

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



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

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Automatique et informatique  
industrielles**

*Présenté par*  
**Manel Habbas**

# Thème

## **Etude et automatisation d'une station de déminéralisation d'eau**

*Mémoire soutenu publiquement le ...../...../ 20..... devant le jury composé de :*

**M Prénom NOM**

Grade, Lieu d'exercice, Président

**M Prénom NOM**

Grade, Lieu d'exercice, Encadreur

**M Prénom NOM**

Grade, Lieu d'exercice, Co-Encadreur

**M Prénom NOM**

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

**M Prénom NOM**

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

# Remerciements

*Je remercie avant tout le bon dieu qui ma donner la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.*

*Je tiens à remercier mon promoteur Mr TOUAT pour son aide, le temps qu'il ma consacré et ses orientations et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.*

*Je remercie également mon co-promoteur Mr Firrouke, et Mr Yahyatene, qui m' ont orienté et facilité mon intégration dans le domaine industriel et qui m'ont accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience.*

*Je suis aussi reconnaissante à tous les enseignants qui ont contribué à ma réussite.*

*Je remercie également les membres de jury qui feront l'honneur de juger mon travail, d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.*

*Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent à ma famille et surtout mes parents qui sont la source de cette réussite et qui m'ont soutenu et encourager pour aller au bout de ce travail.*

*Pour finir je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*



*Mes parents pour leurs sacrifices pour me voir arriver à ce stade.*



*Mon très cher frère Bilal.*



*Ma très chère sœur Liza.*



*Mes grands-mères paternelle et maternelle.*



*La mémoire de mes grands pères que dieu les accueille dans son vaste paradis.*



*Mes oncles et tantes*



*Mes cousins et cousines.*

*Mes chers amis*

*Sans oublié Dùva.*



# Sommaire

---

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 01 : Description et étude du fonctionnement de la station</b>	
<b>I. Introduction.....</b>	<b>03</b>
<b>II. Descriptions des éléments constituant la station .....</b>	<b>03</b>
a. Réservoir d'eau brute.....	03
b. Tour de dégazage.....	04
c. Filtre à charbon actif.....	04
d. Colonne échangeuse de cations.....	04
e. Colonne échangeuse d'anions.....	04
f. Réservoir d'eau dégazée.....	05
g. Réservoir d'eau pure.....	05
h. Réservoir de stockage de soude caustique.....	05
i. Réservoir de stockage d'acide chlorhydrique.....	05
j. Epurateur.....	05
k. Bac de dosage d'acide chlorhydrique (HCl).....	05
l. Bac de dosage de soude (NaOH).....	06
m. Ballon de stockage d'air.....	06
<b>III Fonctionnement de la station.....</b>	<b>06</b>
III.1 Fonctionnement en cas de bonne conductivité.....	08
III.2 Fonctionnement en cas de mauvaise conductivité.....	09
a. Nettoyage du filtre à charbon actif.....	09
b. Régénération dans l'installation d'eau pure.....	10
b.1 Nettoyage par contre-courant de la colonne échangeuse de cations.....	10
b.2 Nettoyage par contre-courant de la colonne échangeuse d'anions.....	11
b.3 Alimentation en fluide chimique de la colonne échangeuse de cation.....	11
b.4 Décantation.....	11
b.5 Evacuation de fluide chimique de la colonne échangeuse de cations.....	12
b.6 Rinçage du fluide chimique de la colonne échangeuse de cations.....	12
b.7 Alimentation en fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions.....	12
b.8 Evacuation de fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions.....	13
b.9 Rinçage de fluide de la colonne échangeuse d'anions .....	13
b.10 Circulation .....	14

# Sommaire

---

<b>IV .Instrumentation</b> .....	16
<b>IV.1 Capteurs</b> .....	16
a) Sonde de niveau ou électrode de niveau.....	17
b) Les débitmètres.....	18
c)conductivimètre.....	18
<b>IV.2 Actionneurs</b> .....	19
a) Vanne pneumatique TOR.....	19
b) le groupe électropompe.....	19
b.1) Pompe.....	20
b.2) Moteur asynchrone.....	22
c) Ejecteur.....	24
<b>IV.3 Armoire de commande</b> .....	25
<b>V .Conclusion</b> .....	25

## Chapitre 02 : Modélisation du processus par l'outil GRAFCET

<b>I. Introduction</b> .....	26
<b>II. Modélisation de la station</b> .....	26
II.1 Structure d'une modélisation par Grafcet.....	27
II.2 Modélisation de la station de déminéralisation d'eau.....	29
II.2.1 Les capteurs et actionneurs.....	29
II.2.2 Additif.....	31
II.2.3 Conditions initiales.....	31
II.2.4 Grafcet de la station de déminéralisation d'eau.....	31
<b>III. Conclusion</b> .....	39

## Chapitre 03 : Développement d'une solution programmable

<b>I. Introduction</b> .....	40
<b>II. Place de l'API dans le système automatisé de production</b> .....	40
a. Les systèmes automatisés de production.....	40
b. Structure d'un système automatisé de production .....	40
c. Sécurité.....	41

# Sommaire

---

III.	L'étude de l'automate programmable industriel S7-300.....	42
III.1	Présentation.....	42
III.2.	Structure .....	43
a.	Module d'alimentation.....	43
b.	Unité centrale.....	44
c.	Coupleur de périphériques : IM.....	45
d.	Modules d'entrées TOR.....	45
e.	Module de sortie TOR .....	45
III.3	Traitement du programme par l'automate.....	46
III.4	Présentation du logiciel de programmation STEP7.....	46
a.	Création du projet.....	47
b.	Configuration matérielle.....	49
c.	Création de la table des mnémoniques.....	50
d.	Création du programme.....	50
III.5	Câblage des entrées/sorties de l'automate .....	51
IV.	Conclusion .....	52
<b>Chapitre 04 : Supervision de la station d'eau pure sous le simatic WinCC</b>		
I.	Introduction.....	53
II.	Définition de la supervision industrielle.....	53
III.	Présentation du logiciel de supervision WinCC.....	54
III.1	Positionnement dans l'environnement HMI .....	55
III.2	Application disponibles sous WinCC.....	55
III.2.1	Graphic designer.....	55
III.2.2	Tag logging.....	55
III.2.3	Alarm logging.....	56
III.2.4	Global script Runtime.....	56
III.2.5	report designer.....	56
III.2.6	User administrator.....	56
III.2.7	Autres outils.....	56
III.2.8	Interface.....	56
a.	Canaux de communication.....	56
b.	Interface standard.....	56
c.	Interface de programmation.....	57
III.3	Logiciel executif Simatic Wincc Flexible Runtime.....	57
III.3.1	Intégration dans SIMATIC STEP7.....	58

# Sommaire

---

III.3.2 Gestion de données.....	58
<b>IV. Mise en place de notre plate forme de supervision .....</b>	<b>59</b>
IV.1 Création du projet.....	59
IV.2 Liaison API-WINCC.....	60
IV.3 Création des variables dans WINCC.....	60
IV.4 Création et édition des vues du process réel.....	60
<b>IV. Conclusion.....</b>	<b>65</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>66</b>
<b>Annexe.....</b>	

# INTRODUCTION GENERALE

# INTRODUCTION GENERALE

Sur le marché du contrôle automatisé de procédés industriels, les motivations économiques se traduisent par une recherche de solutions plus intégrées à moindre coût mais apportant plus d'ouverture et plus de modularité. La réduction des coûts concerne le cycle de vie des machines et/ou des installations simples ou très complexes (depuis l'achat, l'installation, le câblage, la mise en œuvre, l'exploitation et jusqu'à la maintenance des équipements).

L'objectif recherché par les entreprises à travers l'automatisation est :

- L'accroissement de la production.
- La réduction des pertes et des risques.
- La régulation de la qualité des produits.
- L'innovation et la flexibilité des installations.

Le travail élaboré dans ce document à été réalisé au sein de l'Entreprise National des Industries de l'Electroménager (E.N.I.E.M.) dans le cadre d'un stage pratique pour l'obtention du diplôme en Master Professionnel en Automatique.

En effet, l'E.N.I.E.M. issue de la restructuration en 1983 de l'ex SONELEC, leader de l'électroménager national, possédant des capacités de production et une expérience de trente trois ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager. [4]

Actuellement, le service maintenance de l'unité froid fait face aux problèmes du séquenceur utilisé pour la conduite de la station de déminéralisation d'eau de l'atelier de peinture, ces problèmes étant entre autre : les nombreuses pannes de ces équipements, le manque de pièce de rechange du à la disparition de ces composants sur le marché et surtout l'incapacité des techniciens à les réparées du au manque de documentation. Vu le rythme de la production ils n'ont eu qu'en dernier recours, de remplacer ce séquenceur par un automate programmable industriel API qui est aujourd'hui le constituant le plus répondu des automatismes, répondants aux besoins d'adaptation et de flexibilité.

L'objectif de ce travail est donc de proposer une étude d'automatisation de la station de déminéralisation d'eau.

Le travail est réparti en 4 chapitres :

# INTRODUCTION GENERALE

- ❖ Le chapitre un est consacré à la description et l'étude de fonctionnement de la station.
- ❖ Le chapitre deux c'est la modélisation du processus par l'outil GRAFCET.
- ❖ Le chapitre trois c'est le développement d'une solution programmable.
- ❖ Le chapitre quatre la supervision de la station d'eau pure sous le simatic WinCC.

# CHAPITRE 01

## I. Introduction

La station de déminéralisation d'eau est implantée au sein de l'atelier de peinture de l'unité froid de l'E.N.I.E.M. L'eau de déminéralisation produite est utilisée pour le nettoyage (élimination des déchets organique, fixation de sels,...) des tôles d'aciers avant qu'elles ne soient peintes. Ces tôles étant la matière première pour la fabrication des armoires frigorifiques.

Physiquement, la déminéralisation d'eau est le phénomène d'éliminer les matières minérales dissoutes notamment par l'emploi d'échangeurs d'ions (éliminer tous les sels dissous dans l'eau). Elle est obtenue principalement par trois techniques:

- Par passage sur **les résines échangeuses d'ions**
- Par **distillation**
- Par **osmose inverse**

Dans notre cas, c'est le premier procédé qui est utilisé au sein de la station de déminéralisation d'eau (passage par résine échangeuse d'ion).

Dans cette station on a plusieurs unités dont le fonctionnement et le rôle seront présenté dans ce qui suit :

## II. Descriptions des éléments constituant la station

La station est composée des éléments suivants :

### a. Réservoir d'eau brute

Le réservoir de stockage d'eau brute contient la matière d'œuvre à traiter et il est alimenté par 2 sources. D'une part en eau de robinet et d'autre part par l'eau récupérée après utilisations. L'eau brute est utilisée dans toutes les opérations effectuées au sein de la station que ce soit la production d'eau pure, le nettoyage par contre-courant des tuyaux après le passage des fluides chimiques, la régénération, etc.... [5]

**b. Tour de dégazage**

La technique de dégazage permet de libérer le gaz dissous dans l'eau. La solubilité des gaz diminue avec la température. Donc, pour dégazer une eau il suffit de la chauffer. Le dégazeur fonctionne avec de la vapeur, c'est le contact eau-vapeur qui fait dégazer l'eau. On utilise une unité de dégazage en complément d'une déminéralisation. On ajoute généralement des réducteurs d'oxygène pour s'assurer qu'aucune trace d'oxygène n'a réussi à rester dans l'eau. [5]

**c. Filtre à charbon actif**

Après utilisation, l'eau pure récupérée est réinjectée dans le réservoir d'eau brute. Avant d'être mise dans celui-ci, elle subit un traitement par passage dans le filtre à charbon actif dans le rôle est d'éliminer les déchets organiques contenus dans cette eau provenant de l'utilisation sur les tôles. [5]

**d. Colonne échangeuse de cations**

La colonne de cations contient les résines cationiques. Ces échangeurs sont caractérisés par la présence dans leur molécule de radicaux à **fonction acide** qui ont la propriété de fixer les cations minéraux ou organiques et de les échanger entre eux ou bien encore de les échanger avec l'ion hydrogène  $H^+$  de l'eau. [5]

**e. Colonne échangeuse d'anions**

La colonne contient les résines anioniques, ces échangeurs sont caractérisés par la présence dans leurs molécules de radicaux à **fonction basique** susceptibles de fixer les anions minéraux ou organiques de les échanger entre eux ou bien encore de les échanger avec l'ion oxhydryle  $OH^-$  de l'eau.

A force de la traversée, la couche de résine s'épuise au fur et à mesure et lorsque la couche inférieure non saturée devient trop faible, le traitement de l'eau diminue d'efficacité. La colonne est donc équipée à sa sortie d'un capteur de conductivité qui contrôle l'état de saturation des résines à travers la résistivité ou la conductivité de l'eau traitée. [5]

**f. Réservoir d'eau dégazée**

L'eau devient une eau dégazée avant d'être injectée dans la colonne de cations. [5]

**g. Réservoir d'eau pure**

Le réservoir sert à stocker l'eau déminéralisée produite qui servira au nettoyage des tôles, une fois le réservoir est plein, la vanne d'entrée d'eau se ferme et le processus de circulation est enclenché. [5]

**h. Réservoir de stockage de soude caustique**

La soude caustique est préparée au sein de la station à 25%. Elle n'est utilisée qu'au cours du processus de régénération. Elle est injectée dans le bac de dosage de la soude caustique. [5]

**i. Réservoir de stockage d'acide chlorhydrique**

Le réservoir de stockage reçoit le Hcl à 35%, le remplissage se fait manuellement. Le Hcl n'est pas préparé sur place, il arrive déjà prêt dans des bacs. Il est utilisé lors de la régénération des résines, on l'injecte dans le bac de dosage d'acide chlorhydrique avant la régénération. [5]

**j. épurateur**

L'eau brute dans cet équipement absorbe de la vapeur Hcl produite dans le réservoir de stockage et dans le bac de dosage d'Hcl. Dans l'épurateur, on fait écouler en permanence de l'eau brute (eau industrielle) pour éviter le dégagement de vapeur Hcl. Le débit d'eau doit être augmenté quand le Hcl est chargé dans le réservoir de stockage, puisque a se moment là, la vapeur d'Hcl attiennent en quantité le maximum. [5]

**k. Bac de dosage d'acide chlorhydrique (Hcl)**

L'alimentation en acide chlorhydrique du bac de dosage se fait au cours du processus de régénération. Le bac contient la quantité nécessaire d'Hcl à envoyer dans la colonne échangeuse de cations. [5]

### **l. Bac de dosage de soude (NaOH)**

Dans ce bac l'alimentation en soude caustique se fait automatiquement au cours du processus de régénération, le bac contient également la quantité nécessaire de NaOH à envoyer dans la colonne échangeuse d'anions. [5]

### **m. Ballon de stockage d'air**

Le ballon contient l'air de commande des actionneurs pneumatiques de la station. L'air de 5,0 Kg/cm<sup>2</sup> est introduit dans le ballon de stockage d'air d'instrument en ouvrant la soupape AP-02. Le tableau de commande est alimenté avec une pression comprise entre 4 à 6 kg/cm<sup>2</sup>. [5]

Après avoir décrit les différents éléments de la station, nous passons maintenant à la description de son cycle de fonctionnement.

## **III. Fonctionnement de la station**

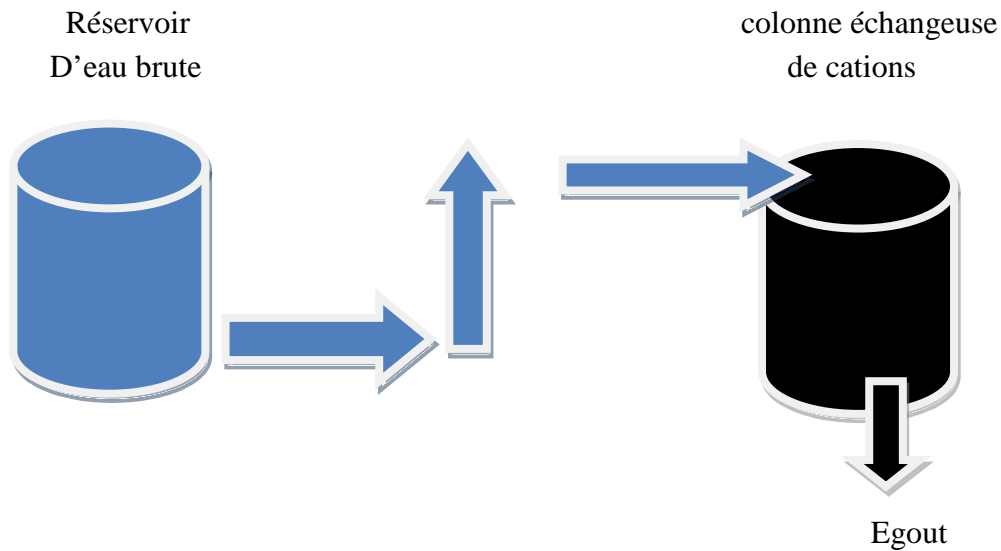
IL existe deux types de fonctionnement de la station :

- Le fonctionnement en cas de bonne conductivité qui consiste à la production d'eau pure.
- D'autre part le fonctionnement en cas de mauvaise conductivité qui consiste en processus de régénération.

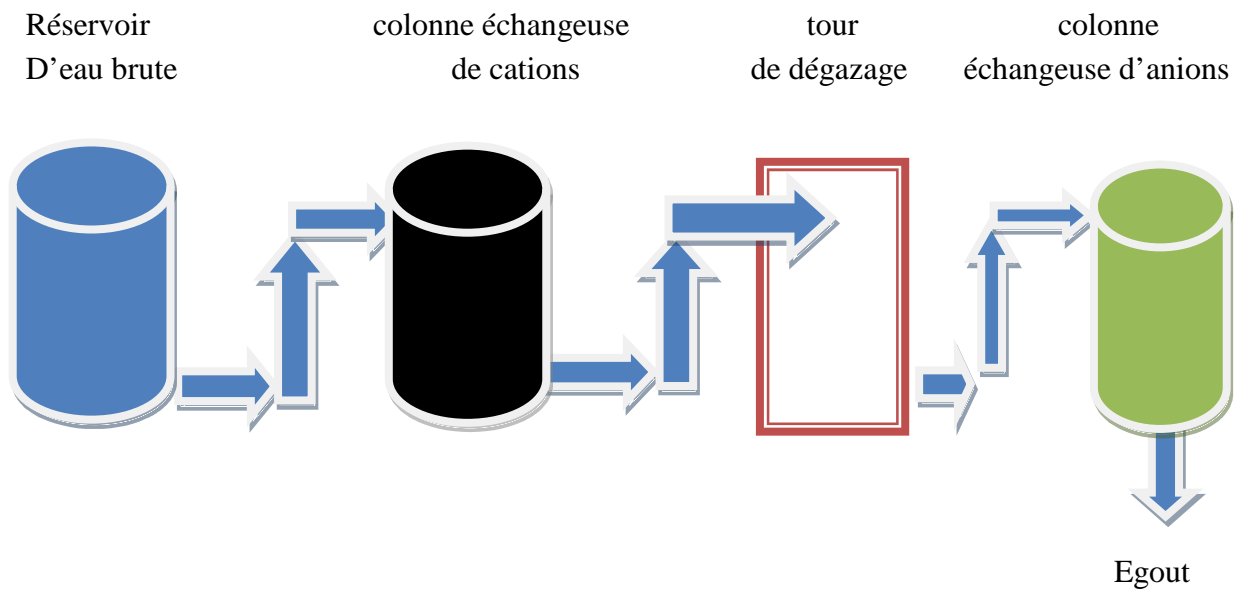
A chaque démarrage de la station, les vidanges de fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions (durée 11min) et celle de la colonne échangeuse de cations (durée 4min) sont exécutées, dans le but de connaître l'état des différentes résines car à la fin de cette vidange un test de conductivité est effectué.

La vidange consiste à envoyer de l'eau brute par écoulement descendant dans la colonne d'anions puis ensuite dans la colonne de cations.

Voir les figures de ces opérations :



**Figure 1.1 : schéma illustrant la vidange de colonne de cations.**

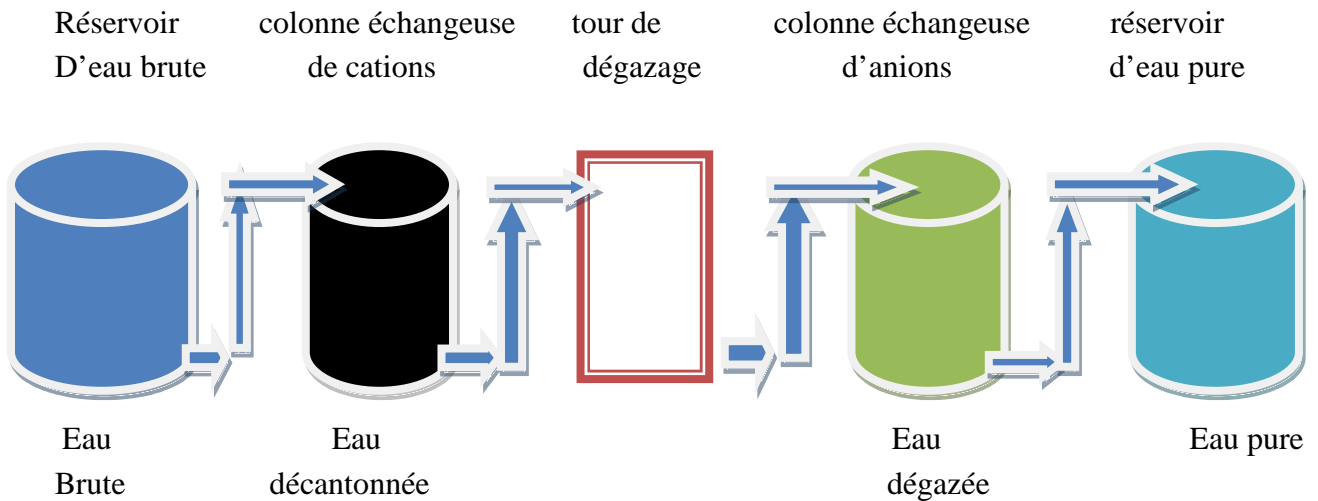


**Figure 1.2 : schéma illustrant la vidange de colonne d'anions.**

Une fois la vidange est terminée, si le test de conductivité est bon la production d'eau pure est enclenchée.

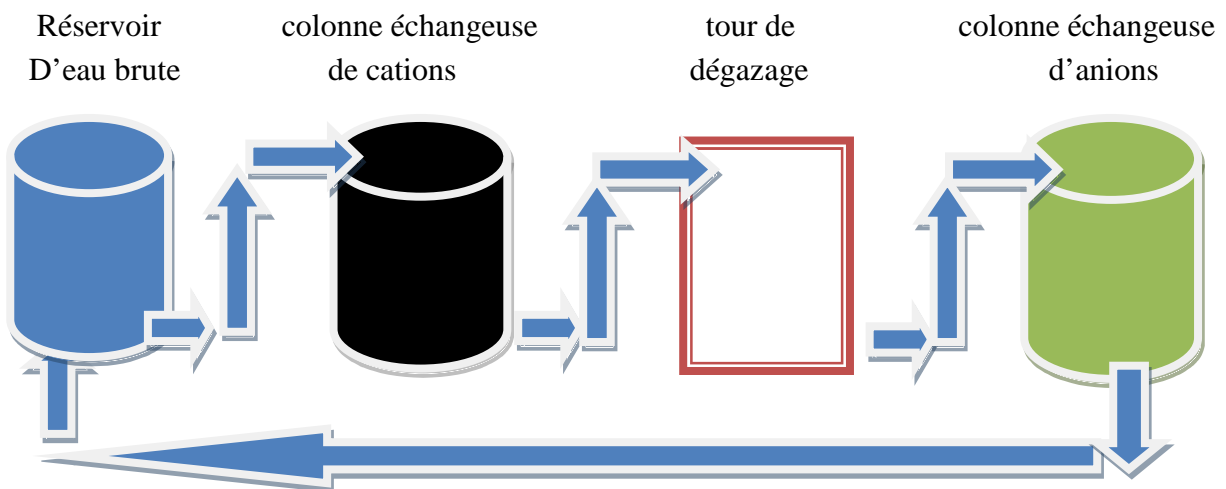
### III.1 Fonctionnement en cas de bonne conductivité

Production de l'eau pure, la figure suivant montre les différents éléments intervenants au cours de la production.



**Figure 1.3: illustration du processus de production d'eau déminéralisée.**

- Si au cours de la production d'eau pure, le capteur de niveau du réservoir d'eau pure indique le niveau haut, la circulation est commencée (voir la figure 1.4). si le niveau s'abaisse la production d'eau pure est reprise.



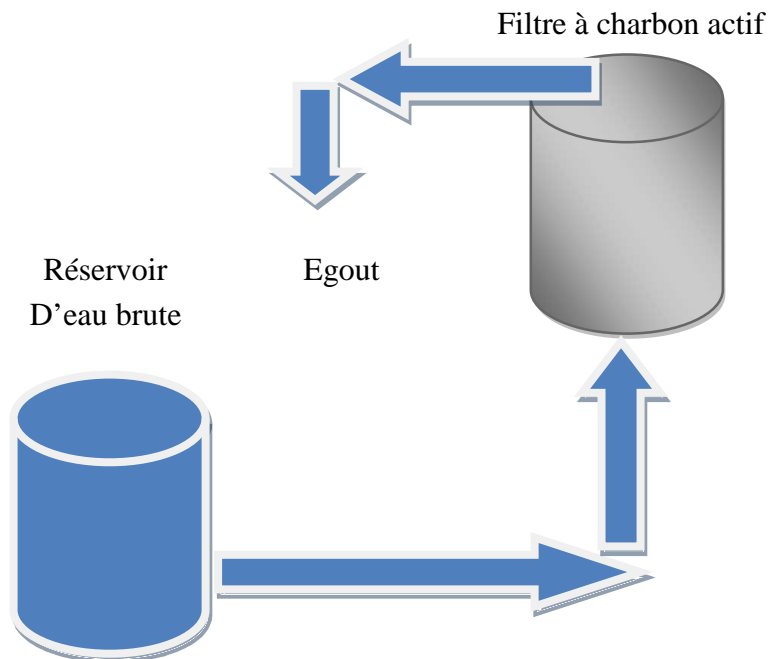
**Figure 1.4: illustration du processus de circulation.**

- Si au cours de la production, la conductivité de l'eau à la sortie de la colonne de cations est mauvaise, le nettoyage est effectué dans le filtre à charbon actif, puis la régénération est faite dans les installations d'eau pure.

### III.2 Fonctionnement en cas de mauvaise conductivité

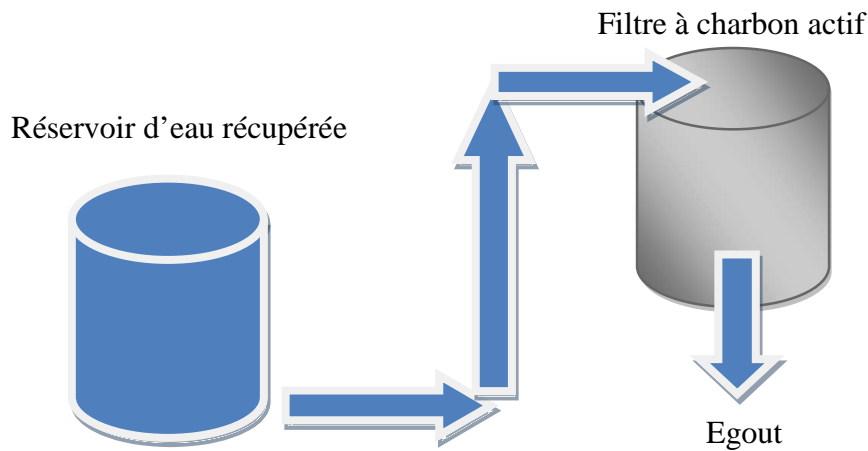
#### a. Nettoyage du filtre a charbon actif

Au cours de la production d'eau les substances fines colloïdales en suspension s'adhèrent sur le charbon actif, ces substances sont donc évacuées par le contre-courant vers l'extérieur de la colonne, donc un nettoyage doit être fait. La durée prévue est de 8mn. (Voir l figure 1.5)



**Figure 1.5 : nettoyage du filtre à charbon actif.**

Un rinçage est effectué, après le nettoyage par contre-courant est cela par un écoulement descendant dans le réservoir de charbon actif avec un débit d'environ 6,5m<sup>3</sup>/h pour une durée de 10 min. L'eau récupérée est utilisée pour ce rinçage, comme le montre la figure 1.6



**Figure 1.6 : Rinçage du filtre à charbon actif**

A la fin du rinçage, le processus de régénération peut commencer.

### **b. Régénération dans l'installation d'eau pure**

A force d'éliminer les impuretés durant la production d'eau pure, les résines sont saturées, elles deviennent incapable de traiter l'eau efficacement, une régénération est alors nécessaire et n'est commencées que si les conditions suivantes sont satisfaites : [5]

- ✓ Le niveau dans le réservoir d'eau brute est supérieur au niveau bas.
- ✓ Le bac de dosage d'acide chlorhydrique et celui de soude caustique sont remplis de fluide chimique correspondant au niveau spécifié.

Durant la régénération les opérations effectuées sont les suivantes :

#### **b.1 Nettoyage par contre-courant de la colonne échangeuse de cations**

L'eau brute est utilisée pour ce nettoyage. Il faut donc s'assurée que l'eau évacuée est assez pure au bout du nettoyage par contre-courant, le débit d'eau nécessaire est d'environ  $18\text{m}^3/\text{h}$  pour une durée de 15min. [5]

### **b.2 Nettoyage par contre-courant de la colonne échangeuse d'anions**

Pour ce nettoyage, l'eau douce d'acide traitée dans la colonne de cations est amenée à partir du bas de la colonne échangeuse d'anions. Dans le but, d'une part de brouiller les particules de résines en couche comprimées au cours de la prise d'eau et d'autre part d'évacuer les substances déposées sur la couche de résine vers l'extérieur de la colonne. Si l'eau évacuée du nettoyage est sale, il faut donc prolonger la durée de nettoyage jusqu'à ce que cette dernière soit pure. Le débit d'eau nécessaire est d'environ 11 m<sup>3</sup>/h pour une durée de 5min. [5]

### **b.3 Alimentation en fluide chimique de la colonne échangeuse de cations**

Lorsque l'éjecteur d'acide chlorhydrique est alimenté en eau brute, l'acide chlorhydrique y est amené sous pression négative à partir du bac de dosage. L'acide dilué avec l'eau brute est répartie par le distributeur de fluide chimique.

Le débit d'aspiration d'acide est réglé pour que la quantité spécifiée d'acide soit aspirée pendant une durée déterminée. Ce réglage doit être fait en surveillant la vitesse de descente du niveau de fluide dans le bac de dosage. On doit faire attention à ce que le débit de refoulement de l'éjecteur ne soit pas diminué car le rendement d'aspiration serait réduit lui aussi. Le débit d'eau nécessaire est d'environ 6,2m<sup>3</sup>/h pour une durée d'alimentation en Hcl de 20 minutes.

### **b.4 Décantation**

Après le nettoyage par contre-courant les particules de résines flottant descendent, se qui fait que la couche de résine est nivelée.

Si on commençait l'alimentation en fluide chimique avant que les particules de résines flottant ne soient complètement descendues, l'agent de régénération passerait rapidement à travers la couche de résine se qui pourrait dégrader le rendement de régénération.

La décantation est plus longue dans la colonne échangeuse d'anions, c'est-à-dire que la décantation y dure pendant que les deux procédés (nettoyage par contre-courant

+décantation) sont effectués dans la colonne échangeuse de cations. La durée prévue de la décantation est de 5 minutes.

#### **b.5 Evacuation de fluide chimique de la colonne échangeuse de cations**

Il reste une quantité d'acide chlorhydrique dans les tuyauteries et dans la couche de résine après avoir aspiré la quantité voulue. L'acide résiduel est évacué en faisant L'alimentation en eau au débit égal à celui d'alimentation en fluide chimique, cette alimentation dure jusqu'à ce que l'acide résiduel atteigne le bas de la couche de résine ce procédé est appelé "évacuation".

Le débit d'eau nécessaire pour l'évacuation est de 6,2m<sup>3</sup>/h pour une durée de 20 minutes. [5]

#### **b.6 Rinçage du fluide chimique de la colonne échangeuse de cations**

L'acide chlorhydrique reste dans la colonne après l'alimentation en fluide chimique, il est éliminer par rinçage.

Le débit d'eau nécessaire au rinçage est d'environ 19,5m<sup>3</sup>/h et la durée prévue de rinçage est de 10 minutes. [5]

#### **b.7 Alimentation en fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions**

Lorsque l'éjecteur de soude caustique est alimenté en eau douce d'acide venant de la colonne échangeuse de cations, la soude caustique y est amenée sous pression négative à partir du bac de dosage, la soude caustique diluée de l'eau douce acide est chargée dans la colonne.

Le débit d'alimentation en fluide chimique est réglé pour que l'alimentation de la quantité spécifiée soit terminée au bout de la durée prévue.

La soude caustique est chauffée pour dissoudre la silice captée par la résine échangeuse d'anions.

Le chauffage est réalisé par échange thermique avec de l'eau chaude, la température de repère de la soude caustique est de 35°C. Si la température de la soude chauffée est de 40°C ou plus, le chauffage est arrêté. Si la température devient moins de 40°C, le chauffage est recommencé. [5]

Ce qui concerne les autres phases de fonctionnement, la description donnée sur l'alimentation en fluide chimique de la colonne échangeuse de cations s'applique également au cas de la colonne échangeuse d'anions.

Le débit nécessaire d'eau est de 3,5m<sup>3</sup>/h pour une durée prévue de l'alimentation en NaOH est de 30 minutes.

### **b.8 Évacuation de fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions**

Lorsque la quantité de soude caustique nécessaire est aspirée, il reste toujours une quantité dans les tuyauteries et dans la couche de résine.

La soude résiduelle est évacuée en faisant l'alimentation en eau au débit égal à celui d'alimentation en fluide chimique, cette alimentation dure jusqu'à ce que la soude résiduelle atteigne le bas de la couche de résine. Le chauffage à l'eau chaude est fait également dans cette phase comme la phase d'alimentation en fluide chimique.

L'agent de régénération est amené à partir de chacun des réservoirs de stockage jusqu'à chacun des bacs de dosages.

Le débit nécessaire d'évacuation est d'environ 3,5m<sup>3</sup>/h et le temps prévu est de 25 minutes.

### **b.9 Rinçage de fluide chimique de la colonne échangeuse d'anions**

Après l'alimentation en fluide chimique la soude caustique restant dans la colonne est éliminée par le rinçage.

La durée prévue de rinçage est de 10 min pour un débit de 11 m<sup>3</sup>/h.

### **b.10 Circulation**

Une circulation d'une durée de 30 min est effectuée, après le rinçage de la colonne échangeuse d'anions et à la fin un test de conductivité est fait :

- ❖ Si la conductivité est bonne, la prise d'eau commence.
- ❖ Dans le cas contraire, si la conductivité est mauvaise l'alarme est émise et une deuxième circulation est enclenchée.

Dans le cas où la propriété d'eau est améliorée au cours de la circulation supplémentaire, la prise d'eau commence. Et dans le cas inverse si une telle amélioration n'est pas réalisée les installations se mettent à l'arrêt.

Actuellement, le service maintenance de l'unité froid fait face aux problèmes du séquenceur utilisé pour la conduite de la station de déminéralisation d'eau, ces problèmes étant entre autre : les nombreuses pannes de ces équipements, le manque de pièce de rechange du à la disparition de ces composants sur le marché et surtout l'incapacité des techniciens à les réparer du au manque de documentation.

#### ➤ **La comparaison du séquenceur par rapport à l'API**

L'utilisation d'un API au lieu d'un séquenceur **PLK-2** Toshiba offre plusieurs avantages comme le montre l'étude comparative suivante :

- **Matériel** : le séquenceur est spécifique à un milieu industriel donné, par contre l'API à une possibilité d'adaptation à tous les milieux industriels. Il est souple à utiliser et il prend moins de place.
- **Maintenance** : la maintenance de l'API est simple elle peut être faite par un personnel non spécialisé, ce qui n'est pas le cas du PLK-2.
- **Entrées/Sorties** : le séquenceur dispose uniquement des entrées/sorties numériques par contre l'API dispose des entrées/sorties numériques et analogiques.
- **Communication** : avec l'API on peut communiquer avec d'autres périphériques, ce qui n'est pas le cas avec le séquenceur qui ne peut établir une liaison avec d'autres périphériques comme le **WinCC** par exemple.

- **Mémoire** : l'API a une capacité de mémoire plus grande que le séquenceur.
- **Programmation** : pour voir le programme utilisateur contenu dans la mémoire du séquenceur, il faut disposer d'une cassette spéciale pour enregistrer le programme qui ensuite doit être inséré dans un magnétophone relié à un petit écran pour la visualisation du programme, cela implique l'arrêt du séquenceur donc l'arrêt de la production. L'API facilite la tâche car la programmation est faite avec un PC avec le logiciel adéquat, de plus avec le mode RUN-P, le programme utilisateur peut être inséré ou modifié sans avoir à mettre l'automate à l'arrêt, donc pas d'arrêt de production. L'utilisation de l'API est profitable pour la conduite d'un système automatisé de production (SAP).

### ➤ **Choix de l'automate**

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser : [10]

- Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- Le type de programmation souhaitée et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- La nature de traitement (temporisation, couplage,.....etc.).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La communication avec d'autres systèmes.
- La fiabilité et la robustesse.
- 

L'automate utilisé dans notre projet a été choisi par rapport au nombre d'entrées/sorties.

Cette automate est disposé de 141 entrées/sorties numériques.

- 57 entrées.
- 84 sorties.

Conformément au cahier des charges établies pour notre machine et vue le nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton poussoir, etc....); et de sorties (actionneurs : pompes, vannes, etc....), ainsi que leurs

correspondances (numériques, analogiques, logiques, etc....) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées /sorties. Du fait l'API **S7-300** répond parfaitement à cette flexibilité.

Dans le but de faciliter l'élaboration du Grafcet (niveau II) qui fera l'objet du chapitre suivant, il est obligé de faire l'étude des spécifications technologique précisant la façon dont l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble que constitue le système automatisé.

## IV. Instrumentation

### IV.1 Capteurs

Dans le but de contrôler un système ou un processus physique, on doit mesurer et surveiller certaines grandeurs physiques dépendantes directement du processus. Il est alors nécessaire de procéder à la vérification des résultats obtenus : les grandeurs mesurées doivent restées dans un intervalle acceptable de valeurs dans le but d'assurer la bonne marche ou la qualité de l'ensemble des opérations. [13]

Ces grandeurs sont mesurées, acquises et mémorisées, c'est pour cela qu'il est nécessaire de les transformer en des grandeurs électriques proportionnelles pour qu'elles puissent être traitées par les interfaces d'entrées du microcontrôleur par exemple.

Cette opération de transformation de ces grandeurs physiques en grandeurs électriques gérées par les interfaces est assurée par **les capteurs**. Ce dernier convertit les informations physique de la partie opérative en grandeurs électriques exploitables par la partie commande. Le capteur fournit donc des comptes rendus de l'état du système à la partie de commande. [13]

Certaines grandeurs physiques peuvent plus au moins parasiter la mesure, on dit alors que ces grandeurs sont des grandeurs d'influence. La grandeur de sortie du capteur est donc fonction de plusieurs variables.

Parmi les grandeurs d'influence usuelles on peut citer : [13]

- les grandeurs mécaniques auxquelles est associé le capteur (position, vitesse, accélération)
- la température du milieu dans lequel évolue le capteur.
- Les grandeurs chimiques associées au milieu (PH, concentration en certains ions...)
- Les champs électromagnétiques et les grandeurs électromagnétiques associées
- Les rayonnements parasites de type nucléaire, X, gamma...
- La pression de vapeur saturante...

On distingue principalement trois types de capteurs : [12]

- ❖ **Les capteurs analogiques** : traduisent des valeurs de pression, de position et de température... sous forme d'un signal (tension ou courant) qui évoluent entre deux valeurs limites.
  - ❖ **Les capteurs numériques** : transmettent des valeurs numériques (position, pression). Lus sur 8,16 ou 32 bits soit en parallèle sur plusieurs conducteurs ou bien en série sur un seul conducteur. On parle de « **codeurs** »
  - ❖ **Les capteurs TOR** : ce sont des capteurs les plus répandus en automatisation : capteur à contacts mécaniques, détecteur de proximité, détecteur de distance... Ils délivrent un signal 0 ou 1 dit tout ou rien. On parle de « **détecteurs** ».
- Dans notre cas les capteurs utilisés sont **les capteurs TOR**.

### a) Sonde de niveau ou électrode de niveau

Ce capteur assure l'opération de contrôle des niveaux de remplissage des bacs, il est connecté au séquenceur se qu'il lui permet d'assurer la mise en marche et l'arrêt des pompes, la protection contre le trop plein des bacs et la marche à sec des pompes.

Le fonctionnement des indicateurs de niveau se repose sur la variation des résistances, mesurées entre les électrodes plongées dans le liquide. Par la conductivité de l'eau, un courant crée entre une sonde de référence selon le niveau d'eau dans le bac, dispose ainsi des sondes dans les réservoirs de stockage et les bacs de dosage afin de mesurer le niveau d'eau. Elle se loge à l'intérieur d'un flotteur à deux lamelles connectées au séquenceur. L'information serait alors délivrée au séquenceur pour un traitement adéquat.

On a donc pour :

- Le réservoir d'eau brute et d'eau pure, une sonde à 4 niveaux : **B, M, H, HH.**
- Le réservoir de conservation Hcl et NaOH, une sonde à 3 niveaux : **B, M, H.**
- Bac de dosage Hcl et NaOH, une sonde à 2 niveaux : **B et H.**
- Réservoir d'eau dégazée, une sonde à 2 niveaux : **B et H.**

**B : niveau bas**

**M : niveau moyen**

**H : niveau haut**

**HH : niveau très haut**

## b) Les débitmètres

Un **débitmètre** est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide, liquide ou gazeux. Pour mesurer un débit à partir d'une différence de pression, on doit étrangler la conduite pour provoquer une chute de pression. Le fluide devant s'écouler par un passage plus étroit, la pression en amont du rétrécissement sera plus élevée qu'en aval.

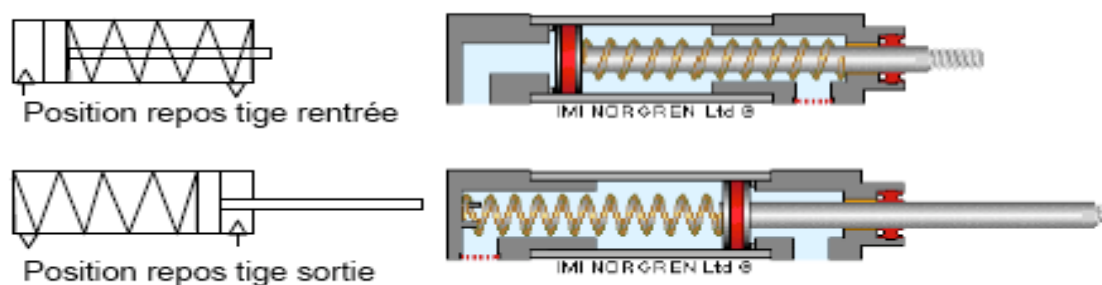
Cette baisse de pression augmente la vitesse du fluide puisque une même quantité de matière s'écoule en aval et en amont de l'étranglement. La vitesse varie en fonction du débit, donc un débit plus élevé amènera une plus grande différence de pression en amont et en aval de l'étranglement. On peut mesurer une différence de pression d'une part et déterminer le débit d'une autre part. [6]

## c) Conductivimètre

Un conductivimètre est un ohmmètre alimenté en courant alternatif. On cherche à mesurer la résistance d'une conductrice piégée dans la cellule de mesure. On peut décrire cette cellule de la façon suivante : deux électrodes carrées, en platine recouvert de platine pulvérulent, regard d'une surface  $S$ , une distance  $L$ . on applique une tension  $U$  entre ces deux plaques, ce qui engendre un champ électrique entre ces plaques que l'on supposera uniforme. Sous l'action de ce champ, les ions de la solution vont se déplacer et donc être à l'origine d'une densité de courant entre les plaques et on pourra mesurer la résistance de la solution et trouver sa conductance (inverse de la résistance). [6]

## IV.2 Actionneurs

Dans une machine, un **actionneur** est une chose qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système. Dans les définitions de l'automatisme, l'actionneur appartient à la partie opérative. Il existe plusieurs types d'actionneurs qui se basent sur les principes de transfert d'énergie, on cite : les vérins, les moteurs rotatif, les moteurs linéaires, les vannes..... [12]



**Figure 1.7 : vérin simple effet**

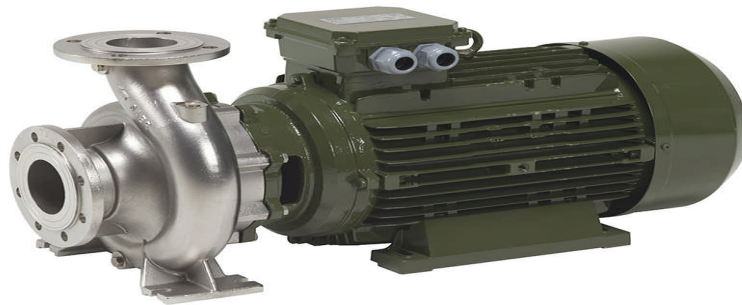
Dans la station de déminéralisation d'eau de l'unité froid de l'E.N.I.E.M. les actionneurs utilisés sont les suivants :

### a) Vanne pneumatique TOR

Les vannes TOR utilisées au sein de la station permettent la circulation des fluides dans les différents bacs de réservoirs. La pression d'air comprimé leur permet de bloquer ou de libérer la canalisation. L'air comprimé est admis grâce à une électrovanne à commande électrique. Elle ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée : ouverte dès son alimentation en pression, fermée après la coupure de l'air comprimé. [13]

### b) Le groupe électropompe

Le groupe électropompe se compose essentiellement d'une pompe accouplée à un moteur asynchrone.



**Figure 1.8 : figure d'un groupe électropompe.**

Il est composé d'un :

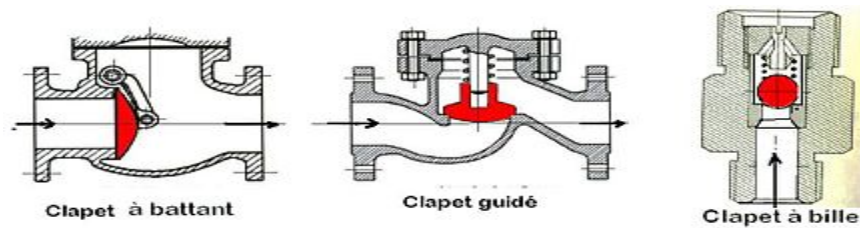
- Moteur asynchrone.
- Ensemble mécanique.
- Corps de doseur.
- Boite à clapet.
- Raccordements.

### **b.1) Pompe**

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide. Pour transformer ainsi une énergie mécanique en énergie hydraulique. Dans notre cas on utilise la pompe centrifuge car elle s'accouple directement avec le moteur asynchrone et elle est équipée de plusieurs organes. [3]

#### **❖ CLAPET DE NON-RETOUR**

Un **clapet anti retour** est un dispositif installé sur une tuyauterie qui permet de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque. Le liquide, le gaz, l'air comprimé, ... peut passer dans un sens mais le flux est bloqué si celui-ci vient à s'inverser. [3]



**Figure 1.9 : les différents types du clapet de non retour**

Le fonctionnement doit évidemment se faire sans provoquer de coup de bélier ; deux méthodes générale sont elles utilisées :

- Clapet à inertie très faible, qui se ferme dès que l vitesse de circulation du fluide s'annule au droit de l'appareil.
  - Clapet qui se ferme da façon lente dès que la circulation du fluide à changé de sens.
- La mise en œuvre des clapets, dans des installations importantes est très délicate.

La station est équipée de 5 pompes centrifuges dont les caractéristiques sont les suivantes :

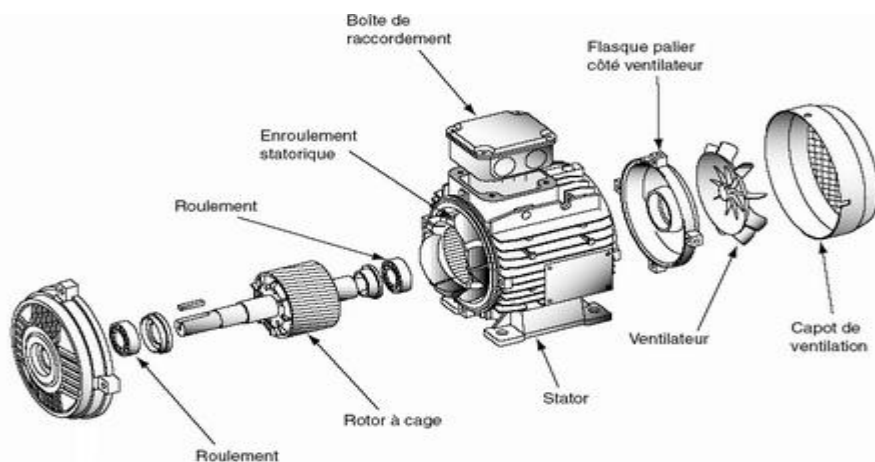
- ❖ **Pompe d'eau brute** : de capacité de 28 m<sup>3</sup>/h pour une hauteur de 20mh composé d'un moteur dont les caractéristiques sont les suivantes : [5]
  - Moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation.
  - Puissance sur l'arbre : 5,5 KW.
  - Nombre de rotation : 1440rpm.
  
- ❖ **Pompe de soude caustique** : capacité de 8,2 l/min pour une hauteur de 10mh équipé d'un moteur dont les caractéristiques sont les suivantes : [5]
  - Moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation.
  - Puissance sur l'arbre : 0,4 KW.
  
- ❖ **Pompe d'acide chlorhydrique** : capacité de 16,4 l/min pour une hauteur de 10mh équipé d'un moteur dont les caractéristiques sont les suivantes : [5]
  - Moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation.
  - Puissance sur l'arbre : 0,75 KW.

- ❖ **Pompe d'eau dégazée** : de capacité de 19 m<sup>3</sup>/h pour une hauteur de 25mh composé d'un moteur dont les caractéristiques sont les suivantes : [5]
  - Moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation.
  - Puissance sur l'arbre : 3,7 KW.
  - Nombre de rotation : 1420rpm.
  
- ❖ **Pompe d'eau pure** : de capacité de 19 m<sup>3</sup>/h pour une hauteur de 25mh composé d'un moteur dont les caractéristiques sont les suivantes : [5]
  - Moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation.
  - Puissance sur l'arbre : 3,7 KW.
  - Nombre de rotation : 1420rpm.

## b.2) Moteur asynchrone

### 1. présentation

Le moteur asynchrone couplé à un variateur de fréquence est de loin le type de moteur le plus utilisé pour les applications où il est nécessaire de contrôler la vitesse et le déplacement d'une charge. C'est un moteur qui se caractérise par le fait qu'il est constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif et d'un rotor (induit), aboutissant à des bagues dans les quelles le courant est crée par induction. Ces moteurs ont la particularité de fonctionner grâce à un champ tournant.



**Figure 1.10 : Moteur asynchrone.**

On distingue 2 catégories de moteurs asynchrones en fonction du type de rotor : [2]

- ✓ Moteur asynchrone à rotor en court-circuit, de faible puissance.
- ✓ Moteur asynchrone à rotor bobiné à bagues dans lesquelles l'enroulement du rotor aboutit à des bagues par l'intermédiaire desquelles on peut insérer des résistances. Ils sont de grande puissance.

## 2. Précaution de câblage

Il est impératif de séparer la tension de commande de la tension de puissance, pour le pilotage de ces moteurs. La tension de commande doit être en très basse tension 24 Volts puisqu'un opérateur humain sera amené à intervenir et la tension de puissance sera en basse tension 380V.

### ➤ Démarrage du moteur asynchrone

Entrainer une pompe par un moteur asynchrone. Le but est de définir son type de démarrage. Dans notre c'est le démarrage **étoile-triangle**. Les enroulements du stator son couplés directement sur le réseau, le moteur démarre et atteint sa vitesse nominale.

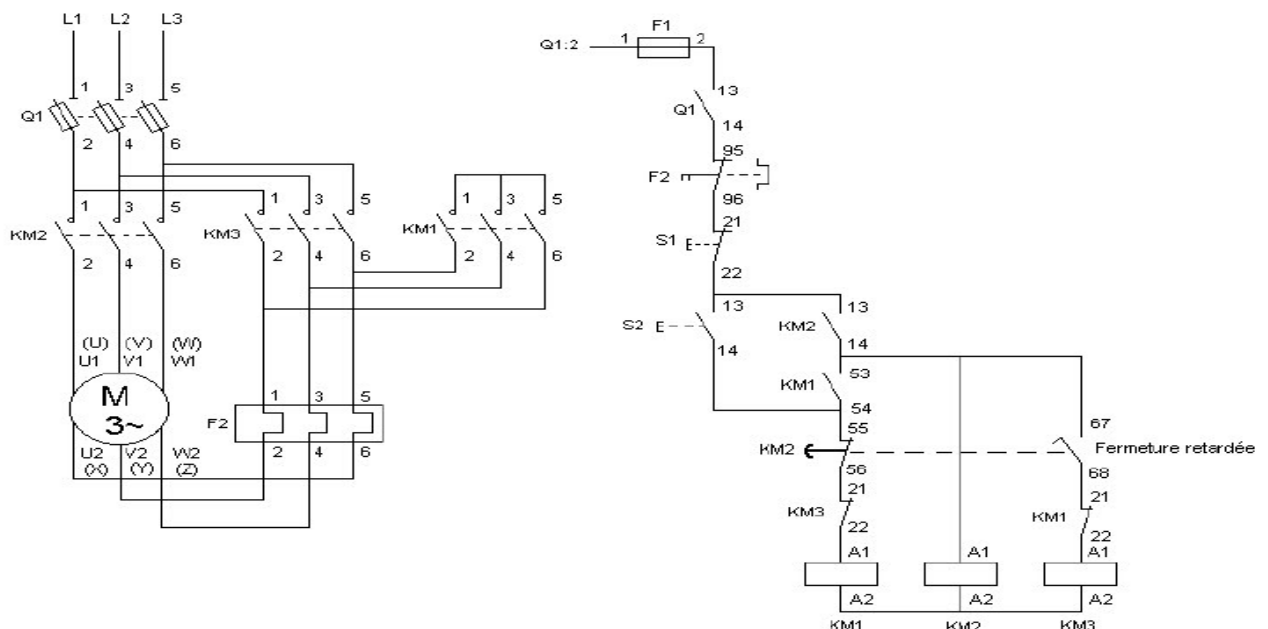


Figure 1.11 : schéma de puissance et de commande.

Le démarrage s'effectue en deux étapes et dure 3 à 7 secondes : [11]

- **Première étape** : couplage étoile (Y) du moteur : les enroulements sont soumis à une tension  $U/3$  ( $U/\text{racine de } 3$ )

Le courant de démarrage  $I_d$  est réduit par rapport au démarrage direct.

Le couplage en démarrage est plus faible qu'en démarrage direct.

- **Deuxième étape** : couplage triangle du moteur

Quand le moteur est lancé, on passe au couplage triangle.

### **Fonctionnement de la partie commande :**

Une impulsion sur S2 alimente le relais KM1. Les contacteurs KM1 se ferment et le relais KM2 est activé. Les contacteurs de puissances KM1 et KM2 étant fermés, on a un couplage étoile. Au bout de 2 secondes, le contacteur à ouverture temporisée (KM2 55-56) s'ouvre, entraînant avec un léger retard la fermeture du contacteur 67-68 : le relais KM3 est alors alimenté. Les contacteurs sont fermés : c'est le couplage triangle.

#### **a. Relais de protection thermique**

Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente.

Pour ce bilame on utilise un alliage ferronickel.

Le **ferronickel** : est un ferroalliage à forte teneur en nickel, de 20 à 40 % en poids.

#### **b. Organe de protection**

**Les fusibles** : un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir par fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée.

#### **c) Éjecteur**

Un **Éjecteur** est un dispositif technique utilisé soit en aspiration de fluide, soit en plasturgie. L'éjecteur est le terme générique qui désigne un appareil à jet capable d'aspirer différents produits : gazeux, liquide et solide et prend diverses dénominations

suisant sa fonction. Appareil à fonctionnement statique permettant d'obtenir le vide dans une enceinte. Le vide correspond à la pression d'aspiration de la vapeur ou d gaz exigée par les besoins du procédé. La pression d'aspirations est obtenue grâce aux lois de la thermodynamique et de la mécanique des fluides : un fluide moteur à haut potentiel énergétique est détendu au travers d'une tuyère convergente et divergente et accéléré Jusqu'à des vitesses souvent supersoniques. A la sortie de la tuyère l'énergie potentielle du fluide moteur est transformée en énergie cinétique.

### **IV.3 Armoire de commande**

L'armoire de commande est équipée d'un séquenceur de la firme Toshiba qui est le programmeur à clavier PLK-2. Il peut gérer jusqu'à 42 entrées et 32 sorties. Il est compact.

Sur la façade de cette armoire se trouve un tableau de commande constitué de plusieurs lampes, boutons poussoirs, etc....

## **V. Conclusion**

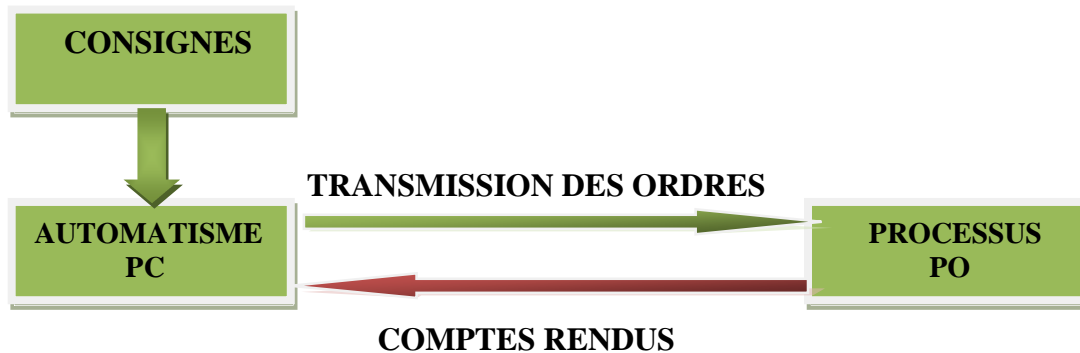
Ce premier chapitre a été consacré à la description des éléments de la station de déminéralisation d'eau situant au sein de l'Entreprise national (E.N.I.E.M.) et l'étude de son cycle de fonctionnement. L'apport de ce travail dans l'élaboration de la modélisation du processus est d'une importance capitale car une modélisation correcte passe par une compréhension exacte de la station ce qui implique l'élaboration d'un programme respectant le cycle de fonctionnement.

# CHAPITRE 02

**I. Introduction**

L'automatisation d'un système nécessite la satisfaction du cahier de charge car il décrit son fonctionnement. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

Le problème sera de proposer des solutions faciles à comprendre et à réaliser, qui décrivent les relations entre la partie commande et la partie opérative et qui répondent à l'exigence de cahier de charge. Pour remédier à ce problème les automaticiens utilisent un outil de modélisation graphique qui est « Le GRAFCET».



**II. Modélisation de la station**

Dans ce chapitre, on étudiera une structure graphique qui est le **GRAFCET** (Graphe Fonctionnel de Commande Etapes Transitions) c'est un outil de description des comportements d'un système logique. Il est très utilisé pour la programmation des automates programmables industriels (API). Permettant aussi de décrire les comportements attendus de l'automatisme en imposant une démarche rigoureuse évitant ainsi les incohérences dans le fonctionnement du procédé.

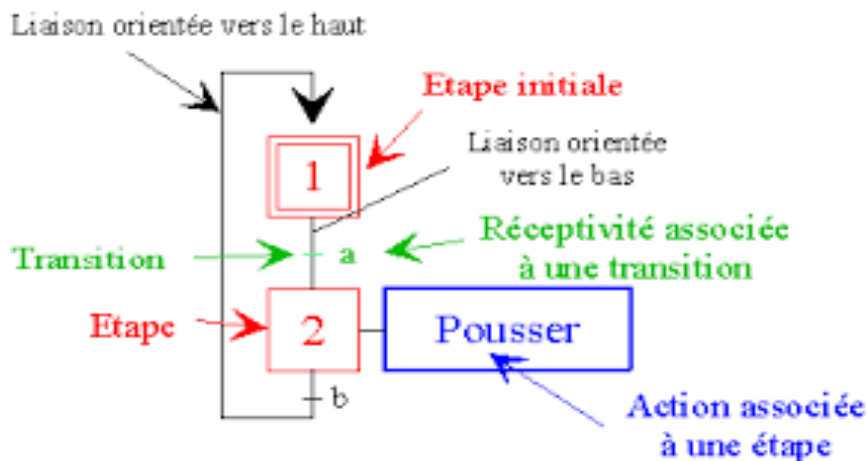
Le GRAFCET décrit les interactions entre la partie commande et la partie opérative à partir de l'interface. Il établit une relation entre :

- les **entrées**, correspondant aux transferts d'informations de la partie opérative vers la partie commande. [12]

- Les **sorties**, correspondant aux ordres transmis de la partie commande vers la partie opérative. [12]

## II.1 Structure d'une modélisation par Grafcet

La représentation suivante montre la structure d'une modélisation par Grafcet



**Figure 2.1 : composant du Grafcet**

Une interprétation entrées, traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses sorties caractérisée par :

- Les **actions** associées aux étapes,
- Les **réceptivités** associées aux transitions

Le GRAFCET est défini par un ensemble d'éléments graphiques :

- **Les étapes** : Une étape caractérise un comportement invariant d'une partie ou de la totalité de la partie commande à un instant donné ; suivant l'évolution du système Une étape est soit **active**, soit **inactive**. L'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande.

À chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui regroupe, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles, à un instant donné, de faire évoluer la situation de la partie commande. [14]

- **Les transitions :** Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes. Chaque transition représente une, et une seule, possibilité d'évolution. Une transition est dite **validée** lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont activées. [14]

- **Réceptivité :** À chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui regroupe, parmi toutes les informations disponibles, uniquement celles qui sont susceptibles, à un instant donné, de faire évoluer la situation de la partie commande. [14]

Elle est une fonction combinatoire d'informations booléennes qui définit :

- Etats des capteurs.
- Impulsion sur un bouton poussoir.
- Action d'un Temporisateur, d'un compteur.

Il existe deux cas particuliers de réceptivité :

✓ **Une temporisation :**

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, il implique l'utilisation d'un temporisateur.

On note  $t / i / \Delta$  la variable booléenne qui vaut 1 si et seulement si il s'est écoulé un temps au moins égal à  $\Delta$  depuis la dernière fois que l'étape  $i$  est passée de l'état inactif à l'état actif.

✓ **Une réceptivité toujours vraie :**

Une telle réceptivité s'écrit "= 1". Le franchissement de cette transition se fera dès que la ou les étapes immédiatement antérieures seront actives sans autre condition.

### ❖ **Les règles d'évolution**

- **Règle N°1 :** L'initialisation précise l'étape ou les étapes actives au début du fonctionnement. On la repère en doublant les côtés des symboles correspondants. Il peut y avoir plusieurs étapes initiales dans un GRAFCET. [1]

- **Règle N°2** : Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée, et que la réceptivité associée à la transition est vraie. [1]
- **Règle N°3** : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation simultanée de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes. [1]

*Exemple* : - Cas de transition entre plusieurs étapes.

- **Règle N°4**: Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies. [1]
- **Règle N°5** : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active. [1]

## **II.2 Modélisation de la station de déminéralisation d'eau**

Le travail qui nous a été demandé consiste à l'automatisation de la station par l'élaboration d'une modélisation du cycle de fonctionnement par le Grafcet qui permettra la commande de la station par un API. Le modèle présenter ne tient compte que du modèle automatique, les opérations manuelles étant exécutées par l'opérateur avant le démarrage du cycle de production.

En vue de l'élaboration du Grafcet de conduite, nous avons recensé les différentes entrées/sorties intervenants dans le cycle de fonctionnement de la station.

### **II.2.1 Les capteurs et actionneurs**

Nous allons exposer la liste des capteurs et actionneurs utilisés avec la partie de commande : [5]

#### **❖ Réservoir d'eau brute**

- Un moteur (PM01)
- Une pompe (P01)
- Une soupape de diaphragme pneumatique (AV01)
- Un contacteur de niveau à flotteur (LS\_01) à 4 niveaux : **B, M, H et HH**

#### **❖ Tour de dégazage**

- Un contacteur de niveau (LS\_01) à 2 niveaux : **B, et H**

- Un moteur (PM02)
- Une pompe (P02)
- Un souffleur (BL)
- Un moteur de souffleur (BLM)
- ❖ **Colonne échangeuse de cations**
- 5 soupapes de diaphragme pneumatique (AV21, AV22, AV23, AV24, AV25)
- ❖ **Colonne échangeuse d'anions**
- 6 soupapes de diaphragme pneumatique (AV31, AV32, AV33, AV34, AV35, AV39)
- Un conductivimètre (CDD)
- ❖ **Tour de réservoir d'eau pure**
- Un totalisateur de débit (FQ04)
- Une pompe (P04)
- Un contacteur de niveau à flotteur (LS\_03) à 4 niveaux : **B, M, H et HH**
- Un moteur (PM04)
- ❖ **Bac de dosage d'acide chlorhydrique**
- Un contacteur de niveau à flotteur (LS\_04) à 2 niveaux : **B et H**
- 3 soupapes de diaphragme pneumatique (AV26, AV27, AV28)
- Un éjecteur (EJR01)
- ❖ **Bac de dosage de soude caustique**
- Un contacteur de niveau à flotteur (LS\_05) à 2 niveaux : **B et H**
- 2 soupapes de diaphragme pneumatique (AV37, AV38)
- Un éjecteur (EJR02)
  
- ❖ **Réservoir de stockage de soude caustique**
- Un contacteur de niveau (LS\_07) à 3 niveaux : **B, M et H**
- Un moteur (PM03)
- Une pompe (P03)
- ❖ **Réservoir de stockage d'acide chlorhydrique**
- Un contacteur de niveau (LS\_06) à 3 niveaux : **B, M et H**
- Un moteur (PM05)
- Une pompe (P05)

**❖ Filtre à charbon actif (FSR)**

5 soupapes de diaphragme pneumatique (AV11, AV12, AV13, AV14, AV15)

**❖ Tour d'échangeur de chaleur (HEX)**

- Thermomètre (P06)
- 2 soupapes de diaphragme pneumatique (AV36, AV40)

### **II.2.2 Additif**

**❖ bac de stockage d'eau récupérée**

- Un contacteur de niveau (LS\_08) à 2 niveaux : **B**, et **H**
  - Un moteur (PM06)
  - Une pompe (P06)
- ❖ Capteur de niveau (3) rajouté au niveau des pompes P03, P04, P05 pour les protéger contre le fonctionnement à vide.
- ❖ Des différentes pompes sont rajoutées aux soupapes manuelles d'admission et d'alimentation en parallèle avec des soupapes pneumatiques (SOUP\_AV\_) prioritaires.

Avant la mise en marche de la station, il est nécessaire de connaître à l'avance les différentes opérations à réaliser.

### **II.2.3 Conditions initiales**

Les conditions à réaliser avant la mise en marche de la station sont les suivantes :

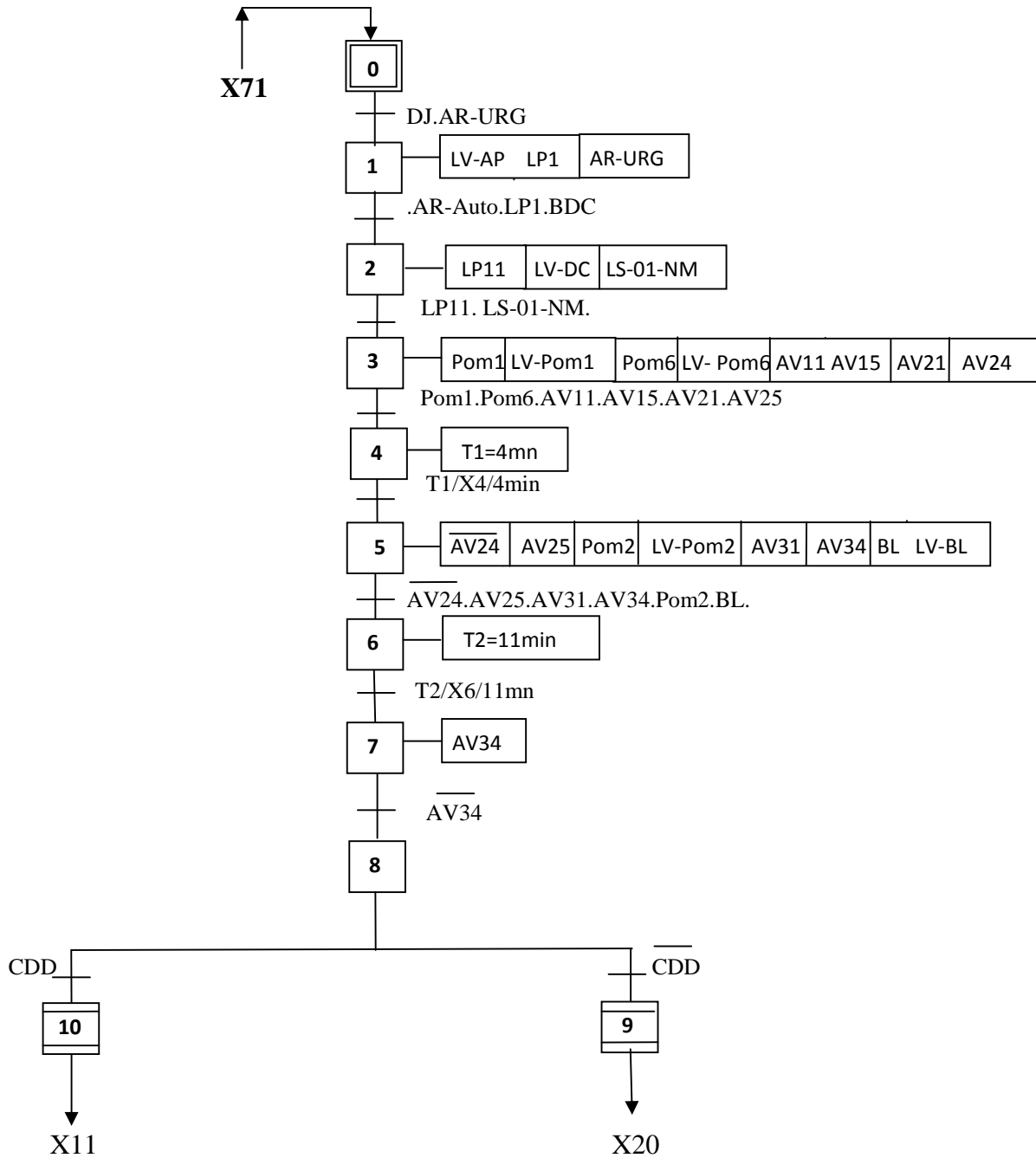
- ✓ Toutes les vannes manuelles doivent être ouvertes.
- ✓ Le ballon de stockage d'air alimenté.
- ✓ La température de l'eau chauffant la soude caustique est de 60°C à 70 °C.
- ✓ Confirmer la présence de soude caustique à 25% et l'acide chlorhydrique à 35%.

### **II.2.4 Grafcet de la station de déminéralisation d'eau**

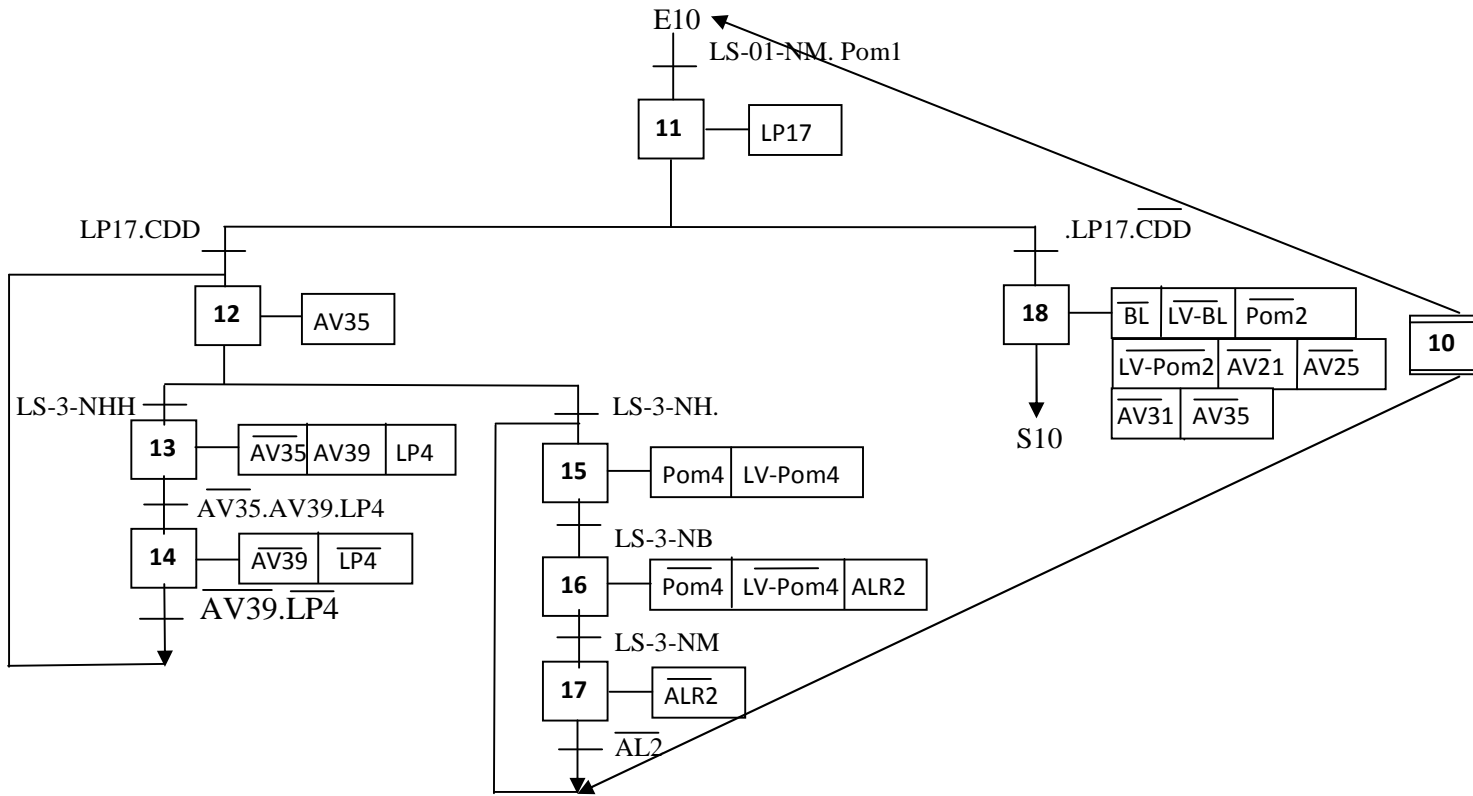
Nous présentant dans ce travail le Grafcet niveau **II**.

Le Grafcet niveau **II** prend en compte de l'aspect fonctionnel et de l'aspect technologique.

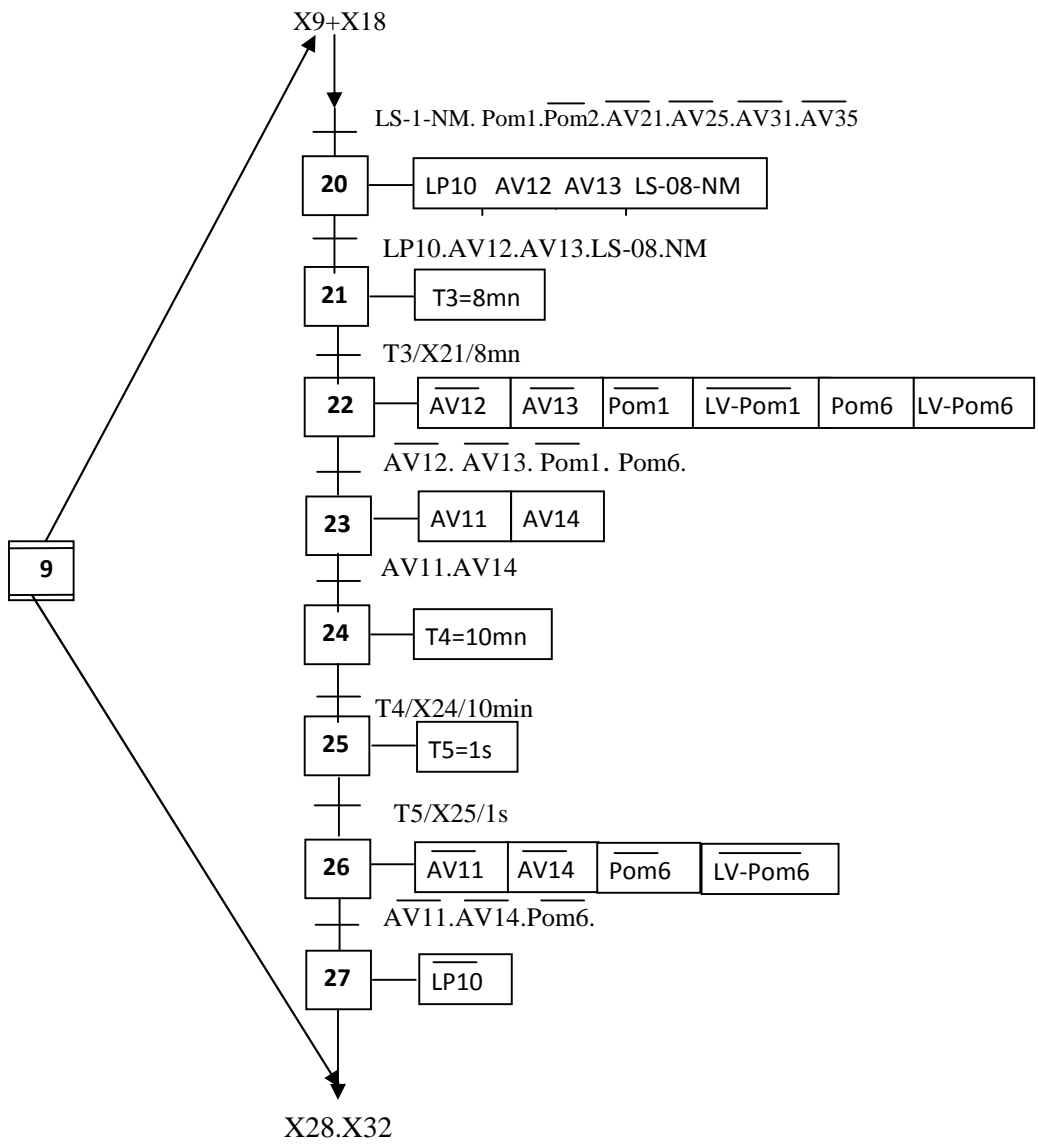
Grafcet de vidange



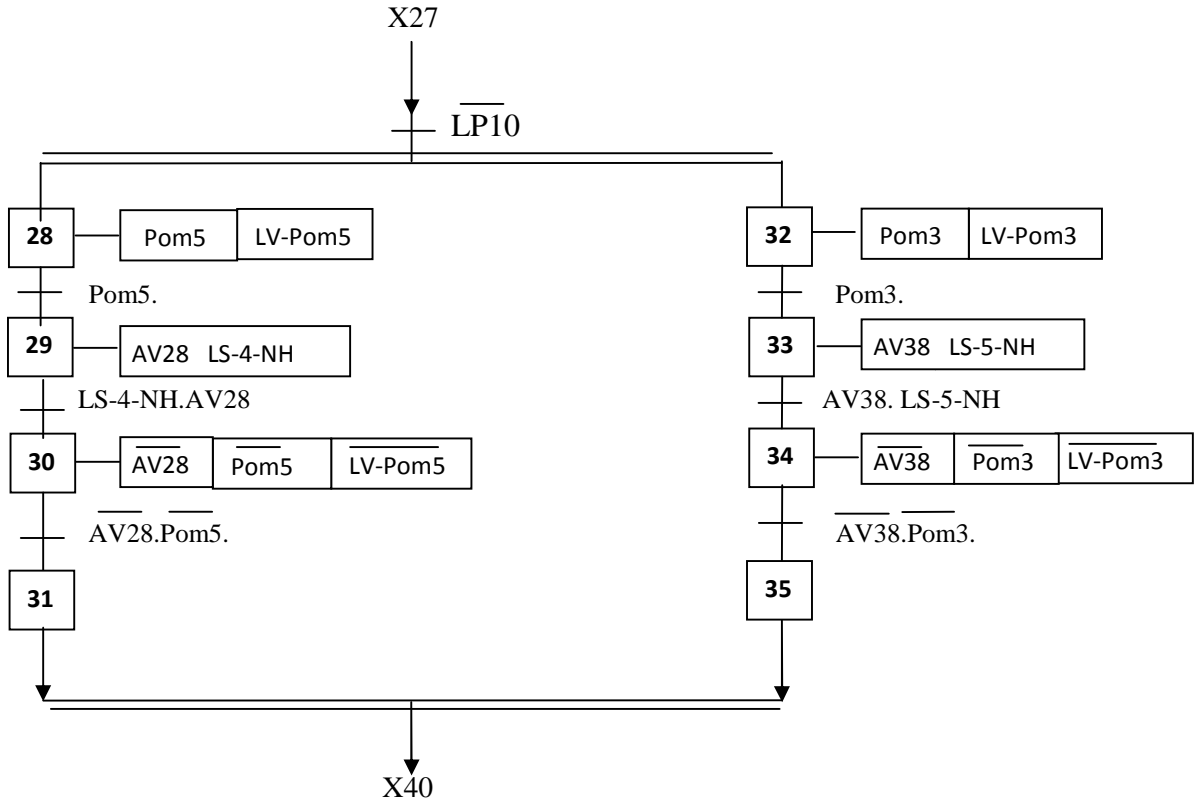
**Grafcet de production d'eau pure**



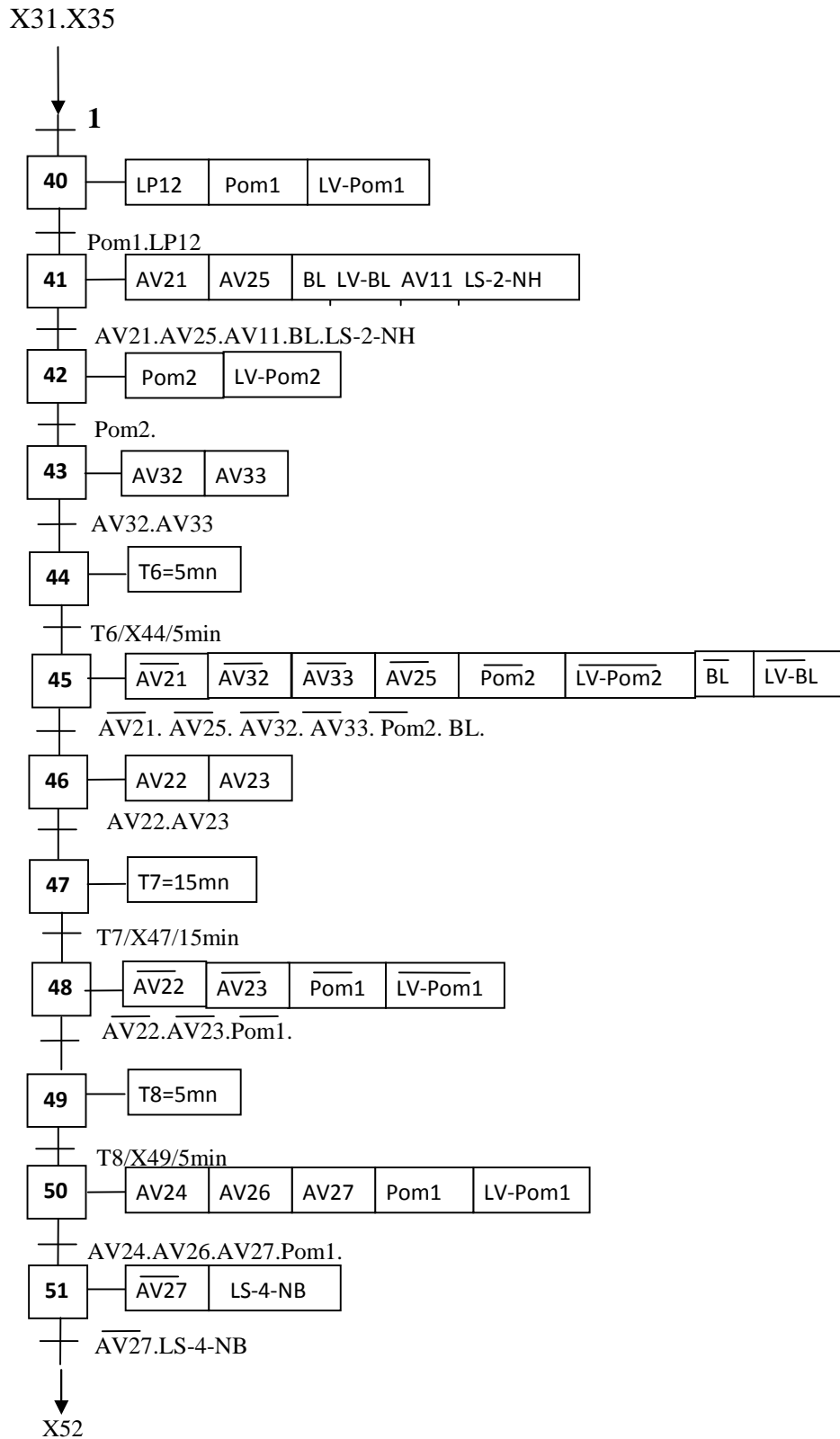
**Grafcet du nettoyage du filtre**



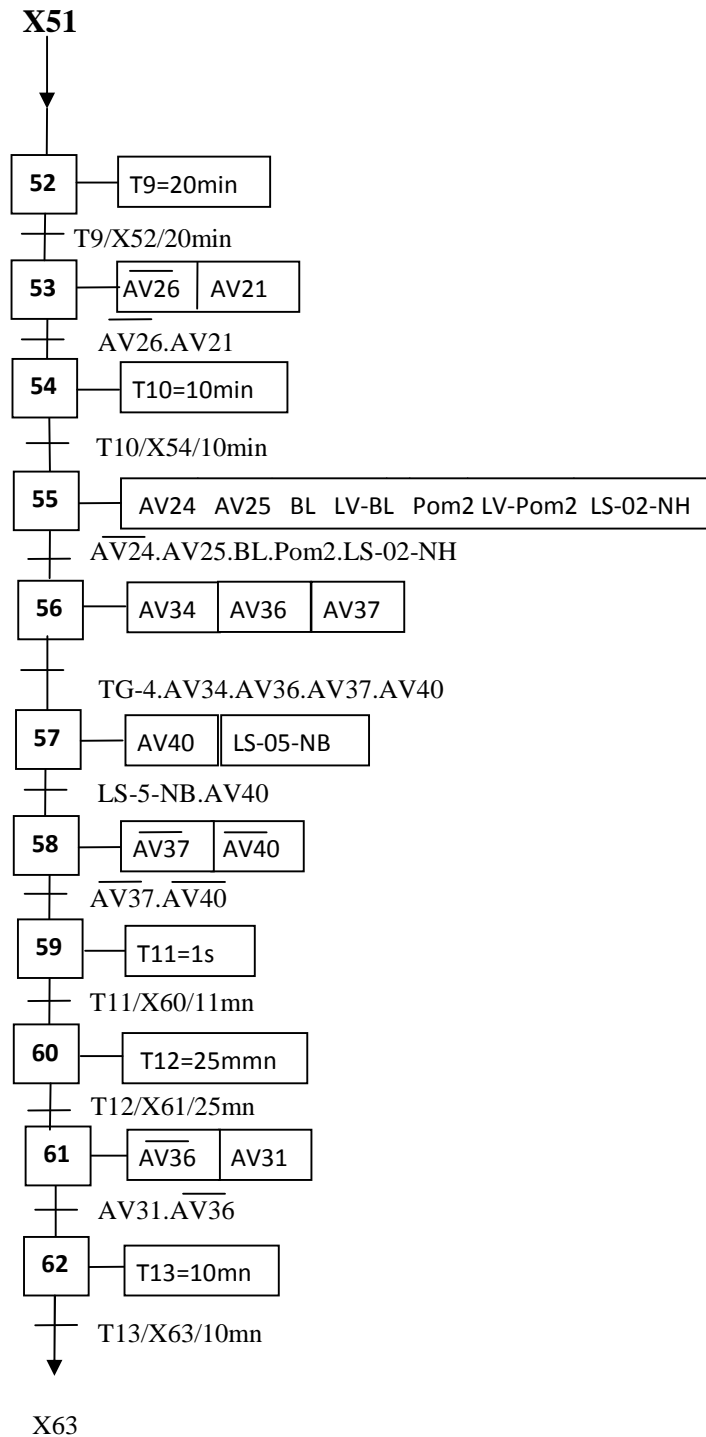
**Grafcet de remplissage des bacs de dosage**



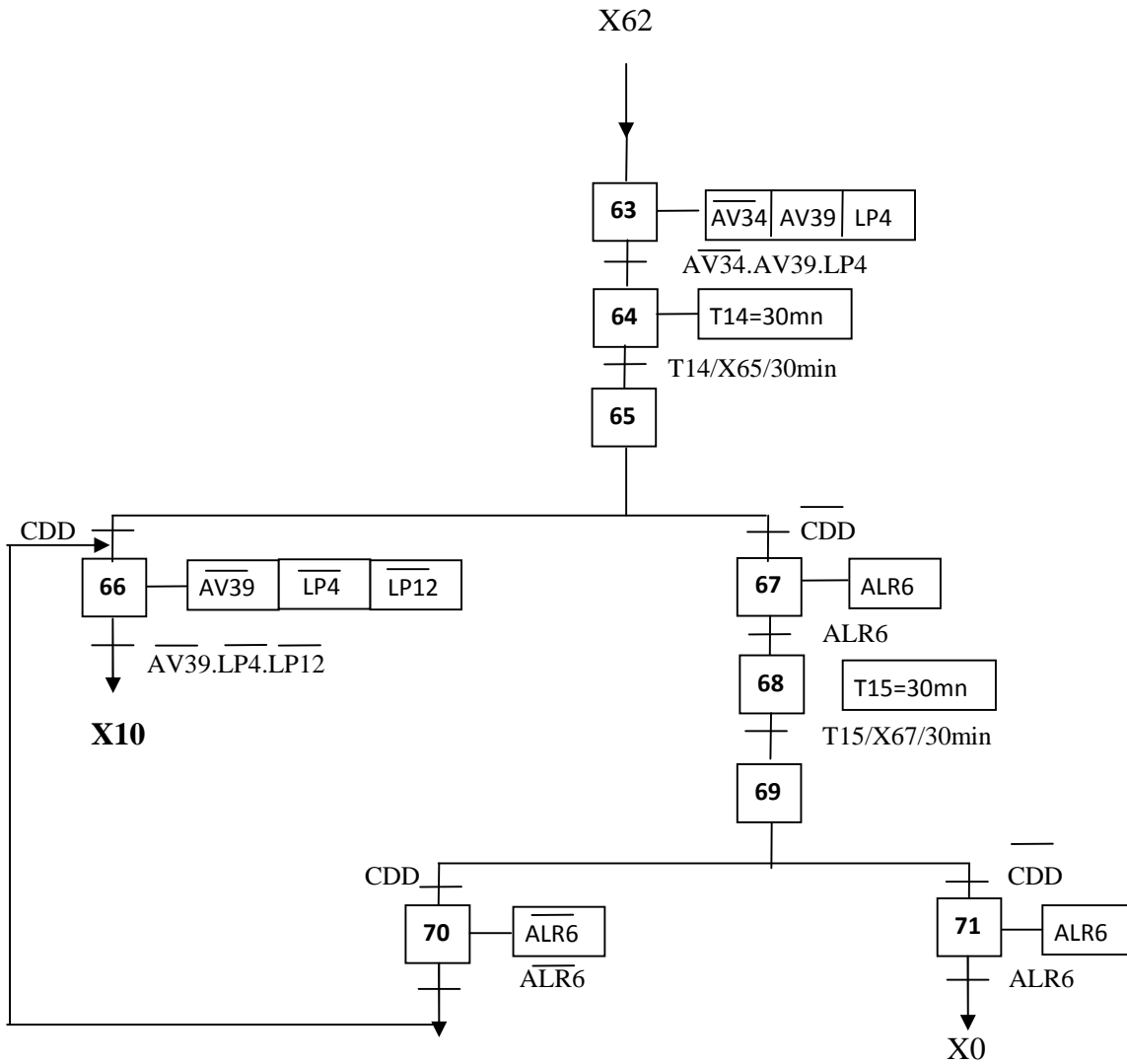
**Grafcet de régénération**



Suite du grafcet de régénération



Fin du grafcet de régénération



### **III. Conclusion**

En tenant compte de la complexité et la difficulté du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET.

Nous avons le GRAFCET niveau 2 qui mit en œuvre et décrit la partie opérative.

Ce GRAFCET niveau2 est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés.

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

Ainsi, le GRAFCET à faciliter considérablement le passage de la description à la modélisation et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide de STEP7.

# CHAPITRE 03

## I. Introduction

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante, pour répondre aux besoins des industries de l'automobile américaines, afin de développer des chaînes de fabrication automatisées avec plus d'adaptabilité et de flexibilité.

Actuellement, l'API est le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages).

Les Automates Programmables Industriels modernes offrent dans des différentes formes de construction : une construction décentralisée, une modularité, ainsi qu'une haute performance sur un espace minimal.

## II. Place de l'API dans le système automatisé de production

### a. Les systèmes automatisés de production

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction, et organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.

### b. Structure d'un système automatisé de production

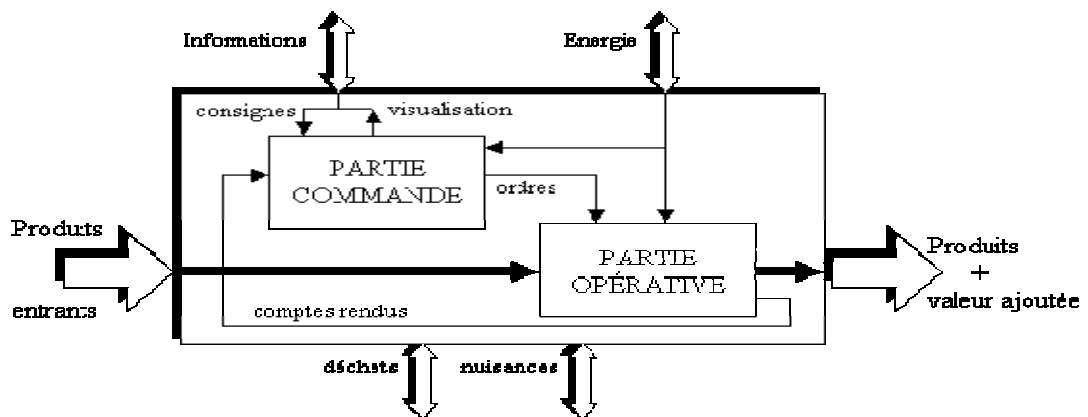


Figure 3.1 : structure d'un système automatisé de production

➤ **Partie opérative** : Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système. [10]

➤ **Partie commande** : Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative.

Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, distributeur ... Ces pré-actionneurs sont commandés à leur tour par le bloc traitement des informations. Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs / détecteurs. [10]

➤ **Poste de contrôle** : Composé des pupitres de commande et de signalisation.

Il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle, etc....)

Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM). [10]

### c. Sécurité

Placé un automate dans le système de production doit être fiable car : [1]

- Un arrêt de production peut avoir de lourdes conséquences sur le plan financier.
- Un dysfonctionnement de celui-ci pourrait avoir de graves répercussions sur la sécurité des personnes.
- Les couts de répartitions de l'outil de production sont généralement très élevés.

Les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité avec un automate: [2]

- **Coupure d'alimentation** : l'automate peut supporter les coupures d'alimentation, et permet par programme d'assurer un fonctionnement correct lors de la réalimentation

- **Contraintes extérieures** : l'automate à fait l'objet de nombreux tests normalisés, il est aussi conçu a supporter les différentes contraintes du monde extérieurs

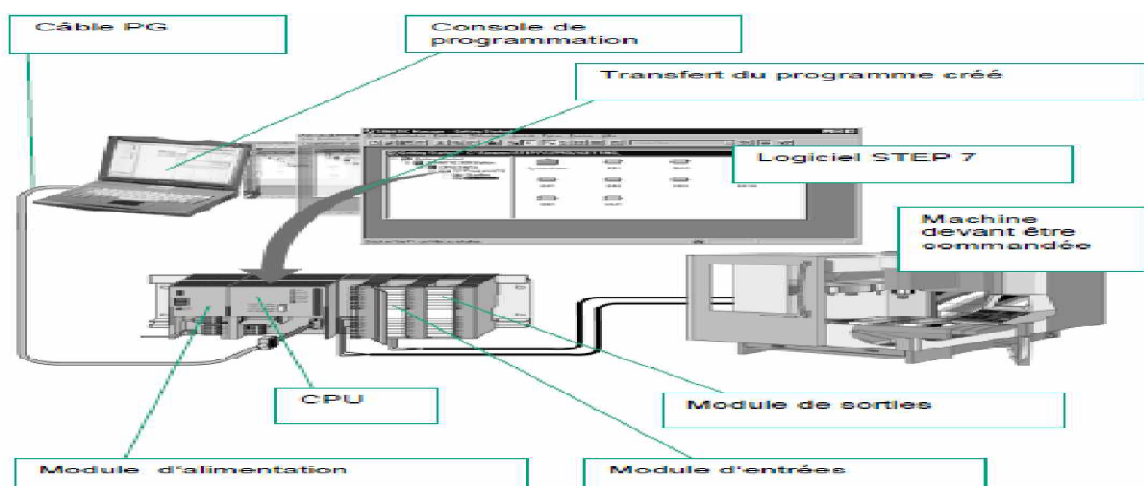
- **Mode RUN-STOP** : la remise en marche se fait par une procédure d'initialisation seul le technicien peut mettre l'automate en marche ou en arrêt
- **Visualisation** : les automates offrent un écran de visualisation où l'on peut voir l'évolution des entrées/sorties.

### **III. L'étude de l'automate programmable industriel S7-300**

#### **III.1 Présentation**

L'automate **S7-300** est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est constitué de différents modules tels que la CPU, zone mémoire et cartes E/S qui lui permet de répondre à toutes les exigences de l'automatisation, il offre les caractéristiques suivantes : [10]

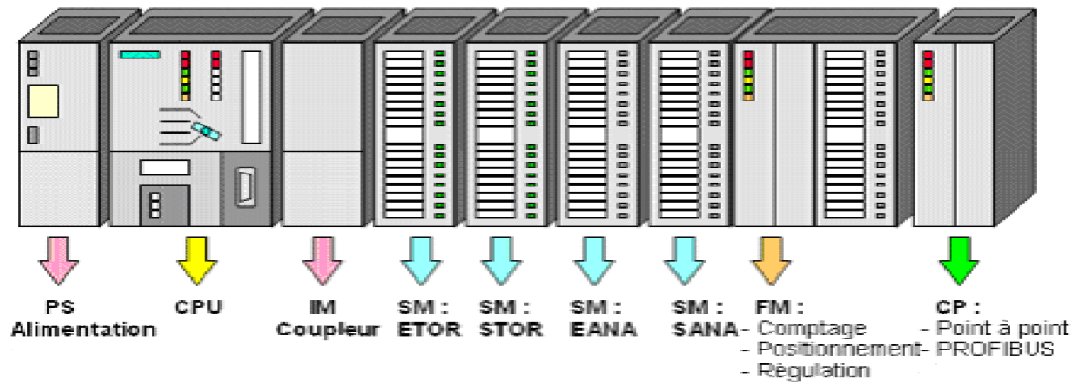
- Une gamme complète de module.
- Une gamme diversifiée de CPU.
- Une possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules.
- Une possibilité de mise en réseau avec :
  - L'interface multipoints.
  - Profibus.
  - Industriel Ethernet.



**Figure 3.2 : Vue d'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système**

### III.2 Structure

La structure de l'automate S7-300 est la suivante : [1]



**Figure 3.3 : structure interne du S7-300**

Comme le montre la figure ci-dessus (**figure 3.3**) l'automate **S7-300** est composé de plusieurs modules :

#### a. module d'alimentation : PS



**Figure 3.4 : module d'alimentation**

S7-300 travaille avec une tension de 24V DC, dont le module d'alimentation l'offre et l'assure en convertissant la tension secteur 380/220V AC en 24V DC. Pour contrôler cette tension une led qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter. [11]

**b. Unité centrale : CPU**

CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate. Elle est chargée de toutes les opérations transmises par le programme utilisateur et lit les états des signaux d'entrées, et à travers passe à la commande des sorties selon un programme inclus dans la CPU à partir d'une console de programmation ou d'une cartouche de mémoire. [11]

Dans ce travail nous avons choisis la **CPU 314** Qui offre les caractéristiques suivantes :

- Mémoire de chargement intégrée : **RAM 40Ko**
- Mémoire de travail : **RAM 24Ko/8K instructions**
- Langage de programmation : **STEP 7.**
- Organisation du programme : **linéaire, structurée**
- Opération de comptage/temporisation : **12µs**
- Opération sur bit : **0,3 à 0,6 µs**
- Opération sur mot : **1µs**
- Interface : **MPI**
- Vitesse de transmission : **187,5 Bits/s**
- Temps de cycle : **150ms** (par défaut)



**Figure 3.5 : structure de la CPU 314.**

### **c. Coupleur de périphériques : IM**

Les coupleurs IM360, IM365 permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée. [10]

### **d. Modules d'entrées TOR : ETOR**

Permet à l'automate de recevoir des informations prévenantes soit de la part des capteurs ou bien du pupitre de commande. Ce module permet l'adaptation, l'isolation, le filtrage et la mise en forme des signaux électriques. Le nombre d'entrées sur un module est de : 4, 8, 16, 32. [1]

### **e. Modules de sorties TOR : STOR**

Le module de sortie permet de raccorder l'automate avec les différents pré-actionneurs et actionneurs :

- moteurs, vérins,...
- les contacteurs, distributeurs, électrovannes, relais de puissance...

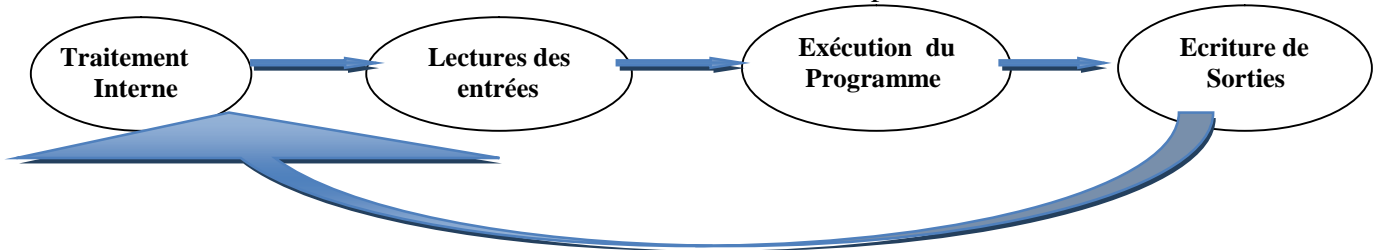
Les sorties peuvent être logiques ou bien numériques. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente. Le nombre de sorties sur un module est de : 4, 8, 16, et 32. [1]



**Figure 3.6 : les modules d'entrées/sorties.**

### III.3 Traitement du programme par l'automate

Tous les automates fonctionnent selon le mode opératoire suivant :



**Figure 3.7 : fonctionnement de l'automate.**

- ❖ **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection de passage en RUN-STOP). [10]
- ❖ **Lecture des entrées** : l'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées. [10]
- ❖ **Exécution du programme** : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties. [10]
- ❖ **Ecriture des sorties** : l'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties. [10]

Le **S7-300** met à la disposition des utilisateurs un logiciel pour la création et l'édition de leur projet.

### III.4 Présentation du logiciel de programmation STEP 7

**STEP 7**, est un logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il présente les fonctionnalités suivantes : [3]

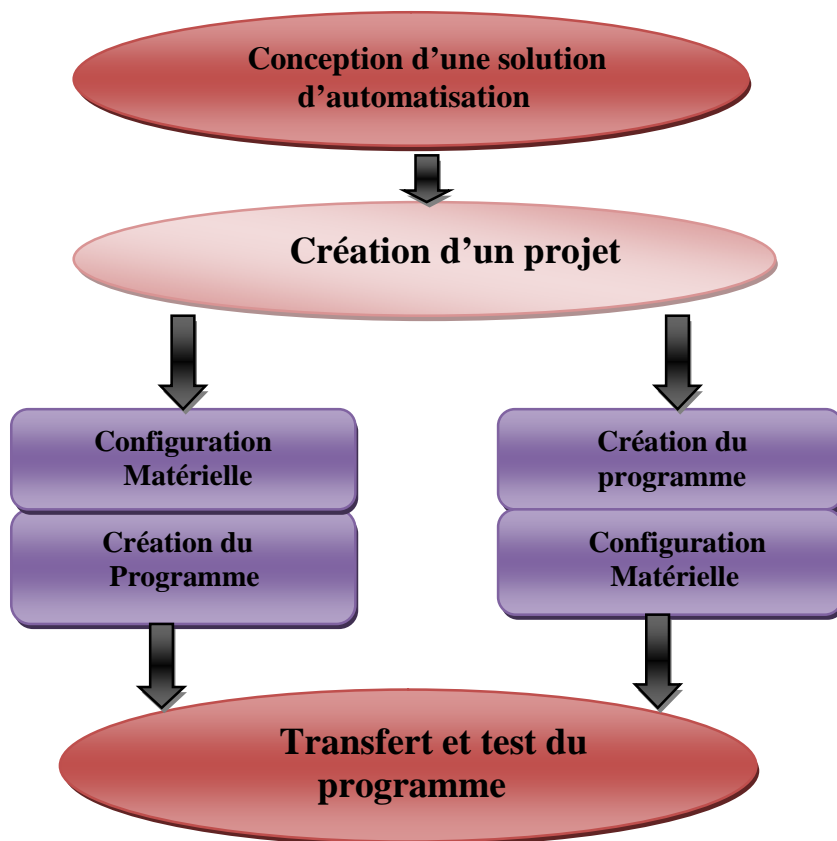
- Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication
- Communication par données globales
- Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication  
Et de blocs fonctionnels

- Forçage et fonctionnement multiprocesseur
- Configuration de liaisons
- Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC.

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

#### a. Création du projet

La stratégie pour programmer par STEP 7 peut se résumer dans la figure IV-5 suivante :



**Figure 3.8 : Programmation avec le logiciel STEP 7.**

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés. La manière la plus simple pour créer un nouveau projet, est d'avoir recours à l'assistant 'Nouveau projet'. Pour l'appeler, on choisit la commande **Fichier >Assistant 'Nouveau projet'**.

Il nous posera les questions nécessaires dans des boites de dialogue et créera le projet.  
L'étape suivant sur le choix de la CPU, pour la notre nous avons choisi la CPU 314



Figure 3.9 : Fenêtre de la CPU

Pour notre projet nous avons choisi L'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact (Figure 3.10).

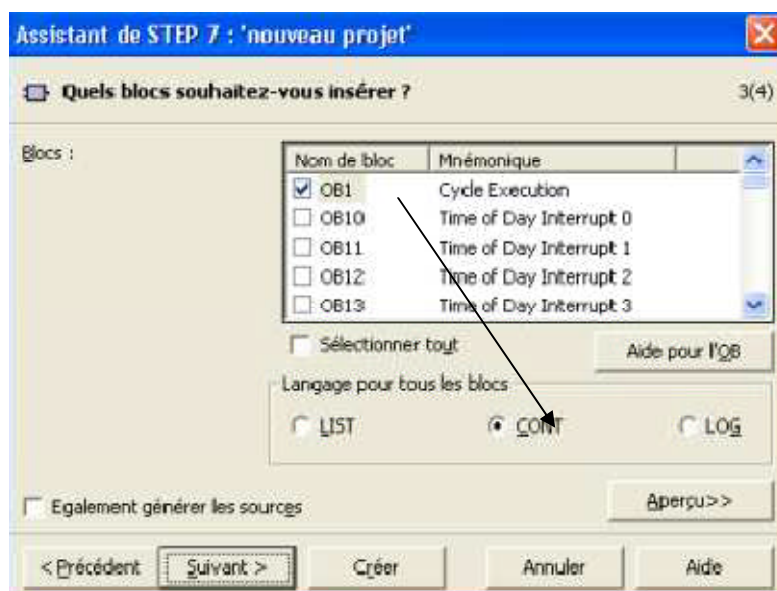


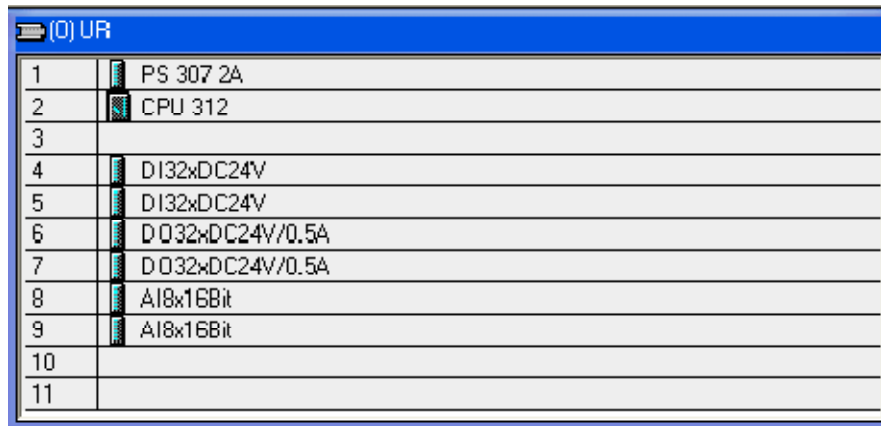
Figure 3.10 : sélection des blocs et mode de programme

### b. Configuration matérielle

Elle consiste à l'organisation suivie pour la disposition des châssis (racks) de modules et d'appareils de la périphérie centralisée et c'est l'architecture interne de la boîte de commande (automate).

Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut enficher un nombre bien défini de modules comme dans l'état réel.

Ce choix est justifié par rapport au nombre d'entrées / sorties que possède la machine. Nous avons 57 entrées et 84 sorties.



Slot	Module
1	PS 307 2A
2	CPU 312
3	
4	DI32xDC24V
5	DI32xDC24V
6	DO32xDC24V/0.5A
7	DO32xDC24V/0.5A
8	AI8x16Bit
9	AI8x16Bit
10	
11	

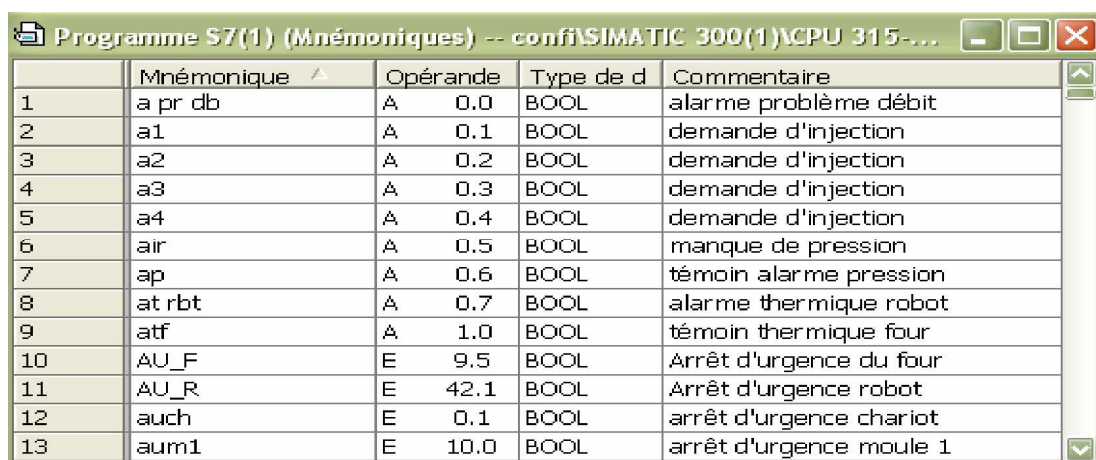
**Figure 3.11 : Fenêtre de configuration de notre automate**

La configuration matérielle prévue est comme suit :

- Le module **PS-307 2A** : module d'alimentation correspondant dans la liste à l'emplacement n°1 dans le RACK.
- **CPU 312** : elle est sélectionnée et insérée à l'emplacement n°2 à partir du catalogue CPU-300. La mémoire de travail de la CPU est de 24 ko et sa vitesse d'exécution est de 0,3 ms/k inst.
- **Modules de signaux (SM)** : A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter des modules de signaux (SM).
- Deux modules SM ETOR : DI 32 DC24.
- Deux modules SM STOR: DO 32 DC24/0.5A.
- Deux modules analogiques: AI8× 16 Bit.

### c. Création de la table des mnémoniques

Mnémonique est un nom défini par l'utilisateur qui obéit à certaines règles de syntaxes. Ce nom peut remplacer par exemple une variable, un type de données, un repère de saut, ou 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. De manière générale, une table des mnémoniques est générée pour chaque programme S7, et quel que soit le langage de programmation choisi.



	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1	a pr db	A 0.0	BOOL	alarme problème débit
2	a1	A 0.1	BOOL	demande d'injection
3	a2	A 0.2	BOOL	demande d'injection
4	a3	A 0.3	BOOL	demande d'injection
5	a4	A 0.4	BOOL	demande d'injection
6	air	A 0.5	BOOL	manque de pression
7	ap	A 0.6	BOOL	témoin alarme pression
8	at rbt	A 0.7	BOOL	alarme thermique robot
9	atf	A 1.0	BOOL	témoin thermique four
10	AU_F	E 9.5	BOOL	Arrêt d'urgence du four
11	AU_R	E 42.1	BOOL	Arrêt d'urgence robot
12	auch	E 0.1	BOOL	arrêt d'urgence chariot
13	aum1	E 10.0	BOOL	arrêt d'urgence moule 1

Figure 3.12: Exemple de table de mnémoniques

Tous les caractères pouvant être imprimés (lettres accentuées, espace etc.) sont autorisés dans la table des mnémoniques.

Le type de données inscrit automatiquement dans la table des mnémoniques indique à la CPU le type de signal qu'elle a à traiter.

Notre table de mnémonique est donnée en **annexe A**.

### d. Création du programme

#### ➤ Langage de programmation

Il existe 3 langages de programmation des automates dans **STEP 7** qui sont :

- Liste d'instruction (IL : instruction List), **LIST** : langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens. [1]

- Langage à contacts **CONT** : langage graphique développé pour les électriciens. IL utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé. [1]
- Blocs fonctionnels **LOG** : langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droite. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables. [1]

#### ➤ **Programmation linéaire ou structurée**

Dans une programmation linéaire le programme utilisateur est écrit complet dans l'OB1.

Cela n'est toutefois recommandé que pour des programmes simples s'exécutant sur des CPU S7-300 avec une mémoire peu importante.

**L'OB1** et les différents **FC**, sont des blocs mis à la disposition de l'utilisateur pour l'élaboration de son projet.

- ❖ **Blocs d'organisation OB1** : Le traitement de programme cyclique constitue le traitement normal pour les automates programmables. Le système d'exploitation appelle l'OB1 cycliquement et déclenche ainsi le traitement cyclique du programme utilisateur. [11]
- ❖ **Blocs fonctionnels (FC)** : Les fonctions font partie des opérations que le concepteur du programme utilise, Elles ne possèdent pas de mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. [11]

### **III.5 Câblage des entrées/sorties de l'automate**

- **Alimentation de l'automate** : L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V ; 50 Hz mais d'autres alimentations sont possible (110V...). Il est souhaitable d'asservir l'alimentation de l'automate par un circuit de commande spécifique. De même, les sorties seront asservies au circuit de commande et alimentées après validation du chien de garde. [3]
- **Alimentation des entrées de l'automate** : L'automate est pourvu généralement d'une alimentation pour les capteurs et détecteurs logique. Les entrées sont

connectées au 0V (commun) de cette alimentation. Les informations des capteurs-détecteurs sont traitées par les interfaces d'entrées. [3]

- **Alimentation des sorties de l'automate :** Les interfaces de sorties permettent d'alimenter les divers pré-actionneurs. [3]

#### **IV. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons parlé des automates programmables industriels. On a évoqué les différents aspects de fonctionnement, le transfert d'informations à travers les modules et leurs importances dans un automatisme pour la réalisation des différentes tâches.

Par la suite, on a présenté l'automate S7-300 qui permet de répondre à la complexité de notre chaîne. Il offre des avantages par rapport au séquenceur PLK-2.

On a développé un programme pour la station de déminéralisation d'eau à l'aide du logiciel STEP7. La simulation sera l'objectif du chapitre suivant.

# CHAPITRE 04

## I. Introduction

Etant en permanente interaction avec les autres disciplines, l'automatique a bénéficié du vaste développement de l'informatique pour améliorer les techniques de contrôle surtout en termes d'interfaces graphiques qui donnent en plus de la visualisation de l'évolution des Process en temps réel, l'accès à la manipulation de leurs grandeurs donnant ainsi naissance à la **supervision** industrielle.

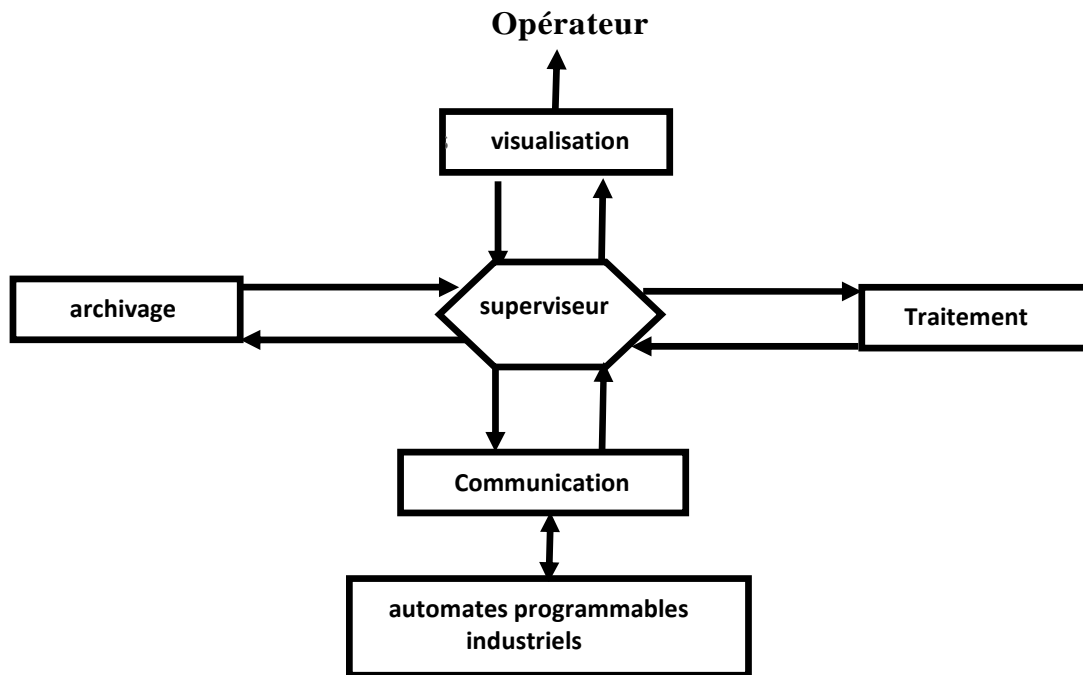
## II. Définition de la supervision industrielle

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés pour les amener à leur point de fonctionnement optimal. La supervision d'un système inclut des fonctions de collecte et de visualisation d'informations.

Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs.

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du Process, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est : [10]

- détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- surveillance du Process à distance.



**Figure 4.0 : Déroulement de la supervision.**

### III. Présentation du logiciel de supervision WinCC

WinCC Flexible est l'Interface Homme-Machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations automatisées. WinCC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows XP / Vista. [1]

WinCC flexible apporte une efficacité de configuration maximale: des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables et des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues qui ouvre les portes à WinCC Flexible pour être utilisé partout dans le monde. [1]

### III.1 Positionnement dans l'environnement HMI

Faisant, partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation),

WinCC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en œuvre avec des automates programmables de la famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charge, les données WinCC peuvent être échangées avec d'autres solutions de TIA via des interfaces standardisées. [1]

TIA garantit une intégration complète des différents composants d'automatisation et abaisse les coûts de configuration et de cycle de vie. WinCC a par exemple directement accès à la configuration de variables et de messages de l'automate SIMATIC et utilise aussi ces paramètres de communication, ce qui élimine d'emblée des saisies multiples laborieuses et source d'erreur. Une autre caractéristique du TIA est le diagnostic et la maintenance intégrée. En combinaison avec des composants SIMATIC, WinCC prend en charge le diagnostic du système et du processus et la maintenance pendant le service. [1]

### III.2 Application disponibles sous WinCC

Win CC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants : [10]

#### III.2.1 Graphic designer

Il offre la possibilité de créer des vues de procédés, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. À cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objet et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au **Graphic runtime**. [10]

#### III.2.2 Tag logging

On y définit les archives, les valeurs de process à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage. En outre on y configure la mémoire tampon sur le disque dur. [10]

### **III.2.3 Alarm logging**

Il se charge de l'acquisition, traitement, visualisation, l'archivage des alarmes et mettre à la disposition des utilisateurs les fonctions nécessaires à la reprise des alarmes issues du process. [10]

### **III.2.4 Global script runtime**

Il dispose de deux éditeurs : l'éditeur C et l'éditeur Visual Basic Script (VBS), à l'aide desquels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le Win CC. [10]

### **III.2.5 Report designer**

Il a des fonctions avec lesquelles on peut lancer la prévisualisation d'une impression. On y trouve aussi des modèles de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction du besoin. [10]

### **III.2.6 User administrator**

C'est la que s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leurs attribue les mots de passes et on leurs affecte le liste des autorisations. [10]

### **III.2.7 Autres outils**

Text Library, Cross Reference, Project Duplicator, Picture Tree Manager, Life Beat Monitoring, Smart Tools. [10]

### **III.2.8 Interfaces**

#### **a. Canaux de communication**

Pour la communication avec les automates programmable (protocoles SIMATIC, PROFIBUS DP, serveur OPC sont compris dans la livraison de base de WinCC). [10]

#### **b. Interface standard**

Pour l'intégration ouverte d'autres applications Windows (WinCC OLE-BD, ActiveX, OLE, OPC, etc.). [10]

### c. Interfaces de programmation

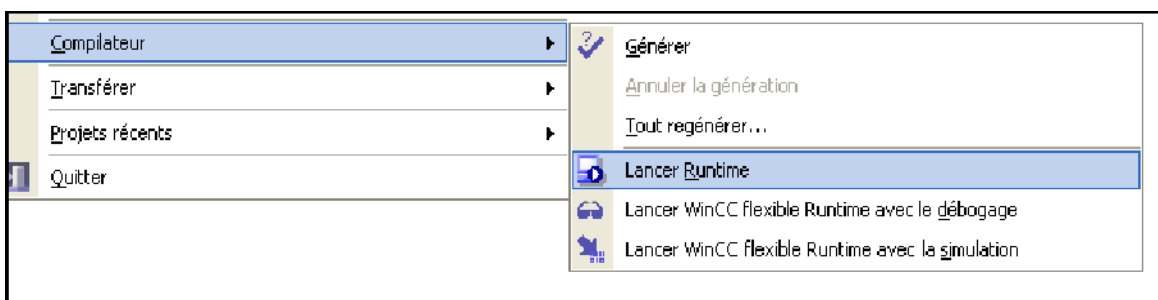
Pour l'accès individuel aux données et aux fonctions de WinCC et pour l'intégration dans des programmes utilisateur avec VBA, V Script, C-API (option WinCC/ODK), C-Script (ANSI-C). [10]

### III.3 Logiciel exécutif Simatic Wincc Flexible Runtime

La partie exploitation (Runtime) est embarquée sur tous les terminaux SIMATIC HMI. Les fonctionnalités IHM et les capacités fonctionnelles dépendent de la configuration matérielle. WinCC Flexible Runtime est disponible pour les PC en différentes variantes qui se différencient par le nombre de Power Tags utilisés (seules les variables qui possèdent une **liaison** Process avec l'automate sont comptabilisées comme **Power Tags**). En plus de ces Power Tags, le système peut gérer des variables internes (sans liaison au processus), des seuils constants ou variables et des messages (jusqu'à 4000) comme options additionnelles du système. [10]

Avec le SIMATIC WinCC Flexible Runtime, nous pouvons simuler notre plateforme d'en moins deux manières : [10]

- En utilisant le S7-PLCSIM pour la manipulation des variables (lancer Runtime).
- En utilisant la table de simulation qui permet d'entrer les valeurs des variables (lancer WinCC flexible avec la simulation).



**Figure 4.1: Compilation sous WinCC flexible Runtime.**

Une solution d'automatisation complète est composée non seulement d'un système IHM tel que WinCC flexible, mais également d'autres composants, par exemple d'un système d'automatisation, d'un bus système et d'une périphérie.

### III.3.1 Intégration dans SIMATIC STEP 7

Les variables du processus représentent la liaison pour la communication entre le système d'automatisation et le système IHM. Sans les avantages de la TIA (Totally Integrated Automation), on devra définir chaque variable à deux reprises : une fois pour le système d'automatisation et une fois pour le système IHM. [3]

L'intégration de SIMATIC STEP 7 dans l'interface de configuration permet de diminuer la fréquence des erreurs et de réduire les tâches de configuration nécessaires. Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques de STEP 7 ainsi qu'aux paramètres de communication : [3]

- La table des mnémoniques de STEP 7 contient la définition des points de données (par ex. adresses ou types de données) qu'on a paramétrées lors de la création du programme de commande.
- Les paramètres de communication contiennent les adresses de bus ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec Net Pro, par exemple.

### III.3.2 Gestion de données

La haute intégration en matière de traitement des données et de communication simplifie le diagnostic système : [3]

- En **Runtime**, on peut directement se placer dans l'éditeur de programme correspondant de STEP7 (LAD/ STL/ FBD) à partir du WinCC : **appel de bloc STEP7**. Le mnémonique STEP7 associé aux variables process est automatiquement actif.
- Avec la fonction WinCC «**diagnostic matériel**», il est possible de démarrer depuis une image WinCC la fonction STEP7 « diagnostic matériel » d'un système d'automatisation S7.
- **Channel diagnostic** offre des possibilités de diagnostic pour la communication entre WinCC et les systèmes d'automatisation.

WinCC permet d'afficher sous forme de texte à plusieurs lignes à l'aide d'info bulle **les messages de diagnostic système S7** générés par le système d'automatisation. Ces infos bulle aident à diminuer les temps d'arrêts des installations. L'option WinCC/ProAgent, qui prend en charge un **diagnostic process** étendu pour les systèmes d'automatisation S7, sans configuration additionnelle, complète cette assistance.

#### IV. Mise en place de notre plate forme de supervision

L'élaboration d'une plate forme de supervision sous SIMATIC WinCC

Obéit d'une manière générale aux étapes énumérées ci-dessous : [10]

- 1) Création du projet.
- 2) Sélectionner et installer l'API.
- 3) Définir les variables dans l'éditeur de variables.
- 4) Créer et éditer les vues dans l'éditeur Graphic Designer.
- 5) Paramétrer les propriétés de WinCC Runtime.
- 6) Activer les vues dans le WinCC Runtime.

##### IV.1 Création du projet

Lorsque WinCC démarre pour la première fois, une fenêtre de dialogue (Figure 4.2) s'affiche :

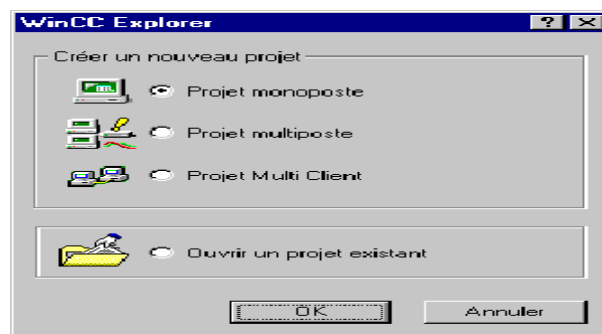


Figure 4.2 : fenêtre de dialogue WinCC.

Dans le cas de petites applications **les systèmes monopostes** sont utilisés, mais ils peuvent également commander et contrôler des parties d'installations autonomes.

Un système monoposte fonctionne de manière **autonome**, dispose donc d'une propre communication process, de propres vus et de propres archives.

#### IV.2 Liaison API-WINCC

L'API communique avec le WinCC par le pilote de communication sélectionné, c'est pour ça qu'on va configurer notre système. Le pilote à sélectionner dépend de l'API exploité. Nous choisissons donc le canal "**SIMATIC S7 Protocol Suite**" qui est utilisé pour les couplages aux systèmes SIMATIC S7-300 et SIMATIC S7-400.

#### IV.3 Création des variables dans WINCC

- **Les variables de process** : sont des emplacements en mémoire d'un API ou d'un matériel semblable. Ainsi le niveau de remplissage du réservoir d'eau est relevé par un capteur de niveau et enregistré dans l'API. Le taux de remplissage est communiqué à WinCC par le canal de communication. [10]
- **Les variables internes** : sont des emplacements en mémoire de WinCC qui assurent les mêmes fonctionnalités qu'un API. Elles peuvent être calculées et modifiées en interne par WinCC. [10]

Pour notre projet nous avons utilisé uniquement des variables process qui sont données ci-dessous.

Après avoir créé toutes les variables process dont nous avons besoin pour la conduite de notre projet, on passe ensuite à la partie graphique c'est-à-dire à la création des vues de la station.

#### IV.4 Création et édition des vues du process réel.

WinCC met à notre disposition l'outil Graphic Designer pour la création et l'édition des vues du process. L'éditeur graphique WinCC, **WinCC Graphic Designer**, est un programme de dessin orienté vecteur. Il contient aussi bien des

fonctions pour un positionnement exact, pour l'alignement, la rotation ou la symétrie, l'héritage et propriétés d'objet graphiques que pour la formation de groupes, de blocs et **l'importation** ou **l'intégration** de textes et de graphiques à édition externe dans différents formats ou via OLE. Le Graphic Designer offre de nombreuses possibilités d'adaptation de l'environnement de travail. Il est possible de créer avec rapidité et simplicité des vues de process complexes grâce à de nombreux objets graphiques proposés avec des palettes.

Une présentation plus détaillée de ces vues :



**Figure 4.3 : Vue d'accueil Pro- mémoire ENIEM 2017**

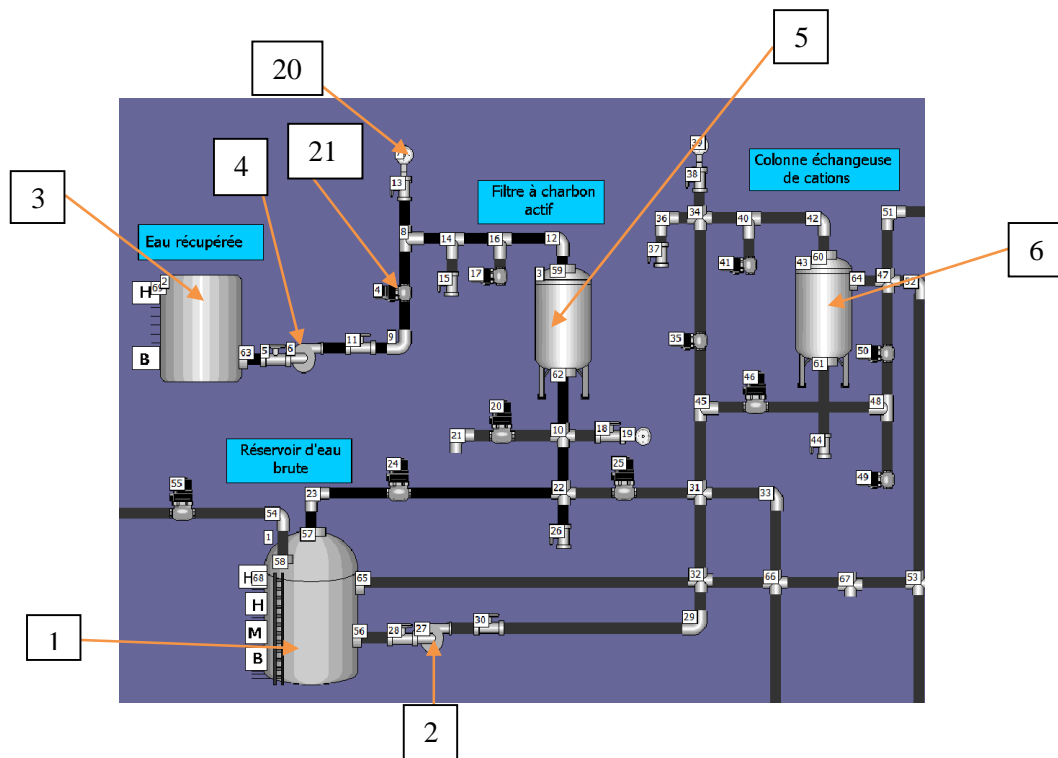


Figure 4.4 : Vue de la station

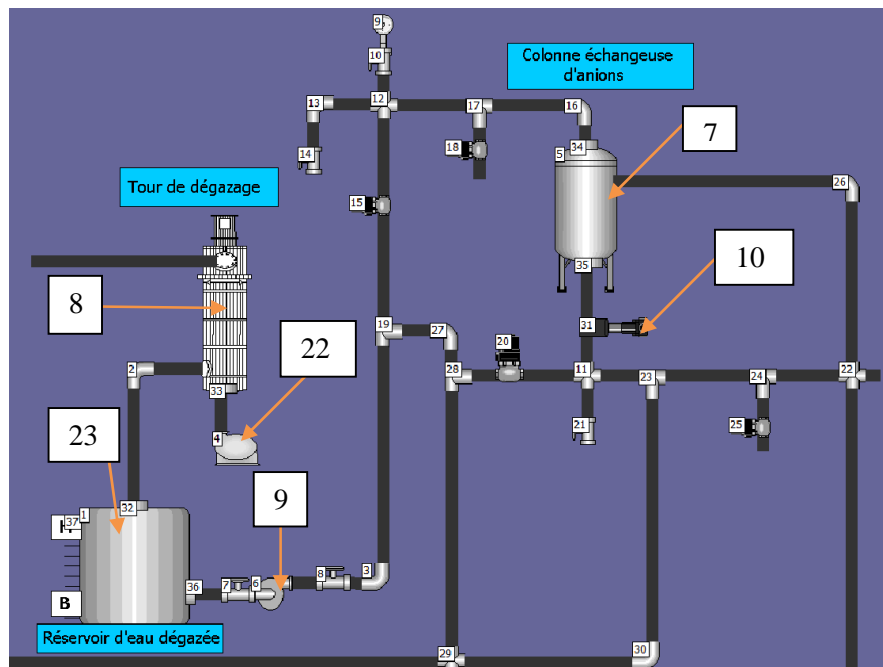


Figure 4.5 : Suite de la station 1

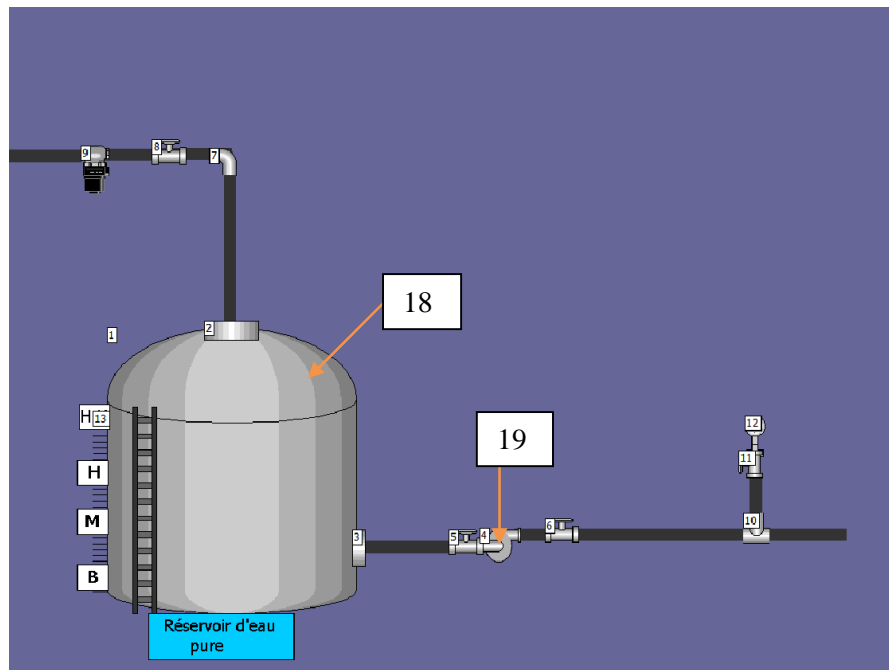


Figure 4.6 : Suite de la station 2

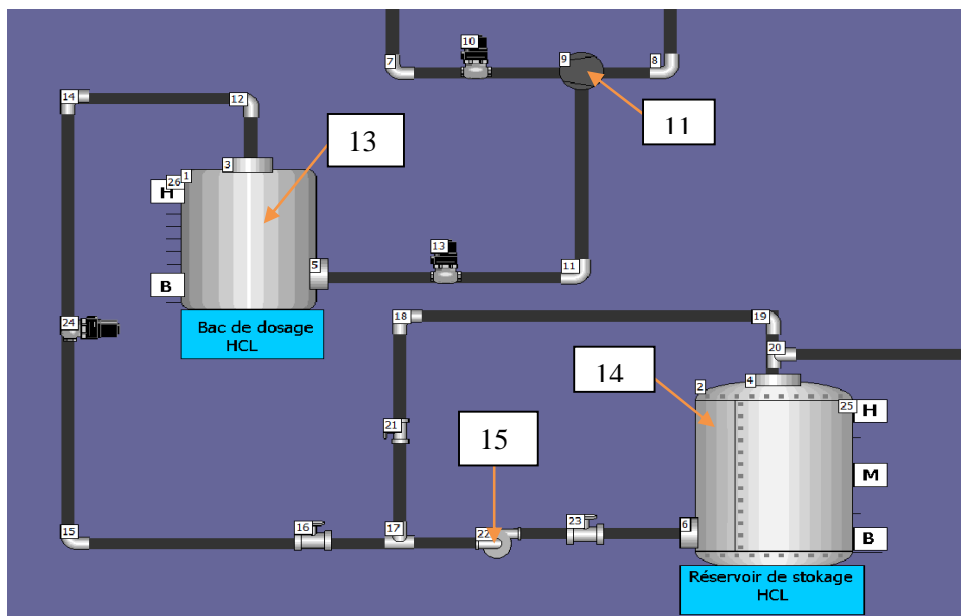


Figure 4.7 : Vue « Alimentation du bac de dosage HCL »

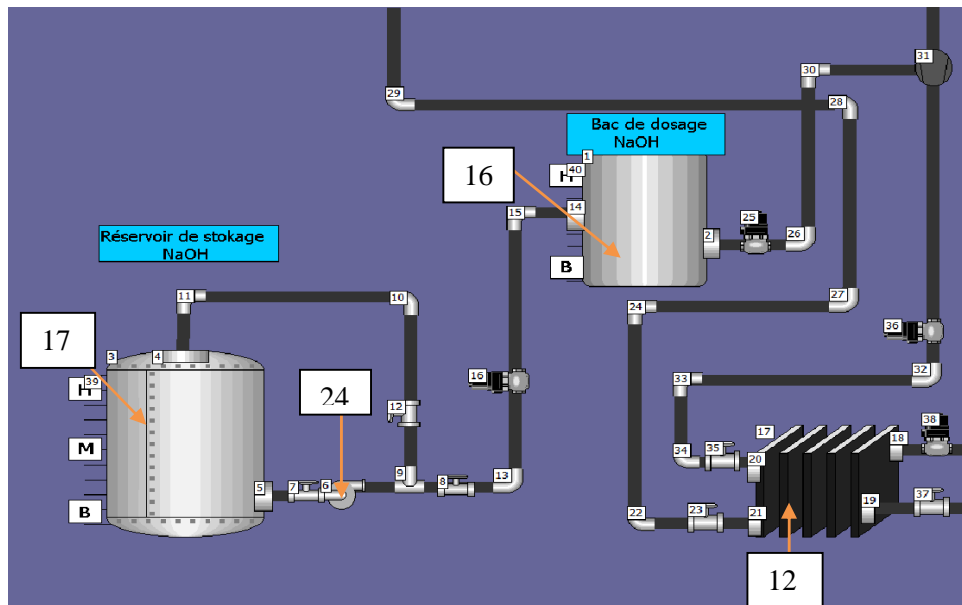


Figure 4.8: Vue « Alimentation du bac de dosage NaOH »

1	Réservoir d'eau brute
2	Pompe d'eau brute
3	Réservoir d'eau récupéré
4	Pompe d'eau récupérée
5	Filtre à charbon activé
6	Colonne échangeuse de cations (NaOH)
7	Colonne échangeuse d'anions (HCL)
8	Tour de dégazage
9	Pompe d'eau dégazée
10	Conductivimètre (CDD)
11	Ejecteur
12	Echangeur de chaleur
13	Bac de dosage d'acide chlorhydrique
14	Réservoir de stockage d'acide chlorhydrique
15	Pompe d'acide chlorhydrique
16	Bac de dosage de soude caustique
17	Réservoir de stockage de soude caustique
18	Réservoir d'eau pure
19	Pompe d'eau pure
20	Manomètre
21	Vanne TOR
22	Souffleur
23	Réservoir d'eau dégazée
24	Pompe de soude caustique

Tableau 1 : les éléments constituant la station

## V. Conclusion

Dans l'industrie, la supervision est devenue une technique incontournable de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrications automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données et la modification manuelle ou automatique des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

La mise en place de notre plate forme de supervision c'est fait grâce au logiciel WinCC qui fait partie de la panoplie des logiciels SIMATIC HMI. Grâce à l'outil Graphic Designer, on peut avoir une vision globale de l'architecture matérielle du procédé ainsi que sa conduite en temps réel qui est réaliser grâce au Runtime ce qui permettra à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des taches de routine. Le suivie de l'évolution du process permettra d'améliorer et de maintenir la qualité de production, qui passe par le maintient des équipements en bon état de fonctionnement.

# CONCLUSION GENERALE

# CONCLUSION GENERALE

La conception de l'automatisation que nous avons proposée pour la station de déminéralisation d'eau de l'unité froid de l'ENIEM, s'est effectuée sur la base d'une modélisation par Grafcet du processus. Ceci a facilité l'élaboration de la solution programmée par l'automate **S7-300**. Afin d'aider l'opérateur pour le contrôle et le suivi de l'installation, pour la détection de défauts et diagnostic, nous avons d'autre part développé une **plate forme de supervision** sous logiciel **WinCC**.

L'automate S7-300 dont l'implantation aura pour but la conduite de la station de déminéralisation d'eau qui fait partie des trois sous stations de l'atelier de peinture, pourrait être utilisé pour commander toutes ces stations, vu qu'elles sont aussi gérées par d'autre séquenceurs, car il peut à lui seul gérer près de 1024 entrées/ sorties et garanti une meilleure fiabilité. Tout ça dans le but d'apporter un meilleur rendement de la production donc générera plus de profit pour l'entreprise.

Tout au long de ce projet, nous avons pu renforcer et mettre en pratique les connaissances acquises durant toutes ces années d'études. Hors-mis bien sur quelques inconvénients rencontré qui ont fait le manque, d'une part la structure réelle d'encadrement et d'insertion et d'autre part d'une documentation industrielle solide.

# Bibliographie

[1] : **Atmimou. O et Mama. M** : « **Contribution à l'automatisation et supervision d'une chaîne à mousser des armoires de réfrigérateurs à l'unité FROID de l'ENIEM.** » PROJET DE FIN D'ETUDE, département Automatique, faculté de Génie électrique et informatique. 2009.

[2] : **AHMED.B et B.SAMIR** : « **Etude de l'automatisation par automate programmable S7-300 de la chaîne de fabrications des armoires frigorifiques de L'ENIEM** » PROJET DE FIN D'ETUDE, département Automatique, faculté de Génie électrique et informatique. 2007

[3] : **SAMIA.S** : « **Contribution à l'automatisation d'une station de déminéralisation d'eau au niveau de la SNVI 'Rouïba'** » PROJET DE FIN D'ETUDE, département électronique, faculté de Génie électrique et informatique. 2007.

[4]: Documentation de l'usine.

[5] : Documentation ENIEM.

[6] : Documentation TOSHIBA.

[7] : Documentation SIEMENS.

- [8] : « Configuration matérielle dans step7 » édition Janvier 2004.
- [9] : « Programmation avec step7 » édition Janvier 2004.
- [10] : « Gettingstarted Wincc »

[11] : **Zerrouki. F et Seggar. S** : « **Contribution à la conception et automatisation d'une station de stockage et transfert de sucre liquide et de sa sous station CIP.** » PROJET DE FIN D'ETUDE, département Automatique, faculté de Génie électrique et informatique. 2009.

# Bibliographie

**[12]. Automatisme Industriel**

Auteur : **(J-M. BLEUX, J-L. FRAN CHON).**

Cote : **Auto 25/8.**

**[13]. Le grand guide des systèmes de contrôle-commande des systèmes automatisés.**

Auteur : **Sinddin Cédric.**

Cote : **Auto 216/1.**

**[14]. Comprendre maîtriser et appliquer le GRAFCET**

Auteur : **M.Blanchard.**

Cote : **Auto 102/3.**

SIMATIC

S7\_Pro mémoire ENIEM\Station SIMATIC  
300\CPU312 (1) \Programme S7 (1) \Mnémoniques

11/03/2017 16:02:12

**Propriétés de la table des mnémoniques**

Auteur: habbas manel

Date de création : 11/03/2017 13:29:28

Dernière modification : 22/06/2017 23:58:37

Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques

Nombre de mnémoniques : 141/141

Mnémonique	Opérand	Type de données	Commentaire
Cycle Exécution	O 1	OB 1	
BP	E 0.0	BOOL	Bouton poussoir démarrage du cycle
AR-URG	E 0.1	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt d'urgence
AR-ALR	E 0.2	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt d'alarme
AR-VIB	E 0.3	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt du vibreur
AR-AUTO	E 0.4	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt auto des installations d'eau pure
BP-P1	E 0.5	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe d'eau brute
BP-P2	E 0.6	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe d'eau dégazée
BP-P3	E 0.7	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe NaOH
BP-P4	E 1.0	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe d'eau pure
BP-P5	E 1.1	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe Hcl
BP-P6	E 1.2	BOOL	Bouton poussoir démarrage de la pompe de récupération
BP-BL	E 1.3	BOOL	Bouton poussoir démarrage du souffleur
AR-P1	E 1.4	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe d'eau brute
AR-P2	E 1.5	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe d'eau dégazée
AR-P3	E 1.6	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe NaOH
AR-P4	E 1.7	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe d'eau pure
AR-P5	E 2.0	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe Hcl
AR-P6	E 2.1	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt de la pompe de récupération
AR-BL	E 2.2	BOOL	Bouton poussoir d'arrêt du souffleur
BP-REG	E 2.3	BOOL	Bouton poussoir démarrage du processus de régénération
BP-NF	E 2.4	BOOL	Bouton poussoir démarrage du processus de nettoyage du filtre
DJ	E 2.5	BOOL	disjoncteur principal
CDD	E 2.6	BOOL	capteur de conductivité
TG-4	E 2.7	BOOL	capteur de température NaOH
LS-1-NB	E 3.0	BOOL	capteur de niveau "bas" du réservoir d'eau brute
LS-1-NM	E 3.1	BOOL	capteur de niveau "moyen" du réservoir d'eau brute
LS-1-NH	E 3.2	BOOL	capteur de niveau "haut" du réservoir d'eau brute
LS-1-NHH	E 3.3	BOOL	capteur de niveau "très haut" du réservoir d'eau brute
LS-2-NB	E 3.4	BOOL	capteur de niveau "bas" du réservoir d'eau dégazée
LS-2-NH	E 3.5	BOOL	capteur de niveau "haut" du réservoir d'eau dégazée
LS-3-NB	E 3.6	BOOL	capteur de niveau "bas" du réservoir d'eau pure
LS-3-NM	E 3.7	BOOL	capteur de niveau "moyen" du réservoir d'eau pure
LS-3-NH	E 4.0	BOOL	capteur de niveau "haut" du réservoir d'eau pure
LS-3-NHH	E 4.1	BOOL	capteur de niveau "très haut" du réservoir d'eau pure
LS-4-NB	E 4.2	BOOL	capteur de niveau "bas" bac de dosage Hcl
LS-4-NH	E 4.3	BOOL	capteur de niveau "haut" bac de dosage Hcl
LS-5-NB	E 4.4	BOOL	capteur de niveau "bas" bac de dosage NaOH
LS-5-NH	E 4.5	BOOL	capteur de niveau "haut" bac de dosage NaOH
LS-6-NB	E 4.6	BOOL	capteur de niveau "bas" du réservoir Hcl
LS-6-NM	E 4.7	BOOL	capteur de niveau "moyen" du réservoir Hcl
LS-6-NH	E 5.0	BOOL	capteur de niveau "haut" du réservoir Hcl
LS-7-NB	E 5.1	BOOL	capteur de niveau "bas" du réservoir NaOH
LS-7-NM	E 5.2	BOOL	capteur de niveau "moyen" du réservoir NaOH

<b>Mnémonique</b>	<b>Opérande</b>	<b>Type de données</b>	<b>Commentaire</b>
LS-7-NH	E 5.3	BOOL	capteur de niveau "haut" du réservoir NaOH
LS-8-NB	E 5.4	BOOL	capteur de niveau "bas" bac d'eau récupérée
LS-8-NH	E 5.5	BOOL	capteur de niveau "haut" bac d'eau récupérée
Rth-PM1	E 5.6	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe d'eau brute
Rth-PM2	E 5.7	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe d'eau dégazée
Rth-PM3	E 6.0	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe NaOH
Rth-PM4	E 6.1	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe d'eau pure
Rth-PM5	E 6.2	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe Hcl
Rth-PM6	E 6.3	BOOL	relais thermique du moteur de la pompe de récupération
Rth-BL	E 6.4	BOOL	relais thermique du moteur du souffleur
KR1	E 6.5	BOOL	sélecteur de mode manuel/auto de la production d'eau pure
KR2	E 6.6	BOOL	sélecteur de mode manuel/auto du processus de nettoyage du filtre
KR3	E 6.7	BOOL	sélecteur de mode manuel/auto du processus de régénération
AV1	A 0.0	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV11	A 0.1	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV12	A 0.2	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV13	A 0.3	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV14	A 0.4	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV15	A 0.5	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV21	A 0.6	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV22	A 0.7	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV23	A 1.0	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV24	A 1.1	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV25	A 1.2	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV26	A 1.3	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV27	A 1.4	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV28	A 1.5	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV31	A 1.6	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV32	A 1.7	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV33	A 2.0	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV34	A 2.1	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV35	A 2.2	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV36	A 2.3	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV37	A 2.4	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV38	A 2.5	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV39	A 2.6	BOOL	vanne pneumatique TOR
AV40	A 2.7	BOOL	vanne pneumatique TOR
BL	A 3.0	BOOL	souffleur
Pom1	A 3.1	BOOL	pompe d'eau brute
SOUP-AV41	A 3.2	BOOL	soupape d'admission pompe d'eau brute
SOUP-AV42	A 3.3	BOOL	soupape d'alimentation de la pompe d'eau brute
Pom2	A 3.4	BOOL	pompe d'eau dégazée
SOUP-AV43	A 3.5	BOOL	soupape d'admission pompe d'eau dégazée
SOUP-AV44	A 3.6	BOOL	soupape d'alimentation de la pompe d'eau dégazée
Pom3	A 3.7	BOOL	pompe NaOH
SOUP-AV45	A 4.0	BOOL	soupape d'admission pompe NaOH
SOUP-AV46	A 4.1	BOOL	soupape d'alimentation pompe NaOH
Pom4	A 4.2	BOOL	pompe d'eau pure
SOUP-AV47	A 4.3	BOOL	soupape d'admission pompe d'eau pure
SOUP-AV48	A 4.4	BOOL	soupape d'alimentation pompe d'eau pure
Pom5	A 4.5	BOOL	pompe Hcl
SOUP-AV49	A 4.6	BOOL	soupape d'admission pompe Hcl
SOUP-AV50	A 4.7	BOOL	soupape d'alimentation pompe Hcl

Mnémonique	Opérand	Type de données	Commentaire
Pom6	A 5.0	BOOL	pompe de récupération
SOUP-AV51	A 5.1	BOOL	soupape d'admission pompe de récupération
SOUP-AV52	A 5.2	BOOL	soupape d'alimentation pompe de récupération
VB	A 5.3	BOOL	vibreur
LV-AP	A 5.4	BOOL	voyant lumineux "alimentation principale"
LV-AL	A 5.5	BOOL	voyant lumineux "alarme"
LV-DC	A 5.6	BOOL	voyant lumineux "démarrage du cycle"
LV-NF	A 5.7	BOOL	voyant lumineux "nettoisement du filtre"
LV-URG	A 6.0	BOOL	voyant lumineux "alimentation principale"
LV-Pom1	A 6.1	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe d'eau brute
LV-Pom2	A 6.2	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe d'eau dégazée
LV-Pom3	A 6.3	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe NaOH
LV-Pom4	A 6.4	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe d'eau pure
LV-Pom5	A 6.5	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe Hcl
LV-Pom6	A 6.6	BOOL	voyant lumineux "marche" pompe d'eau récupérée
LV-BL	A 6.7	BOOL	voyant lumineux "marche" su souffleur
LP1	A 7.0	BOOL	lampe d'indication "alimentation du tableau de commande"
LP2	A 7.1	BOOL	lampe d'indication "prise d'eau pour filtre"
LP3	A 7.2	BOOL	lampe d'indication "repos"
LP4	A 7.3	BOOL	lampe d'indication "circulation"
LP5	A 7.4	BOOL	lampe d'indication "niveau bas eau brute"
LP6	A 7.5	BOOL	lampe d'indication "niveau haut du réservoir NaOH"
LP7	A 7.6	BOOL	lampe d'indication "niveau bas réservoir Hcl"
LP8	A 7.7	BOOL	lampe d'indication "anormal conductivité"
LP9	A 8.0	BOOL	lampe d'indication "arrêt d'urgence"
LP10	A 8.1	BOOL	lampe d'indication "nettoyage du filtre"
LP11	A 8.2	BOOL	lampe d'indication "vidange"
LP12	A 8.3	BOOL	lampe d'indication "régénération"
LP13	A 8.4	BOOL	lampe d'indication "niveau bas eau dégazée"
LP14	A 8.5	BOOL	lampe d'indication "niveau du réservoir NaOH"
LP15	A 8.6	BOOL	lampe d'indication "niveau bas bac de dosage Hcl"
LP16	A 8.7	BOOL	lampe d'indication "niveau bas bac de dosage NaOH"
LP17	A 9.0	BOOL	lampe d'indication "anormal pression de commande"
LP18	A 9.1	BOOL	lampe d'indication "production d'eau pure"
LP19	A 9.2	BOOL	lampe d'indication "niveau bas d'eau pure"
LP20	A 9.3	BOOL	lampe d'indication "niveau haut réservoir NaOH"
LP21	A 9.4	BOOL	lampe d'indication "anormal température NaOH"
ALR1	A 9.5	BOOL	alarme niveau bas d'eau brute
ALR2	A 9.6	BOOL	alarme niveau bas d'eau pure
ALR3	A 9.7	BOOL	alarme niveau bas d'eau dégazée
ALR4	A 10.0	BOOL	alarme niveau bas du réservoir Hcl
ALR5	A 10.1	BOOL	alarme niveau haut du réservoir Hcl
ALR6	A 10.2	BOOL	alarme niveau bas du réservoir Hcl
ALR7	A 10.3	BOOL	alarme anormal conductivité