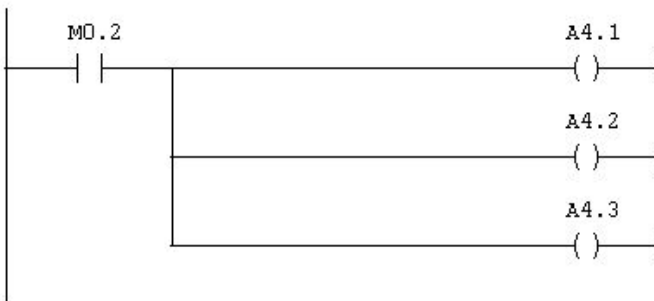
**Réseau 9 : étape 2**

Ordre de démarrage



**Réseau 10 : Les vannes UA11S017,UA37/47S003**

Ordre d'ouverture



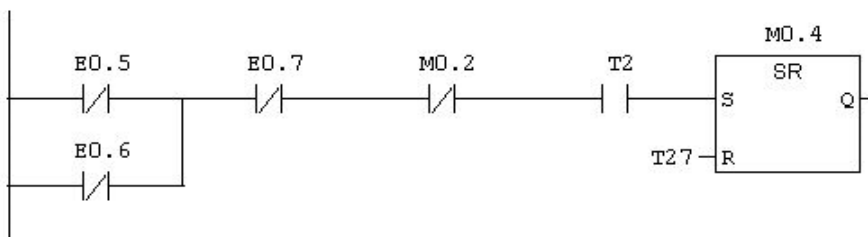
**Réseau 11 : Titre :**

Chargement de la temporisation T2



**Réseau 12 : étape (3a)**

ordre de démarrage



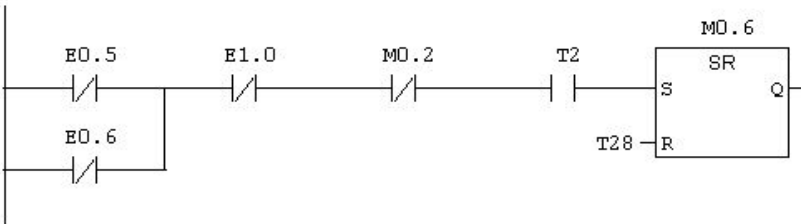
**Réseau 13 : Titre :**

Commentaire :



**Réseau 14 : étape (3b)**

ordre de démarrage



**Réseau 15 : Titre :**

Commentaire :



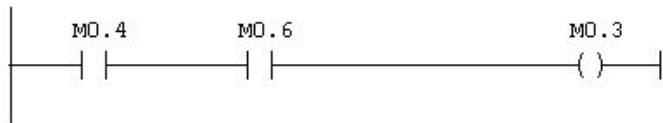
**Réseau 16 : Titre :**

Chargement de la temporisation T4



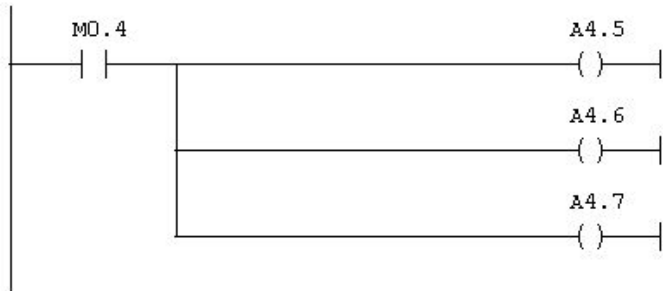
**Réseau 17 : Titre :**

Commentaire :



**Réseau 18 : Les vannes UA47S001/002,UA46S001**

ordre d'ouverture



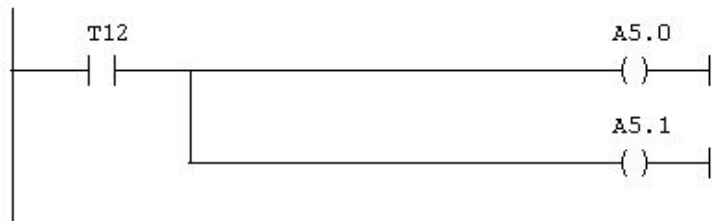
**Réseau 19 : Titre :**

Chargement dela temporisation T12



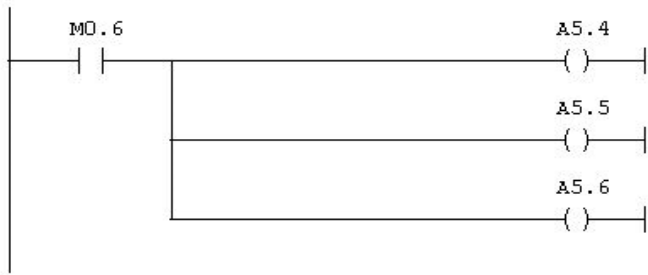
**Réseau 20 : La pompe UA44D001 et la vanne UA28S003**

Ordre de marche et d'ouverture



**Réseau 21 : les vannes UA37S001/UA37S002/UA36S001**

Ordre d'ouverture



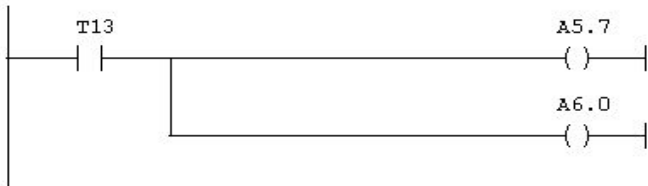
**Réseau 22 : Titre :**

Chargement de la temporisation T13



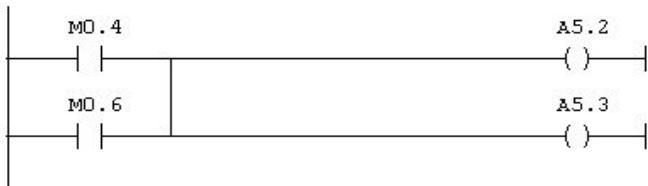
**Réseau 23 : la pompe UA34D001 et La vanne UA27S003**

Ordre de marche



**Réseau 24 : La pompe UA24D001 et La vanne UA11S015**

Ordre de marche et d'ouverture



**Réseau 25 : Titre :**

Chargement de la temporisatio T16



**Réseau 26 : Alarme**

Débit d'eau dilution acide bas



**Réseau 27 : Titre :**

Chargement de la temporisation T15



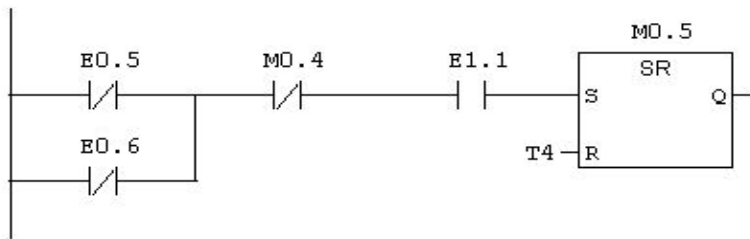
**Réseau 28 : Alarme**

débit d'eau dilution caustique bas



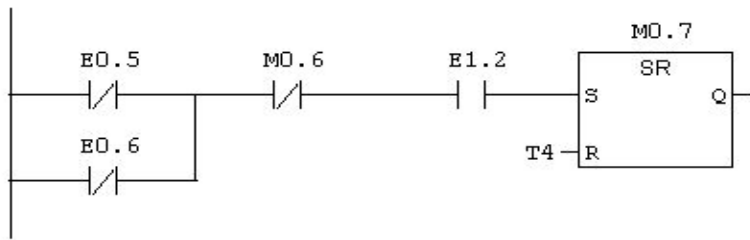
**Réseau 29 : étape (4a)**

ordre de démarrage



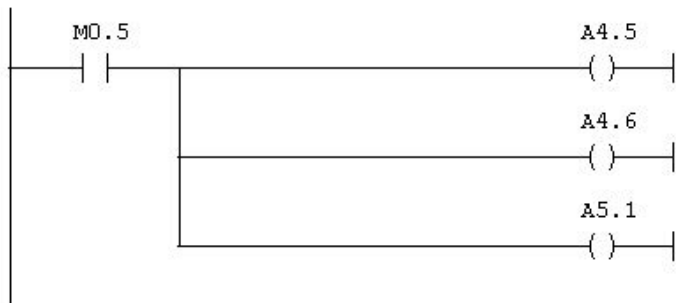
**Réseau 30 : étape (4b)**

ordre de démarrage



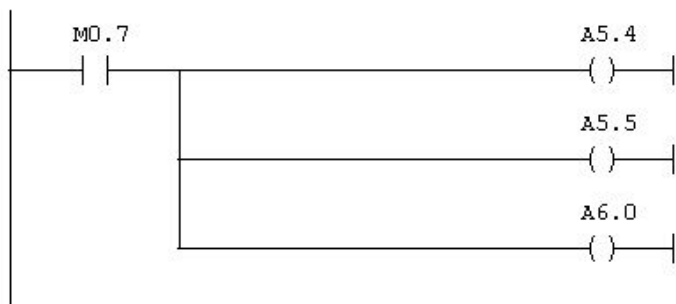
**Réseau 31 : Les vannes UA47S001/002 , UA28S003**

Ordre d'ouverture



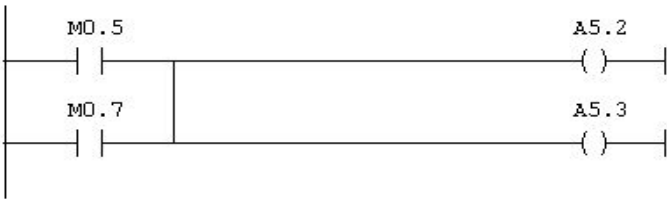
**Réseau 32 : Les vannes UA37S001/002 , UA27S003**

Ordre d'ouverture



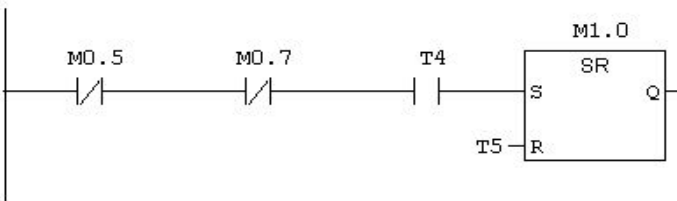
**Réseau 33 :** la pompe UA24D001 et la vanne UA11S015

Ordre de marche et d'ouverture



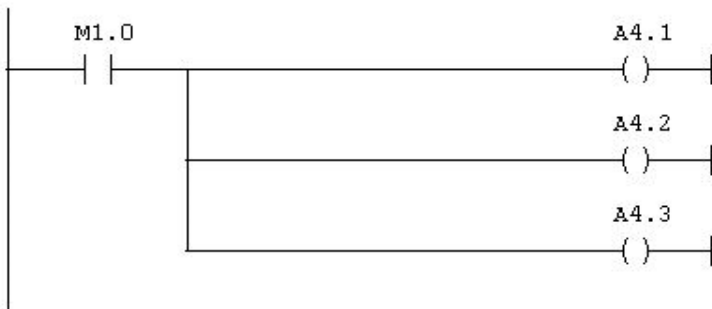
**Réseau 34 :** étape 5

Ordre de démarrage



**Réseau 35 :** Les vannes UA11S017 ,UA37/47S003

Ordre d'ouverture



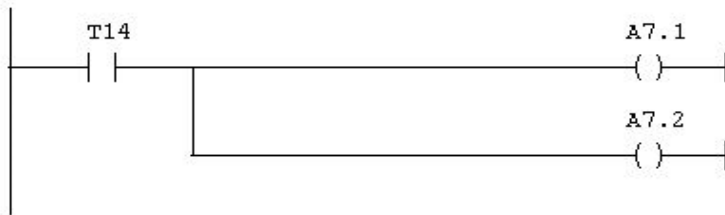
**Réseau 36 :** Titre :

Chargement de la temporisation T14



**Réseau 37 : Les compteurs UA34/44Z001**

Réarmement



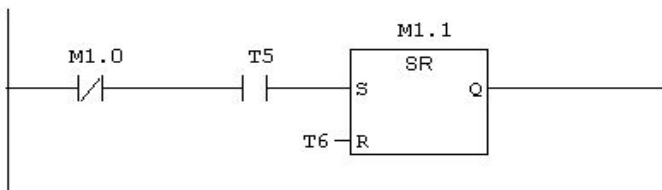
**Réseau 38 : Titre :**

Chargement de la temporisation T5



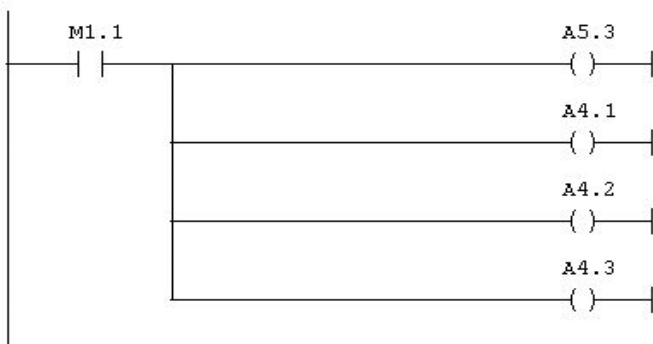
**Réseau 39 : étape 6**

Ordre de démarrage



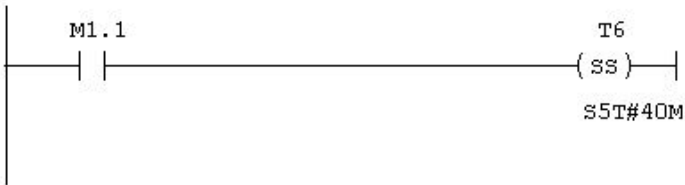
**Réseau 40 : Les vannes UA11S017/015 , UA37/47S003**

Ordre d'ouverture



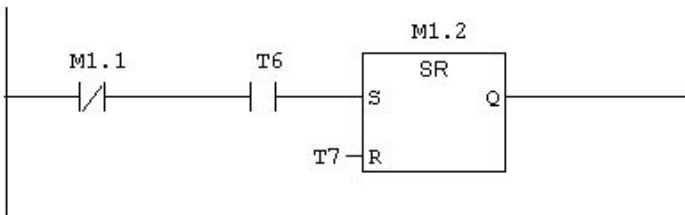
**Réseau 41 : Titre :**

Chargement de la temporisation T6



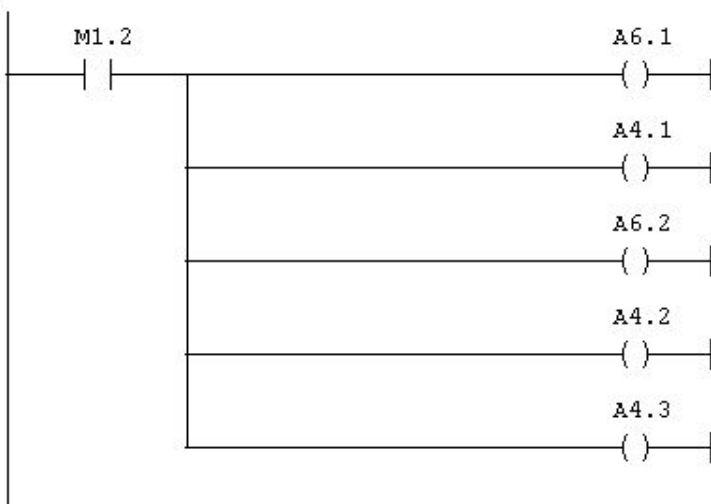
**Réseau 42 : étape 7**

Ordre de démarrage



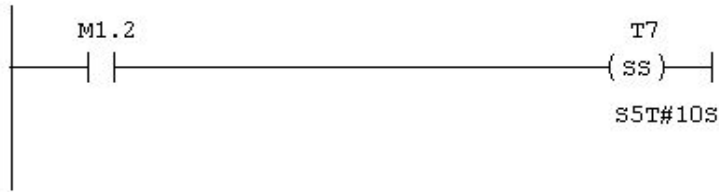
**Réseau 43 : Le supresseur UA51D001etles vannes UA11S017,UA54S002,UA37/47S003**

Ordre de marche et d'ouverture



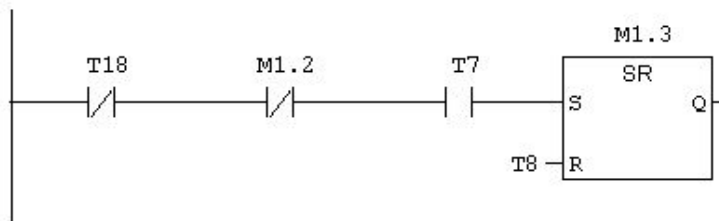
**Réseau 44 : Titre :**

Chargement de la temporisation T7



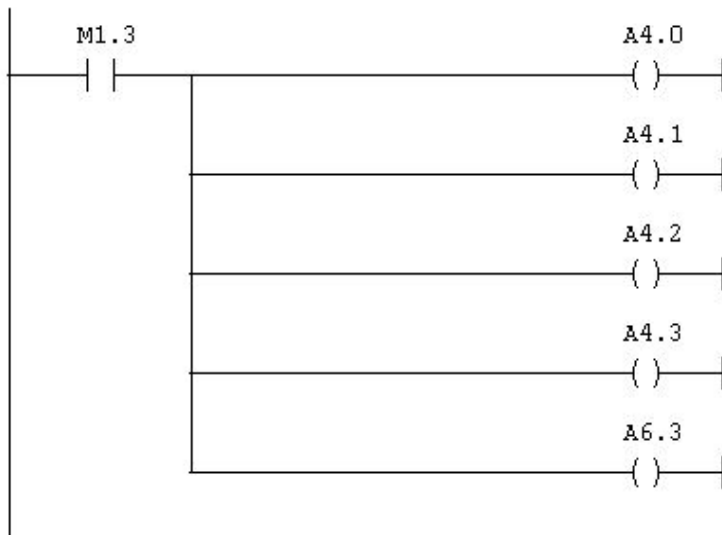
**Réseau 45 : étape 8**

ordre de marche



**Réseau 46 : La pompe UA11D001 et les vannes UA11S007/017 ,UA37/47S003**

Ordre de marche et d'ouverture



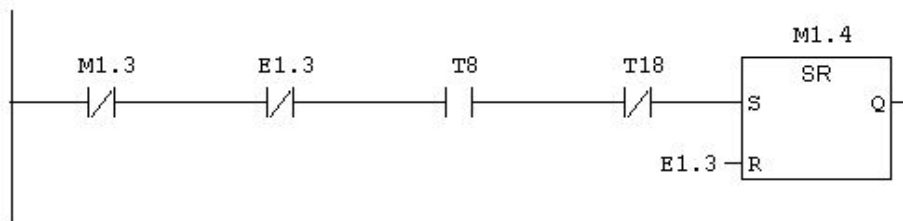
**Réseau 47 : Titre :**

Chargement de la temporisation T8



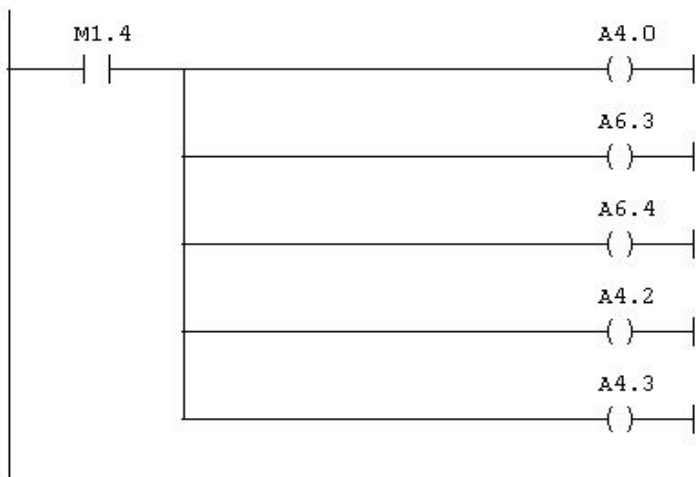
**Réseau 48 : étape 9**

ordre de démarage



**Réseau 49 : La pompe UA11D001 et les vannes UA11S007/014 ,UA37/47S003**

Ordre de marche et d'ouverture



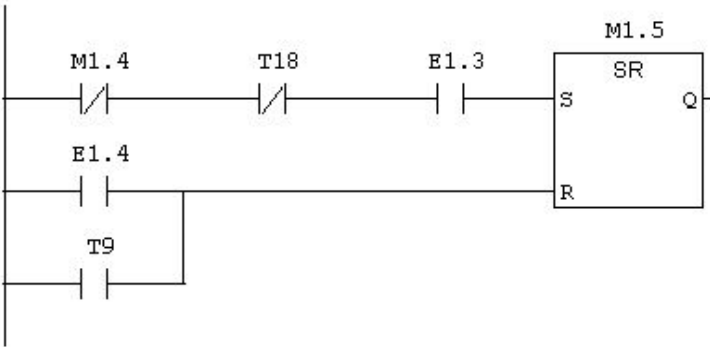
**Réseau 50 : Titre :**

Chargement de la temporisation T9



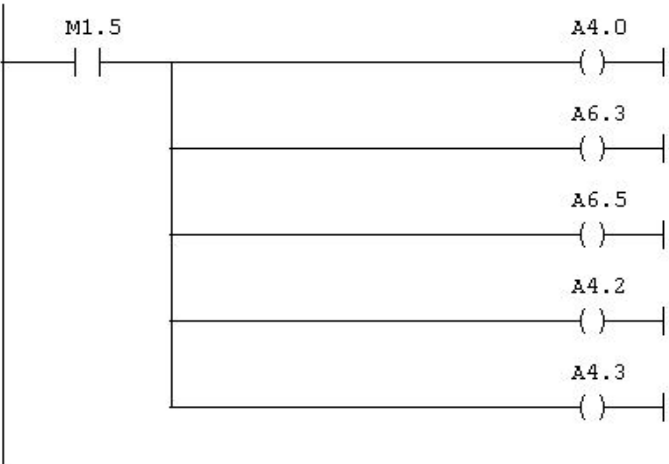
**Réseau 51 : étape 10**

ordre de démarrage



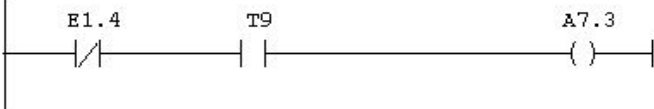
**Réseau 52 : La pompe UA11D001 et les vannes UA11S007/012 ,UA37/47S003**

Ordre de marche et ouverture



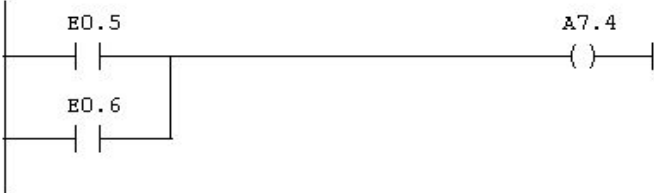
**Réseau 53 : alarme**

conductivité >0,1µS/cm



**Réseau 54 : Alarme**

niveau d'eau dilution bas



**Réseau 55 : signalisation**

étape 1 en marche



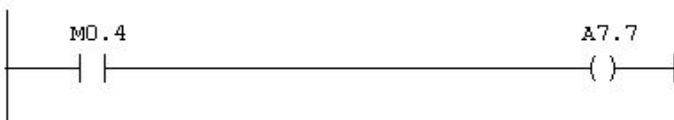
**Réseau 56 : signalisation**

étape 2 en marche



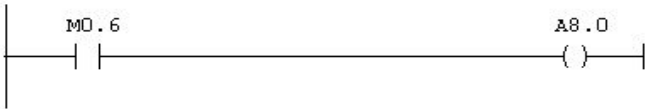
**Réseau 57 : signalisation**

étape (3a) en marche



**Réseau 58 : signalisation**

étape (3b) en marche



**Réseau 59 : signalisation**

étape (4a) en marche



**Réseau 60 : signalisation**

étape (4b) en marche



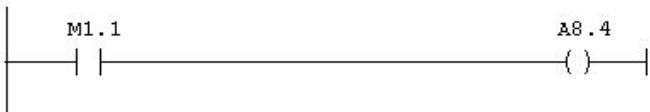
**Réseau 61 : signalisation**

étape 5 en marche



**Réseau 62 : signalisation**

étape 6 en marche



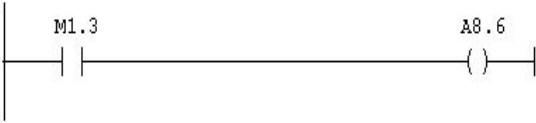
**Réseau 63 : signalisation**

étape 7 en marche



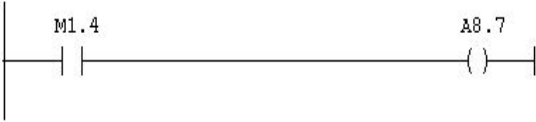
**Réseau 64 : signalisation**

étape 8 en marche



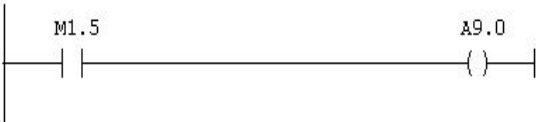
**Réseau 65 : signalisation**

étape 9 en marche



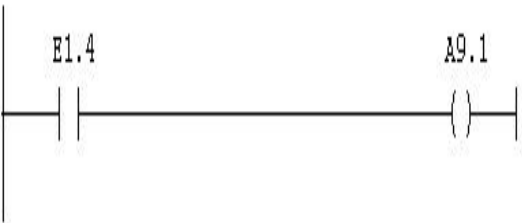
**Réseau 66 : signalisation**

étape 10 en marche



**Réseau 67 : signalisation**

fin de régénération



	<b>Type de matériel</b>
<b>UA</b>	<b>Installation de déminéralisation</b>
<b>UB</b>	<b>Déminéralisation et filtration de l'eau d'appoint</b>
<b>UC</b>	<b>Neutralisation</b>
<b>UD</b>	<b>Alimentation en eau déminéralisée</b>
<b>UE</b>	<b>Alimentation en eau brut</b>
<b>UK</b>	<b>Alimentation en eau potable</b>
<b>UW</b>	<b>Installation de chauffage</b>
<b>WJ</b>	<b>Distillat</b>
<b>C</b>	<b>Pour régulation</b>
<b>I</b>	<b>Indicateur de mesure</b>
<b>R</b>	<b>Enregistrement de mesure</b>
<b>Z</b>	<b>Poste de comptage</b>
<b>Ah</b>	<b>Valeur limité d'alarme haut</b>
<b>Al</b>	<b>Valeur limité d'alarme bas</b>
<b>K</b>	<b>Correction</b>
<b>SH</b>	<b>Contrôle commande valeur limite haut</b>
<b>SL</b>	<b>Contrôle commande valeur limite bas</b>
<b>M</b>	<b>Consignateur d'état</b>
<b>F</b>	<b>Position pour protection</b>
<b>W</b>	<b>Mesure de garantie</b>

