

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

Master Professionnel en Automatique
Option : Automatique et Informatique Industrielle

Thème

***Amélioration des performances de la station de
traitement des eaux de chaudières de raffineries.***

Application : RA1G raffinerie d'Alger

Proposé par : Mr. ABDELLI Tarik

Présenté par :

REBOUT Malek

Dirigé par : Mr. BEN FEDILA Arezki

Soutenu le : 24 / 06 / 2012

Promotion 2012

Ce travail a été préparé à : la raffinerie **RA1G SONATRACH** d'Alger

Remerciements

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon promoteur Pr BEN FEDILA du département d'automatique de l'université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou pour m'avoir encadré durant mon projet de fin d'études et m'avoir conseillé le long de mon travail.

Je remercie également mon Co-promoteur Mr ABDELLI ainsi que Mr GHOGHAL, Mr BOURTALA et tout le personnel de la raffinerie d'Alger pour leur générosité et leur soutien dans la mise en œuvre de ce projet.

Mes remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer mon travail.

Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

*Je dédie ce travail à ma mère et mon père qui m'ont soutenu et aidé
tout le long de mon parcours.*

*A mes frères Athman, Farid, en particulier mon petit frère Tahar et
ma sœur Safia ainsi que mon neveux Amine.*

A mon grand père qui m'a toujours soutenu et encouragé.

*A Lydia qui a toujours été présente à mes cotés quand j'en avais
besoin.*

*A mon cousin qui a pensé à moi et m'a offert le moyen de travailler à
l'aise, merci Younes.*

*A Da Messaoud et Kamel qui m'ont donné la chance d'entrer à la
raffinerie d'Alger.*

*A Mustapha et tous mes amis ainsi que tous ceux qui je n'ai pas cité
et qui sont présent dans mes pensées*

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire porte essentiellement sur l'étude de la station de traitement des eaux de chaudières à la raffinerie d'Alger et la proposition d'une solution automatisée à base d'un automate programmable industriel S7 300 de Siemens à son système de dosage des réactifs comportant de nouveaux matériels tels que les systèmes de pesées, le doseur fermé, l'analyseur en ligne, des conduites en PEHD ainsi que la création des vues pour la supervision depuis la salle de contrôle sous Win CC logiciel de création de vues HMI.

Abstract:

The work presented deals with the study and improvement of the performances of the water treatment plant. The main part treated is the boiler system at the Algiers Soantrach Plant. We have proposed an automated solution based on a Programmable Logic Controller S7300 Siemens. This is done in conjunction with new equipments and devices such as weighing systems, dosage regulator, TA TAC TH analyzers, PEHD pipe.

Moreover, we have introduced a supervision system from the control room to monitor the plant.

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les seuils de la dureté de l'eau	05
--	----

Liste des figures :

Figure 1 : Osmose inverse	07
Figure 2 : L'ultra filtration.....	10
Figure 3 : La nano filtration.....	10
Figure 4 : L'électrodialyse	11
Figure 5 : L'électrolyse.....	12
Figure 6 : Schéma synoptique de la solution.....	27
Figure 7 : Le réservoir de chaux.....	28
Figure 8 : Le réservoir de magnésie	28
Figure 9 : Le système de pesée.....	29
Figure 10 : Fonctionnement du sécheur à membrane.....	30
Figure 11 : Les électrovannes.....	31
Figure 12 : Les conduites PEHD.....	31
Figure 13 : Le doseur.....	33
Figure 14: Le châssis du doseur.....	33
Figure 15 : conduite d'arrivée de l'eau décarbonatée.....	34
Figure 16 : Le pulvérisateur de l'eau décarbonatée.....	34
Figure 17 : Conduites de chaux et de magnésie.....	35
Figure 18 : Conduite d'évacuation des gaz.....	36
Figure 19 : Vanne d'extraction des boues.....	36
Figure 20 : Capteur de niveau.....	37
Figure 21 : Le moteur mélangeur.....	37
Figure 22 : Les pompes d'injection dans le TC.....	38
Figure 23 : L'analyseur TA TAC TH.....	38
Figure 24 : L'automate S7 300.....	41

Sommaire :

Présentation de l'entreprise	1
Introduction générale	2
Chapitre I : Généralités et présentation de station de traitement des eaux de chaudières de la raffinerie d'Alger	
I-1 Généralités sur les eaux.....	4
I-1-a Caractéristiques chimique et physique de l'eau	4
I-1-b Types des eaux	4
I-1-c Les eaux dures	4
I-1-d Le titre hydrotimétrique TH	4
I-1-e Différents seuils de la dureté d'une eau	5
I-1-f Le titre alcalimétrique TA et titre alcalimétrique complet TAC.....	5
I-1-g Le PH.....	5
I-1-h Qualité des eaux nécessaires à l'alimentation des chaudières	6
I-2 Méthodes et matériels utilisés dans le traitement des eaux	6
I-3 Présentation du processus actuel	13
I-3-1 Le système de dosage	13
I-3-1-1 Dosage de la chaux	14
I-3-1-2 Dosage de la magnésie	15
I-3-1-3 Le bac à niveau constant	16
I-3-1-4 Les pompes de circulation	16
I-3-1-5 Les pompes d'injection dans le thermocirculateur	17
I-3-2 Le Thermocirculateur	17
I-3-2-1 Description du thermocirculateur	17
I-3-2-2 Composants du thermocirculateur	18
I-3-3 Les filtres	22
I-3-3-1 Description et principe de fonctionnement des filtres.....	22

Figure 25 : Architecture interne de l'automate.....	42
Figure 26 : Langages de programmation.....	45
Figure 27 : Le simulateur de programmes PLC SIM.....	46
Figure 28 : Gestionnaire de programmes.....	48
Figure 29 : Configuration matérielle.....	49
Figure 30 : Table des mnémoniques.....	49
Figure 31 : Editeur de programmes.....	50
Figure 32 : Chargement dans le simulateur.....	55
Figure 33: Les écrans HMI.....	56
Figure 34 : La vue de supervision de la solution.....	58
Figure 35 : Les couches du PROFIBUS.....	59
Figure 36 : Types de PROFIBUS.....	60

I-3-3-1-1 manomètre différentiel	23
I-3-3-1-2 Lavage des filtres	23
I-3-3-1-3 Les pompes de reprise de l'eau filtrée	24
I-3-4 Les adoucisseurs	24
I-3-4-1 Description et principe de fonctionnement des adoucisseurs	24
I-3-4-2 régénération des adoucisseurs	24
I-3-4-3 les compteurs	25
I-4 les inconvénients du système de dosage actuel.....	25
I-5 conclusion	25

Chapitre II : Solution automatisée apportée au système de dosage

II-1 Présentation de la solution	27
II-1-1 le stockage	27
II-1-1-1 Un réservoir de chaux	37
II-1-1-2 Un réservoir de magnésie	28
II-1-1-3 Pesée des réactifs	29
II-1-1-4 Le transfert	29
II-1-1-4-a Le filtre d'humidité	29
II-1-1-4-a-1 Fonctionnement du sécheur d'air à membrane	29
II-1-1-4-b Les électrovannes	30
II-1-1-4-c Les conduites	31
II-1-1-4-c-1 Les caractéristiques des conduites en PEHD	31
II-1-1-4-c-2 Matière de fabrication	32
II-1-2 Le dosage	32
II-1-2-1 Constituants du poste de dosage	32
II-1-2-1-a Un châssis.....	33
II-1-2-1-b Arrivée de l'eau décarbonatée	34
II-1-2-1-c Arrivée de la chaux et de la Magnésie	35

II-1-2-1-d Une évacuation des gaz	35
II-1-2-1-e La vanne de vidange	36
II-1-2-1-f Les capteurs de niveaux.....	36
II-1-2-1-g Un moteur mélangeur.....	37
II-1-3 L'injection dans le TC.....	37
II-1-4 Les analyseurs	38
II-2 conclusion	39

Chapitre III : Programmation de la solution

III-1 L'armoire électrique	41
III-1-1 L'automate Siemens S7 300.....	41
III-1-1-1 Structure interne du S7 300.....	41
III-1-1-2 Logiciel de programmation du S7 300 (STEP7).....	44
III-1-1-2-a Gestionnaire des projets SIMATIC Manager	44
III-1-1-2-b Editeur de programmes et langages de programmation	44
III-1-1-2-c Le simulateur de programmes PLCSIM.....	46
III-1-1-3 Création du projet d'automatisation de l'unité de dosage	46
III-1-1-3-a Modèle régissant le fonctionnement de l'unité de dosage	46
III-1-1-3-b Etapes de création d'une structure programme complète	48
III-2 Le poste de supervision	55
III-2-1 Constituants d'un système de supervision	56
III-2-1-a Le module de visualisation	56
III-2-1-b Le module d'archivage	56
III-2-1-c Le module de traitement	57
III-2-1-d Le module de communication	57
III-2-2 Logiciel de conception des interfaces Homme/Machine (Win CC).....	57
III-2-3 Création de la vue pour la supervision de l'unité de dosage	58
III-3 Le réseau industriel PROFIBUS	58

III-3-1 définition du PROFIBUS	5
III-3-2 Types de PROFIBUS	59
III-3-2-a PROFIBUS DP.....	60
III-3-2-b PROFIBUS FMS.....	60
III-3-2-c PROFIBUS PA	60
III-3 Conclusion	61
Conclusion générale	62

Présentation de l'entreprise

1. Présentation de la SONATRACH

SONATRACH (Société Nationale de Transport et la Commercialisation des Hydrocarbures), est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation (traitement des gaz, raffinage de pétrole ...), de transport par canalisation, de transformation de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés.

Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent.

2. La raffinerie d'Alger (RA1G)

1) Historique

Le démarrage de la construction de la raffinerie d'Alger par la société française FOSTER WHEELER remonte à juin 1961 et sa production a débuté en février 1964. Elle a pour objectif la satisfaction de la demande de la région centre du pays en produits raffinés.

Sa capacité de traitement de pétrole brute est de 1,6 millions de tonnes par an au démarrage, porté à 2,7 de tonnes par an en 1970 après extension de la raffinerie (réalisation de pipe Béni-Mansour Alger, extension du parc de stockage, unité de topping (U100) et des tours de réfrigération.

2) Situation géographique

Surnommée la doyenne des raffineries algériennes, la raffinerie d'Alger est implantée à Sidi Arcine à cinq kilomètres d'El Harrach et vingt kilomètres à l'est d'Alger sur une superficie de 200 hectares avec 182 hectares bâtis.

3) Les produits de la raffinerie d'Alger

La raffinerie est alimentée en pétrole brute venant de Hassi Messaoud, elle est orientée vers la production des carburants : Butane, Propane, Essence (normal et super), Naphta, Kérosène, Gasoil et Fuel-oil BTS pour la satisfaction de la demande de la région centre en produits raffinés. L'excédent de Naphta et Fuel sont exportés.

Introduction générale

La compétitivité des entreprises dans le domaine technique impose un recours intensif à des technologies de production avancées. Vue la complexité des opérations à exécuter une mise en œuvre de dispositifs et systèmes automatisés s'impose, en vue d'avoir la qualité, la quantité, et la satisfaction du consommateur.

Le domaine des hydrocarbures parmi d'autres est témoin de cette révolution, et cherche toujours à se procurer cette solution d'automatismes.

Les chaudières à vapeurs sont des installations indispensables dans une raffinerie de pétrole. En plus d'être indispensables elles sont aussi capricieuses quant à l'eau qu'elles utilisent.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte et consiste à donner une solution automatisée au système de dosage des réactifs de la station de traitement des eaux de chaudières à la raffinerie d'Alger.

Ce travail se présente en trois chapitres :

Le premier chapitre traite les connaissances de base sur les eaux, leurs qualités, leurs types ainsi que leurs différents traitements, puis une étude descriptive de la station de traitement des eaux de chaudières de la raffinerie d'Alger pour finir avec les inconvénients que présente son système de dosage des réactifs.

Le deuxième chapitre est dédié à la présentation de la solution automatisée apportée au système de dosage avec une description détaillée de ses équipements et leurs fonctionnements.

Le troisième chapitre porte aussi sur la solution apportée où est exposé l'automate utilisé qui est un S7 300 de Siemens et la manière de programmer le comportement des équipements sous le logiciel STEP7 et la création des vues pour la supervision pour finir avec un aperçu sur le réseau industriel PROFIBUS.

CHAPITRE I

**Généralités et présentation de la station de traitement des
eaux de chaudières de la raffinerie d'Alger**

I-1 Généralités sur les eaux

Introduction

L'eau est la source de la vie sur la terre, elle est composée de 2 atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H_2O). Elle constitue une source d'apport en sels minéraux et oligoéléments. Elle est aussi sans doute le fluide le plus utilisé dans les procédés industriels. Pour la plus part de ces applications l'eau doit être traitée afin d'éliminer les impuretés à savoir les sels minéraux et les oligoéléments et être adaptée aux besoins et exigences de chaque processus de fabrication, afin de répondre aux objectifs de la production.

I-1-a Caractéristiques chimique et physique de l'eau

La molécule d'eau est une combinaison de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène le phénomène est régi par l'équation suivante : $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. L'eau pure possède une masse volumique de 1Kg/Litre, passe de l'état solide à l'état liquide à $0^{\circ}C$ et de l'état liquide à l'état gazeux à $100^{\circ}C$.

I-1-b Types des eaux

L'eau se présente à nous avec diverses particularités selon les approvisionnements et les traitements spéciaux dont elle fait l'objet. On peut considérer qu'il y a plusieurs types d'eaux on citera quelques unes : l'eau de robinet, l'eau de pluie, l'eau distillée, l'eau adoucie, l'eau déminéralisée, l'eau osmosée, et l'eau minérale, l'eau déminéralisée.

I-1-c Eau dure

Une eau dure est une eau qui comporte un taux élevé de sels de calcium et de magnésium. Cette dureté constitue l'indicateur de minéralisation d'une eau, et donc sa plus ou moins teneur en calcaire, elle est proportionnelle à sa teneur en ions de calcium et de magnésium. Elle s'exprime en degré hydrotimétrique $^{\circ}TH$.

I-1-d Titre hydrotimétrique TH

Le titre hydrotimétrique ou dureté totale dépend à la fois de la concentration en ions de calcium (Ca^{2+}) et de celle des ions de magnésium (Mg^{2+}). La dureté d'une eau s'exprime en équivalent de carbonates de calcium ou de calcaire ($CaCO_3$), mais parfois en degré hydrotimétrique français ($^{\circ}H$ ou $^{\circ}f$), un degré français équivaut à 10mg/L de $CaCO_3$.

On peut distinguer :

- Le titre hydrotimétrique calcique (ou dureté calcique) qui mesure la concentration en ions Ca^{++} .
- Le titre hydrotimétrique magnésien (dureté magnésienne) qui mesure la concentration en ions Mg^{++} .
- La dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et hydrogénocarbonates de calcium et de magnésium.

I-1-e Différents seuils de la dureté d'une eau

On peut classer les eaux selon leurs duretés comme suit :

Tableau 1:les seuils de la dureté de l'eau

Dureté en °f	En mg/L de CaCO_3	Qualification de l'eau
0-3	0-30	Très douce
3-6	31-60	Douce
6-12	61-120	Moyennement dure
12-18	121-180	Dure
18 et plus	180 et plus	Très dure

Ces qualifications sont arbitraires et varient selon les appréciations.

I-1-f Titre alcalimétrique TA et titre alcalimétrique complet TAC

Le TA et le TAC traduisent l'alcalinité d'une eau. la connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau puisqu'ils dépendent de l'équilibre calco-carbonique. Le TA et le TAC mesurent respectivement les concentrations en OH^- et CO_3^{--} .

I-1-g PH

L'acidité d'un milieu est donnée par un chiffre positif et sans unité le PH (potentiel hydrogène ou hydronium), qui traduit la concentration en ions H^+ ou H_3O^+ . il est compris entre 0 (la solution la plus acide) et 14 (la solution la plus basique), à 7 la solution est neutre.

I-1-h Qualité des eaux nécessaires à l'alimentation des chaudières

Pour éviter le bouchage et la corrosion des conduites des chaudières il est nécessaire de les alimenter avec des eaux très douces qu'on obtient par diverses méthodes.

I-2 Méthodes et matériels utilisés dans les traitements des eaux

Selon la qualité de l'eau désirée et selon les moyens financiers il existe différents types de traitements pour l'eau afin de la purifier. Parmi celle utilisées pour le traitement des eaux de procédés industriels on trouve :

- Adoucissement

L'adoucissement est considéré comme un procédé destiné à éliminer la dureté de l'eau par échange d'ion.

L'eau passe sur un lit de résine cationique, préalablement chargé de sodium Na, qui échange les ions de Ca^{++} et de magnésium Mg^{++} contre des ions de sodium Na^+ .

Lorsque la résine est saturée d'ions de calcium et de magnésium on procède à sa régénération. La régénération de la résine saturée s'effectue par avec du chlorure de sodium (NaCl) équivalant au sel de table mais présenté sous forme de pastilles de 15 sur 25 mm.

Les ions de sodium se fixent à nouveau sur la résine tandis que ceux du calcium et de magnésium sont évacués à l'égout sous forme de chlorure de calcium et de magnésium. Le cycle se reproduit périodiquement en fonction des intervalles de durées préétablies ou du volume d'eau que l'adoucisseur peut traiter.

Un mitigeur permet d'ajuster la dureté de l'eau à la valeur désirée au point d'utilisation.

- Déminéralisation

La déminéralisation est un procédé qui vise à éliminer tous les sels dissous, elle peut s'obtenir principalement par trois techniques :

Par passage sur résines échangeuses d'ions (cationique et anionique) ce procédé est limité aux eaux relativement de faible salinité, jusqu'à 2g/L environ, et présente

l'inconvénient d'utiliser des produits chimiques corrosifs (acide et soude), par contre il peut produire des eaux très pures.

Par osmose inverse, procédé applicable sur de grandes variétés de salinités (même l'eau de mer), et dans une très large gamme de débits, de quelques litre/h à plusieurs centaines de m³/h.

Par distillation, réservée soit à des applications de laboratoire, soit industrielles à partir d'eau de mer dans des bouilleurs évaporateurs sous vide en cascades.

- Osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de séparation par membrane semi perméable.

Ces membranes ne sont perméables qu'aux liquides et non aux corps dissous (sels minéraux, colloïdes) et aux matières en suspension (bactéries, virus, etc).

Une pression (de 3 à 100 bars selon la salinité de l'eau à traiter) est appliquée à l'eau qui, au contact de la membrane semi perméable, se sépare en deux courants :

- Le perméat (eau épurée) qui passe à travers la membrane.
- Le concentrat, qui s'écoule à l'égout entraînant les sels minéraux, et matières retenues.

La membrane se présente sous forme de feuille enroulée en spirale à l'intérieur d'un tube de pression muni de trois raccords l'entrée et les deux sorties.

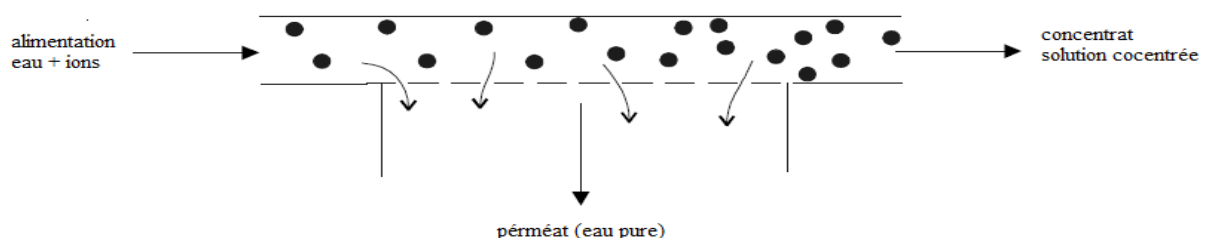


Figure 1:Osmose inverse

- Décarbonatation sur résine

Ce procédé de traitement revient au fait à un adoucissement partiel de l'eau par fixation des ions de calcium liés aux bicarbonates (dureté temporaire).

L'eau à traiter passe sur un lit de résine cationique faible (carboxylique) qui échange les ions de calcium Ca^{++} contre des ions d'hydrogène H^+ .

Ces ions d'hydrogène réagissent avec les ions de bicarbonates pour former de l'eau et du gaz carbonique éliminé ensuite sur une tour de dégazage. Le TH chute donc à la valeur $\text{TH}=\text{TAC}=0$.

La régénération de la résine saturée s'effectue avec de l'acide chlorhydrique ou sulfurique.

- Décarbonatation à la chaux

La chaux hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ provoque la précipitation des bicarbonates HCO_3^- , responsable du TAC de l'eau, en carbonates de calcium (CaCO_3).

Le gaz carbonique équilibrant est également neutralisé ce qui entraîne la réduction du TH jusqu'à pratiquement la valeur du TH permanent ($\text{TH}-\text{TAC}$), la valeur du TAC chute à une valeur proche de 0 (1 à 3°f en pratique) et le TA se stabilise entre 0,5 et 1,5 si la chaux est bien dosée.

Cette opération est réalisée dans une structure en forme d'entonnoir d'où l'eau épurée déborde par sur verse et du fond de laquelle sont extraites les boues de carbonates de calcium.

La chaux est ajoutée, sous forme de lait de chaux, par pompes doseuses, proportionnellement au débit et au TAC de l'eau à traiter.

- Filtration de l'eau (filtre à sable)

C'est un procédé de filtration de l'eau sur un sable de différentes granulométries, qui permet de piéger les impuretés contenues dans l'eau.

On distingue deux types de filtres qui sont :

Les filtres lents : sont utilisés pour des eaux moyennement et fortement chargées en matières solides en suspension, l'eau dans ce cas percole par gravité à travers le lit de sable disposé dans des grands bassins ouverts à l'air libre.

Les filtres rapides : dont la vitesse de filtration est comprise entre 30 et 70 m³/h, sont utilisés pour des eaux faiblement chargées en matières solides en suspension, l'eau dans ce cas est envoyé sous pression à travers le lit de sable disposé dans des réservoirs clos réalisés par chaudronnerie ou en résine armée en fibre de verre.

Le lavage des filtres est effectué par inversion du courant d'eau avec éventuellement injection d'air comprimé et les impuretés sont rejetées à l'égout avec l'eau de lavage.

- Ultrafiltration

L'ultrafiltration est un procédé membranaire de séparation. Le principe de séparation est une différence de pression de part et d'autre de la membrane. Les tailles des molécules retenues par l'ultrafiltration vont de 0,002µ à 0,1µ selon la membrane choisie.

L'ultrafiltration est tangentielle (circulation de l'eau parallèle à la membrane) contrairement à la filtration classique dite frontale. L'ultrafiltration permet de limiter l'accumulation qui obture la surface de filtration.

Les membranes utilisées peuvent être organiques ou minérales, planes, spiralées, ou tubulaires. Le mode d'utilisation dépend du fluide à traiter et des objectifs à atteindre.

L'ultrafiltration peut être considérée comme une technique de concentration à moindre coût énergétique.

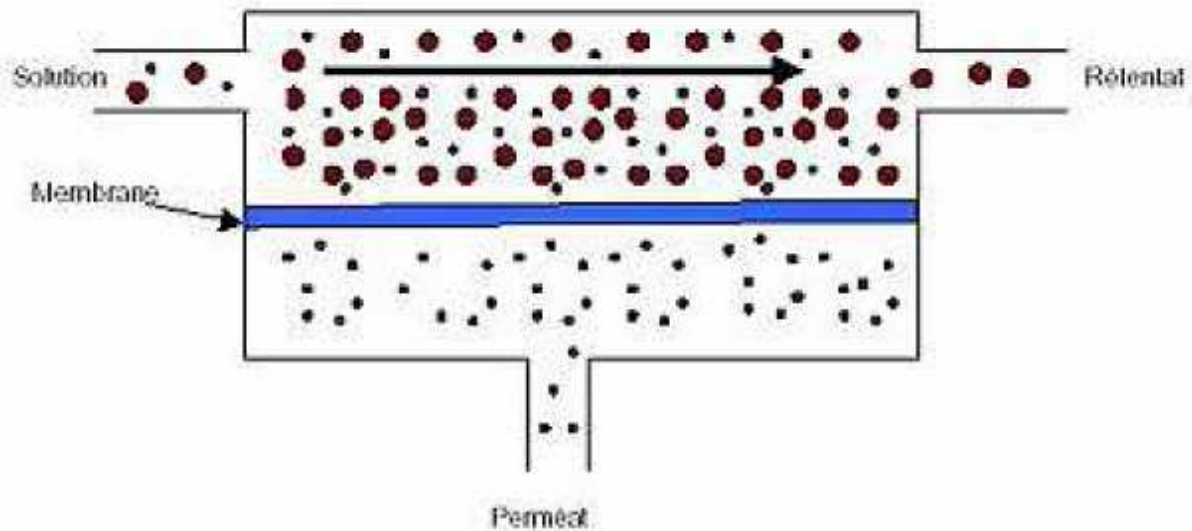


Figure 2:L'ultra filtration

- Nanofiltration

La nanofiltration est un procédé de séparation fonctionnant sur le principe la filtration tangentielle avec un transfert de matière au travers de membranes dû à un gradient de pression pouvant varier de 10 à 40 bars.

Les membranes utilisées en nanofiltration présentent l'avantage de fonctionner à des pressions inférieures et fournir des débits de perméations supérieurs à ceux observés en osmose inverse. Elles présentent aussi une sélectivité de séparation spécifiques pour les ions très liés à l'environnement et à la nature de la membrane, cette sélectivité diffère également pour les composés de même taille selon qu'ils présentent ou non une charge électrique.

La nanofiltration consomme moins d'énergie que l'osmose inverse.

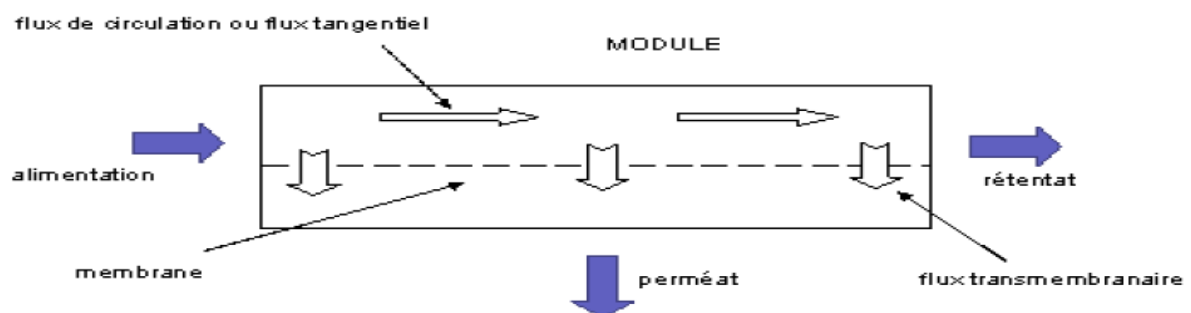


Figure 3:La nano filtration

- Electrodialyse

Le procédé d'électrodialyse permet, sous l'action d'un champ électrique continu, d'extraire par migration au travers de membranes échangeuses d'ions les espèces ionisées dans les solutions aqueuses.

Les électrodialyseurs sont constitués d'un empilement de type filtre presse de membrane anioniques et cationiques. Ils contiennent un grand nombre de compartiment alimentés en série du point de vue électrique, et en série ou en parallèle du point de vue hydraulique. Un compartiment sur deux est en dilution, un sur deux en concentration. Aux deux extrémités de l'appareil, se trouvent les électrodes, qui permettent le passage du courant électrique.

L'électrodialyse est économe en énergie et en apport en matières, tout en limitant les rejets d'effluent. En effet les bains ne sont plus purgés, ce qui permet d'économiser la quantité de produits entrant dans les bains. Le rendement de l'électrodialyse peut être abaissé par des fuites électriques se produisant au niveau de l'empilement des membranes ou des rampes d'alimentation des solutions.

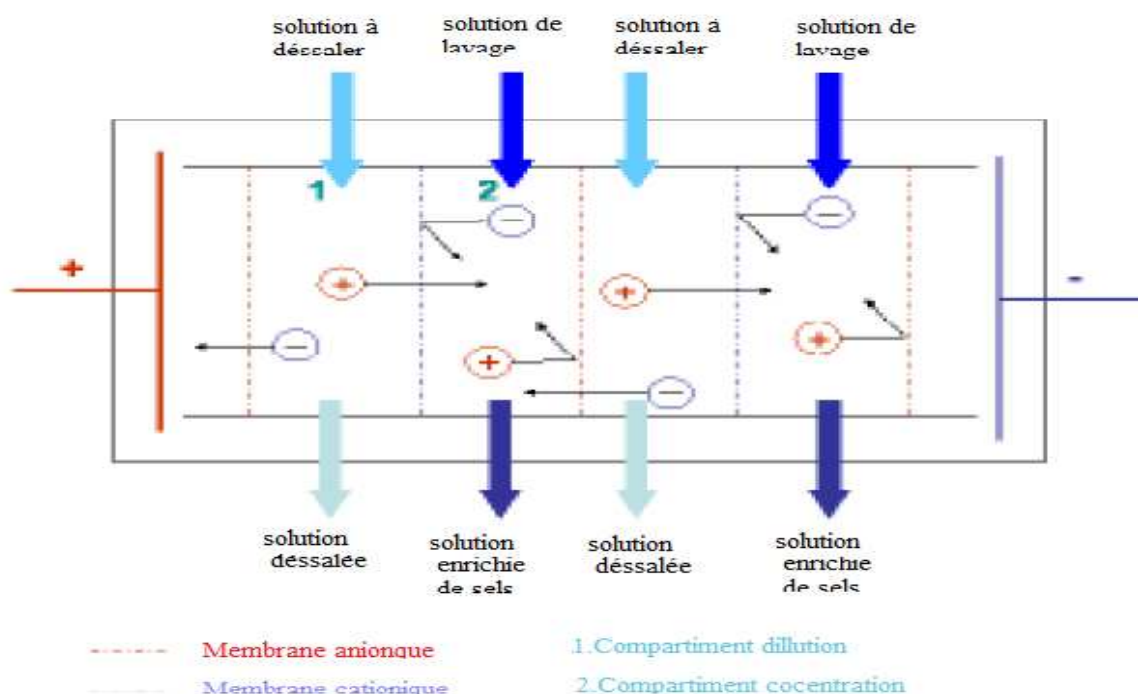


Figure 4: L'électrodialyse

- Electrolyse

L'électrolyse est la décomposition par le passage d'un courant électrique, d'un corps ionisé (en général dissous dans l'eau) dénommé électrolyte, les particules chargées, les ions sont attirés vers les électrodes de signes différents à leurs charges, les anions vers l'anode et les cations vers la cathode.

Lors de l'électrolyse :

- L'anode est le siège d'une réaction d'oxydation avec une émission d'électrons.
- La cathode est le siège d'une réaction de réduction avec capture d'électrons.

L'électrolyseur peut prendre différentes formes, selon le but recherché et selon le type d'électrolyte.

Bien que l'énergie mise en jeu est toujours supérieure à celle donnée par le simple calcul thermodynamique, l'électrolyse reste dans le domaine du traitement des eaux.

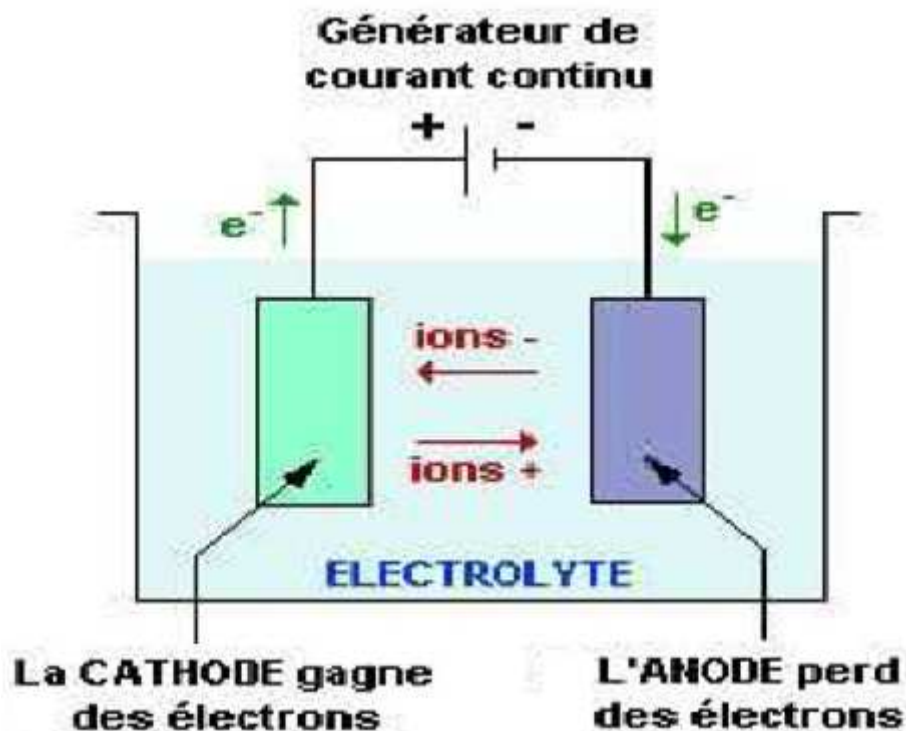


Figure 5 : Principe de l'électrolyse

I-3 Présentation du processus actuel

Aperçu sur le fonctionnement de la station

L'eau de forage stockée dans des bacs est d'abord réchauffée dans un échangeur de chaleur, puis elle arrive dans le thermo circulateur et se trouve dispersée par le pulvérisateur dans la vapeur qui occupe la partie supérieure de l'appareil.

Elle est immédiatement réchauffée à 103°C et tombe dans un vaste entonnoir où elle reçoit les réactifs (laits de chaux et de magnésie préparés auparavant) amenés par une autre tuyauterie. Elle rencontre également les boues recyclées.

A sa sortie du TC (thermo circulateur) l'eau décarbonatée traverse une série de filtres à sable afin de se débarrasser des particules de chaux et de magnésie n'ayant pas décantées.

Après les filtres l'eau filtrée traverse une batterie d'adoucisseurs qui va annuler son TH.

Ainsi l'eau adoucie alimente les bâches alimentaires de la centrale électrique et l'unité où elle est dégazée et conditionnée aux phosphates tri sodique, la bâche de la centrale reçoit de plus une injection de sulfites de soude afin de parfaire le dégazage.

La station ainsi décrite peut être divisée en 4 parties ;

- Le dosage des réactifs (chaux et magnésie).
- Le TC (Thermo Circulateur).
- Les filtres.
- Les adoucisseurs.

I-3-1 Système de dosage

Le système de dosage des réactifs est la partie où la chaux et la magnésie sont mélangées et dosées avant d'être injectées dans le thermocirculateur. Elle est composée des différentes parties suivantes :

I-3-1-1 Dosage de la chaux

La chaux arrive dans des sacs de 50Kg, avant d'être déversée par l'opérateur dans un bac d'eau décarbonatée équipé d'un électro agitateur, pour subir une décantation.

a) Bac à lait de chaux

Le bac à lait de chaux est un réservoir cylindrique en tôle d'un volume de 12400 L et d'une hauteur utile de 280 Cm. Il est équipé d'un moteur mélangeur, d'un flotteur, et d'une vanne d'alimentation en eau décarbonatée. Concernant les quantités des réactifs l'opérateur déverse 30Kg de chaux en poudre pour 10cm d'eau dans le bac.

b) Moteur mélangeur

C'est un moteur triphasé asynchrone couplé à un arbre possédant à son extrémité inférieure une hélice afin de permettre une bonne dilution de la chaux dans l'eau.

c) Flotteur

Afin de connaître le niveau du bac du lait de chaux de façon instantanée, on utilise le système à flotteur qui consiste à indiquer le niveau d'eau dans le bac sur une règle graduée. Ce système est constitué de :

- Un anneau en plastique : qui flotte sur la surface de la solution.
- Une règle graduée : permet la lecture du niveau du bac.
- 2 poulies.
- Une corde.
- Un pointeur sous forme rectangulaire : Il circule le long de la règle graduée.

d) Doseur de chaux

Le doseur de chaux est un petit bac métallique, d'un volume d'environ 10L divisé en 2 compartiments :

Compartiment utilisation : Il alimente via une vanne automatique commandée par le chrono contact le bac à niveau constant.

Compartiment recyclage : pendant l'arrêt de la vanne d'utilisation, le compartiment de cette dernière déborde dans celui de recyclage qui à son tour remet le lait de chaux au bac de décantation.

I-3-1-2 Dosage de la magnésie

Comme la chaux, la magnésie arrive dans des sacs de 50Kg, prête à être déversée dans de l'eau décarbonatée et mélangée par un moteur mélangeur pour ainsi obtenir un lait de magnésie.

a) Bac à lait de magnésie :(de décantation)

C'est un réservoir cylindrique en tôle de 90Cm de hauteur utile et d'un volume de 1000L. Il est équipé d'un moteur mélangeur, d'un flotteur, et d'une vanne d'alimentation en eau décarbonatée. Pour ces 90Cm d'eau l'opérateur déverse 8kg de magnésie.

b) Moteur mélangeur

Le mélangeur du bac de magnésie est composé d'un moteur triphasé asynchrone couplé à un axe possédant à son autre extrémité une élis afin de bien agiter et remuer le mélange.

c) Flotteur

Le système de détection de niveau dans le bac à magnésie utilise le même type de flotteur installé sur le bac à lait de chaux.

d) Doseur de magnésie

Le doseur de magnésie à la même structure et fonctionne de la même manière que le doseur de chaux.

I-3-1-3 Bac à niveau constant

C'est un réservoir cylindrique de 60Cm de diamètre et de 75Cm de hauteur où arrivent les laits de chaux et de magnésie, le niveau du mélange est maintenu par un système à flotteur qui contrôle la vanne d'arrivée de l'eau décarbonatée.

a) Système à flotteur

Le système a un rôle bien déterminé, c'est de maintenir le niveau du mélange (eau décarbonatée, chaux, magnésie) dans le bac constant. Il est constitué de :

- Une boule en plastique qui permet de flotter sur la surface de la solution.
- Une tige fixée à la boule en plastique d'un côté. de l'autre côté elle joue le rôle du positionneur de la vanne d'arrivée de l'eau décarbonatée.
- Une conduite de pression d'air (4,5 bar) afin d'éviter la décantation et agiter constamment le mélange.

b) Vanne d'eau décarbonatée

C'est une vanne de régulation à boisseau sphérique avec un positionneur mécanique piloté par la tige du flotteur, en ouverture si le niveau baisse, en fermeture si le niveau augmente.

c) Vanne d'extraction

Après avoir atteint un certain niveau de boues dans le bac l'opérateur ouvre une vanne manuelle afin de les extraire.

I-3-1-4 Pompes de circulation

Il s'agit de 3 électropompes doseuses débitant chacune $5\text{m}^3/\text{heure}$ montées en parallèle. Elles fonctionnent comme suit :

- la première achemine le lait de chaux du bac de décantation vers le doseur de chaux.
- La deuxième assure le pompage du lait de magnésie vers le doseur de cette dernière.

- Une pompe de secours est installée entre les deux pompes précédentes avec possibilité de la brancher sur l'une des deux conduites afin de dépanner la sienne en cas de panne.

I-3-1-5 Pompes d'injection dans le thermocirculateur

Afin d'assurer l'injection des réactifs dans le TC deux électropompes centrifuges d'un débit de 5m³/heure chacune assurent cette tâche sur une hauteur de 15m. Elles travaillent en permutation en cas d'anomalie sur l'une d'elles.

I-3-2 Thermocirculateur

I-3-2-1 Description du thermo circulateur

Le thermocirculateur est considéré comme le cœur du processus où se déroulent les réactions de décarbonatation et désiliciage suivantes :

- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2 \text{Ca CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2 \text{Ca CO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- Ainsi à la fin de ces réactions on aura le rapport $\text{TA} = \frac{\text{TAC}}{2}$

Le thermocirculateur est formé d'une cuve cylindro-conique de 4,5m de diamètre et de 11m de hauteur totale. Son volume utile est de 110m³ environ. Son fonctionnement est le suivant (voir le schéma global).

L'eau brute arrive en (F) et se trouve dispersée par le pulvérisateur (E) dans la vapeur qui occupe la partie supérieure de l'appareil.

Elle est immédiatement réchauffée à 103°C et tombe dans le vaste entonnoir (B) où elle reçoit les réactifs amenés par la tuyauterie (D) et les boues recyclées par la tuyauterie (I) à l'aide de l'injecteur(K). Cette eau s'écoule dans la zone de décantation par la cheminée (A), remonte dans le décanteur, puis s'échappe vers la filtration par la tuyauterie (C).

I-3-2-2 composants du thermocirculateur

Le thermocirculateur est composé des différents matériels suivants :

I-3-2-2-1 Arrivée de l'eau brute

L'eau brute arrive via une conduite sur laquelle est montée une vanne automatique commandée par le régulateur de niveau qui régule le débit d'eau entrant dans le TC. La répartition de l'eau est assurée par dispositif formé de quatre tuyères de pulvérisation.

I-3-2-2-2 Arrivée des laits de chaux et de magnésie

Le mélange lait de chaux et lait de magnésie dosés auparavant appelés aussi réactifs arrivent par la partie supérieure du TC poussés par les pompes d'injection.

I-3-2-2-3 Arrivée de vapeur

La vapeur nécessaire au réchauffage de l'eau brute arrive sous une pression de 15bars afin d'élever la température de l'eau jusqu'à 103°C. Le contrôle de cette tâche est assuré par une vanne automatique pilotée par un régulateur pneumatique de pression.

NB La vanne automatique d'eau brute sera sécurisée par trois vannes manuelles (BY PASS) qui permettront la maintenance sur la ligne sans arrêter le fonctionnement du processus.

I-3-2-2-4 Régulateur de vapeur

A fin d'avoir la température nécessaire à la réaction, on joue sur la régulation de la pression de la vapeur qui est l'unique source de chaleur, par l'intermédiaire du régulateur de pression de vapeur FOXBORO série 43AP.

Présentation du régulateur série 43AP

Le régulateur série 43AP indique et contrôle la pression, le vide, la pression différentielle et la température à l'aide de l'élément de mesure mécanique standard à raccordement direct. Le régulateur pneumatique Foxboro série 43AP détecte de manière continue l'écart entre le point de consigne et la variable mesurée. Il délivre un signal de sortie pneumatique qui est en fonction de cet écart et de l'un des modes de régulation suivants : TOR, K, PD, PI, PID, TOR à large zone morte réglable, TOR à déclenchement

Indications

La mesure est indiquée par la grande aiguille tournée vers le haut sur une échelle de 150mm. La consigne est indiquée par la petite aiguille tournée vers le bas sur la même

échelle. Un manomètre à cadran concentrique de 40mm de diamètre indique en continu la pression de sortie.

Boitier

L'unité est protégée par un boîtier en polyester moulé renforcé en fibre de verre. Ce boîtier très résistant est équipé d'une porte montée sur charnières en oxyde phénylénique renforcé en fibre de verre. La porte a une finition en polyuréthane bleu et est équipée d'une fenêtre incassable en polycarbonate transparent. Une plaque en acier est fixée à l'intérieur du boîtier pour fournir une référence de montage fixe commune à tous les composants.

Réglage

Le réglage de la consigne est accessible derrière la porte à charnières ou se fait, en option, à l'aide d'un bouton extérieur.

Sur les modèles équipés d'une action proportionnelle : les réglages de la bande proportionnelle se font en tournant le cadran de bande proportionnelle. Cette bande est réglable de 4 à 400%. L'inversion du sens du régulateur est obtenue par la rotation du cadran de bande proportionnelle du secteur blanc au secteur noir ou vis-versa.

Sur les modèles équipés de l'action proportionnelle, intégrale, et dérivée : les réglages correspondants se font par tournevis, avec des échelles graduées. L'échelle va de 0.01 à 50 minutes pour l'action intégrale et de 0.0 à 50 minutes pour l'action dérivée, avec 80 minutes environ sur la position MAX.

La version tout ou rien à large zone morte réglable offre un réglage de zone morte de 1 à 100% de l'étendu de l'échelle, à l'intérieur de laquelle les variations de la mesure n'entraîneront pas de variations de la sortie du régulateur. En fonction de la régulation, on règle l'aiguille de consigne sur la valeur minimale ou la valeur maximale de la zone morte désirée, et le cadran de zone morte (qui se trouve à la même place que le cadran de bande proportionnelle) est réglé sur la largeur de la zone morte en pourcentage de l'étendu d'échelle.

I-3-2-2-5 Manomètre

Un manomètre est installé sur la partie supérieure du TC afin de lire, relever la pression interne, ainsi observer le comportement du processus.

I-3-2-2-6 Régulateur de niveau

Le niveau du TC qui doit rester constant, est maintenu à l'aide d'un régulateur pneumatique de niveau MASONNEILAN type 12800.

Domaines d'utilisation, régulation pour

Densité, cuves à niveau constant, colonnes de distillation, purges d'échangeurs, de condenseurs, postes d'épuration d'eaux, alimentation de chaudières, stockage de produits chimiques, gaz liquéfié, surface de séparation de deux liquides de densités différentes.

Commande automatique de

Le régulateur type 12800 peut commander différents actionneurs tels que des pompes, dispositifs de signalisation et d'alarmes (lumineux ou sonores), dispositifs de sécurité... etc

Principe de fonctionnement

Le fonctionnement de l'appareil de niveau à tube de torsion MASONNEILLAN type 12800, repose sur le principe d'Archimède. Un plongeur cylindrique indéformable est soumis à la poussée du liquide dont on mesure ou contrôle les variations de niveau. Le poids apparent de ce plongeur variant en fonction du niveau, exerce sur l'extrémité libre d'un tube de torsion un couple inversement proportionnel au niveau. Un dispositif approprié logé dans un boîtier convertit l'angle de rotation du tube de torsion en signal pneumatique de commande. Ce signal est directement utilisable peut être dirigé : soit sur un indicateur ou un enregistreur (l'appareil utilisé en transmetteur), soit vers le servomoteur d'une vanne agissant sur le niveau du liquide tel est le cas dans notre installation. Schéma

Le régulateur peut, suivant le cas, être à action proportionnelle, à actions proportionnelle et intégrale ou à action <<tout ou rien>>.

I-3-2-2-7 Sortie des incondensables

Pour éviter les élévations de pression à l'intérieur du TC, une évacuation des gaz incondensables rejetés lors des réactions est prévue. Il s'agit d'une tuyauterie sortante de la partie supérieure du TC qui évacue les gaz incondensables vers les vents.

I-3-2-2-8 Barbotage

Le barbotage du mélange (eau brute + lait de chaux + lait de magnésie + boues recyclées) se fait à l'aide de 8 tuyères sous pression.

I-3-2-2-9 Recyclage des boues

Les boues résultant de la décantation ne sont pas jetées aux égouts à la 1^{ère} utilisation mais elles sont recyclées et cela se fait au moyen d'un système fonctionnant ainsi : les boues s'écoulent dans une tuyauterie puis elles se trouvent poussées par la pression de la vapeur à l'aide d'un injecteur pour refaire le cycle dans le TC.

I-3-2-2-10 Sortie d'eau décarbonatée

Après qu'elle soit pulvérisée dans le vaste entonnoir et soit réchauffée à 103°C l'eau brute arrive en bas du TC puis elle remonte pour qu'elle sorte enfin vers la partie filtration comme une eau décarbonatée.

I-3-2-2-11 Trop plein

En cas de montée du niveau d'eau dans l'appareil qui peut être causée par la vanne d'arrivée d'eau brute qui ne répond pas au signal du régulateur ou par le régulateur lui-même, une sortie d'évacuation est prévue à cet effet.

I-3-2-2-12 Retour des eaux de lavage

Les eaux de lavage des filtres et des adoucisseurs ne sont pas jetées à l'égout après leurs utilisations, mais elles sont recyclées, et cela se fait en les injectant dans le TC après qu'elles soient passées dans un séparateur d'eau et d'air pour refaire le cycle d'adoucissement.

I-3-2-2-13 Prises d'échantillons

Pour des raisons de qualité de l'eau traitée des tuyauteries de prises d'échantillons sont installées sur les trois niveaux de passage de l'eau à savoir TC, filtres, et adoucisseurs et sont ramenées jusqu'à la salle de commande où sont fait les tests de qualité.

I-3-2-2-14 Purge automatique

L'excédent de boues est évacué à l'égout par une vanne automatique commandée par une minuterie elle-même commandée par le chrono-contact 402.

I-3-2-2-15 Trou d'homme supérieur

Pour une éventuelle maintenance à l'intérieur du TC un accès d'homme est prévu à la partie supérieure de l'appareil.

I-3-2-2-16 Chrono-contact 402

Le chrono-contact est un appareil électromécanique qui assure le rôle d'un temporisateur. La durée de la temporisation est réglée manuellement par l'opérateur. Dès que la temporisation est écoulée le chrono-contact donne l'ordre aux vannes de dosage de fermer.

I-3-2-2-17 Totalisateur

En fonction de la quantité d'eau introduite dans le TC le totalisateur donne un ordre au chrono-contact de lancer la temporisation pour le dosage l'injection des réactifs (lait de chaux et de magnésie).

I-3-3 Filtres

La sortie du thermocirculateur alimente une batterie de filtres où l'eau décarbonatée se filtre et se débarrasse des particules n'ayant pas décantées.

1-3-3-1 Description et principe de fonctionnement

Le poste de filtration comporte 3 filtres fermés ayant un diamètre de 2m30, une hauteur totale de 3m, un volume total de 9m³, une surface filtrante de 4m², et un débit minimal de 35m³/heure montés en parallèle.

La masse filtrante de granulométrie homogène est constituée de marbre, c'est une granulométrie de 0,95.

L'eau décarbonatée qui arrive du thermocirculateur entre à la partie supérieure du filtre par la vanne (A) et traverse le lit de granulométrie pour sortir à la partie inférieure par la vanne (B) en laissant emprisonnées les particules n'ayant pas décantés dans le lit de granulométrie.

1-3-3-1-1 Manomètre différentiel

Les manomètres BTN de BOURDON sont des appareils destinés à la mesure de faibles pressions différentielles, avec des valeurs des pressions statiques élevées sans dommages d'un cotés quelconques de l'élément de mesure.

Ils peuvent être utilisés sur des circuits de gaz, vapeur, ou liquides non visqueux, pour la mesure de débits, indication de niveau liquides, de colmatages de filtres, etc...

La pression différentielle est la différence pression amont moins la pression aval.

I-3-3-1-2 Lavage des filtres

Lorsque la perte de charge de l'ensemble de la batterie filtrante dépasse une certaine valeur on doit procéder au lavage du filtre le plus colmaté. Cette opération comprend 2 phases :

Dé tassement : cette opération a pour but de décoller mécaniquement les particules de chaux adhérant à la matière filtrante et les maintenir en suspension au dessus du lit filtrant. On la réalise en injectant de l'air ou de la vapeur à contre courant. L'air ou la vapeur entre à la partie inférieure du filtre par la vanne (D) et sort à la partie supérieure par l'évent (G).

Lavage : cette opération suit immédiatement le dé tassement. Elle consiste à débarrasser le filtre des impuretés par de l'eau circulant à contre courant.

L'eau venant des pompes de lavage entre à la partie inférieure du filtre par la vanne (D) et sort à la partie supérieure par la vanne (C) d'où elle retourne au TC après s'être dégazée dans le séparateur d'air.

I-3-3-1-3 Pompes de reprise d'eau filtrée

L'eau filtrée est reprise par deux pompes centrifuges ayant une puissance nominale de 35CV, un débit nominal de 70m³/heure, et une pression nominale de 7bars. Elles sont couplées à des moteurs triphasés ayant les caractéristiques suivantes :

En montage en triangle : U= 400v I=65A f=50Hz V=2965tr/min Cos ϕ = 0,86 P=57Kw.

I-3-4 Adoucisseurs

I-3-4-1 Description et principe de fonctionnement des adoucisseurs

Le poste d'adoucissement comporte 3 adoucisseurs. Un adoucisseur est d'une forme cylindrique avec 1m60 de diamètre, 3m de hauteur, un débit minimal de 23m³/heure, un débit en marche poussée continue de 35m³/heure, une capacité d'échange globale de 13200 litres. Les adoucisseurs utilisent une résine du type Allassions CS avec un volume de 2 400 litres. Il consomme 400 Kg de sel par régénération.

En marche normale, l'eau filtrée entre à la partie supérieure de l'adoucisseur par la vanne (A), traverse la résine échangeuse d'ions où elle se libère de tous les sels responsables de la corrosion des conduites métalliques, puis sort à la partie inférieure par la vanne (B), comme une eau adoucie, ainsi le cycle d'adoucissement est fini.

I-3-4-2 Régénération des adoucisseurs

Lorsque le TH de l'eau à la sortie de l'adoucisseur devient positif, on doit procéder aux opérations de soulèvement, régénération et rinçage de l'adoucisseur.

Soulèvement : C'est une opération de lavage à contre courant destinée à éliminer les impuretés qui se seraient déposées sur la résine.

L'eau filtrée venant des pompes de lavage entre à la partie inférieure de l'adoucisseur par la vanne (C) et sort à la partie supérieure par la vanne (E) vers le thermocirculateur.

Régénération : cette opération consiste à faire passer de la saumure diluée à travers les résines dans le sens normal.

La saumure entre à la partie supérieure de l'adoucisseur par la vanne (D) et sort à la partie inférieure par la vanne (G) vers l'égout.

Rinçage : c'est une opération destinée à éliminer les effluent de régénération contenant encore de la dureté et ensuite l'excès de chlorures qui sans cela augmenterait inutilement la salinité de l'eau adoucie.

L'eau filtrée venant des pompes de lavage entre à la partie supérieure de l'adoucisseur par la vanne (F) et sort à la partie inférieure par la vanne (G) et mise à l'égout.

I-3-4-3 Compteurs

Chaque adoucisseur est muni d'un compteur d'eau adoucie dont les indications sont transmises à un répéteur placé sur le tableau de contrôle. Le répéteur comporte une alarme « fin de cycle » et un dispositif de remise à zéro.

I-4 Inconvénients du système de dosage actuel

L'unité de traitement des eaux de chaudières est considérée comme le pomment de la raffinerie. Une panne qui causera son arrêt n'est pas tolérée, mais vue l'état dont elle est une panne n'est pas inévitable car plusieurs inconvénients ne font que dégrader son état. Un changement du système de dosage est envisageable en vue d'améliorer certains critères à savoir :

- Les bouchages dus à la mauvaise qualité de la chaux qui est pleine de sable, et aux tubes noirs qui favorisent ce phénomène.
- Le retard accumulé entre l'analyse de l'eau et le réglage du chrono-contact.
- Le réglage des doses de la chaux et de la magnésie ainsi que les analyses des eaux se font manuellement ce qui traduit une imprécision.

I-5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'unité actuelle de traitement des eaux de chaudières avec ses différentes parties et leurs fonctionnements. Mais vu les inconvénients que présente son système de dosage une solution s'impose.

CHAPITRE II.

Solution automatisée apportée au système de dosage

II-1 Présentation de la solution

Après l'étude de l'unité actuelle de dosage des réactifs et avoir présenté ses différents inconvénients, on propose une solution automatisée utilisant un automate programmable industriel SIEMENS S7 300 donnée par la figure suivante :

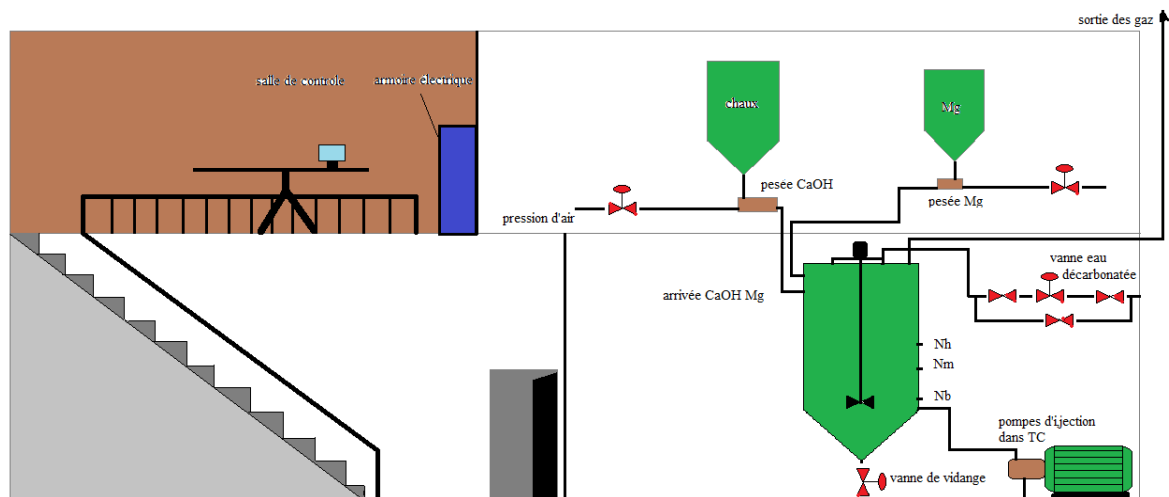


Figure 6:Schéma synoptique de la solution

Le schéma représente la solution automatisée de l'unité de dosage des réactifs composée des quatre parties qui sont :

- La partie stockage.
- Le mélange (le dosage).
- L'injection dans TC.
- Analyse.

II-1-1 Stockage

Le poste de stockage de la chaux et de la magnésie est composé de :

II-1-1-1 Un réservoir de chaux

Le réservoir de chaux est un bac de forme cylindro-conique, et d'une capacité de 800Kg de chaux. Il possède une trappe quadrillée sur son sommet et un moteur réducteur couplé à

une vis sans fin à sa base, ceci pour avoir un flux de chaux constant même en cas d'entassement de la matière dans le réservoir.

NB : la chaux à utiliser sera la fleure de chaux qui est d'une qualité meilleure en possédant moins de sable responsable des bouchages.

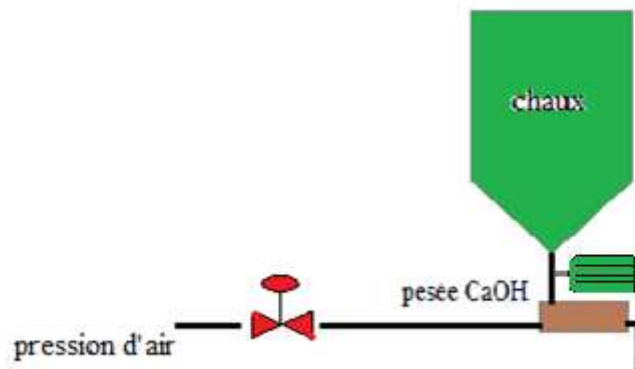


Figure 7: Le réservoir de chaux

II-1-1-2 Réservoir de magnésie

Le réservoir de la magnésie est un bac de forme cylindro-conique de capacité de 100Kg de magnésie. Il possède les mêmes équipements que celui de la chaux.

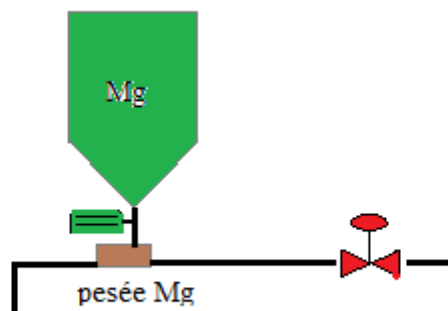


Figure 8: Le réservoir de magnésie

II-1-1-3 Pesage des réactifs

La pesée des quantités de chaux et de magnésie à transférer vers le bac de dosage est assurée par le système de pesée qui converti la masse en un signal électrique compréhensible par l'ensemble des équipements communiquant avec lui et vis versa.



Figure 9: Le système de pesée

II-1-1-4 Transfert

Le transfert des réactifs après la pesée vers le bac de dosage est réalisé à l'aide de la pression d'air comprimé. Cette tâche est constituée de :

II-1-1-4-a Filtre d'humidité

Le filtre d'humidité sert de séchoir pour l'air, ceci pour éviter les dépôts de matière sur les parois internes des conduites dues aux fines particules d'humidité.

II-1-1-4-a-1 Fonctionnement du sécheur d'air à membrane

L'air comprimé humide entre dans le boîtier, dans le module à membrane où il entre en contact avec les fibres. Une faible quantité de l'air comprimé séché est conduite vers le haut pour balayer les fibres en même temps qu'elle est détendue à la pression atmosphérique. L'air, prenant du volume à la détente, présente une plus grande capacité de rétention d'humidité. Du fait de la différente teneur en eau de l'air de balayage et de l'air à sécher

circulant à contre courant et de la constitution de la membrane qui ne permet que le passage de la vapeur d'eau, la plus grande partie des molécules d'eau est retenue contre la paroi fibreuse de la membrane. Un orifice de sortie individuel est prévu pour l'air comprimé séché et pour l'air de balayage.

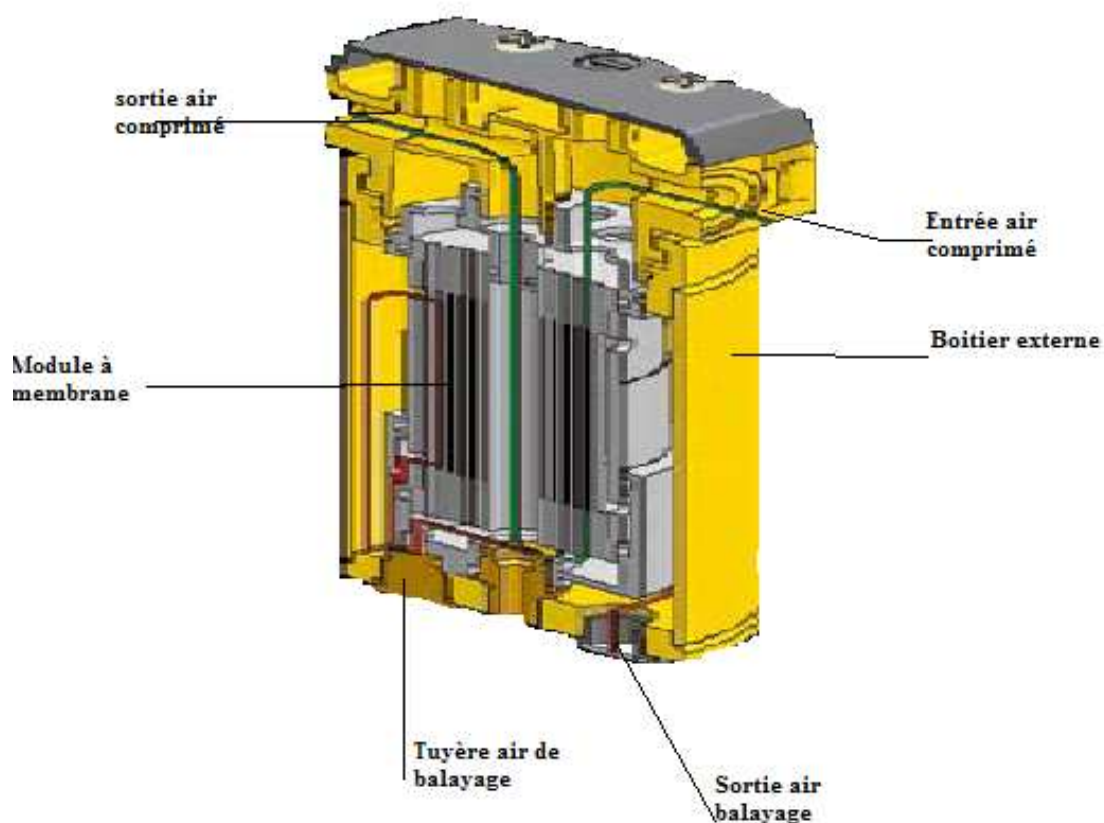


Figure 10: Fonctionnement du sécheur à membrane

II-1-1-4-b Electrovanne

Le transfert de la chaux et de la magnésie de la pesée vers le bac de dosage est contrôlé par deux électrovannes commandées par des signaux venants du système de pesée.

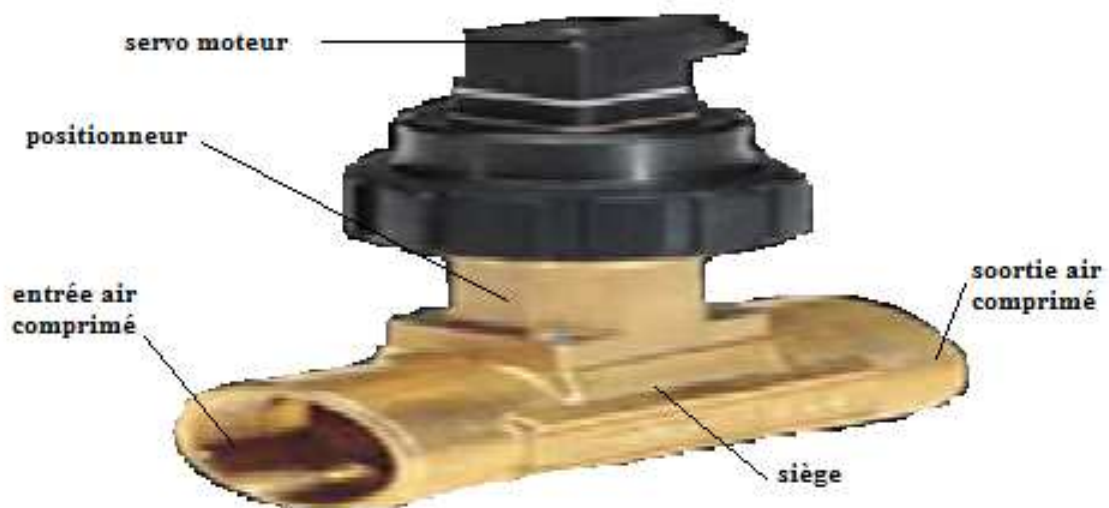


Figure 11: Les électrovannes

II-1-1-4-c Conduites

Les conduites reliant les différents équipements de l'unité son des conduites en PEHD de 90mm de diamètre. Le choix s'est porté sur ce type de matériaux pour sa parfaite isolation contre l'humidité et sa surface intérieure très lisse qui évite les dépôts de matières. Pour ce qui est des raccords, ils seront renforcés avec des colliers métalliques et isolé avec du téflon.



Figure 12: Les conduites PEHD

II-1-1-4-c-1 Caractéristiques des conduites PEHD

Les conduites en PEHD possèdent des caractéristiques qui font d'elles les conduites les mieux adaptées à ce genre d'applications, parmi ces caractéristiques on trouve:

- Cout d'exploitation réduit.
- Pas de corrosion stabilité des réseaux en milieux agressifs.

- Excellentes propriétés mécaniques : résistance aux chocs et aux gels.
- Mise en œuvre facile et mécanisable grâce à sa légèreté.
- Respect de l'environnement (recyclable).

II-1-1-4-c-2 Matière de fabrication

Les conduites en PEHD sont fabriquées à partir de la résine de polyéthylène. Elle supporte une résistance minimale exigée correspondant au moins 8 méga pascals pendant 50 ans. Cette matière est insensible à la corrosion, ces tubes sont fabriqués pour être résistants aux chocs et non cassants.

II-1-2 Dosage

Le poste de dosage est la partie où la chaux et la magnésie sont transférées et mélangées à de l'eau décarbonatée pour former un lait de chaux et de magnésie dosé prêt à être injecté dans le TC.

II-1-2-1 Constituants du poste de dosage

Le poste de dosage est constitué d'un bac de forme cylindro-conique de 1m80 de hauteur et de 90cm de diamètre, qui est composé des différents matériels nécessaires à son fonctionnement, comme le montre le schéma suivant.

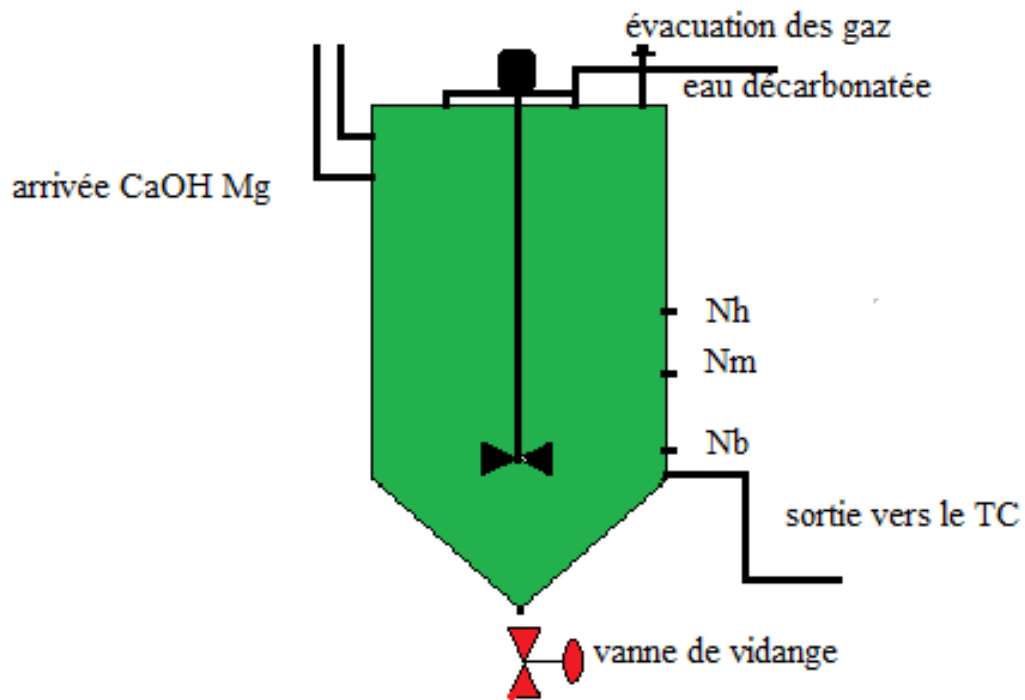


Figure 13: Le doseur

Le bac de dosage est équipé de :

II-1-2-1-a Châssis

Le bac de dosage sera installé et fixé avec des pattes en acier sur un châssis en tube carré en acier inoxydable.

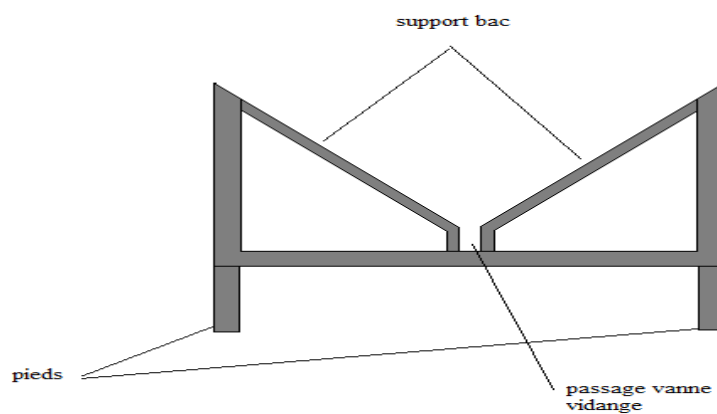


Figure 14: Le châssis du doseur

II-1-2-1-b Arrivée de l'eau décarbonatée

Le bac de dosage est alimenté en eau décarbonatée via une vanne automatique tout ou rien installée en by pass pour une éventuelle maintenance, commandée par les capteurs de niveau à travers l'automate.

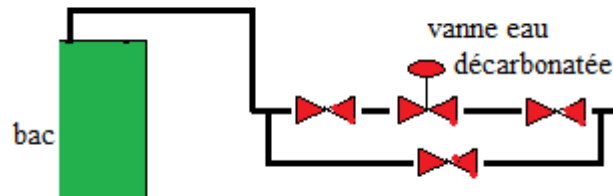


Figure 15: conduite d'arrivée de l'eau décarbonatée

L'injection de cette eau dans le bac sera assurée par quatre pulvérisateurs qui vont permettre la précipitation de cette dernière sous forme de pluie qui va tomber dans le nuage de poussière pour former un lait de chaux et de magnésie, la figure17 illustre sont fonctionnement.

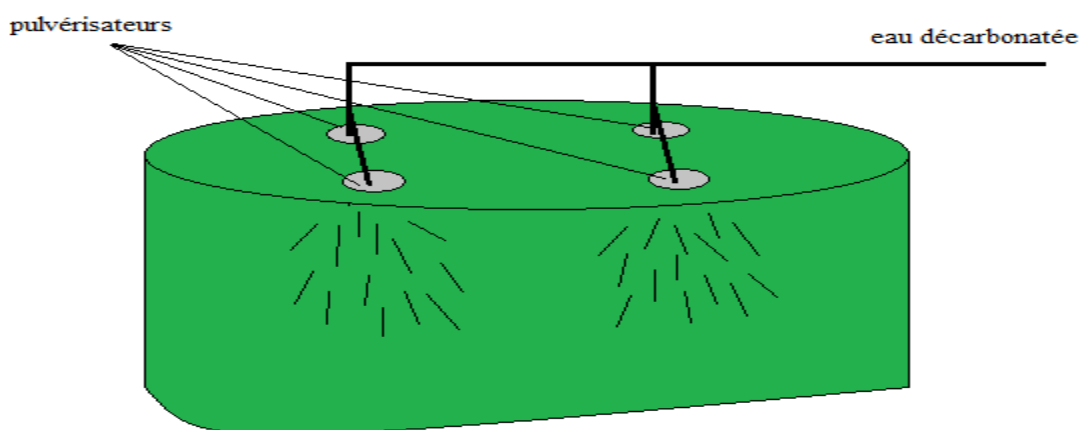


Figure 16: Le pulvérisateur de l'eau décarbonatée

II-1-2-1-c Arrivées de la chaux et de la magnésie

La chaux et la magnésie arrivent au bac de dosage via une conduite sous pression permettant la pulvérisation de ces derniers. Cette conduite est protégée contre l'humidité du côté du bac par un dispositif mécanique qui empêche les particules d'humidité d'y pénétrer fonctionnant comme suit :

En présence de la pression d'air l'humidité ne peut y pénétrer car la pression dans la conduite est supérieure à celle dans le bac.

En absence de la pression d'air le passage est fermé par un disque de circonférence égale à celle de la conduite tiré par un ressort de rappel, comme le montre la figure 18.

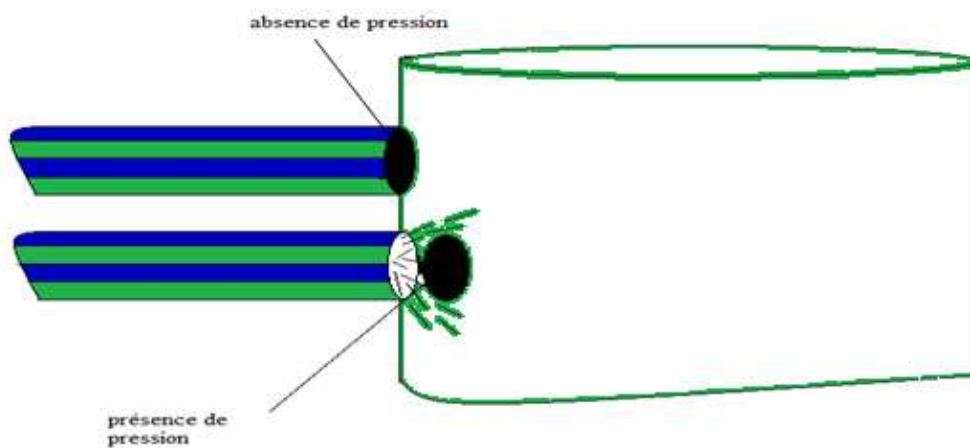


Figure 17: Conduites de chaux et de magnésie

II-1-2-1-d Une évacuation des gaz

Le bac est équipé d'une sortie pour les gaz, qui est une simple ouverture au sommet du bac reliée à une conduite qui évacue ces gaz vers les vents.

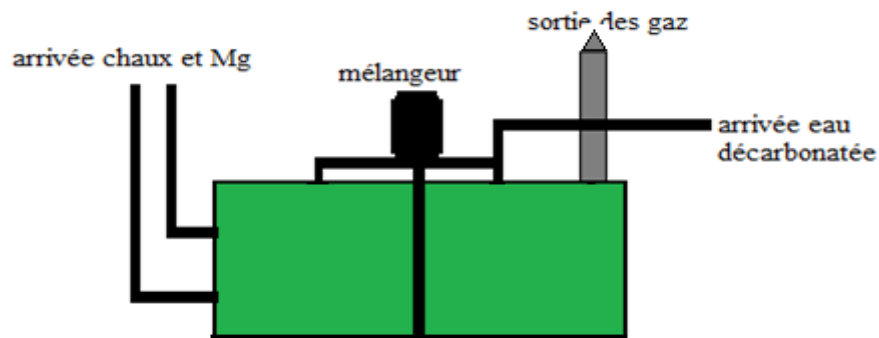


Figure 18: Conduite d'évacuation des gaz

II-1-2-1-e Vanne de vidange

La chaux et la magnésie étant impures elles contiennent des particules lourdes (sable) qui vont finir au fond du bac. Au fil du temps ces particules entament un processus de décantation et former des boues qui seront déversées périodiquement aux égouts par une vanne automatique commandée par une minuterie programmée dans l'automate.

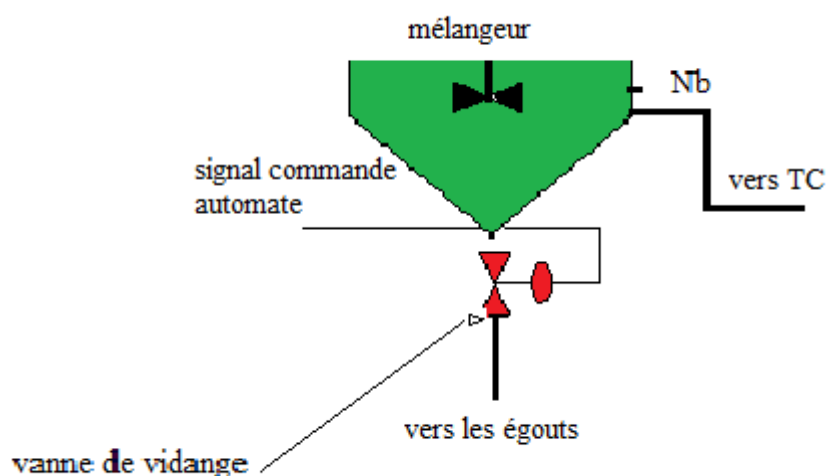


Figure 19: Vanne d'extraction des boues

II-1-2-1-f Capteurs de niveaux

Le bac de dosage est équipé de trois capteurs de niveaux (niveau bas, niveau moyen, niveau haut), fonctionnant comme suit :

Les capteurs sont identiques, et chacun d'eux est équipé d'un flotteur qui lorsque l'eau le pousse il active un contacteur donnant l'information à l'automate que le niveau est atteint.



Figure 20: Capteur de niveau

II-1-2-1-g Moteur mélangeur

Afin de remédier au problème de décantation le bac sera équipé d'un moteur mélangeur. Ce dernier comme son nom l'indique sera composé de d'un moteur triphasé couplé à un arbre en acier inoxydable plongé dans le mélange (eaux, chaux, magnésie), possédant une élis à sa fin.



Figure 21: Le moteur mélangeur

II-1-3 Injection dans le TC

L'injection du lait de chaux et de magnésie dans le TC sera assurée par les mêmes électropompes installées sur le système actuel qui sont des pompes centrifuges débitant $5\text{m}^3/\text{h}$.

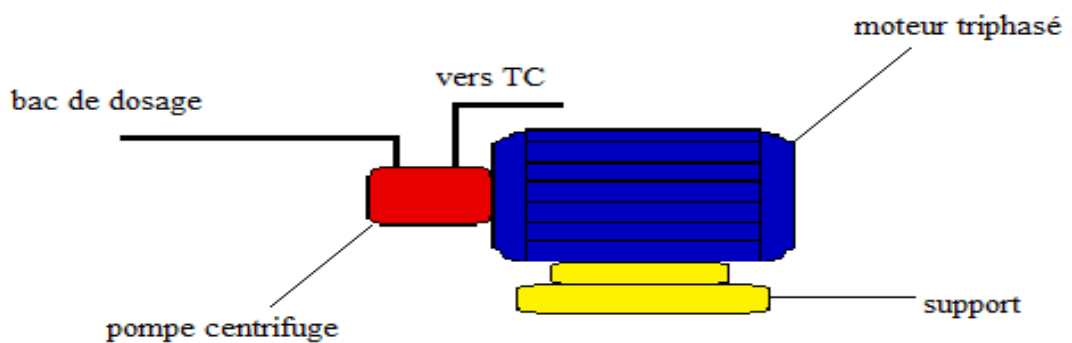


Figure 22: Les pompes d'injection dans le TC

II-1-4 Analyseurs

Avant, les tests sur les eaux décarbonatée et adoucie se faisaient manuellement. Pour avoir une bonne précision et un temps minimum d'analyse, un analyseur d'eau sera installé après la batterie d'adoucisseurs et permettra de fournir les valeurs du TA, TAC, TH de l'eau traitée à l'automate qui va décider sur les quantités de chaux et de magnésie à pulvériser dans le bac de dosage, ainsi que la régénération des adoucisseurs.



Figure 23: L'analyseur TA TAC TH

II-2 Conclusion

On conclut après avoir présenté la solution avec tous ses équipements et leurs fonctionnements que les inconvénients posés dans le premier chapitre (bouchage, lenteur, imprécision) sont surmontés. Il reste à programmer le comportement de cette dernière.

CHAPITRE III

Programmation de la solution

III-1 Armoire électrique

La solution comporte une armoire électrique qui sera munie des matériels nécessaires au fonctionnement de l'unité de dosage. Parmi ces matériels nous trouverons un automate *SIEMENS S7 300*, des disjoncteurs, des contacteurs, un bouton d'arrêt d'urgence, des voyants, un ventilateur...

III-1-1 Automate *SIEMENS S7 300*

S7 300 est un mini-automate pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilités d'extensions sur 32 modules d'entrées/sorties, et une mise au réseau par l'interface multipoints (MPI), PROFIBUS, et industrial Ethernet.

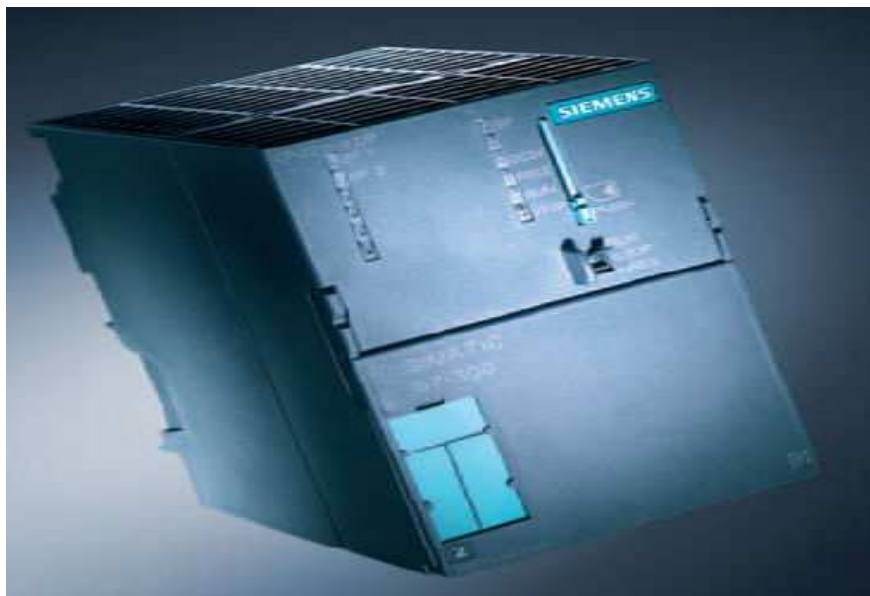


Figure 24: L'automate S7 300

III-1-1-1 Structure interne de l'automate *S7 300*

L'automate *S7 300* les quatre parties principales suivante :

Une mémoire.

Un processeur.

Des interfaces d'entrées/sorties.

Une alimentation, ($240V_{ac} \rightarrow 24V_{cc}$).

La figure suivante illustre cette structure :

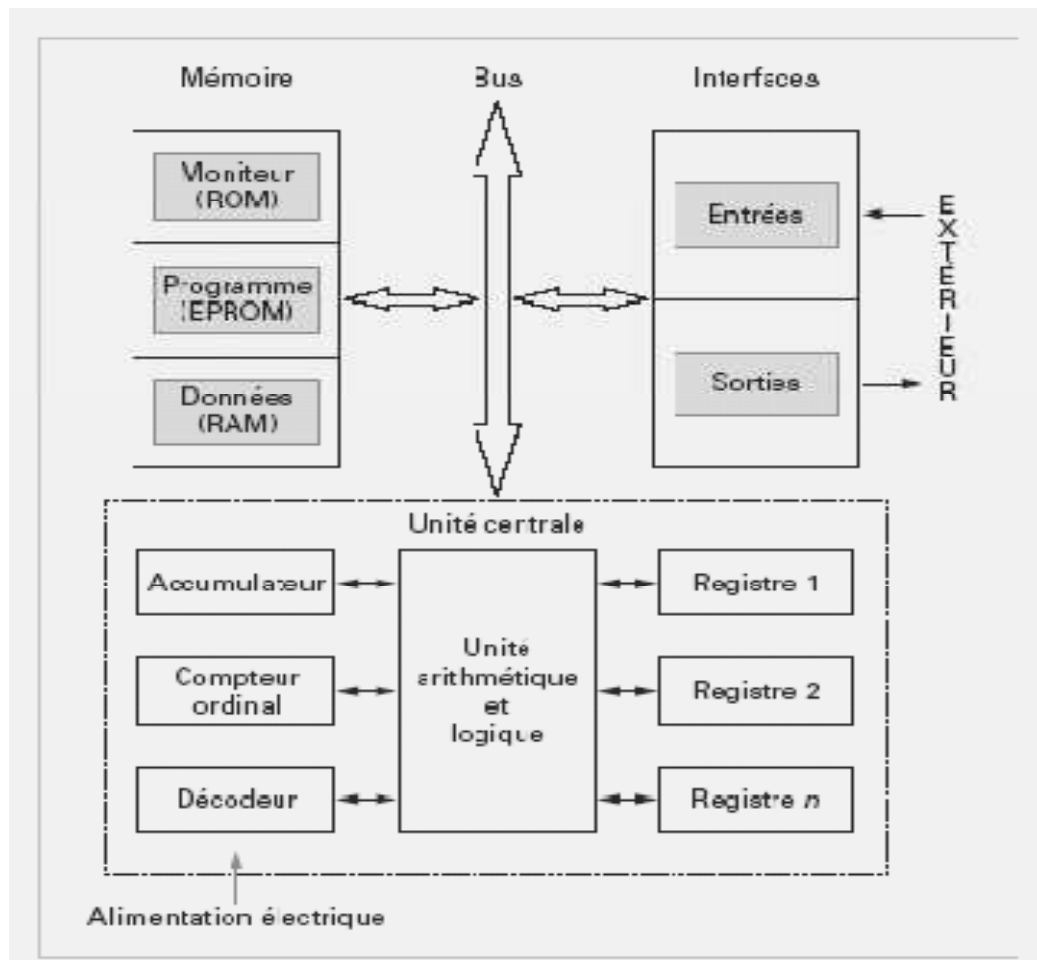


Figure 25: Architecture interne de l'automate

En détaillant ce schéma au aura :

Alimentation

Tout les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en $240V_{ac}$ et délivrant une tension de $24V_{cc}$.

Processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'E/S et d'autres parts à gérer les instructions des programmes.

Mémoire

Elle est conçue pour recevoir et stocker des informations issues des différents secteurs du système que le terminal de programmation (PC ou console), et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit aussi des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

L'élaboration des programmes utilise à la mémoire RAM et l'EEPROM.

La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

Chien de garde

Le chien de garde est un programme qui surveille la CPU de façon à éviter les graves conséquences d'un dérèglement de celle-ci.

La durée d'exécution des tâches en mode cyclique est contrôlée par le chien de garde et ne doit pas dépasser une valeur définie lors de la configuration de l'API. Dans le cas de débordement, l'application est déclarée en défaut, ce qui provoque l'arrêt immédiat de l'API.

A chaque cycle la CPU doit réarmer le chien de garde, sinon ce dernier entame les actions suivantes :

Mise à 0 de toutes les sorties.

Arrêt de l'exécution du programme.

Signalisation de la défaillance.

Modules d'entrées/sorties

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée, une pour chaque capteur relié. L'interface de sortie comporte des adresses de sorties, une pour chaque pré actionneur.. Les modules entrées sorties ont une modularité 8 16 32 voies. Elles admettent ou délivrent des tensions $0 \rightarrow 24V_{cc}$.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

Module TOR : l'information traitée ne peut prendre que deux états 0 ou 1, c'est le type d'informations délivrées par les cellules photoélectriques, bouton poussoir...etc

Module analogiques : l'information traitée est continue et prend des valeurs qui évoluent dans le temps.

Modules spécialisés : l'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou hexadécimale. C'est le type d'informations délivrées par un ordinateur ou un module intelligent.

III-1-1-2 Logiciel de programmation du S7 300 (STEP 7)

Le STEP7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des automates S300 et S400, il assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP 7 répond aux connaissances ergonomiques modernes.

Le STEP 7 comporte les trois sous logiciels suivants :

III-1-1-2-a Gestionnaire des projets SIMATIC Manager

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Il gère les données relatives à un projet d'automatisation, quelque soit le système cible ont été créés. Le gestionnaire de projets démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

III-1-1-2-b Editeur de programmes et langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, sont intégrés dans le logiciel de base STEP 7.

Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. la syntaxe des instructions fait penser aux schémas électriques. Il permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

La liste d'instruction (LIST) est un langage de programmation proche de la machine. Dans un programme LIST, les instructions correspondent dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques.

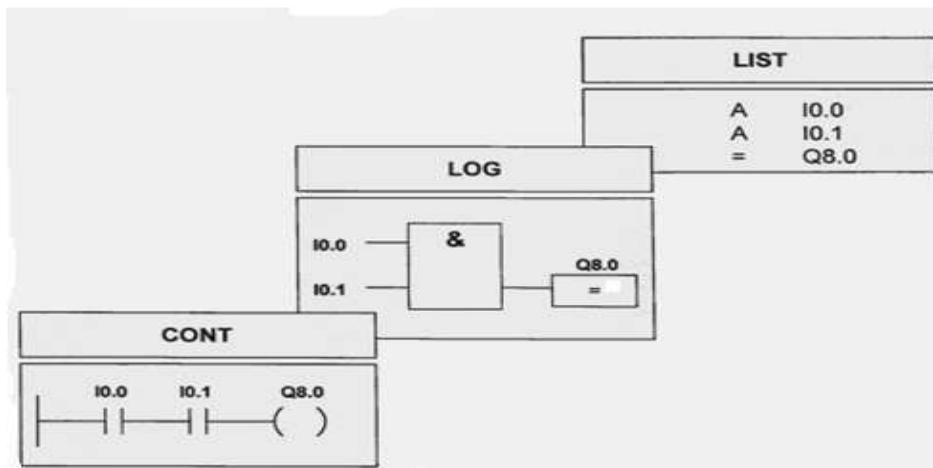


Figure 26: Langages de programmation

On dispose de langages de programmation plus évolués, au détriment de l'optimisation mémoire :

GRAPH est un langage de programmation permettant la description aisée de commandes séquentielles (programmation de graphes séquentiels). Le déroulement du processus y est subdivisé en étapes. Celles-ci contiennent des actions pour la commande des sorties. Le passage d'une étape à la suivante est soumis à des conditions.

SCL est un langage de programmation évolué textuel. Il comporte des éléments de langage que l'on trouve également sous une forme similaire dans les langages de programmation Pascal et C. il convient donc aux gens déjà habitués à l'utilisation de langages de programmation évolués.

CFC est un langage graphique permettant l'interconnexion graphique de fonctions existantes. Ces fonctions couvrent un large éventail allant de combinaisons logiques simples à des régulations et des commandes.

III-1-1-2-c Simulateur de programmes PLCSIM

L'application permet d'exécuter et de tester un programme sur une console de programmation ou un PC sans qu'il y ait de connexion avec l'automate. Le simulateur dispose d'une interface simple permettant la visualisation et le forçage des différents paramètres utilisés par le programme (EXP activer ou désactiver une entrée).

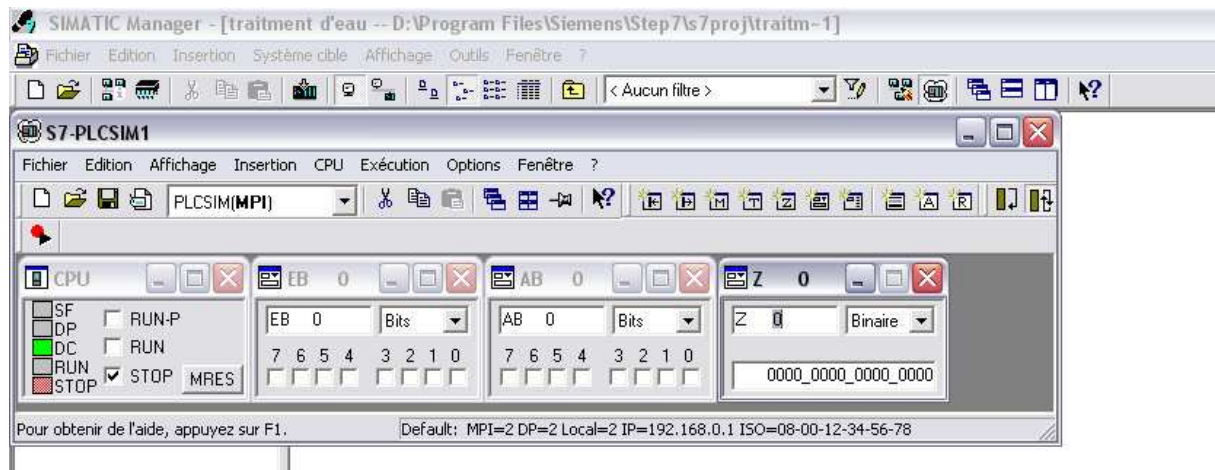


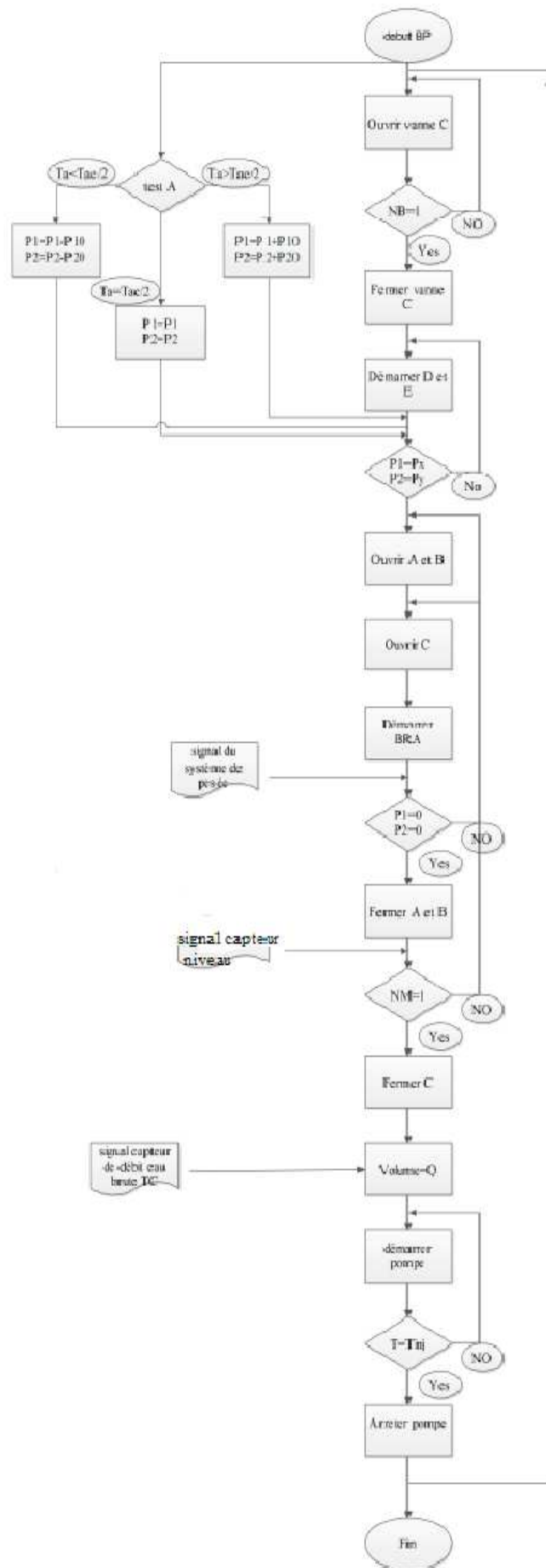
Figure 27: Le simulateur de programmes PLC SIM

III-1-1-3 Création du projet d'automatisation de l'unité de dosage

Avant de procéder à la programmation de l'unité de dosage il faut modéliser cette dernière par l'une des méthodes de modélisation. Dans notre cas on utilisera un organigramme pour expliquer le fonctionnement du système.

III-1-1-3-a Modèle régissant le fonctionnement de l'unité de dosage

Le fonctionnement de l'unité de dosage est régi par l'organigramme illustré par la figure suivante :



A: vanne air comprimé ligne chaux
 B: vanne air comprimé ligne magnésie
 C: vanne eau de carbonatée
 D: moteur alimentation en chaux
 E: moteur alimentation en magnésie
 NB: capteur niveau bas
 NM: capteur niveau moyen
 NH: capteur niveau haut

III-1-1-3-b Etapes de création d'une structure programme complète

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

III-1-1-3-b-1 Création du projet SIMATIC STEP 7



Figure 28: Gestionnaire de programmes

III-1-1-3-b-2 Configuration matérielle HW Config

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

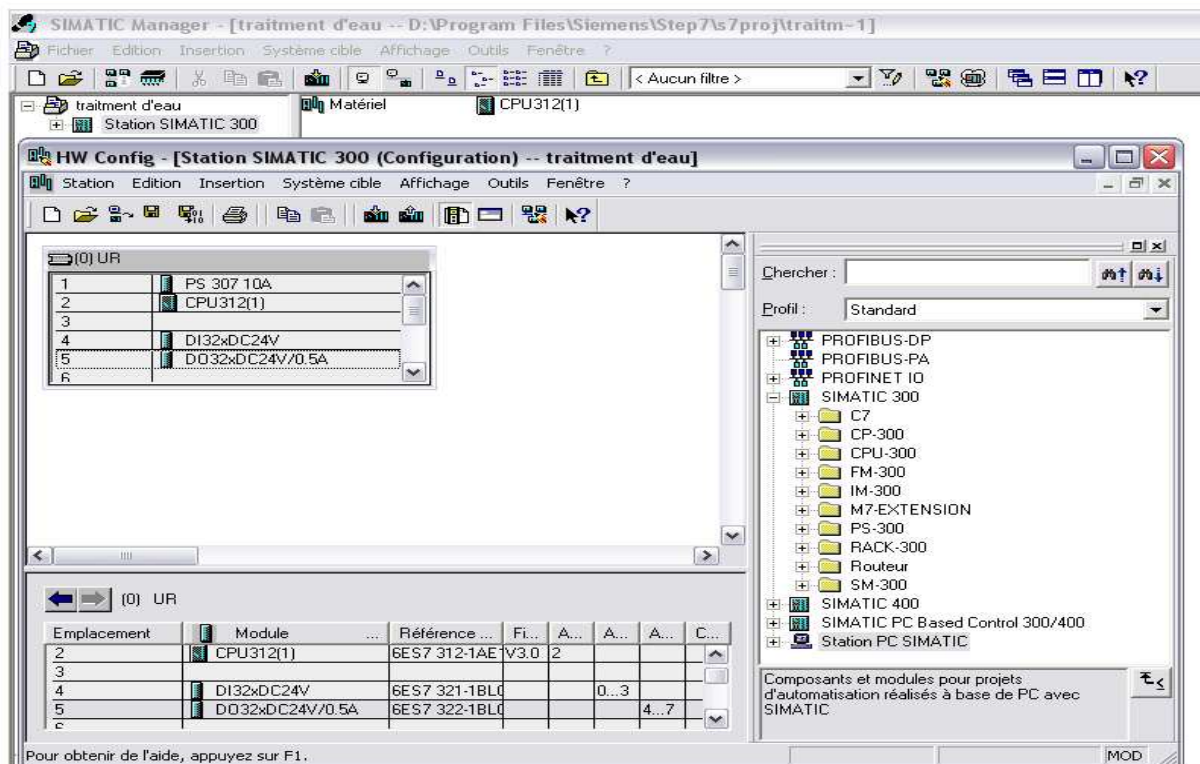


Figure 29: Configuration matérielle

III-1-1-3-b-3 Définir les mnémoniques

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

Editeur de mnémoniques - Programme S7(1) (Mnémoniques)					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Programme S7(1) (Mnémoniques) -- traitement d'eau/Station...					
	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		BP	E 0.0	BOOL	
2		AR	E 0.1	BOOL	
3		P1	E 0.2	BOOL	
4		P2	E 0.3	BOOL	
5		CD1	E 0.4	BOOL	
6		CD2	E 0.5	BOOL	
7		NB	E 0.6	BOOL	
8		NM	E 0.7	BOOL	
9		NH	E 1.0	BOOL	
10		CD3	E 1.1	BOOL	
11		CD4	E 1.2	BOOL	
12		A	E 1.3	BOOL	
13		EV1	A 4.0	BOOL	
14		EV2	A 4.1	BOOL	
15		MOT1	A 4.2	BOOL	
16		MOT2	A 4.3	BOOL	
17		EV3	A 4.4	BOOL	
18		EV4	A 4.5	BOOL	
19		MOT3	A 4.6	BOOL	
20		PMP1	A 4.7	BOOL	
21		PMP2	A 5.0	BOOL	
22					

Figure 30: Table des mnémoniques

III-1-1-3-b-4 Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes. Dans le cas de notre projet on choisira la programmation avec des bascules SR, et on découpera le travail en trois blocs.

- Le bloc 1 (stockage et transfert)
- Le bloc 2 (dosage)
- Le bloc 3 (injection dans le TC)

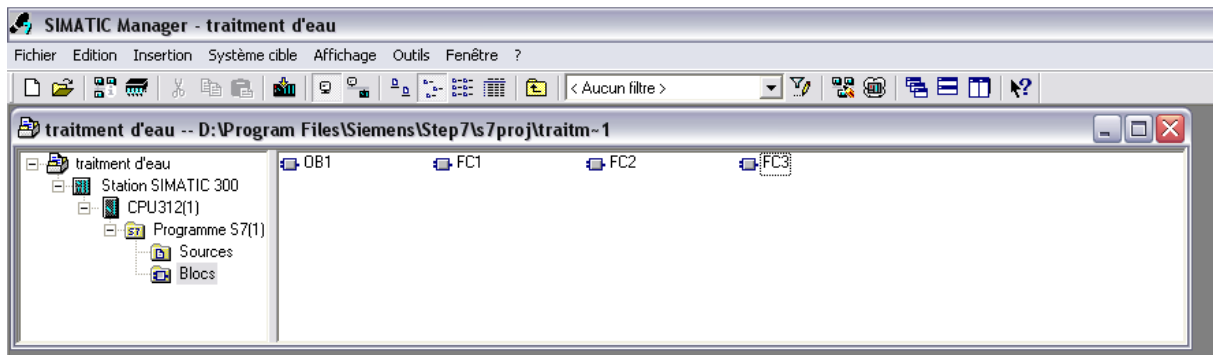
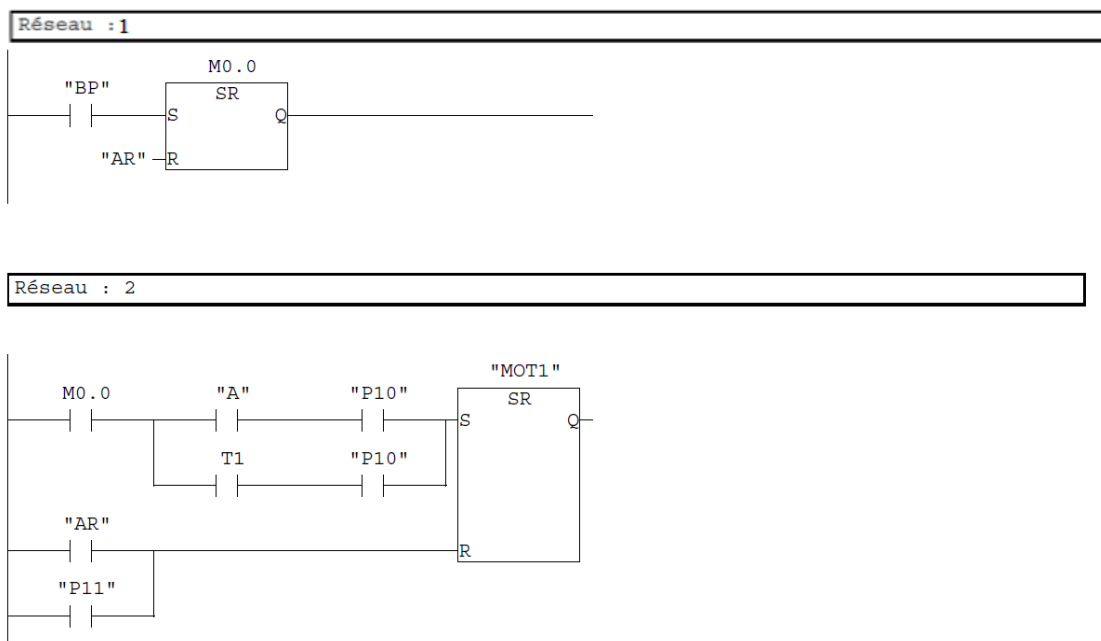
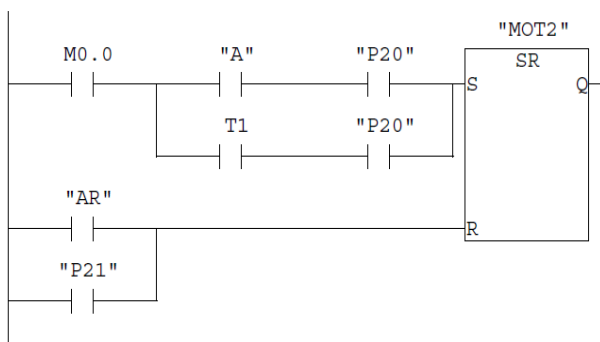


Figure 31: Editeur de programmes

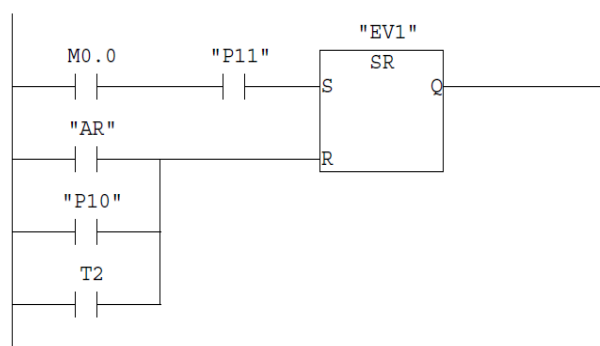
FC1 :



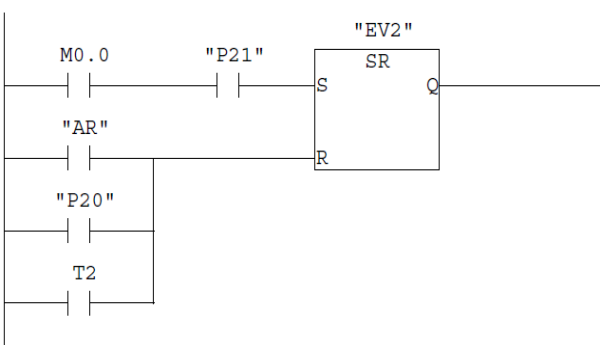
Réseau : 3



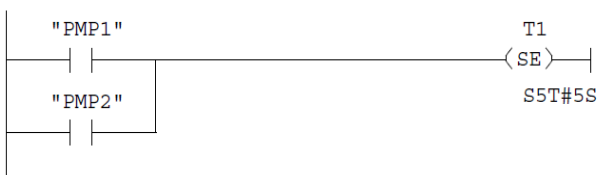
Réseau : 4



Réseau : 5

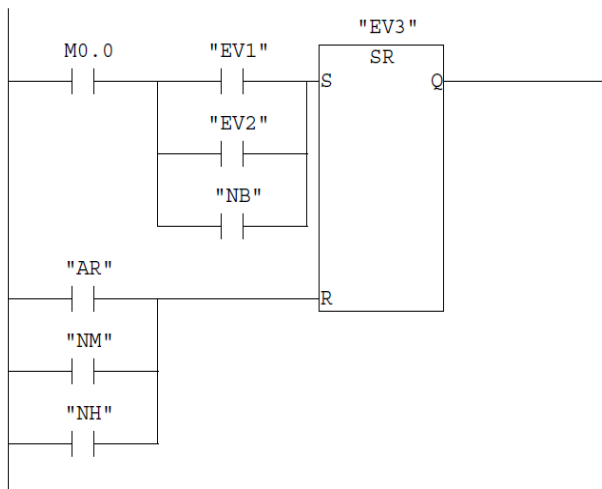


Réseau : 6

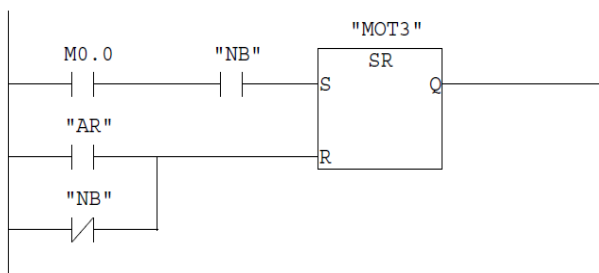


FC2 :

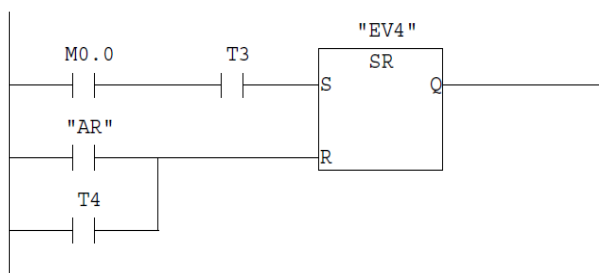
Réseau : 1



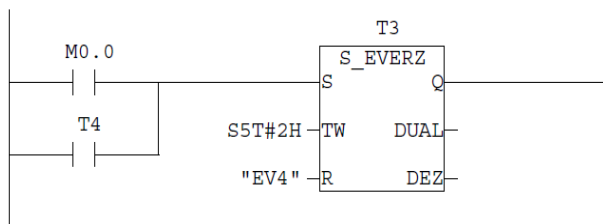
Réseau : 2



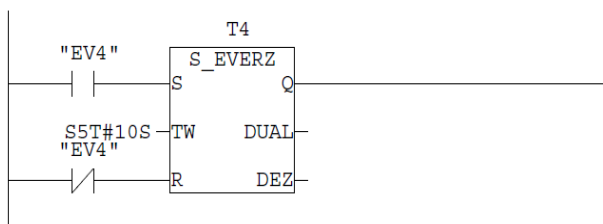
Réseau : 3



Réseau : 4



Réseau : 5



Réseau : 6

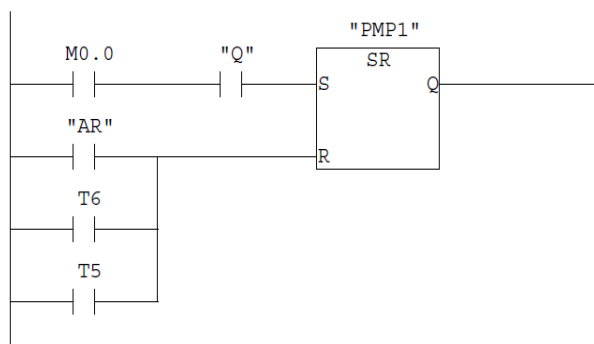


Réseau : 7

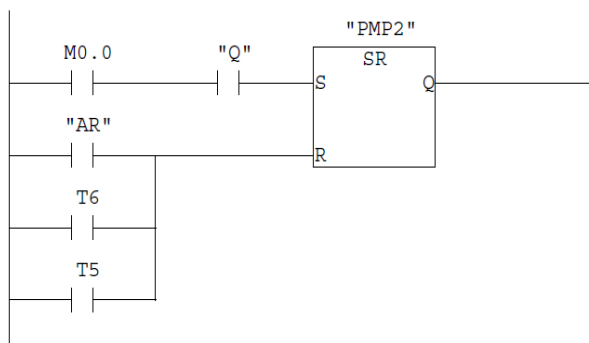


FC3 :

Réseau : 1



Réseau : 2



Réseau : 3

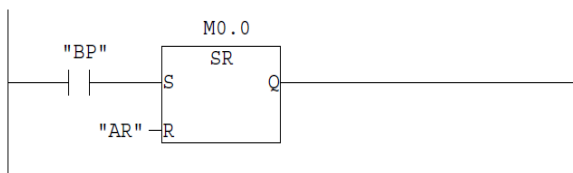


Réseau : 4

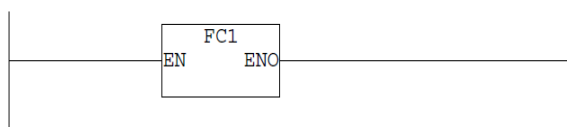


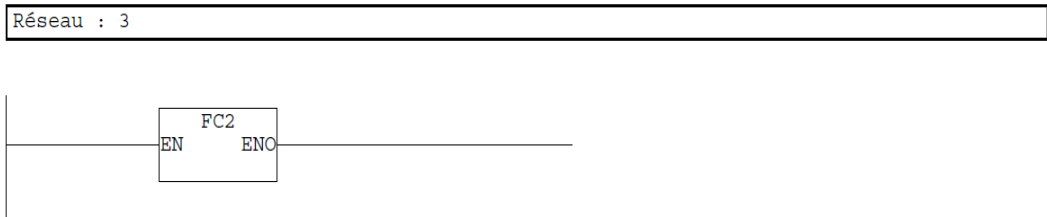
FC4 :

Réseau : 1



Réseau : 2





III-1-1-3-b-5 Chargement du programme dans le système cible

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible. La CPU contient déjà le système d'exploitation.

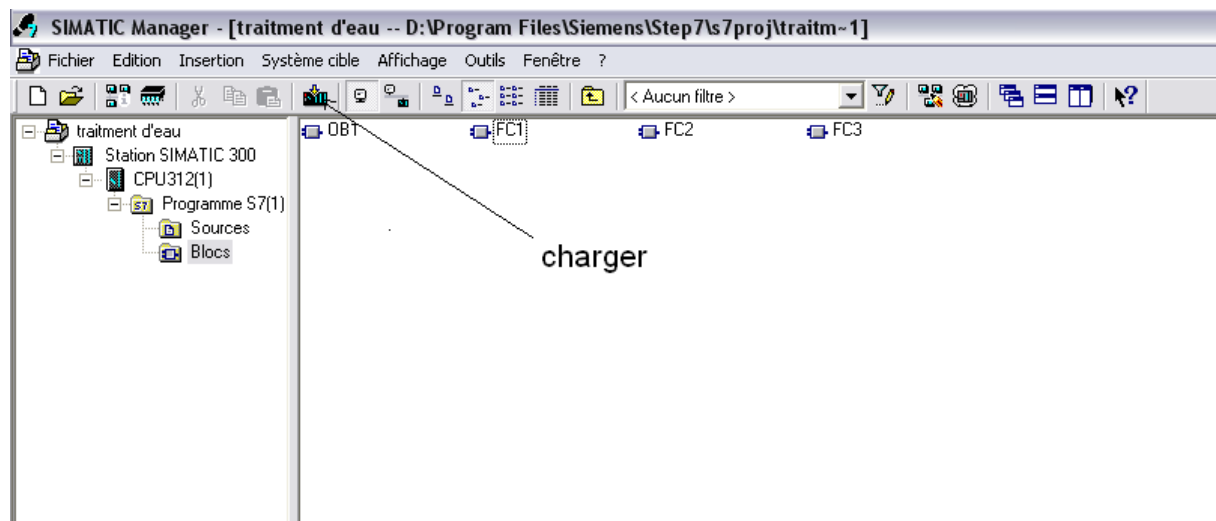


Figure 32: Chargement dans le simulateur

III-2 Poste de supervision

Le poste de supervision est une salle d'où l'opérateur surveille le fonctionnement de l'unité par le biais d'une interface Homme/Machine ou d'un micro-ordinateur. Ce dernier affiche le schéma de l'unité et donne les états de toutes les sorties que l'opérateur peut forcer en cas d'anomalie.

III-2-1 Constituants d'un système de supervision

Les systèmes de supervision se composent en général d'une unité centrale à laquelle sont connectés les équipements. Cette unité centrale assure l'affichage, l'archivage et le traitement des données ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

III-2-1-a Module de visualisation

Cette partie du système de supervision permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des vues représentatives du processus sur des écrans *HMI* ou micro ordinateurs sur lesquelles ils peuvent agir sur le fonctionnement du processus.

Les écrans *HMI*

Un écran est une partie de l'interface utilisateur qui se compose d'une ligne d'affichage, d'éléments d'écrans, et/ou de graphique, d'une barre de dialogue ainsi que 8 touches logicielles horizontales et 8 verticales.

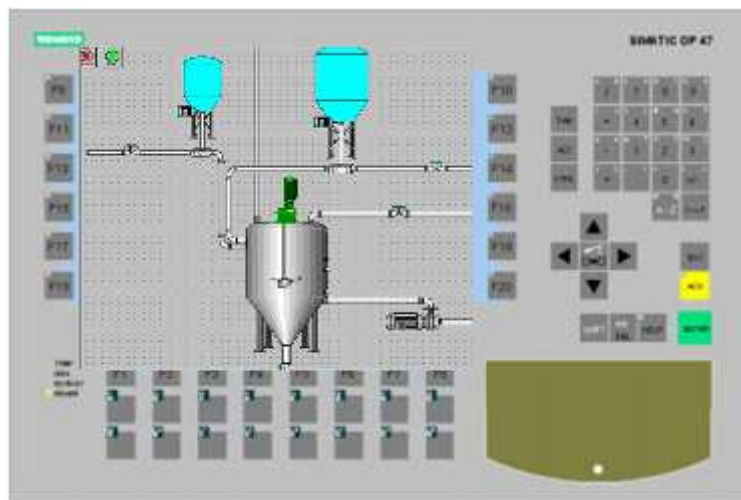


Figure 33: Les écrans HMI

III-2-1-b Module d'archivage

Il permet de mémoriser des données (alarmes, événements) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

III-2-1-c Module de traitement

Il permet de traiter les données et les mettre en forme, afin de les afficher sur les écrans aux opérateurs sous une forme adéquate.

III-2-1-d Module de communication

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

III-2-2 Logiciel de conception des interfaces Homme/Machine (Win CC)

Win CC est un logiciel partagé dans l'environnement *STEP 7*, il est utilisé pour la configuration de différents pupitres opérateurs et créer des interfaces graphiques ainsi pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter, et ajuster éventuellement le processus toujours via l'automate.

Le Win CC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision, ces dernières sont :

Graphic Designer

Il offre la possibilité de créer des vues de procédés, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. Il dispose d'une bibliothèque d'objets et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au ***Graphic Runtime***.

Tag Logging

C'est la partie où on définit les archives, les valeurs du processus, et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

Alarm Logging

Il assure l'acquisition, le traitement, la visualisation, l'acquiescement et l'archivage des alarmes issues du procédé.

Global Script Runtime

On crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le Win CC, grâce aux deux éditeurs C et Visual Basic contenus dans le *Global Script Runtime*.

Report designer

Il permet la visualisation d'une impression ou d'un ordre d'impression. On y trouve aussi des modules de mise en page du journal qu'on peut adapter en fonction du besoin.

User Administrator

Il permet la gestion des utilisateurs et des automatisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et leur affecte une liste des autorisations.

III-2-3 Création de la vue pour la supervision de l'unité de dosage

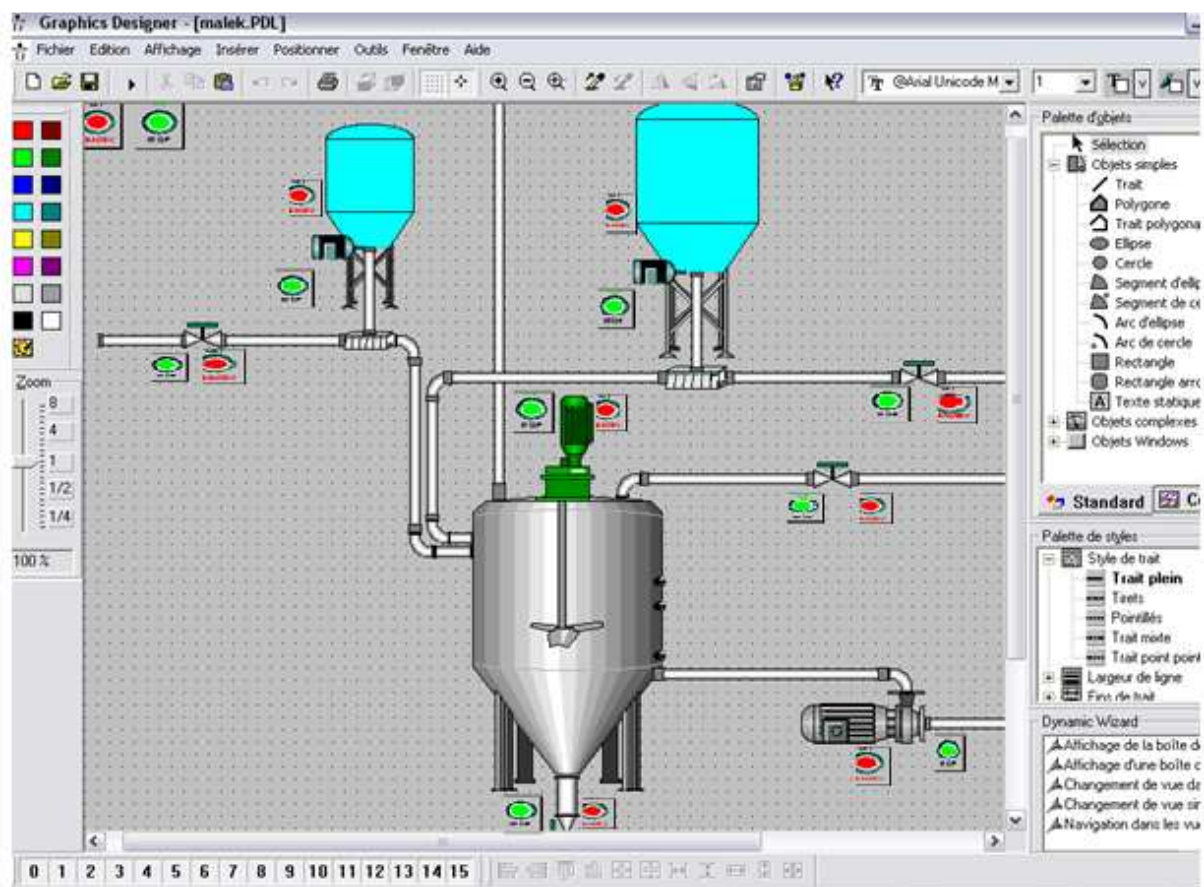


Figure 34: La vue de supervision de la solution

III-3 Réseau industriel PROFIBUS

Pour pouvoir communiquer avec d'autres appareils à processeurs et les exploitants de son environnement, l'automate est relié aux différents matériels via le réseau local industriel PROFIBUS.

III-3-1 Définition du PROFIBUS

PROFIBUS (Process Field Bus) est un réseau de terrain utilisé dans l'industrie pour l'interconnexion entre les automates et les appareils à processeur.

Depuis 1999 le PROFIBUS est reconnu par norme internationale CEI **61158**, avec les autres réseaux qui sont : *Control Net, P-Net, Fieldbus foundation High-Speed-Ethernet, SwiftNet, WorldFip, Interbus-S*.

Ce protocole de communication construit en sept couches, définit les éléments, structures et tâches nécessaires à toute communication. Chaque couche remplit une fonction bien précise dans l'architecture OSI. Toutefois, à défaut d'être inutiles, certaines couches sont exclues, c'est ainsi que PROFIBUS se contente des couches 1,2 et 7.

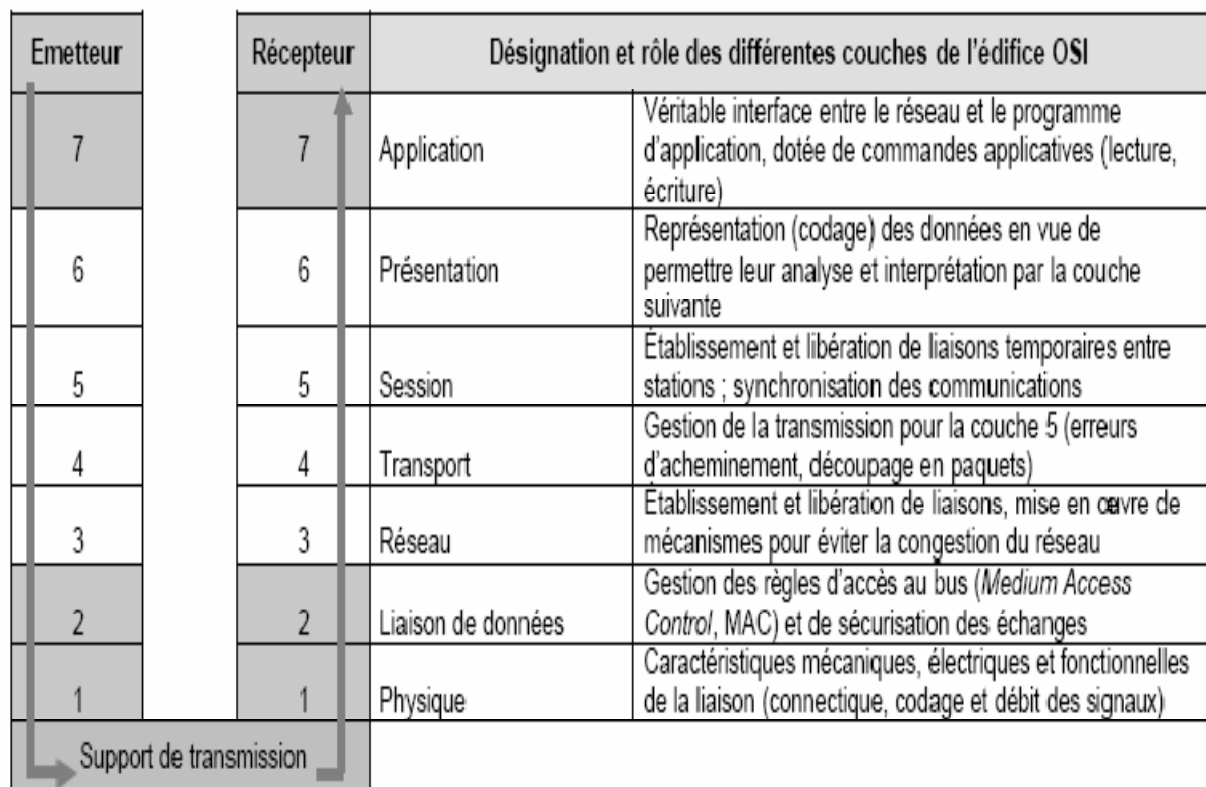


Figure 35: Les couches du PROFIBUS

III-3-2 Types de PROFIBUS

PROFIBUS se décline en trois types de protocoles répondant chacun à des applications spécifiques :

III-3-2-a PROFIBUS-DP (*Decentralized Peripheral*)

Il est destiné aux applications de types maître esclave en mono et multi-maître pour la gestion des équipements d'entrées/sorties déportées avec des temps d'accès extrêmement courts.

III-3-2-b PROFIBUS-FMS (*Fieldbus Message Specification*)

Il est destiné aux applications nécessitant l'échange entre maîtres pour la synchronisation des activités de contrôle-commande basés sur la messagerie MMS (*Manufacturing Message Specification*).

III-3-2-c PROFIBUS-PA

Il est destiné aux applications de contrôle nécessitant la communication avec des équipements de terrain (capteur, actionneur) permettant une tété alimentation des équipements et un fonctionnement avec sécurité intrinsèque en ambiance explosive.

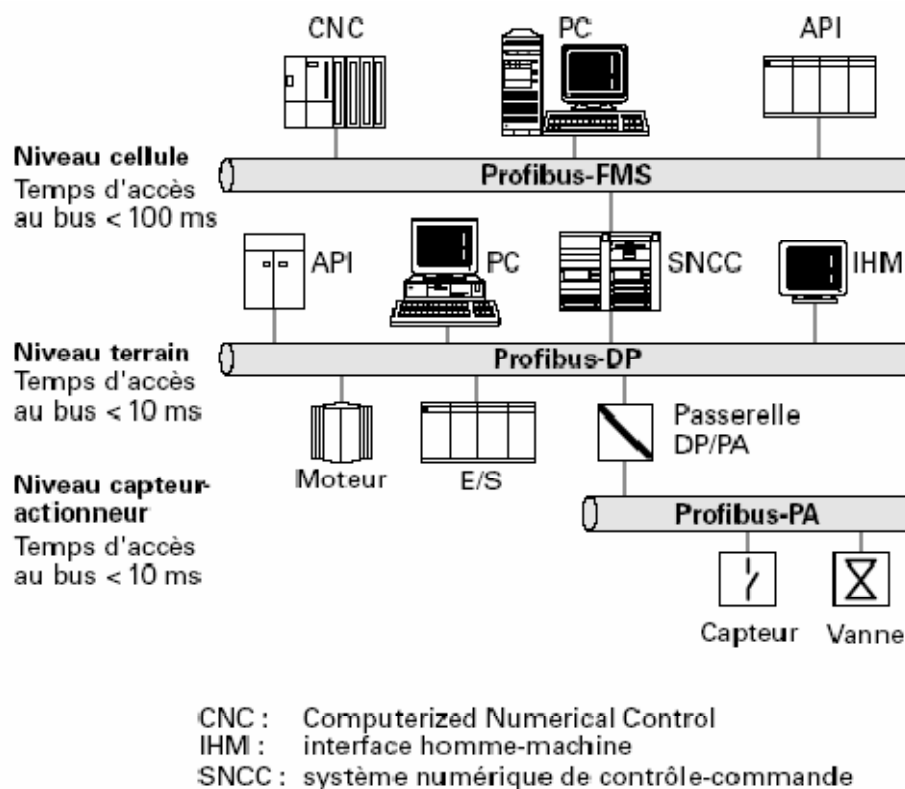


Figure 36: Types de PROFIBUS

III-3 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'automate utilisé pour gérer cette solution qui est un S7 300 ainsi que la manière de programmer sa solution et la vue pour sa supervision. Nous remarquons que l'automate nous offre la possibilité de réaliser des automatismes flexibles et performants avec un retour d'information gérable.

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire a pour objectifs d'améliorer le système de dosage des réactifs de la station de traitement des eaux de chaudières à la raffinerie de SONATRACH RA1G d'Alger à savoir le bouchage des conduites dû à la mauvaise qualité de la chaux utilisée ainsi que les tubes noirs qui favorisent ce phénomène. La lenteur du système est causée par le réglage manuel du chrono-contact et l'imprécision dû aux analyses pratiquées à la main en proposant une solution automatisée.

L'amélioration que nous avons apportée consiste essentiellement en des modifications dans la partie de stockage et la partie de dosage.

La partie stockage est équipée de deux réservoirs pour les poudres de chaux et de magnésie, un système de pesée en bas de chaque réservoir permettant d'avoir les quantités exactes des réactifs.

La partie dosage des réactifs est un bac doseur de forme cylindro-conique équipé d'un électro-agitateur et de trois capteurs de niveaux où arrivent les poudres de chaux et de magnésie à travers des conduites en PEHD pour être mélangées à de l'eau décarbonatée afin de former un lait de chaux et de magnésie prêt à être injecté dans le TC.

Deux électropompes centrifuges héritées du système actuel qui servent à injecter le lait dans le TC.

Tous ces équipements sont gérés et contrôlés par un automate S7 300 de Siemens connecté à un écran HMI qui permet de superviser cette solution.

Les inconvénients posés à la fin du chapitre1 sont éliminés après la proposition de la solution en apportant rapidité et précision ainsi que des conduites en PEHD et de la fleur de chaux qui ne favorisent pas les bouchages.

Dans le but d'être en phase avec l'avancée technologique et avoir une qualité d'eau irréprochable, la nanofiltration est un procédé de séparation fonctionnant sur le principe de la filtration tangentielle avec un transfert de matière au travers de membranes dû à un gradient de pression, permettant ainsi d'économiser de l'énergie et minimiser les rejets de déchets dans l'environnement qui devient une priorité.

Bibliographie

1- G. MICHEL, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriel », Edition DUNOD, 1987

2- Manuel opératoire de la station document fourni par l'usine.

3- ARAB Nourdine ING AUT 34 Mémoire de fin d'études UMMTO

4 M. BERTRAND, « Automates programmables industriels », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8 015.

5- C.KOLSKI, « Ingénierie des systèmes Homme/Machine », Techniques de l'ingénieur, Vol. R 7 614 D.

6- E.BAJIC et B.BOUARD, « Réseau PROFIBUS », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8 190.

Manuels

7- FOXBORO « Régulateur de vapeur série 43AP »

8- MASONEILAN « Régulateur de niveau série 12800 »

Sites internet

www.directindustrie.fr

www.wikipédia.com

www.siemens.com

www.interplast.mc