

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou

Faculté de Génie Electrique et Informatique

Département d'Automatique



MEMOIRE

De fin d'études

En vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

en Automatique

THÈME

**Etude et Amélioration d'une station de dessalement
d'eau de mer.**

Application : Unité de Tizirt (A.D.E)

Proposé par :

Mr. A.NAFI

Unite (A.D.E) Tizirt

Dirigé par :

Mr. A.BENFDILA

Présenté par :

Mr. BOUMEIS Nacer

Mr. DAHMANE Mohand

Devant jury compose de :

Président : Mr. CHARIF.M

Promoteur : Mr. BENFADILA.A

Examineur : MELLAH.R

Examineur : Mr. MAIDI

Co. Promoteur :

Promotion 2008-2009

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu notre dieu de nous avoir donné la force et le courage dans notre long cursus ; et en second partie Mr.kolli directeur à l'unité (ADE), et Mme. Berahmoune, de nous avoir accueillis et accordé favorablement, ainsi Mr. NAFI, et surtout l'équipe des opérateurs, dont Mr Kadi. A, et Belkada.I.

Arrivées au terme de ce modeste projet, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur Mr A.BENFDILA pour son aide et son suivi. ainsi tous ce que Mr M.CHARIF nous à transmis durant l'élaboration de ce mémoire.

On tient aussi à remercier les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

On tient à remercier très chaleureusement nos familles, pour leur soutien, leur généricité et leurs sacrifices.

SOMMAIRE

Avant propos

Introduction générale

Chapitre I : Généralité sur la technique de dessalement des eaux de mer.

1. Introduction.....	1
2. Localisation de dessalement à travers le monde.....	2
3. Le dessalement en Algérie.....	2
4. Les différentes principales technologies de dessalement d'eau.....	3
4.1. Osmose et osmose inverse.....	4
4.2. Les procédés de distillation.....	8
5. Ultrafiltration.....	13
6. Nano filtration.....	14
7. Champs d'application des différentes techniques.....	15
8. Consequences et impact sur l'environnement.....	16
9. Coût et estimation du dessalement.....	16
9.1. A l'échelle mondiale.....	16
9.2. Structure du cout et estimation de dessalement à l'échelle des stations.....	17
9.3. Evolution des coûts de dessalement et perspectives.....	20
10. Conclusion.....	20

Chapitre II : Architecture de base et principe de fonctionnement de la station de TIGZIRT.

1. Introduction.....	21
2. Description du fonctionnement de la station.....	21
2.1. Principe d'acheminement entre la mer et la station de dessalement	21
2.2. Equipement de nettoyage chimique des membranes.....	28
2.3. Maintenance et surveillance standard de différents paramètres de la station.....	29
2.4. Procédé de distribution d'eau traité.....	30
3. Protocole technique de la station.....	30
3.1. Décanteur lamellaire.....	30
3.2. Partie opérative.....	30
3.3. Partie hydraulique.....	32
4. Partie commande.....	39
4.1. Variateur de vitesse.....	39
4.2. L'Automate programmable industriel OMRON C200 HE CPU42.....	42
Conclusion.....	45

Chapitre III: L'automate S7 300 et son langage de programmation.

1.Introduction.....	46
2.Généralités sur le grafcet.....	46
2. a. Définition.....	46
2. b.Elément de base d'un grafcet.....	46
2. c.Intérêts et objectifs de grafcet.....	46
2. d.Niveau de grafcet.....	47
3. Modélisation de la station de dessalement.....	48
3.1. Subdivision de notre modèle grafcet.....	48
3.2. Modules de conduite.....	48
3.3. Abréviations utilisés dans notre modèle.....	54
4. les automates programmables industriels.....	59
4.1. Définition d'un API.....	59
4.2. Les modules constitutionnels de S7-300.....	61
4.3. Programmation avec le SIMATIC STEP7.....	61

4.4. Exemple d'une partie de notre programme.....	69
Conclusion.....	74

Chapitre IV : Développement de la solution de supervision.

Introduction.....	75
1. Architecture d'un système de supervision.....	75
2. a. Le module de visualisation.....	76
2. b. Le module d'archivage	76
2. c. Le module de traitement	76
2. d. Le module de communication.....	75
3. Apport et intérêt de la supervision.....	76
a. Apport pour le personnel.....	76
b. Apport pour l'entreprise.....	77
4. Le logiciel de supervision WinCC.....	77
4.1. Définition.....	77
4.2. Application disponible sous Win CC.....	78

Conclusion générale.

Avant propos :

Tigzirt (îlot en berbère) est une ville balnéaire, de Kabylie (Algérie) se situant à 125 km à l'est d'Algérie à 39 km de Tizi-Ouzou chef lieu de wilaya.

La commune de Tigzirt est d'une superficie de 45 km² est limitée comme suite :

- Au nord ; par la mer méditerranée.
- A l'est ; par la commune de Iflissen.
- A l'ouest ; par la commune de Mizrana.
- Au sud ; par la commune de Makouda et celle de Boudjima.

L'atout touristique majeur de Tigzirt est sans doute la beauté de ses paysages, le plus célèbre de ces derniers est l'îlot.

La ville possède aussi d'autres merveilles dont des ruines romaines car Tigzirt est fondée sur la partie sud d'une ancienne ville romaine appelée IOMNIUM.

En second partie on retrouve le port qui devient le plus touristique avec ses décors architecturaux modernes ; alors la ville amasse un nombre énorme de touristes chaque année surtout pendant l'été.

Alors l'insuffisance de quantité d'eau délivrée et distribuée par l'équipe de l'entreprise nationale Algérienne des eaux (ADE), a poussé les autorités locales à faire appel à une autre source d'eau ; dont le système de dessalement semble bien être une seconde source qui va amortir la surcharge et assurer la permanence de distribution d'eau potable.

La station de dessalement d'eau de mer installée à Tigzirt en 2004 par un organisme espagnol de débit 2500 m³/j, est un système purement automatique bien réussi, en revanche cette technologie a beaucoup influencé dont elle provoque plein de dépenses par rapport aux autres secteurs professionnels et projette à manifester pour une ville touristique complètement moderne, cette image satellite localise la station de dessalement.

Représentation du lieu et localisation de la station de dessalement.



INTRODUCTION GENERALE

L'évolution de la technologie avec ces différentes installations et machines a utilisé un grand pourcentage de la quantité des richesses qui existent d'une manière non respecté à cause de la concurrence mondiale, mais aujourd'hui l'homme a provoqué une grande catastrophe naturelle « le réchauffement planétaire » et ce qui va engendrer la disparition progressive des écosystèmes de l'équilibre naturel.

Alors pour diminuer et préserver notre planète et combattre cette affreuse situation, le monde pense beaucoup plus aux technologies des énergies renouvelable et pour des systèmes écologiques.

L'eau existe sur la planète depuis des millions d'années et représente 75% de la surface total avec 97% se trouve dans les océans et il s'agit principalement de l'eau salée, l'eau douce n'occupe donc que 3 % ; ce qui donne la moyen de 2 personnes sur 3 dans le monde ne trouve pas d'eau potable.

L'Afrique se classe actuellement la plus touché et dispose des quantités très pauvre, qui demande des techniques puissante pour avoir l'eau potable, surtout dans les régions sahariennes ainsi de qualité est la plus mauvaise. En l'an 2000, les cinq pays méditerranés du nord de l'Afrique (l'Algérie, l'Egypte, la Libye, le Maroc et la Tunisie) ont déjà des problèmes d'eau, ainsi que les pays subsahariens d'Afrique.

L'Algérie a fait appel aux technologies modernes dans la technique de **dessalement d'eau de mer** qui occupe son littorale, dont la station de Tizirt est notre objectif pour étude est amélioration de son procédé.

Après prise de contacts avec les responsables de ce centre, des explications sur le fonctionnement des différentes installations nous ont été données. Ce pendant l'équipe des operateurs n'arrive pas a maintenir et remettre en marche le système pendant les pannes car l'équipe espagnol qui a installé ce système n'a laissé aucun approche au programme principale de l'automate programmable industriel type **OMRON**.

Pour ce, nous avons fait appel à installer un autre automate(API) de type **SIEMENS** et la reconfiguration du système avec système de supervision(SCADA), Supervisory control And Data Acquisition.

Ces systèmes informatiques interconnectés assurent la conduite et surveillance d'équipements de production, tout en permettant aux opérateurs de traiter en temps réel les différents types d'incidents.

Notre travail est reparti en quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la description générale sur la technique de dessalement d'eau de mer. Le second définit l'architecture de base et principe de fonctionnement de la station de Tizirt. Le troisième chapitre représente la modélisation par GRAFCET et présentation de l'automate S7 300 et son langage de programmation. Le chapitre quatre est consacré à la supervision et on terminera par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Généralité sur la technique de
dessalement des eaux de mer

1. Introduction

L'eau est abondante sur terre, elle représente 1380 millions de km³. L'essentiel toutefois est constitué d'eau de mer (97,2 %) et de glace (2,15 %) inutilisables directement. L'eau douce, facilement disponible (lacs, fleuves, certaines eaux souterraines), ne représente que 0,07 % de la ressource totale soit environ un million de km³.

Mais la répartition de cette eau est très inégale. En effet, dix pays se partagent 60 % des réserves d'eau douce et vingt-neuf autres principalement en Afrique et au Moyen-Orient, sont au contraire confrontés à une pénurie chronique d'eau douce.

Stocks totaux d'eau	1,4 milliards de km ³	
océans	1,35 milliard de km ³	97,4 %
glaces	27,5 millions de km ³	1,98 %
eaux souterraines	8,2 millions de km ³	0,59 %
mers, lacs, rivières	207 000 km ³	0,015 %
humidité du sol	70 000 km ³	0,005 %
eau des cellules vivantes	1 100 km ³	0,0001 %
humidité de l'air	13 000 km ³	0,001 %

Figure I. 1 : Différentes Sources d'eau et leurs pourcentages.

Pour faire face à cette pénurie annoncée d'eau, de nouvelles techniques de production d'eau potable devront être mises en place pour satisfaire les besoins de la population croissante. Une des techniques prometteuses pour certains pays est le dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres.

Les techniques de dessalement de l'eau de mer sont opérationnelles depuis de nombreuses années. Mais leur coût (de 1 à 2 euros / m³) limite souvent leur utilisation aux pays riches. Cependant dans les dernières années, la capacité des usines de dessalement s'est fortement accrue et les coûts de production par (m³) ont connu une forte diminution.

2. Localisation de dessalement à travers le monde :

Il existe dans le monde près de 12500 unités de dessalement dans 120 pays produisant près de 30 millions m³ /j ,telque 75% sont destinés à l’approvisionnement en eau potable de près de 155millions d’habitants et 25% à l’usage agricole.Tel que le Moyen-orient possède la plus grande capacité en matière de dessalement d’eau de mer à la tete l’Arabie Saoudite et les Etats-Unis disposent du plus grand nombre d’installations.L’Espagne occupe la quatrième position à l’échelle mondiale et la première à l’échelle européen.

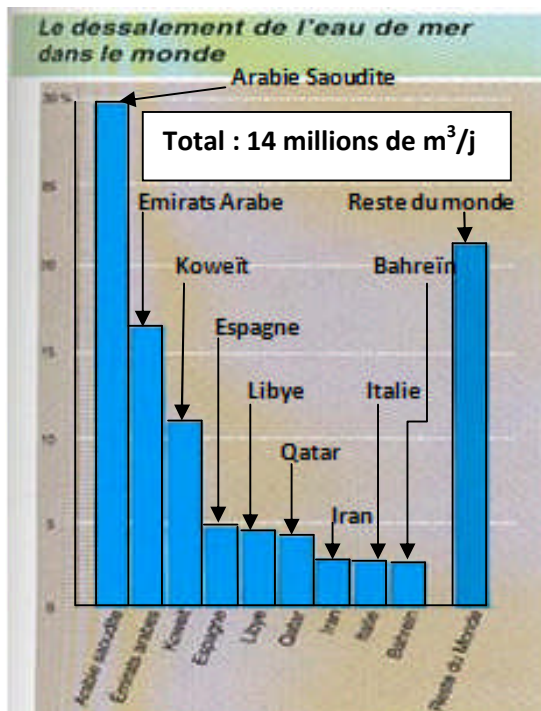


Figure I.2 : le dessalement d’eau de mer dans le monde.

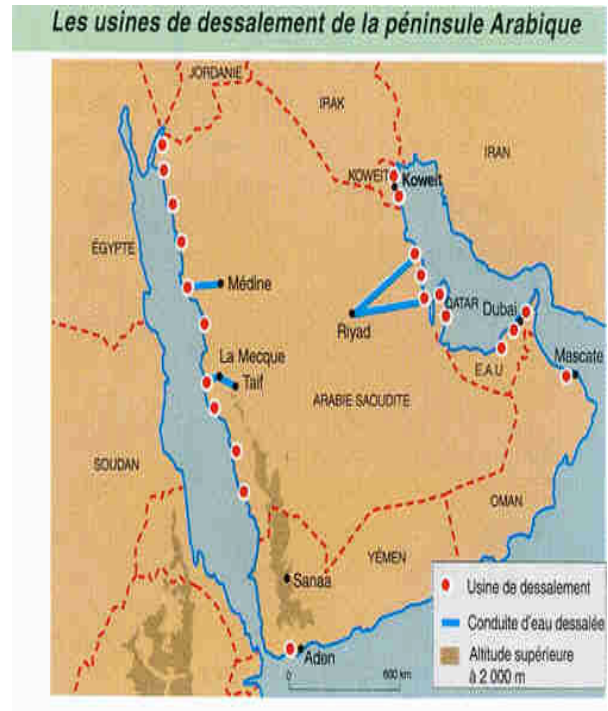


Figure I.3 : les usines de dessalement de la Péninsule Arabique.

3. Le dessalement en Algérie

Pour pallier le manque d’eau potable dans le pays, l’Algérie a décidé de miser sur des usines de dessalement d’eau de mer. Dix stations sont déjà en service dans le pays. Un nombre que les autorités comptent monter à 43 (programme initié en 2001 pour un cout de 14 milliards de dollars) à l’horizon 2019 pour répondre aux besoins domestiques nationaux.

L’Algérie poursuit son investissement dans le dessalement de l’eau de mer, la plus grosse usine du monde va être construite dans la région d’Oran. Avec une capacité de 500.000 m³/j, elle pourra fournir de l’eau potable à près de 5 millions d’habitants.

Selon le ministre de l'énergie, il s'agira de la plus grosse usine de dessalement d'eau de mer au monde, elle sera située à Makta près d'Oran, d'ici l'an 2011, La réalisation de l'usine a été confiée au groupe singapourien Hyflux en collaboration avec une filiale de la SONATRACH, son coût, 468 millions de \$, le contrat prévoit le financement, la construction et l'exploitation du site jusqu'à la vente de l'eau dessalée.



Figure I.4: Maquette d'usine de dessalement d'eau à Oran (2011)

Ce ne sera pas la 1^{ère} usine du genre en Algérie, le pays compte déjà 10 stations de dessalement en activité, la plus importante à l'heure actuelle, est celle d'El Hamma d'Alger, c'est la plus importante d'Afrique. 2 autres usines de dessalement d'eau de mer à Beni Saf et Skikda, ont été inaugurées en fin 2008, de quoi assurer à l'horizon 2011 un débit de 2.300.000 m³/j, 10 % des besoins à l'échelle nationale.

Reste que le procédé qui permet de transformer l'eau de mer en eau douce est très gourmand en énergie, et donc coûteux, même la future usine de Makta présentée comme particulièrement rentable, facturera le mètre cube d'eau 34 dinars, environ ½ dollar, cela reste beaucoup plus cher que l'eau douce issue des barrages.

4. Techniques de dessalement d'eau :

Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- Les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phases :
la congélation et la distillation.
- Les procédés utilisant des membranes: l'osmose inverse et l'électrodialyse.

Parmi les procédés précités, la distillation et l'osmose inverse sont des technologies dont les performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés dans le marché mondial du dessalement. Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et/ou à l'importance des investissements qu'ils requièrent.

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- ❖ Une prise d'eau de mer avec une pompe et une filtration grossière
- ❖ Un pré-traitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte
- ❖ Le procédé de dessalement lui-même
- ❖ Le post-traitement avec une éventuelle reminéralisations de l'eau produite

A l'issue de ces 4 étapes, l'eau de mer est rendue potable ou utilisable industriellement, elle doit alors contenir moins de 0,5 g de sels par litre.

4.1. Osmose et osmose inverse :

L'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen des membranes semi-perméables sous l'action de la pression (54 à 80 bars pour le traitement de l'eau de mer). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase. Les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques de 10^{-7} mm de taille.

L'énergie requise par l'osmose inverse est uniquement celle électrique consommée principalement par les pompes haute pression. La teneur en sels de l'eau osmosée est de l'ordre de $0,5 \text{ g.L}^{-1}$.

4.1. a Principe de l'osmose inverse :

On appelle osmose le transfert de solvant (eau dans la plupart des cas) à travers une membrane semi-perméable sous l'action d'un gradient de concentration.

Soit un système à deux compartiments séparés par une membrane semi-perméable et contenant deux solutions de concentrations différentes. Le phénomène d'osmose va se traduire par un écoulement d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau s'annulera. Si, pour simplifier, nous supposons que la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique.

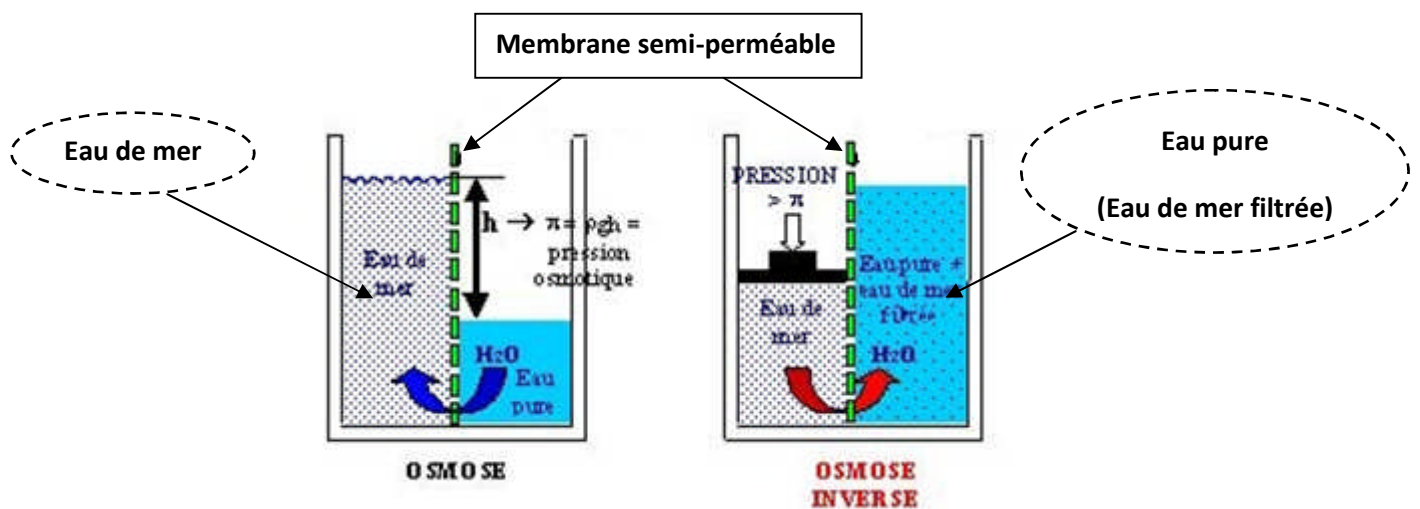


Figure I.5 : Principe de l'osmose et l'osmose inverse

Une augmentation de la pression au delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est-à-dire de la solution concentrée vers la solution diluée : c'est le phénomène d'osmose inverse.

Pour les solutions suffisamment diluées, la pression osmotique notée π peut être calculée d'après la loi de van't Hoff :

$$\pi = i \times C \times R \times T$$

i : est le nombre d'ions dissociés dans le cas d'un électrolyte,

C : est la concentration en sels en mol.m⁻³

R : est la constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

T : est la température absolue de la solution en Kelvin.

4.1. b Eléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse :

Le dessalement par osmose inverse nécessite d'abord un pré-traitement très poussé (débit) de l'eau de mer pour éviter le dépôt de matières en suspension sur les membranes qui conduirait très rapidement à une diminution des débits produits.

Il est nécessaire de retenir toutes les particules de dimension supérieure à 10 à 50 µm selon le type de module d'osmose inverse. Ceci est réalisé à l'aide d'une pré filtration grossière puis d'une filtration sur sable pour éliminer les matières en suspension les plus grosses. Puis un traitement biocide et une acidification sont nécessaires pour éviter le développement de microorganismes sur la membrane et éviter la précipitation de carbonates. Enfin une filtration sur cartouches permet de retenir les particules de taille de l'ordre de quelques dizaines de µm qui n'ont pas été retenues par le filtre à sable.

La pompe haute pression permet ensuite d'injecter l'eau de mer dans le module d'osmose inverse dans lequel se trouvent les membranes.

De plus, un deuxième phénomène intervient lors de l'osmose inverse, il s'agit de la polarisation de concentration de la membrane. En effet, au cours du temps, la concentration de la solution salée augmente puisque la majorité des molécules sont retenues d'un seul côté de la membrane.

L'eau non filtrée est appelée retentât (rejet) tandis que l'eau qui a traversé la membrane est appelée perméat.

Afin de limiter la consommation d'énergie du procédé, on peut placer sur le circuit du rétentat une turbine qui permet de récupérer une partie de l'énergie contenue dans ce fluide sous haute pression.

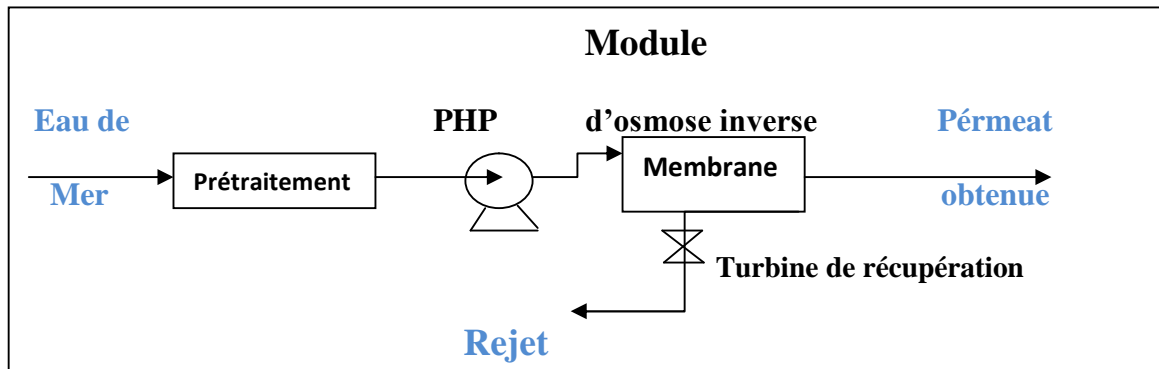


Figure I.6 : Eléments constitutifs d'un procédé d'osmose inverse

4.1. c Les avantages de l'osmose inverse :

- Opération à température ambiante ce qui évite la dégradation de molécules fragile dans le domaine agroalimentaires.
- Pas d'intervention de réaction chimique comme des agents d'extractions qui sont des sources de pollution.
- Consommation énergétique faible vis-à-vis de la distillation pour le dessalement d'eau.

4.1. d Les inconvénients de l'osmose inverse :

- La membrane reste une pièce d'usure onéreuse qui nécessite la mise en place d'un prétraitement de l'eau pour éviter toute impureté.
- Le rendement reste relativement faible des déchets du types eau très sales inutilisables.
- Du point de vue énergétique nécessite des pompes très puissantes pour faire monter la pression jusqu'à environ 80 bars.

4.2. Les procédés de distillation :

Dans les procédés de distillation, il s'agit de chauffer l'eau de mer pour en vaporiser une partie. La vapeur ainsi produite ne contient pas de sels, il suffit alors de condenser cette vapeur pour obtenir de l'eau douce liquide, il s'agit en fait d'accélérer le cycle naturel de l'eau. En effet l'eau s'évapore naturellement des océans, la vapeur s'accumule dans les nuages puis l'eau douce retombe sur terre par les précipitations. Ce principe de dessalement très simple a été utilisé dès l'Antiquité pour produire de très faibles quantités d'eau douce sur les bateaux.

L'inconvénient majeur des procédés de distillation est leur consommation énergétique importante liée à la chaleur latente de vaporisation de l'eau. En effet pour transformer un kg d'eau liquide en 1 kg d'eau vapeur à la même température il faut environ 2250 kilojoules (si le changement d'état se fait à 100°C). Afin de réduire la consommation d'énergie des procédés industriels, des procédés multiples effets qui permettent de réutiliser l'énergie libérée lors de la condensation ont été mis au point.

Deux procédés se partagent le marché du dessalement thermique : le procédé de **distillation à détente étagée** (Multi-Stage Flash distillation MSF) et le procédé de **distillation à multiples effets** (Multi-Effect distillation MED).

4.2.1. Procédé de distillation à détente étagée (Multi-Stage Flash distillation MSF) :

Ce procédé dit Flash consiste à maintenir l'eau sous pression pendant toute la durée du chauffage ; lorsqu'elle atteint une température de l'ordre de 120°C, elle est introduite dans une enceinte (ou étage) où règne une pression réduite. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente appelée Flash. Une fraction de l'eau s'évapore puis va se condenser sur les tubes condenseurs placés en haut de l'enceinte, et l'eau liquide est recueillie dans des réceptacles en dessous des tubes. C'est l'eau de mer chaude qui se refroidit pour fournir la chaleur de vaporisation, l'ébullition s'arrête quand l'eau de mer a atteint la température d'ébullition correspondant à la pression régnant dans l'étage considéré.

Le phénomène de flash est reproduit ensuite dans un deuxième étage où règne une pression encore plus faible. La vaporisation de l'eau est ainsi réalisée par détente

successives dans une série d'étages où règnent des pressions de plus en plus réduites. On peut trouver jusqu'à 40 étages successifs dans une unité MSF industrielle.

Pour chauffer l'eau de mer jusqu'à 120°C, l'eau de mer circule d'abord dans les tubes des condenseurs des différents étages en commençant d'abord par le dernier étage où la température est la plus faible, elle est alors préchauffée en récupérant la chaleur de condensation de la vapeur d'eau. Elle est finalement portée à 120 °C grâce à de la vapeur à une température supérieure à 120°C produite par une chaudière ou provenant d'une centrale de production d'électricité.

On remarque lors du phénomène de flash que des gouttelettes d'eau salée peuvent être entraînées avec la vapeur, elles sont séparées grâce à un dévésiculeur constitué par une sorte de grillage qui limite le passage des gouttelettes qui retombent alors au fond de l'enceinte.

L'avantage principal du procédé MSF est que l'évaporation de l'eau de mer ne se produit pas autour des tubes de chauffe puisque le liquide « flashe » ceci limite les risques d'entartrage.

L'énergie requise est principalement l'énergie thermique à fournir à la chaudière, cette énergie peut être peu coûteuse si on récupère de la vapeur basse pression à la sortie d'une turbine de centrale électrique. Il faut également fournir de l'énergie électrique pour les pompes de circulation de l'eau de mer.

Le procédé MSF ne permet pas une flexibilité d'exploitation. Aucune variation de production n'est tolérée, c'est pourquoi ce procédé est surtout utilisé pour les très grandes capacités de plusieurs centaines de milliers de m³ d'eau dessalée par jour.

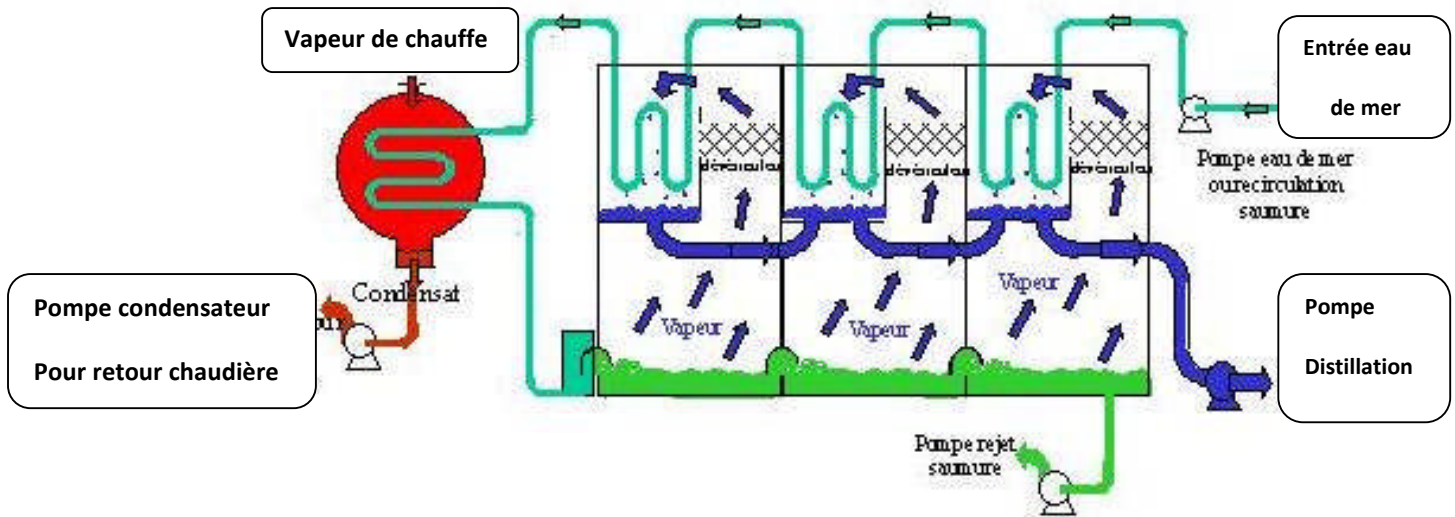


Figure I.7 : fonctionnement d'un système par détente successive (MSF) à 3 étages

4.2.2. Le procédé de distillation à multiples effets (Multi-Effect distillation MED) :

Ce procédé est basé sur le principe de l'évaporation, sous pression réduite, d'une partie de l'eau de mer préchauffée à une température variant entre 70 et 80°C. L'évaporation de l'eau a lieu sur une surface d'échange, contrairement au cas du procédé précédent, où elle est assurée par détente au sein des étages successifs. La chaleur transférée au travers de cette surface est apportée soit par une vapeur produite par une chaudière, soit par une eau chaude provenant d'un récupérateur de chaleur.

La vapeur ainsi produite dans le 1^{er} effet est condensée pour produire de l'eau douce dans le 2^{ème} effet où règne une pression inférieure, ainsi la chaleur de condensation qu'elle cède permet d'évaporer une partie de l'eau de mer contenue dans le 2^{ème} effet et ainsi de suite. Ainsi seule l'énergie nécessaire à l'évaporation dans le premier effet est d'origine externe. La multiplication du nombre d'effets permet donc de réduire la consommation spécifique (énergie/m³ d'eau douce produite).

Plusieurs technologies d'évaporateurs multiples effets existent :

- Les évaporateurs multiples effets à tubes horizontaux arrosés sont les appareils les plus utilisés actuellement. Dans ces appareils le fluide de chauffage s'écoule dans les tubes horizontaux tandis que l'eau de mer à évaporer est arrosée de

façon à s'écouler sous forme de film le plus uniforme possible sur l'extérieur des tubes. La vapeur produite dans la calandre (enceinte cylindrique qui contient le faisceau de tubes) est ensuite envoyée dans les tubes de l'effet suivant où elle cédera son énergie de condensation. Ces évaporateurs présentent un très bon coefficient d'échange grâce à l'écoulement en film de l'eau de mer. C'est la raison pour laquelle ils remplacent actuellement les plus anciens évaporateurs à faisceau de tubes noyés dans lesquels les tubes étaient plongés dans l'eau de mer.

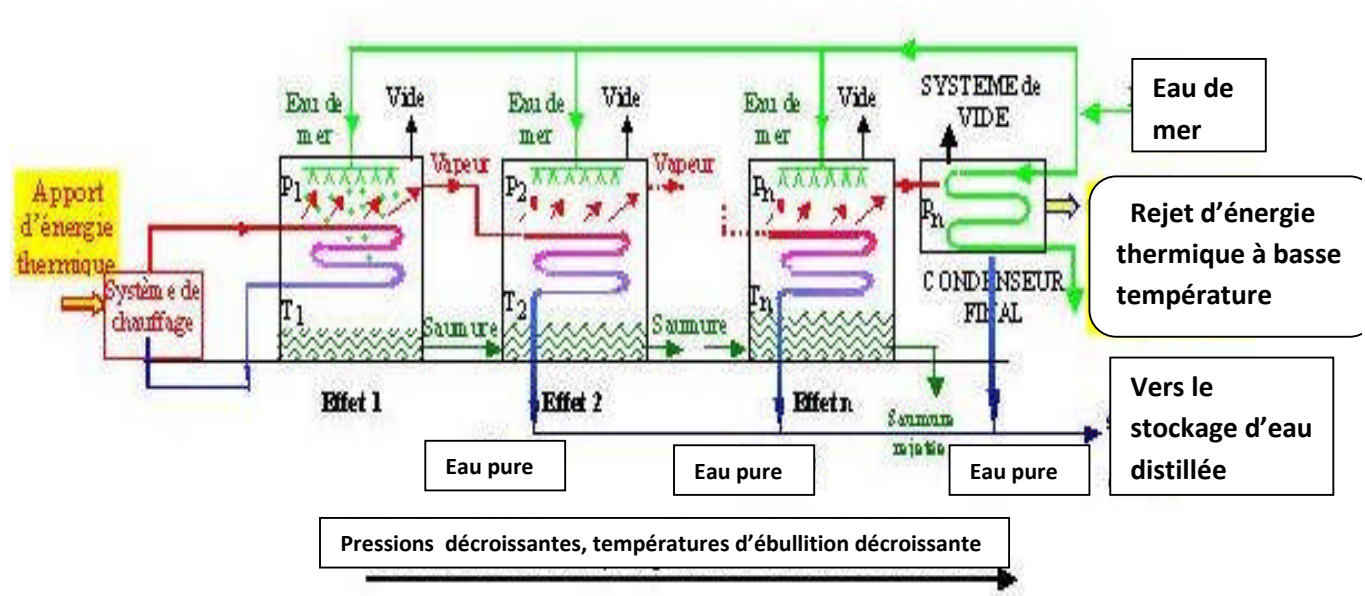


Figure I.8 : Schéma de principe d'un système d'évaporateurs multiples effets (MED)

- ❖ Des évaporateurs de multiples effets à plaques sont également en cours de développement. L'eau de mer à évaporer s'écoule alors sous forme de film mince le long plaque métallique chauffée par la vapeur provenant de l'effet précédent qui s'écoule le long de l'autre face de la plaque métallique.
- ❖ De nombreuses plaques entre lesquelles s'écoulent alternativement l'eau de mer et la vapeur de chauffage sont associées en parallèle pour constituer un effet. La vapeur produite est recueillie dans une calandre cylindrique dans laquelle sont placées les plaques. Cette vapeur est ensuite envoyée entre les plaques situées dans une calandre qui constitue le deuxième effet et ainsi de suite.

L'énergie requise est principalement l'énergie thermique à fournir à la chaudière produisant le fluide de chauffage pour le premier effet. On peut cependant utiliser des

chaleurs résiduelles en couplant le procédé MED à des usines de production d'électricité ou des usines rejetant produisant les eaux résiduelles à des températures de l'ordre de 80°C. Il faut également de l'énergie électrique pour les pompes de circulation et la production de vide.

Afin de limiter la consommation d'énergie thermique, il est aussi possible d'utiliser la **compression mécanique de vapeur**. Ceci est possible dans le cas de l'évaporation simple ou multiple effet. La vapeur produite dans le dernier effet ou dans l'effet unique (pour de petites unités) est aspirée par un compresseur. Après compression, la température de saturation de la vapeur haute pression est augmentée. Cette vapeur peut donc être utilisée (elle est envoyée dans les tubes du faisceau tubulaire) pour porter à ébullition l'eau de mer dans l'évaporateur où règne une pression plus faible. La vapeur haute pression est ainsi condensée et se transforme en eau distillée liquide et le cycle se reproduit avec la vapeur produite par l'évaporation partielle de l'eau de mer.

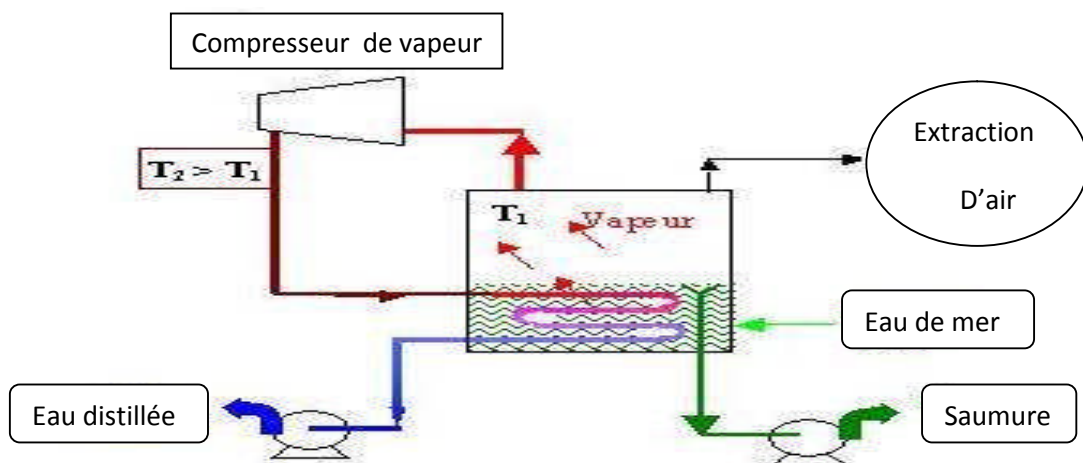


Figure I.9 : Schéma de principe d'une unité d'évaporation simple-effet avec compression de vapeur

Dans le procédé MED, l'ébullition de l'eau de mer au sein de chaque cellule (effet) se fait au contact de la surface d'échange de chaleur, il y a des risques d'entartrage dû à la précipitation de sels tels que CaSO_4 ou CaCO_3 dont la solubilité diminue quand la température augmente. Pour limiter ces risques, il faut donc utiliser un traitement à l'acide et limiter la température de tête (du 1^{er} effet ou étage) à moins de 70°C.

A titre d'information, pour comprendre la nécessité de réduire la pression dans les systèmes multiples-effets ou à détente étagées, la figure suivante donne l'évolution de la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression.

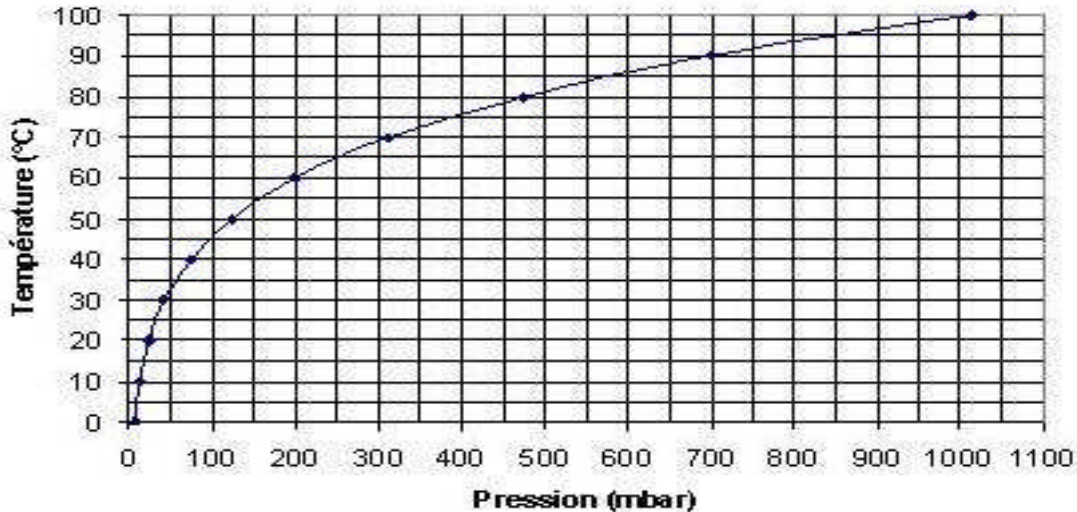


Figure I.10 : Evolution de la température d'ébullition de l'eau en fonction de la pression

5. Ultrafiltration :

L'ultrafiltration est utilisée pour la séparation des matières en suspension, colloïdes, bactéries et virus. Cette technologie utilise des membranes avec des pores ayant une taille de 1-100nm.

Il existe 4 types de géométries pour ces membranes:

- ❖ **Module à enroulement spiral:** Cette conception tend à maximiser la surface de la membrane dans un espace minimum. C'est la membrane la moins onéreuse mais la plus sensible à la pollution extérieure en raison de son procédé de fabrication est constituée de couches consécutives de larges membranes et de feuilles supports enroulées autour d'un tube cylindrique collecteur perforé en acier.
- **Module à plaques:** Ce type de module est généralement utilisé pour les eaux de mauvaise qualité. Il est constitué d'un empilement de membranes et de plaques supports.

- **Module tubulaire:** Elle est généralement utilisée pour les fluides visqueux ou de mauvaise qualité. Ces modules ne nécessitent pas un pré-traitement de l'eau. Quand l'eau brute traverse le cœur de la membrane, le filtrat passe à travers la membrane ainsi il est collecté dans le corps tubulaire.

Le principal inconvénient est que ce système n'est pas très compact et a un coût d'installation au (m²) élevé ; Le diamètre du tube est généralement compris entre 4 et 25mm.

- **Module à fibres creuses:** Ce module contient plusieurs petits tubes ou fibres (de 0,6 à 2mm de diamètre). La filtration peut se faire en mode "Inside-out" ou "outsider-in".

Figure I.12 : Comparaison entre les différents types géométries

	Tubulaire	Fibres creuses	Plaques	Enroulement spiral
Osmose Inverse, Nano filtration	Oui	Oui	Oui	>95%
Ultrafiltration, Microfiltration	Oui	>95%	Oui	Oui
Facilité de nettoyage	+	+++	-	+
Nécessité d'un prétraitement	+++	+	+	-
Taux de récupération	+	+++	+	++
Taille des modules	-	++	+	++
Coût par m ²	-	+++	+	+++

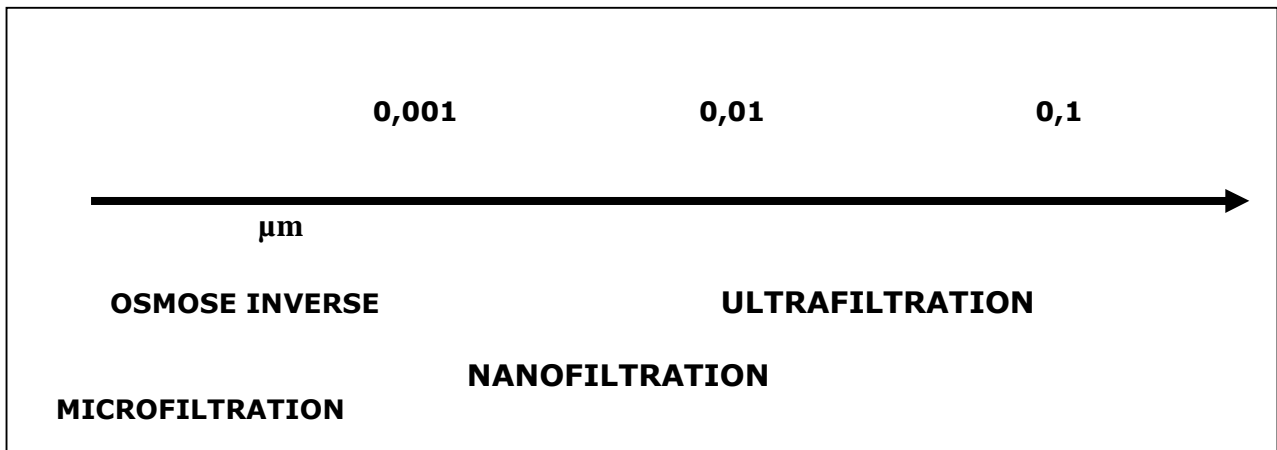
-: Inconvénient

+++ : Avantage indéniable

6. La Nanofiltration :

Cette technique se situe entre l'osmose inverse et l'ultrafiltration. Elle permet la séparation des composants ayant une taille en solution voisine de celle du nanomètre (soit 10Å) d'où son nom ; Les sels ionisés monovalents et les composés organiques non ionisés de membrane. Les ionisés multivalents (calcium, magnésium, aluminium...) et les composés organiques non ionisés de masse molaire supérieur à environ 250 g/mol sont, par contre, fortement retenus.

Figure I.13 : Comparaison entre les différentes techniques.



7. Champs d'application des différentes techniques :

Parmi les systèmes les plus utilisés :

- ❖ **Osmose inverse** : technique membranaire. Les membranes utilisées ont des 'trous' si petits que même les sels sont retenus. Cette technique est en plein essor et a montré, depuis plusieurs années, sa fiabilité. La consommation est de l'ordre de : $\approx 4-5 \text{ kWh/m}^3$
- ❖ **Distillation multi-effets** : système demandant beaucoup d'énergie, eau très pure $\approx 15 \text{ kWh/m}^3$.
- ❖ **Flash multi-étages** : ou système flash utilisé dans les pays du Golfe, taux de sel résiduel non négligeable, coût énergétique important : $\approx 10 \text{ kWh/m}^3$.
- ❖ **Compression de vapeur** : $\approx 5 \text{ kWh/m}^3$.
- ❖ **Distillation par dépression** : la température d'évaporation dépend de la pression. Système très économique avec une eau très pure : $\approx 2 \text{ à } 3 \text{ kWh/m}^3$. Système utilisé pour de petites unités.
- ❖ **Électrolyse** : on applique un courant électrique qui fait migrer les ions vers les électrodes. Système très rentable pour les faibles concentrations, l'énergie à mettre en jeu dépend de la concentration en sel. Dans tous les cas, Le dessalement produit une saumure dont il faut se débarrasser.

8. Conséquence et impact sur l'environnement de différentes techniques :

Les techniques de dessalement les plus courantes sont la distillation thermique et la technologie des membranes, l'électrodialyse inverse et l'osmose inverse. La distillation thermique permet de transformer l'eau salée en vapeur qui est alors condensée pour obtenir de l'eau dessalée. Avec le procédé d'électrodialyse inverse, les sels sont séparés de l'eau sous l'action d'une charge électrique. L'osmose inverse prévoit quant à elle l'application d'une pression sur l'eau introduite dans le système, qui est ainsi forcée à travers une membrane semi-perméable retenant la plupart des sels.

Le dessalement d'eau a des impacts positifs et négatifs sur l'environnement.

Les impacts positifs :

- Une salinisation réduite du sol grâce à une irrigation à basse dessalée par rapport à l'utilisation d'eaux saumâtres.
- Baisse ou quantité nulle de produits chimiques utilisés dans le processus de production d'eau.

Les impacts négatifs :

- Rejet des saumures concentrées (et chaudes dans le cas de la distillation) en mer ou injectées dans le sol ;
- Emploi de produits chimiques pour nettoyer les membranes ;
- Aucune législation spécifique concernant la potabilité de l'eau issue de ces traitements.
- Impact visuel au niveau du paysage ; bruit ; mission de gaz à effet de serres dérivant de la consommation d'énergie.

9. Cout et estimation du dessalement :

9.1. Cout de dessalement à l'échelle mondiale :

Le dessalement d'eau dépend de :

- Les caractéristiques de l'eau à dessaler.
- l'énergie électrique utilisée au niveau de la station.

- La qualité d'eau exigée.
- L'incidence de rejets.
- Le mode de gestion adopté.

Figure I.14 : Indication de quelques couts moyens du dessalement

Type de technologie employée	Cout du kWh/m ³
Osmose inverse	4 - 5
Distillation multi-effets	15
Flash multi-étages	10
Compression de vapeur	5
Distillation par dépression	2 - 3
Électrolyse	Energie dépend de la concentration de sel

Figure I.15 : Situation des différents types d installations

Origine de l'eau brute traitée	Type de technologie employée	Cout du m ³ (DZD)
marine	La technique d'évaporation successive	73 - 107
marine	La distillation par effet multiple	51 - 70
marine	Osmose inverse	36 - 78

9.2. Structure du cout et estimation de dessalement à l'échelle des stations :

La structure des couts de dessalement d'eaux dépend de :

- Le types de la technologie utilisée et en particule l énergie appliquée.
- La nécessite ou pas d'un prétraitement et de la main d'œuvre.
- L'importance des capacités d'installation.

Les besoins en énergie électrique pour le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse sont tels qu'ils constituent la part la plus importante des coûts d'exploitation. C'est donc dans cette direction que les recherches et les développements ont toujours été orientés, et continuent à l'être, pour obtenir les gains ayant les répercussions les plus importantes sur le coût de la production d'eau douce à partir de l'eau de mer.

- ❖ Ce tableau ci-dessous indique la structure moyenne du cout d'exploitation d'usine de dessalement d'eau par l'osmose inverse :

poste	Quote-part
maintenance	7%
Main d'œuvre	4%
Renouvellement des membranes	5%
Charges fixes	37%
Energie électrique	44%
consommation	3%

9.3. L'évolution des couts de dessalement et perspectives :

Pour une bonne maîtrise de l'exploitation et une maintenance correcte des installations de dessalement:

- Un programme de formation doit être établi pour répondre aux besoins en main d'œuvre qualifiée.
- Les instituts et techniques de notre secteur doivent inclure dans leur programme d'enseignement la préoccupation dessalement.
- Engager des études technico-économiques pour la détermination des besoins à court, moyen et long terme des complexes et zones industrielles afin de déterminer la taille des unités de dessalement le procédé de technologie approprié et le volume des investissements.
- Envisager la mise en place de réseaux de stockage et de distribution appropriés de l'eau dessalée.
- Opter, dans toute la mesure du possible, pour le procédé multi flash stage et des unités à double fin au delà d'une production de 5,000 m³/j d'eau douce, ceci par souci d'économie et multiplier les petites unités d'osmose inverse à l'intérieur du pays.

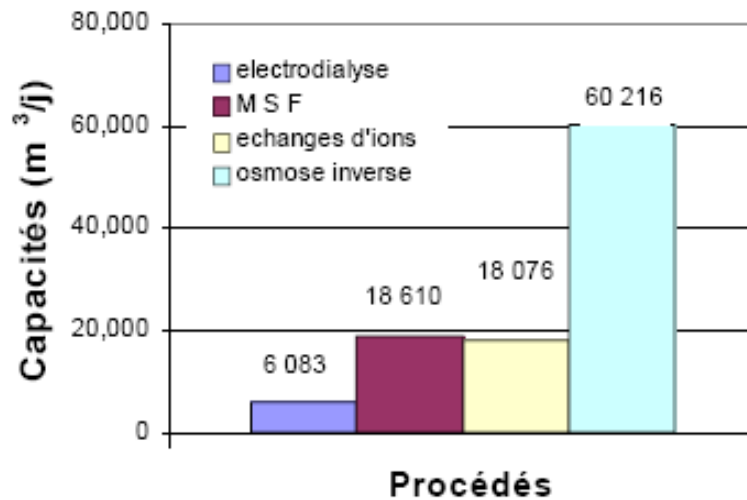


Figure I.16 : procédé et capacité de production

A titre indicatif, le premier facteur déterminant la réduction de cout de dessalement de l'eau de mer c'est le facteur énergétique tel que Les besoins en énergie électrique pour le dessalement d'eau de mer par osmose inverse sont éminemment variables, car ils dépendent de nombreux paramètres, à savoir :

- de la capacité de production : celle-ci augmentant, la taille des composants électromécaniques améliore leurs rendements,
- des caractéristiques de l'eau de mer qui influent sur la pression nécessaire à l'alimentation des membranes. Ainsi :
 - ❖ plus la salinité est élevée, plus la pression augmente du fait de l'augmentation de la valeur de la pression osmotique de l'eau de mer,
 - ❖ plus la température augmente, plus la pression diminue, du fait de la diminution de la viscosité de l'eau de mer.
- du choix du système de mise en pression. Ainsi une pompe volumétrique à pistons aura un meilleur rendement qu'une pompe centrifuge.
- du choix et du rendement du système de récupération de l'énergie hydraulique du concentrât,
- du facteur de conversion (débit perméat : débit d'alimentation) adopté,
- du choix des matériaux et de la structure de la membrane d'osmose inverse, ce qui fait que la perte de charge nécessaire à sa traversée est plus ou moins importante,
- de la surface membranaire mise en œuvre pour un débit de production donné,
- de la conception générale de l'usine, au niveau :

- ❖ de l'alimentation en eau de mer,
- ❖ des prétraitements,
- ❖ des post-traitements,
- ❖ de la contre-pression à la sortie du perméat,
- ❖ de l'alimentation électrique des composants.

10. Conclusion :

A la fin on conclut dans ce premier chapitre que pour avoir l'eau douce il existe plusieurs méthode de dessalement d'eau tel que on trouve la méthode de dessalement d'eau de mer par la technique de membrane de l'osmose inverse occupe la première place par rapport aux autres vue ces multiples avantages notamment l'économie d'énergie , le bon rendement et le bon impact sur l'environnement ainsi elle est classée comme étant une permanente d'eau douce.

Dans le prochain chapitre on va faire une étude sur la station de dessalement d'eau de mer de Tigzirt avec procédé d'osmose inverse.

CHAPITRE II

Architecture de base et
principe de fonctionnement de
la station de Tigzirt

1 .Introduction :

La station de Tizirt est équipée d'un matériel d'une technologie très moderne du fait qu'elle est réalisée et mise en service par une entreprise Espagnol en 2004 ainsi conçue d'une manière à respecter toutes les conditions nécessaires pour extraction de l'eau douce à partir d'eau de mer.

L'eau de mer en général à Tizirt se caractérise par un taux de salinité approximativement fixe et une pollution variable en fonction de l'endroit de prélèvement d'eau et surtout les conditions climatiques ; l'hiver ou la pollution est très élevée.

La technique employée dans la station est la technique d'osmose inverse qu'on va enrichir dans ce chapitre et ces nécessités dans le chapitre de modélisation.

2. Description du fonctionnement de la station :

2.1. Principe d'acheminement entre la mer et la station de dessalement :

Le schéma suivant illustre en état réel la constitution de cette station **Figure II.1.**

2.1.1. Alimentation de la station par pompage :

La prise d'eau de mer est munie d'une crépine en inox marin inoxydable qui est entrée dans la mer à une profondeur de 6 à 8m. Cette crépine est liée à une conduite d'une distance de 380 m linéairement à la chambre de pompage (décanteur lamellaire).

L'eau brute aspirée par une pompe volumétrique est refoulée dans une conduite en PHD de 400 m, et une autre pompe immergée comme secoure qui assure l'alimentation de la station avec un débit de 266 m³/h.

Le lavage de la crépine s'effectue par l'air comprime venant du compresseur d'air disposant a l'intérieur de la chambre de pompage.

2.1.2. Prétraitement utilise au niveau de la station :

a. Décantation lamellaire :

L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation et permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension, décantation

Chapitre II : Architecture de base et principe de fonctionnement de la station

des sables et des déchets lourds.

Dans notre station l'eau transférée par la pompe de surface va passer par le décanteur lamellaire comme premier procédé de prétraitement.

Il est constitué de trois bassins :

a) Le premier est La chambre d'emprisonnement qui permet aux particules de se décanté grâce a leur densité.

b) Le deuxième est le plus important c'est la ou se trouve les lames, elles sont inclinées de 60° afin de favoriser l'écoulement des bous qui disposent sur ces dernières et se sédimentent vers le fond des décanteurs.

c) La troisième est la chambre intermédiaire qui sert a garder l'eau sort du deuxième bassin.

b. Dosage :

Les éléments minéraux contenus dans l'eau de mer sont :

Élément	mg.kg⁻¹ eau de mer	Élément	mg.kg⁻¹ eau de mer
<i>Cl</i>	18980	<i>St</i>	8
<i>N</i>	10561	<i>B</i>	4,6
<i>Mg</i>	1350	<i>Si</i>	3,0
<i>S</i>	885	<i>F</i>	1,3
<i>Ca</i>	400	<i>Ar</i>	0,6
<i>K</i>	380	<i>N</i>	0,5
<i>Br</i>	65	<i>I</i>	0,06
<i>C</i>	28		

La densité de l'eau de mer est : 1,001

Quelques grandeurs :

- la salinité *S* en % : masse en gramme des composés solides à poids constant à 480°C obtenu à partir de 1 kg de mer. (La matière organique a été oxydée)

- la chlorinité : masse d'halogénures (sans le fluor) en grammes de chlore par kg d'eau de mer.
- la chlorosité : masse d'halogénures par litre d'eau de mer.

Dans notre station il se trouve quatre produits qui sont indispensables dans l'obtention d'eau potable, qui sont :

- **Hypochlorite de Sodium (NaOCl)** : il est ajouté pour la désinfection, au niveau des filtres à sable ; c'est de l'eau javel dans le langage courant.
- **Acide Sulfurique** : c'est un élément de protection, il est ajouté au niveau des filtres à sable pour éviter la précipitation du sel au niveau des membranes, et avec l'existence du sel on obtient un milieu acide avec un **PH** inférieur à **7**.
- **Meta Bisulfite de Sodium (Na₂S₂O₅)** : il est ajouté à la sortie des filtres à sable, pour élimination du chlore qui détruit les membranes.
- **Soude Caustique (NaOH)** : il est ajouté au niveau des membranes, pour neutraliser le **PH**.

L'acide injecter à l'entrée des filtres à sables pour avoir une bonne efficacité de l'action contre l'incrustation du carbonate de calcium, une injection d'**acide sulfurique** est nécessaire pour pouvoir ajuster le **PH**.



Figure II.2: Réservoirs d'acides de dosage

Les réservoirs d'emmagasiner d'une capacité de 500 Litre, fabriqués en plastique de haute densité, il est équipé de pompes doseuses, des mélangeurs, et des capteurs de niveau et l'ajout est contrôlé sous l'automate.

C. Filtration sous pression:

Le choix des milieux filtrants est vaste. Il dépend de plusieurs facteurs: le débit et la concentration de la suspension, les caractéristiques physiques et chimiques des liquides et des solides. On peut citer:

- les tissus filtrants: textiles naturels (coton, jute), toiles métalliques (fer, laiton, inox), tissus en matière plastique (nylon, PVC, polyester, téflon)
- les milieux filtrants pulvérulents: sable, charbon, diatomite
- les matières poreuses: porcelaine, verre, charbon, silice, métaux

Dans la station, après l'injection d'acide, l'eau va traverser le système de filtration qui est constitué de trois filtres à sable placés horizontalement de types duel montés en parallèle.

Le passage d'eau à l'intérieur d'un filtre duel se fait du haut vers le bas en traversant toutes les couches composantes.

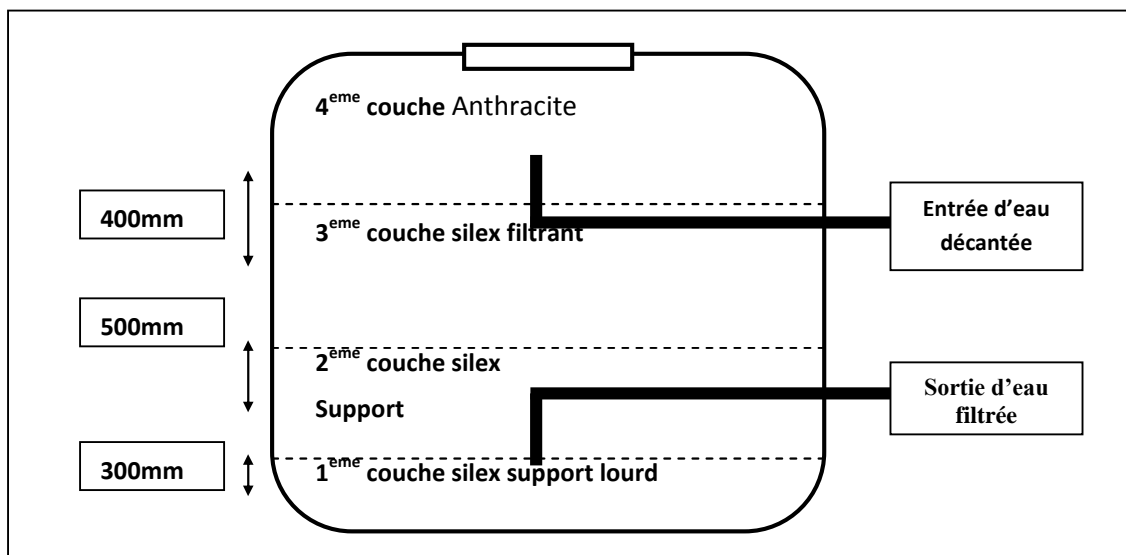


Figure II.3: Schéma descriptif d'un filtre à sable duel.

Lits	Silex	Tailles des grains (mm)	Hauteur couche (mm)	Quantité (kg)
1 ^{er} lit	Silex Support Lourd	3 -5	Conteur collecteur	800
2 ^{ème} lit	Silex Support	1-2	300	1500
3 ^{ème} lit	Silex filtrant	0,4-0,8	500	2500
4 ^{ème} lit	Anthracite	0,8-1,2	400	1800

Figure II.4 : Représentation de la charge de chaque couche filtrante

2.1.3. Filtrage d'affinage :

L'affinage consiste à améliorer la qualité de l'eau traitée en micropolluants, en microorganismes pathogènes et en chlore résiduel. L'eau affinée est par voie de conséquence de qualités organoleptiques (saveur, odeur, limpidité) supérieures.

Les procédés d'affinage mis en œuvres sont l'ozonation, la filtration sur charbon actif ou la filtration sur membrane. Certains micropolluants sont ainsi éliminés ou absorbés, et les matières organiques sont oxydées et biodégradées.

La station se compose de trois filtres d'affinage verticaux, ils sont constitué de 33 cartouches de filtrage .ils sont placés après les filtres à sables afin de débarrasser des particules de diamètres supérieur à 5 μ m.



Figure II.5 : Illustration d'unité de filtres d'affinage (microfiltres)

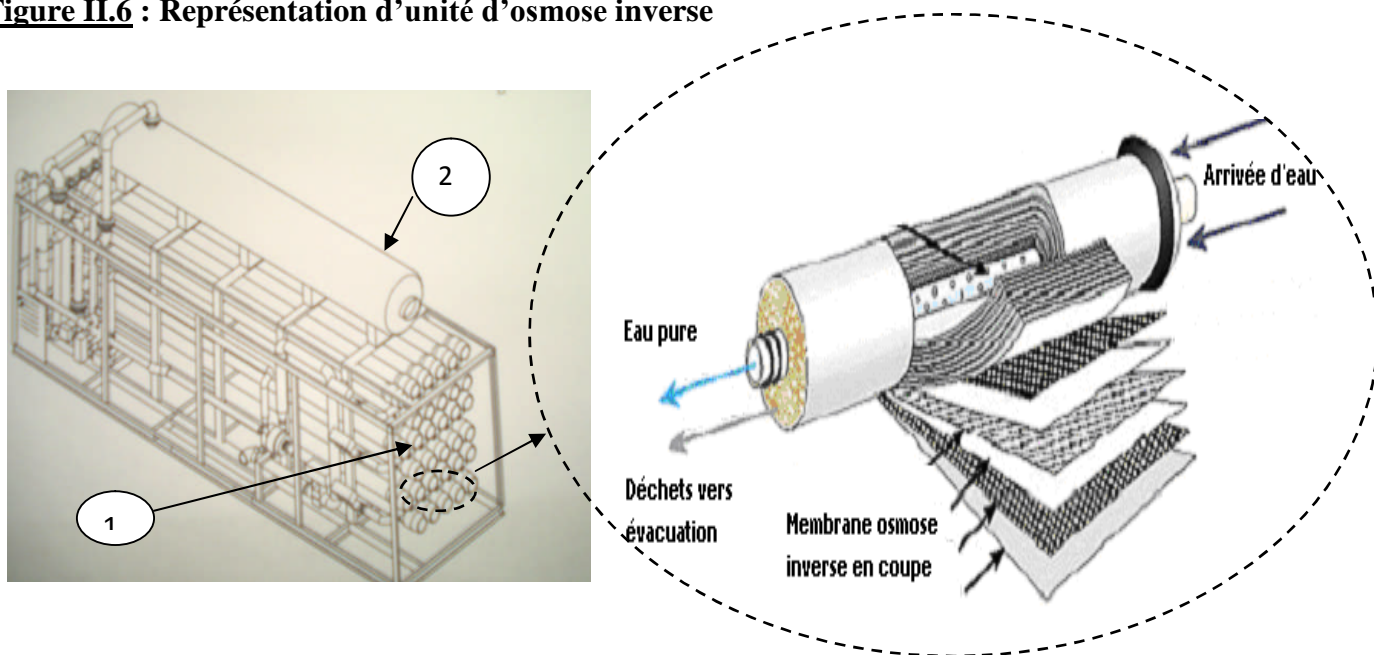
Des manomètres sont placés en amont et en aval des micros filtres. L'eau va traverser ces micros filtres avant qu'il soit passé vers les osmoseurs comme étape de sécurité. Elles caractérisent d'une durée de vie relativement minimes, c'est pour cette raison qu'ils sont conçues pour être changées au moment de leur dégradation par des cartouches spéciales.

Les vannes manuelles à l'entrée et à la sortie sont installées dans le but d'empêcher l'eau de lavage qu'il puisse accéder à l'intérieur de ces filtres et par conséquent leur dégradation et diminution de leur durée de vie.

2.1.4. Filtration d'osmose inverse

L'osmose inverse est un procédé de traitement de l'eau par lequel l'eau est poussée à travers une membrane semi-perméable dont les pores sont minuscules. Ainsi, les impuretés qui sont trop grosses pour passer à travers la membrane sont retenues puis évacuées.

Figure II.6 : Représentation d'unité d'osmose inverse



1 : Osmoseurs et membranes

2 : Réservoir d'eau.

L'eau impulsée par le pompage antérieur alimente une turbine de récupération actionnée par le rejet de l'installation des membranes de la pression récupérée va aider à augmenter la pression de sortie des pompes haute pression afin d'obtenir une bonne valeur de pression qui rentre dans les osmoseurs elle est d'ordre de 54 à 60 bar.

Pour le montage des membranes, on a 33 portes membranes, chaque porte possède 7 membrane à l'intérieur (c'est-à-dire dans le tube de pression) alors on aura une totalité de 231 membranes.

Les corps membrane sont de connexion latérale, au niveau du collecteur d'entrée aux membranes une vanne automatique qui possède au levage est montée, et dans les collecteurs rejet est montée une vanne manuelle pour la circulation des réactifs de nettoyage des membranes.

Deux manomètres qui sont placés, un à l'entrée et l'autre à la sortie des membranes. Au niveau de la ligne transférant le perméat, on a un débitmètre, un appareil de mesure analytique de conductivité ainsi qu'un pH- mètre et un redox mètre. Pour la conduite du rejet, elle contient seulement un débitmètre.

2.1.5. Etapes de finalisation après traitement :

La désinfection consiste à éliminer les germes, microbes, virus et autres animalcules qui sont potentiellement dangereux pour l'homme. On peut donc tout désinfecter. Elle va traiter ce qui est biologique, c'est-à-dire tout ce qui est de la matière vivante.

L'eau produite par l'osmose inverse subit des traitements, une chlorisation et une neutralisation avant le stockage.

d. Etape de chlorisation:

Le chlore (hypochlorite de sodium NaOCl) présente l'avantage d'être un élément chimiquement simple, très courant, utilisé à juste titre depuis plusieurs décennies sous la forme d'eau javel ; la désinfection par l'action du chlore tue la majorité des germes.

Dans la station l'injection du chlore dans l'eau traitée pour éviter une contamination dans le réservoir de stockage.

e. Etape neutralisation :

L'eau produite par osmose inverse (permeat) présente un pH acide, ce paramètre doit être ramené à une valeur comprise entre 6.5 et 8.5 propre aux eaux potables afin d'éviter aussi les corrosions dans le réservoir de stockage.

f. Réservoir d'eau douce et pompage de refoulement :

Doté d'indicateur de niveau et de transmetteur de niveau .En amont de ce réservoir, il y a deux points d'injection l'un pour la soude (NaOH) afin de permettre la correction du pH et l'autre pour la chloration (injection de l'eau javel) pour la désinfection.

La distribution de l'eau traitée sera menée par un groupe de pompage de deux pompes centrifuges lesquelles recevrons le signal du transmetteur de niveau en continue et dont la mission est celle de maintenir un niveau constant et de permettre aux osmoseurs de fonctionné dans un régime stable indépendamment de la consommation.

2.2. Equipement de nettoyage chimique de la membrane :

Les membranes d'osmose inverse ne peuvent pas être rétrolavées comme dans la plupart des procédés (sable, ultrafiltration).

L'eau de mer s'écoule de façon tangentielle le long de la membrane, créant un gradient de concentration horizontal sur la longueur de la membrane.

Pour élimine les hautes concentrations salines qui pourraient diminuer le rendement des membranes alors il est nécessaire de faire un lavage (nettoyage chimique).

Les membranes doivent typiquement être nettoyées lorsque:

- Le flux normalisé de perméat varie de 10-15%
- La conductivité normalisée du perméat varie de 10-15%
- La perte de charge normalisée entre l'alimentation et le concentrat varie de 10-15%

La station est équipée d'un réservoir de préparation de réactifs de 2500 litres. Elle est aussi munie d'un équipement de nettoyage chimique des membranes.

L'équipement de lavage est constitué d'un réservoir doté d'une vanne automatique située entre les osmoseurs et le réservoir de stockage. Doté aussi d'un agitateur électrique et une résistance de chauffage, d'un thermostat de sécurité et enfin d'interrupteurs de niveaux, maximum, moyen et minimum.

Pour le lavage, deux pompes de type centrifuges sont installées, et les réactifs injectés vont traversés d'abord un microfiltre équipé de 33 cartouche avec degré de filtration de 20 μ m.

2.3. Maintenance et surveillance standard de différents paramètres de la station :

La station est muni d'un écran de supervision permet de contrôler et de surveiller le bon fonctionnement ; il est en connexion avec l'automate pour la gestion de toutes les taches d'installations. Dans le chapitre final on a construit le système de supervision avec automate Siemens.

2.4. Procédé de distribution d'eau traité :

La distribution d'eaux traite base sur les systèmes de pompage qui constitués des pompes puissantes pouvant apporter de l'eau en grande quantité et à haute pression, ainsi que de plusieurs centaines de mètres de tuyaux, dont certains de faible longueur et de diamètre important.

Dans notre station la distribution de l'eau traitée est menée par l'assemblage d'un groupe de pompes. Il est constitué de deux pompes centrifuges conçues pour un débit maximum de 90 m³/h chacune.

L'eau est refoulée dans une conduite d'une longueur de 1250 m ou sera stocker dans deux réservoirs de 800 m³ chacun puis distribuée pour les habitants de Tigzirt.

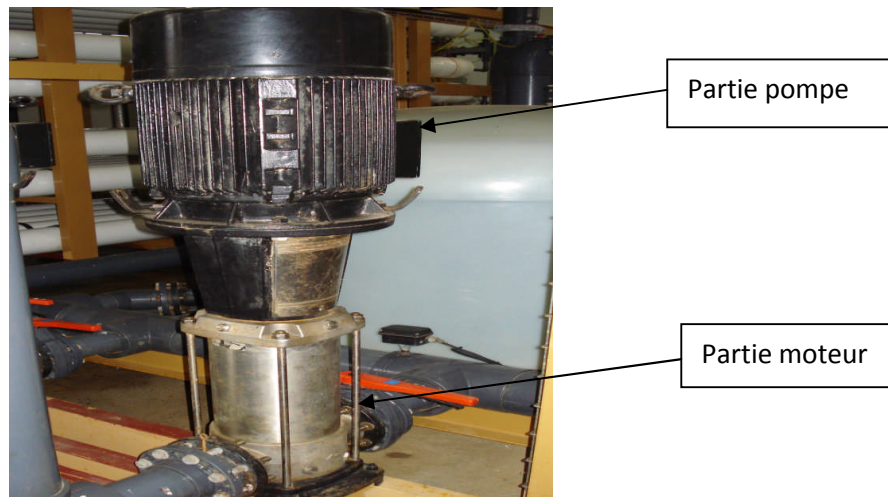


Figure II.7 : Représentation d'une pompe de refoulement

3. Protocole technique de la station :

La station est équipée de plusieurs éléments hydraulique et électronique dont on a déjà expliqué, une partie opérative et une partie de contrôle. Chacune de ces derniers est constitue de plusieurs éléments.

3.1. Partie opérative :

3.1.1. Moteurs triphasés asynchrones :

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) soit en court-circuit, soit bobiné aboutissant à des bagues dans lesquelles le courant est créé par induction. Ces moteurs ont la particularité de fonctionner grâce à un champ tournant.

On distingue 2 catégories de moteur asynchrones en fonction du type de rotor :

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

Les moteurs asynchrones peuvent démarrer par leurs propres moyens s'ils sont polyphasés.

Le couple de démarrage des moteurs asynchrones est faible.

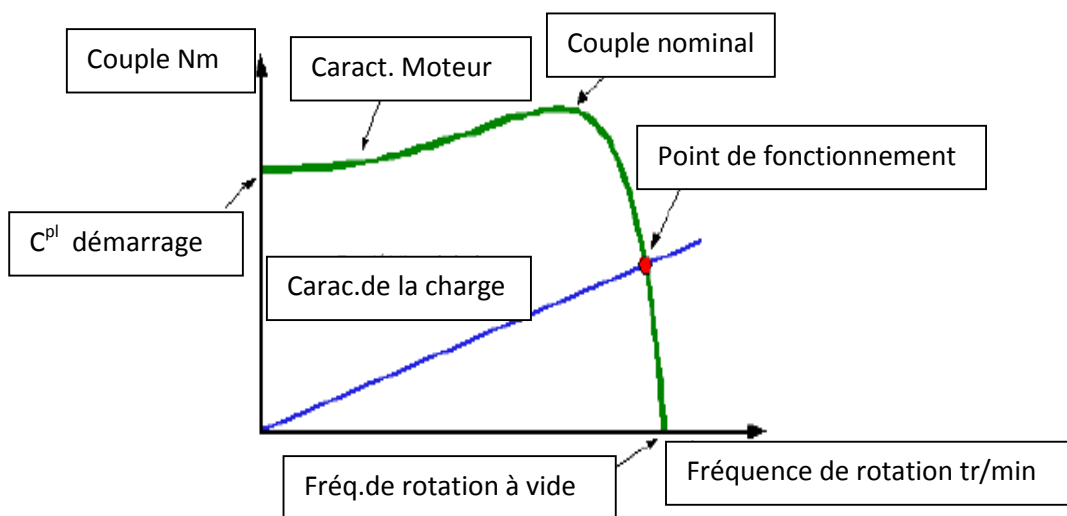
C'est un moteur dont la vitesse est proportionnelle à la fréquence du courant : $n = f/p$

n = fréquence de rotation ; p = nombre de paire de pôles

f = fréquence du courant

La caractéristique d'un moteur asynchrone :

Le couple varie avec la fréquence de rotation pour le moteur et pour la charge entraînée. la caractéristique du moteur et de la charge se croisent au point de fonctionnement pour lequel les couples moteur et les résistant sont identiques.



La station possède trois moteurs principaux qui entraînent les pompes à haute pression situées à l'entrée de l'osmoseur et sont caractérisés principalement par leur puissance puis ils sont alimentés par une tension triphasée de 400V.

Huit moteurs entraînent l'ensemble des pompes de transfert d'eau.

- Le premier pour la pompe d'aspiration d'eau de mer.
- Trois moteurs sont utilisés pour le pompage d'eau du décanteur vers les filtres.
- Deux moteurs sont utilisés pour le pompage d'eau traité de la station vers le réservoir de stockage externe.

Les deux derniers sont utilisés pour le lavage de la station.

3.2. La partie hydraulique :

3.2.1. Les pompes centrifuges :

La pompe est définie comme étant un appareil qui transforme l'énergie mécanique produite (couple et vitesse de rotation) en énergie hydraulique (débit et pression), l'énergie qui lui est communiquée par la force centrifuge.

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

a. Principe de fonctionnement :

Une pompe centrifuge est constituée par:

- une roue à aubes tournant autour de son axe
- un distributeur dans l'axe de la roue
- un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

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

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

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

Le réglage du débit est important pour des besoins dus au procédé mais aussi pour se placer dans des plages de fonctionnement où le rendement est meilleur.

Pompe à haute pression :

Elles sont du type centrifuge ; et sont entrainée par un moteur triphasé de 400 volt.



Figure II.8 : Pompe a haute pression

Applications

- ✓ Systèmes d'osmose inverse
- ✓ Adduction d'eau
- ✓ Systèmes de traitement des eaux et les applications industrielles

3.2. Les pompes volumétriques :

Elles sont utilisées pour refouler l'eau brute aspirée, dans des conduites en PHD vers le décanteur lamellaire.

a. Principe de fonctionnement et généralités

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. L'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide. Leur fonctionnement repose sur le principe suivant:

- ✓ Exécution d'un mouvement cyclique
- ✓ Pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin.

Ce mouvement permet le déplacement du liquide entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement. Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges.

Le rendement est souvent voisin de 90 %.

On distingue généralement:

- **les pompes volumétriques rotatives** : Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.

- **les pompes volumétriques alternatives**: la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif.

Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçantes. Dès leur mise en route elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide.

Le réglage du débit s'effectue en agissant sur la vitesse de rotation du rotor pour les pompes rotatives et sur la fréquence ou la course du piston pour les pompes alternatives.

3.3. La turbine de récupération :

Au niveau des osmoseurs, la pression est très élevée ordre de 54-64 bars, donc elle nécessite beaucoup d'énergie à fournir en amont que se soit par les PHP ; ce qui est revient couteux, alors une simple technique d'intégration d'une turbine de récupération

entre l'entrée des osmoseurs et la sortie d'évacuation du rejet, amène un transfert d'énergie de 10 bars à fournir à l'entrée des osmoseurs.

Cette turbine de récupération joue un rôle important au niveau de la station pour des fins économisées de l'énergie ; grâce a sons principe de fonctionnement qui consiste à récupérer l'énergie de l'eau de sortie des Osmoseurs et de la réinjecté a l'entrée de ces derniers comme illustré sur ce schéma.

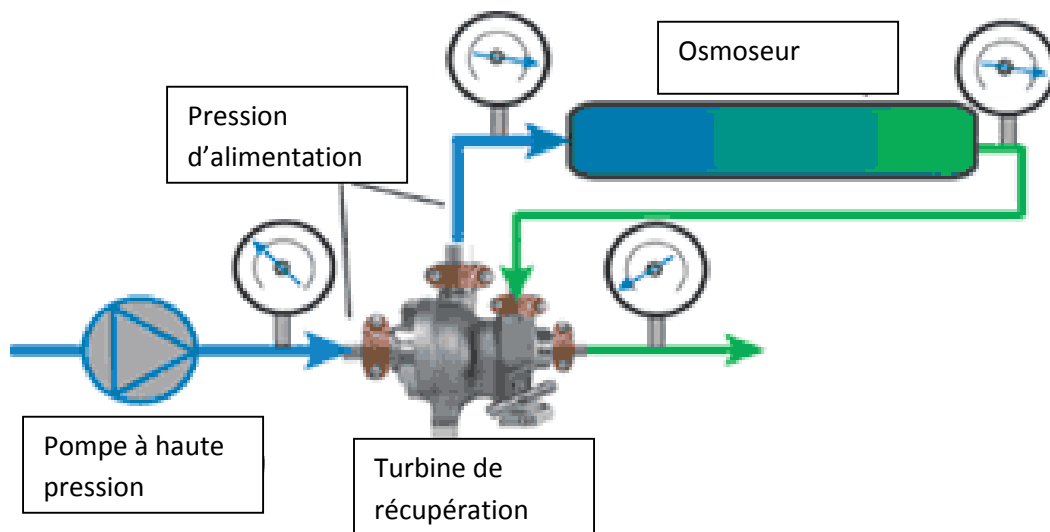


Figure II.9 : Schémas descriptif d'une turbine de récupération

3.4. Les capteurs :

Un capteur est un appareil qui prélève des informations sur la partie opératrice en vue de son fonctionnement, et les transforme en informations exploitable par la partie de commande (soit l'automate programmable).

Ces informations sont émetts sous forme d'un signal de nature électrique ou pneumatique, et porté sous un câble, ou maintenant sous une fibre optique en communication avec l'API.

Dans la station en a utilisé plusieurs capteurs, et a émission pneumatique électrique d'une marge 4-20 Ma. Et représente l'unique source de communication entre l'automate et le procède.

a. Transmetteur de pression

Les transmetteurs de pression Cérabar mesurent la pression absolue ou relative dans les gaz, vapeurs et liquides Ils sont utilisés dans tous les domaines industriels

Dans la station il assure une pression de bien définie (bars)

a.1.Fonctionnement

Le fonctionnement du Cérabar dépend de la membrane ou cellule qui le constitue .Il existe deux types de cellules : céramique, métallique.

a.1.1.Cellule céramique

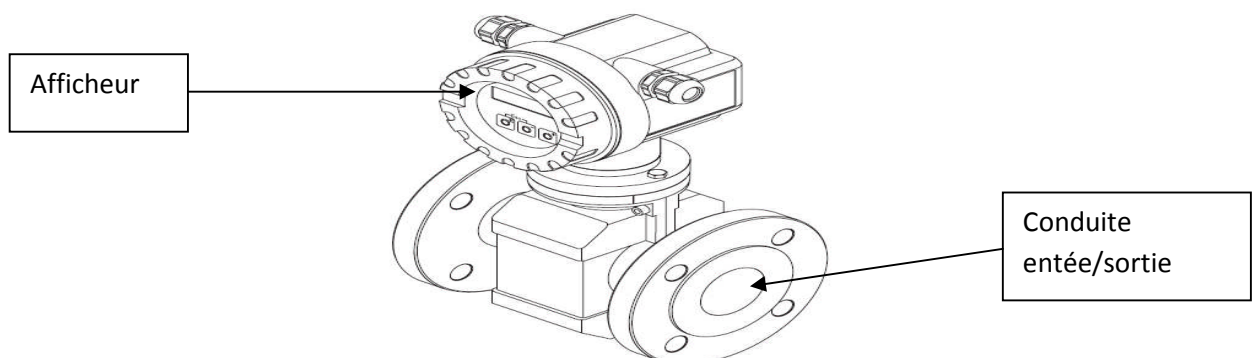
La cellule céramique est une cellule sèche, c'est à dire la pression de processus agit directement sur la robuste membrane céramique et la déplace. Cette membrane possède des électrodes qui mesurent la variation de capacité proportionnelle à la pression. La gamme de mesure est déterminée par l'épaisseur de la membrane céramique.

a.1.2.Cellule métallique

La pression de processus déplace la membrane séparatrice et le liquide de remplissage transmet la pression à un pont de résistance. La modification de la tension de pont proportionnelle à la pression est mesurée et exploitée.

b. Transmetteur de débit : C'est un organe qui permet de mesurer la vitesse d'écoulement du liquide qui le traverse suivant un système électromécanique.

Dans la station ils existent et assure l'information avec l'automate pour le bon fonctionnement du système.



b.1. Le principe de fonctionnement

Le fonctionnement de mesure repose sur les lois d'induction selon Faraday.

Dans le cas du débitmètre électromagnétique, c'est le liquide conducteur traversant le capteur qui représente le conducteur en déplacement dans le champ magnétique. La tension induite est proportionnelle à la vitesse d'écoulement. Elle est transmise par les bornes de deux électrodes de mesure.

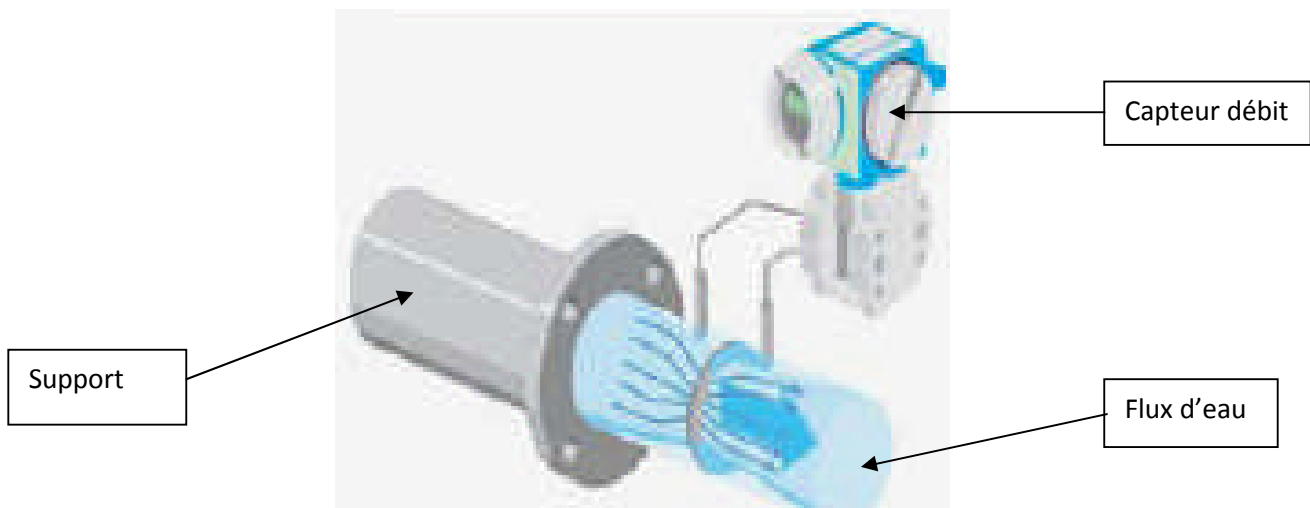


Figure .II.10 : Schémas descriptif d'un débitmètre électromagnétique

c. Transmetteur pH/redox

Les transmetteurs de pression Liquysis permettent de mesurer et indiquer la valeur du pH et de l'oxydoréduction. Il est utilisé dans une large gamme de mesure et domaine d'application, notamment dans la surveillance et le traitement de l'eau.

c.1. Mesure de pH/redox

La sélection se fait dans le menu. En cours de mesure, la valeur mesurée peut être affichée dans l'autre mode de mesure (par ex. pH - MV / redox % - redox MV). La température est affichée simultanément, mais peut être cachée si nécessaire.

En principe, les électrodes pH sont toujours étalonnées avec les mêmes valeurs de pH. C'est pourquoi le transmetteur propose



par défaut les réglages du précédent étalonnage. Si les solutions tampon sont interverties par inadvertance.

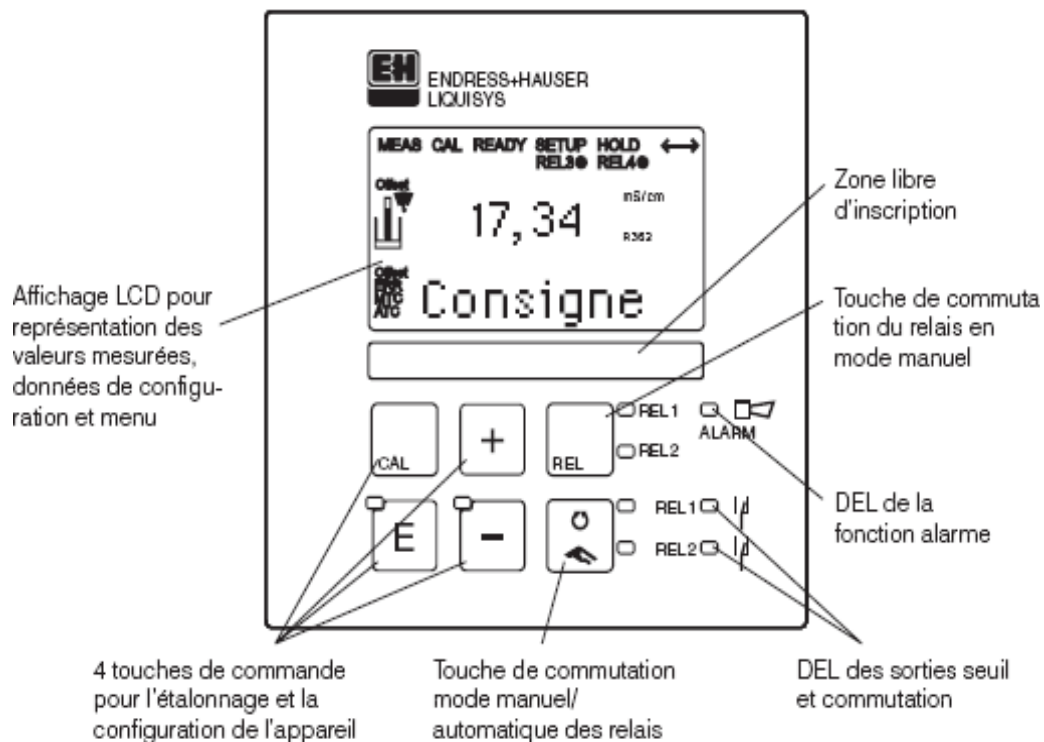
d.1. Transmetteur de conductivité :

Le transmetteur de conductivité Liquisys M comprenant une alarme ; est utiliser pour indiquer la conductivité d'une solution a l'aide d'une sonde a immersion. il permet une large gamme d'application tel que :

- Eau ultra-pure
- Traitement de l'eau
- Echangeurs d'ions
- Osmose inverse
- Déstalinisation
- Eaux usées



d.2. Affichage et touches du transmetteur de conductivité Lyquisis :



Afin que l'utilisateur ait un aperçu rapide des principales données de processus, l'afficheur indique simultanément la valeur mesurée et la température. Dans le menu de configuration figurent des textes clairs d'aide destinés à faciliter le réglage et à rendre plus rapide la familiarisation avec l'appareil.

4. PARTIE COMMANDE :

4.1. Variateur de vitesse (fréquence) :

Définition :

Un variateur de fréquence est un équipement électrotechnique alimentant un moteur électrique d'une façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue de l'arrêt jusqu'à sa vitesse nominale.

Il est constitué d'un redresseur combiné à un onduleur, le redresseur va permettre d'obtenir un courant quasi continu, à partir de ce courant continu l'onduleur (bien souvent à modulation de largeur d'impulsion ou MLI), va permettre de créer un système triphasé de tensions alternatives dont on pourra faire varier la valeur efficace et la fréquence.

Domaines d'application :

Il est utilisé pour la commande et la variation des vitesses des moteurs de ventilateurs et pompes des installations de chauffage réfrigération ; ventilation, climatisation de façon à optimiser le débit en fonction des besoins et ainsi la consommation d'énergie et la précision de la régulation. Il permet :

- Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesse
- Des rampes d'accélération et de décélération
- Puissance constante ($P=CW$).
- Une gamme de vitesse de 5% à 200% de la vitesse nominale

Sauts de fréquence :

En fonction des installations, certaines fréquences de fonctionnement moteur peuvent entraîner des phénomènes de vibrations ou de résonance de l'installation, donc le variateur peut occulter 4 fréquences indépendantes permettant d'éviter ces phénomènes.

Les variateurs sont composés de deux modules,

- Un module de contrôle (commande contrôle par microprocesseur)
- Un module de puissance qui se compose de, thyristors, diodes, transistors IGBT.

Dans notre station, il existe trois variateurs de fréquence du même type et commande toutes les pompes, sous ordre maître-esclave en collaboration avec l'automate, et assure la régulation de la pression d'entrée filtre à sables et entrée des membranes.

Chaque variateur travaille sous le principe **cascade de pompes**.

Il est possible de gérer la cascade de 2 ou 3 pompes, la variation de vitesse se fait sur la première d'entre elle ; puis le variateur commande les contacteurs des pompes supplémentaires, tout en continuant de varier sur la première, cette fonctionnalité permet le dimensionnement du variateur sur la puissance d'une seule pompe, mais avec un fonctionnement de 0 à 100 %, progressif sur la totalité du débit.

La consigne de vitesse est en général fournie sous forme d'une tension de 0 à 10V par exemple une protection du moteur est intégrée au variateur.

Le courant électrique issu du réseau est dans un premier temps converti en courant continu, il est ensuite reconverti en courant alternatif par un onduleur mais avec une fréquence différente. Il est possible de convertir du monophasé en triphasé si le couple moteur est égale au couple résistant plus le couple accélérateur ;

$$C_m = C_r + j dW/dt$$

ou point d'équilibre

$$C_m = C_r$$

Donc pour modifier la vitesse du moteur le convertisseur va jouer sur la **fréquence**. Mais pour garder le flux constant, il doit aussi agir sur la tension afin de maintenir le rapport U/F constant.

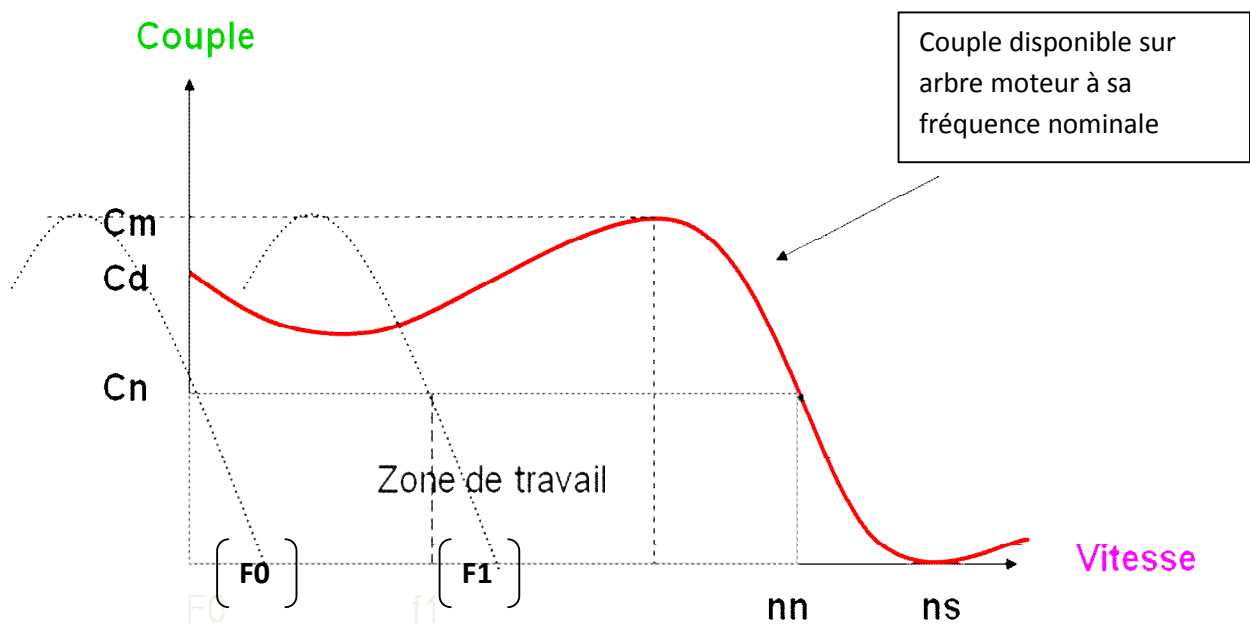


Figure II.10 : Caractéristique du couple moteur

Le schéma qui vient nous résume toutes les parties constitutionnelles du variateur de fréquence.

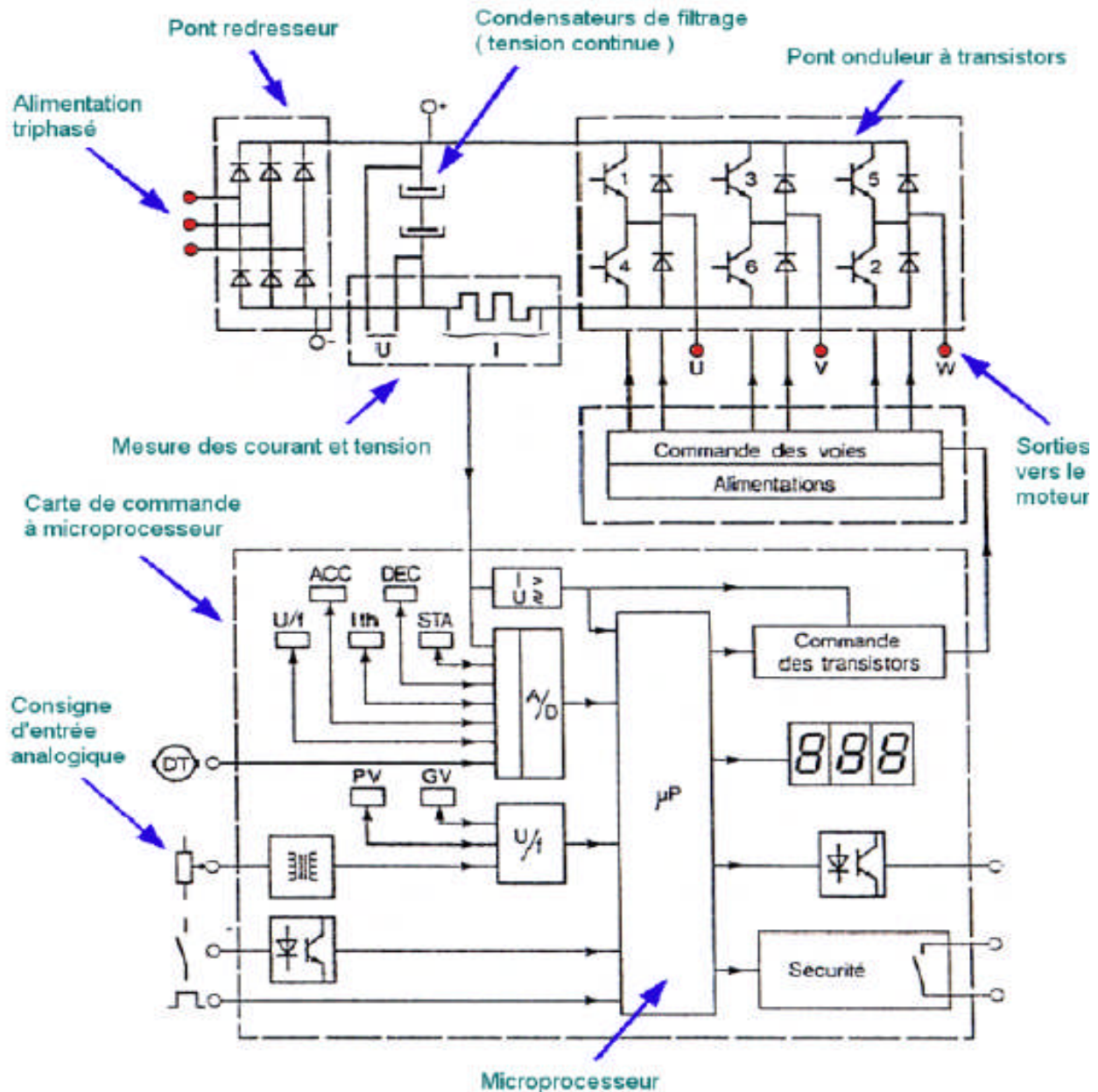


Figure II.11 : Schémas interne du variateur de vitesse

4.2. Automate programmable (OMRON C200 HE CPE 42)

L'automate représente la chambre officielle sur mesure de pointe, la gestion et le fonctionnement du procédé suivant l'installation sous forme d'un programme qui engendre la totalité d'information amassé au niveau de la station en communication continu avec les capteurs, et les dispositifs de commande comme variateur de fréquence.

Le programmeur est chargé de connaître le langage de programmation, d'une manière intelligente de quoi, gagné l'espace, la rapidité du système fabriqué, et l'automatisation total du système, avec précaution des mesure de sécurité et maintenance du matériels configurés sous automate.

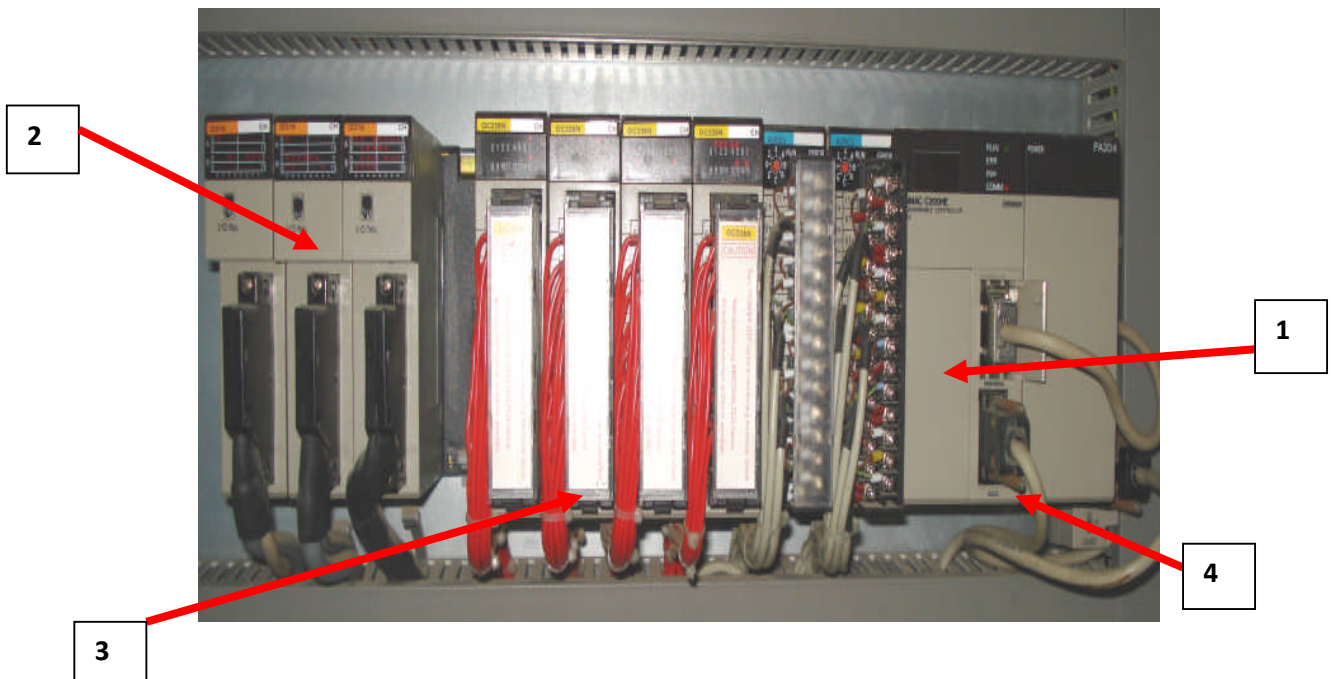


Figure II.12 : Automate Omron sysmac C200 HE CPU 400

1 : CPU

2 : Entrées

3 : Sorties

4 : Câble de communication série RS2

a. câblage

a.1 les entrées :Elles sont données comme suite :

a.1.1 Entrées tout ou rien (TOR) :

1. Si l'on dispose de capteurs ne fournissant que des informations de type 1 ou 0 (porte fermée) ou ouverte, la juxtaposition des bits correspondants peut être envoyée à la **ROM** comme une adresse.

2. La valeur de la donnée lue à cette adresse contiendra un 1 pour chaque effecteur à basculer ON(1) ou OFF(0) : relais, moteurs, électrovannes, signaux, etc.
3. Lorsque l'action de l'effecteur aura eu pour effet de changer l'un des signaux, le signal d'entrée pointerà vers une adresse différente qui pourra par exemple entrainer l'arrêt de cet effecteur, ou le démarrage d'un autre, etc.

a.1.2 Entrées analogiques

On peut, si elles comportent peu de bits, les traiter par un convertisseur analogique-numérique, dans la pratique, il est rare qu'on ait besoin des débits de poids faible, et la seule chose qui sera prise en compte en entrée est la mise en 1 ou nom d'un (ou plusieurs, par sécurité) bit(s) de poids fort.

La liaison entre automate et les différentes unités opérationnelles sont connectées par des relais.

a.2 les sorties : Les sorties de l'automate peuvent être sous forme d'un contact ou sous forme de statique.

Les autres sorties comportent un commun pour 3 ou 4 sorties. Cela permet d'alimenter des pré actionneurs de tensions différentes, sans pour autant effectuer un relevage.

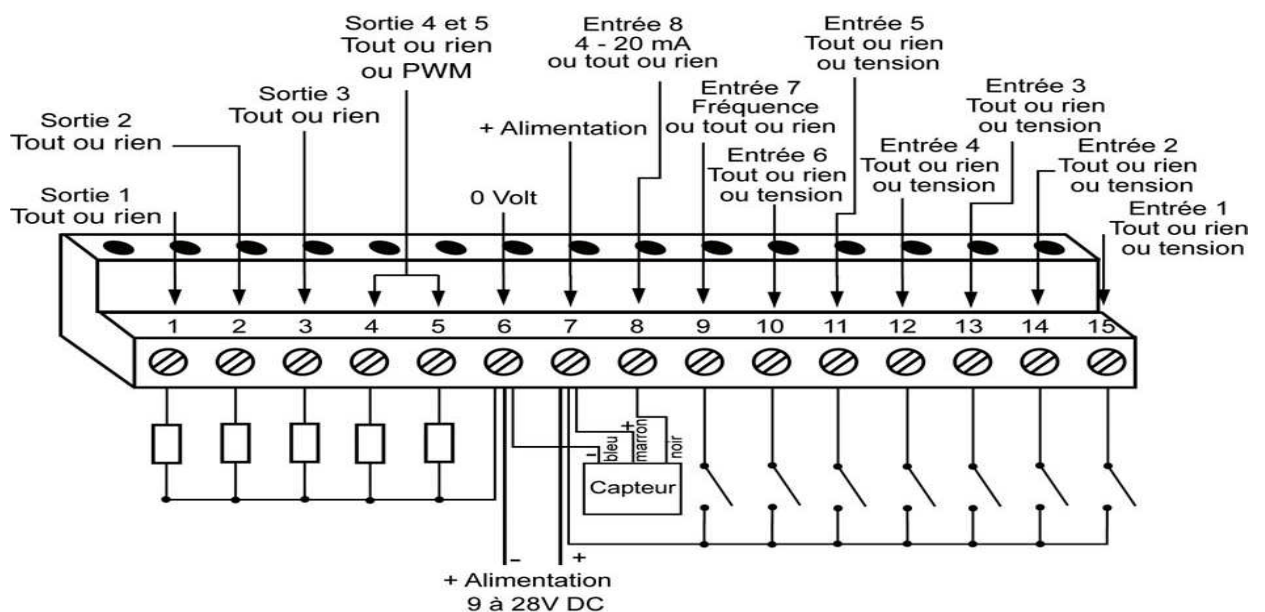


Figure II.12 : Exemple de câblage des entrées et sorties d'un automate.

Chapitre II : Architecture de base et principe de fonctionnement de station

La communication entre automate et l'opérateur est assuré par les interfaces de supervision pour visualisation et maintenance du matériel, ainsi la signalisation des alarmes au cas de pannes apparues.

Conclusion

L'automatisme installé au niveau de la station pour objectif l'obtention d'eau potable est très développée et touche beaucoup de domaines technologiques avec une modernité bien réussie et cette technologie que le monde aujourd'hui encourage à prendre une place de pointe et une fonction qui répond aux normes internationales.

Il est indispensable et pertinent de progressé les niveaux de recherches et d'études sur la et l'amélioration de la vitesse d'exécution car la largeur de gamme des API et l'automatisme reflète sur nos besoin et l'évolution vers le futur.

CHAPITRE III

1- Introduction

2- Généralité sur le Grafcet

3- Modelisation de la station de dessalement

4- Les automates programmables industriels

5- Conclusion

1.1 Introduction :

Dans tous systèmes industriels de productions, il est indispensable de modéliser son comportement sous une représentation tel RDP (Réseaux de Pétri) ou le GRAFCET.

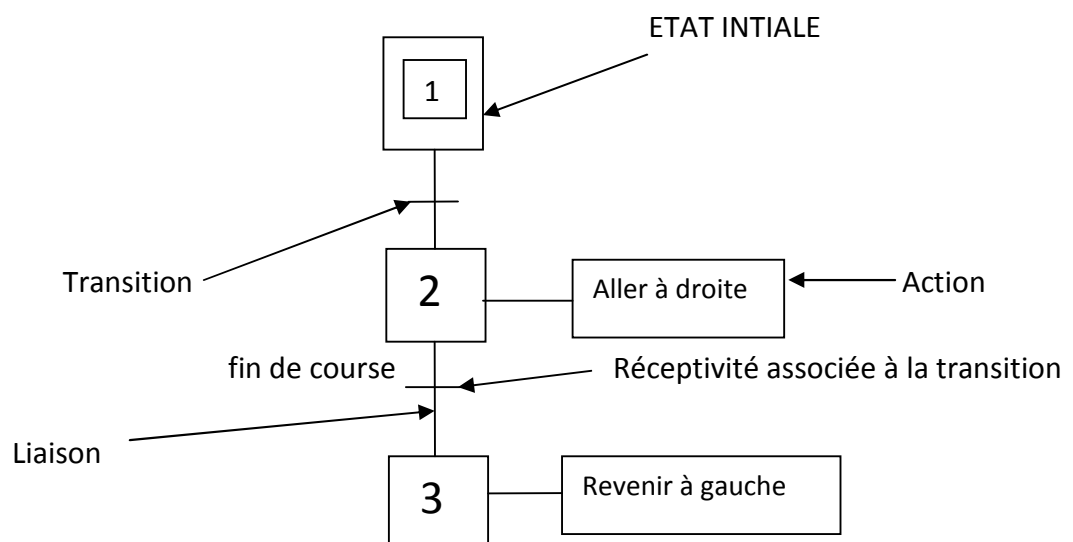
Cependant dans notre travail on a présenté l'outil de modélisation le GRAFCET ainsi que ces différents étapes et de donner un model de conduite pour le démarrage et l'arrêt de notre système.

2. Généralités sur le GRAFCET :

2. a. Définition :

Le GRAFCET (GRAph Fonctionnel de Commande Etape –Transition) est model de représentation graphique des comportements successifs d'un système logique séquentiel préalablement définie par ces entrées et ces sorties et sert à étudier et exploiter les automatismes.

2. b. Eléments de bases d'un GRAFCET :



2. c. Intérêts et objectifs de GRAFCET :

Le GRAFCET est un outil strict et bien clair pour la rédaction de cahier des charges d'un automate. Son adaptation et la facilité de passer du modèle à l'implantation technologique dans l'API, confirme l'un de ces Points forts et d'autres il nous permet la réalisation ; la mise au point ; réalisation de l'automatisme ainsi sa maintenance et les différents réglages.

2. d. Niveau de GRAFCET :

Le GRAFCET est représenté selon deux niveaux :

➤ Niveau 1 :

Un premier GRAFCET dit fonctionnel ou de niveau 1 qui ne prend en compte que la partie fonctionnelle ; des spécifications et qui fait donc abstraction de toute réalisation technologique ainsi il est bien valable Pour tout type de réalisation.

➤ Niveau 2 :

Spécification technologiques prise en compte de la technologie des actionneurs et des capteurs de l'automatisme et description symbolique des actions et de séquences de l'automatisme.

3. Modélisation de la station de dessalement :

3.1. Subdivision de notre modèle grafcet :

Nous avons devisé notre modèle grafcet en trois parties.

3.1. a Démarrage et fonctionnement de la station

Dans cette phase le mode de fonctionnement de l'unité passe par deux états, en première partie c'est la purge des filtres et en second partie le pré lavage et le lavage du circuit des pompes a hautes pression et le circuit des vaisselles, ces partie sont bien temporisé a une minute de temps. Dés que cette partie s'achève l'état second déclenche pour lancer le mode fonctionnement de l'unité et la production d'eau. Ce modèle est d'une structure complexe et avec des séquences simultanés.

La première étape est très indispensable car elle protège et assure la sécurité de la station.

3.1.b Système de dosages

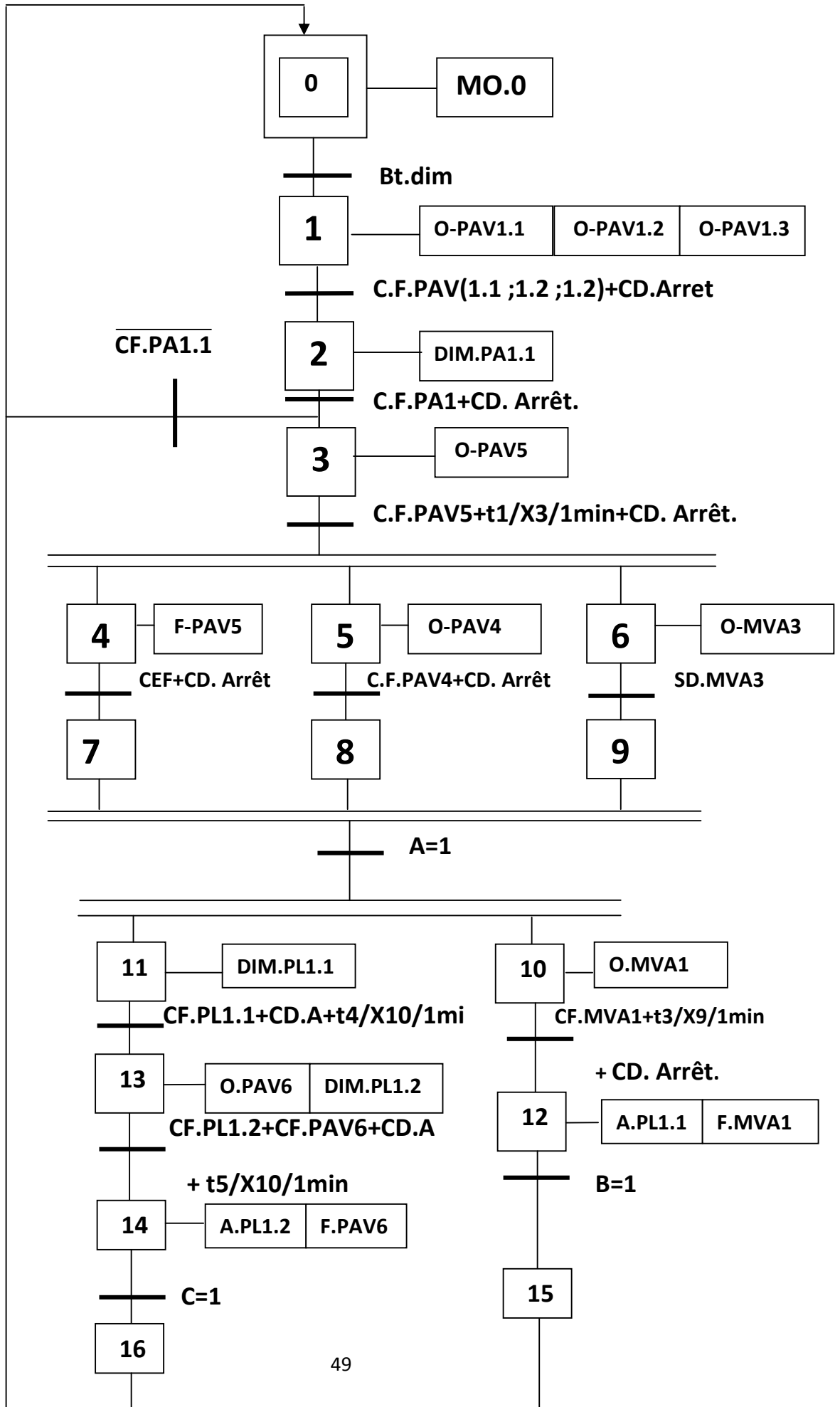
On a isolé cette partie pour bien manipulé l'ajout de ces dosages en fer et à mesure que le système se met en mode marche le contrôle des quantités ajoutés sont contrôlés de sorte équilibrer et avoir de l'eau potable à la sortie du système.

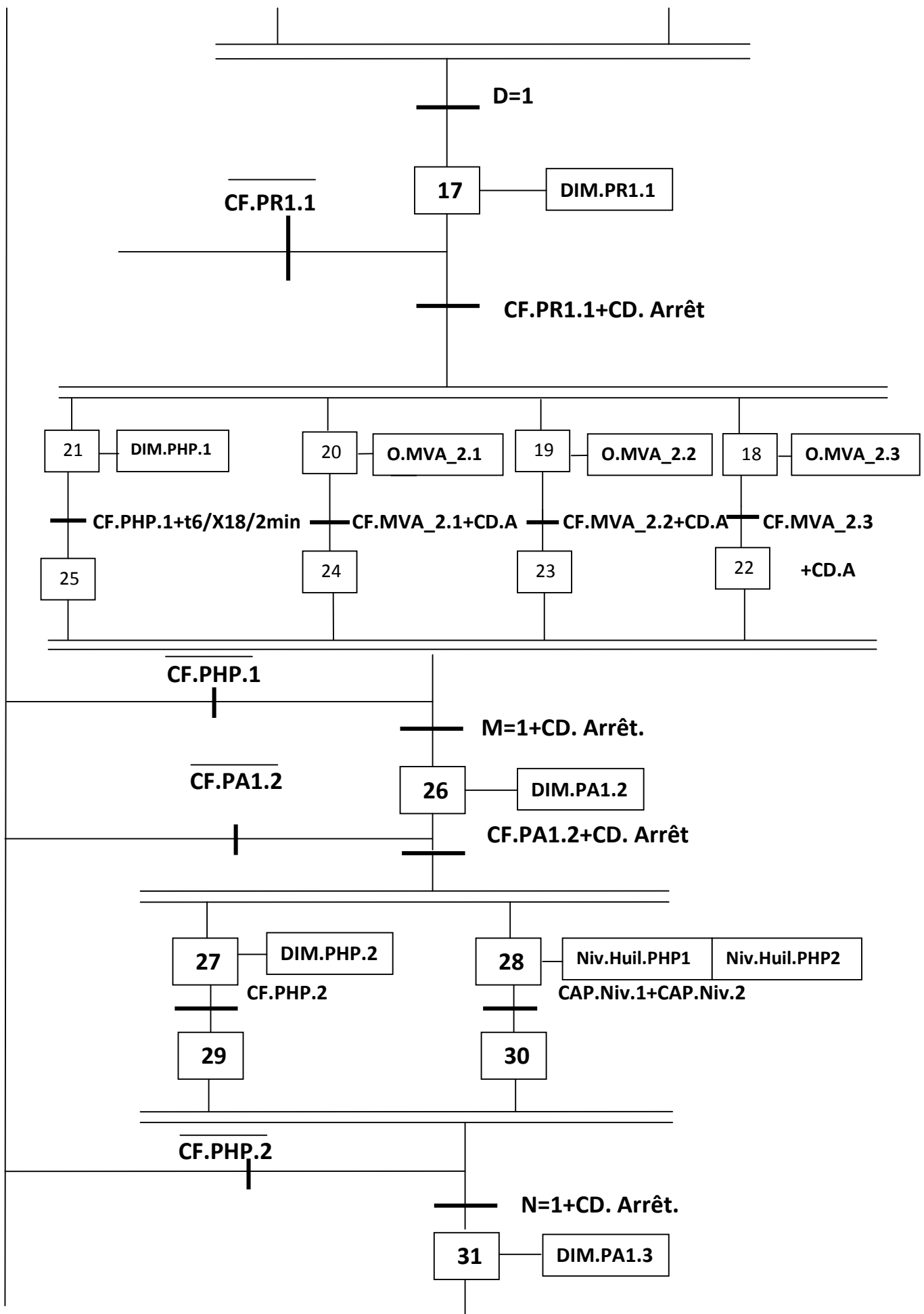
3.1.c Arrêt de la station

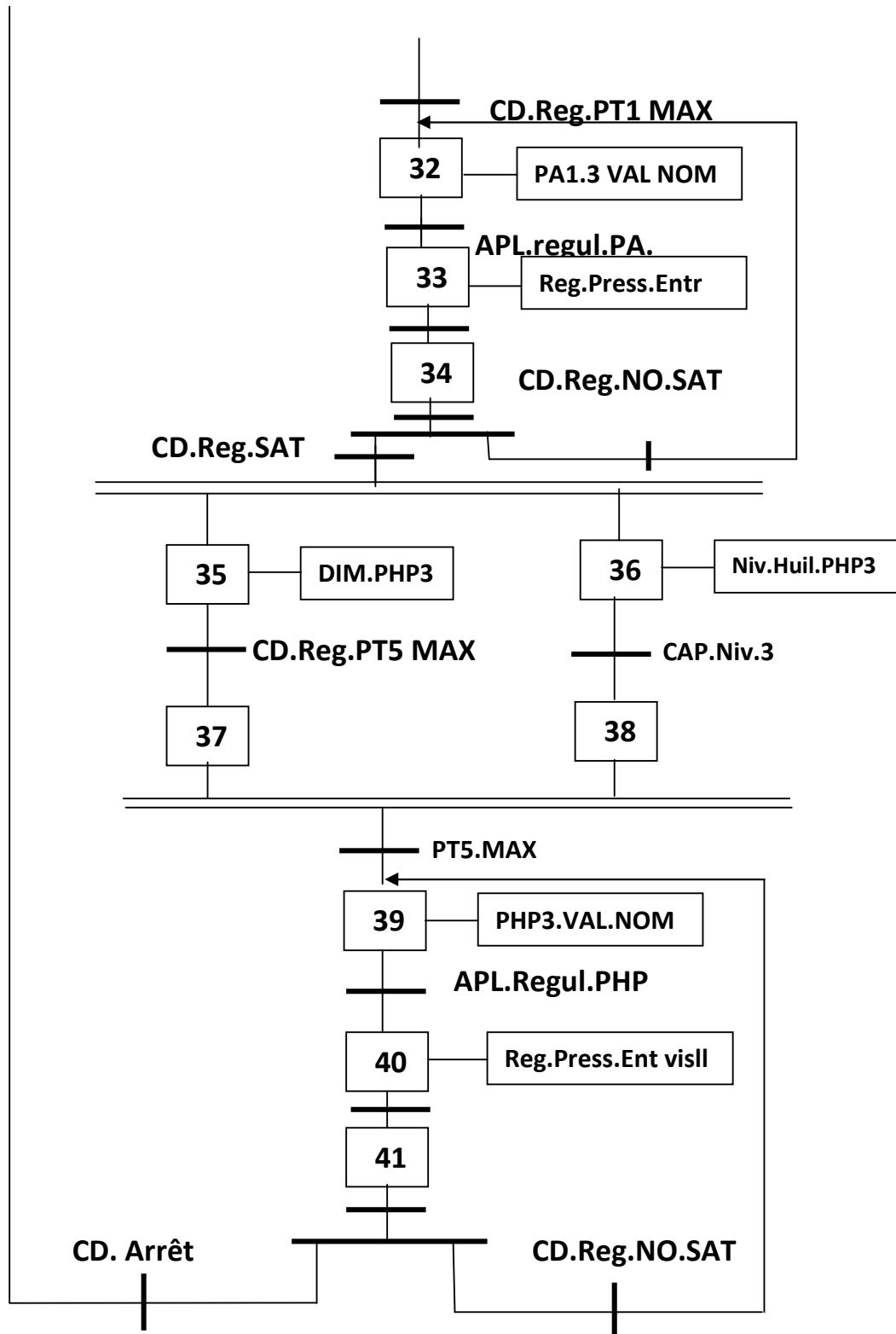
On appliquant un appui sur le bouton d'arrêt notre système est sécurisé et cet arrêt demande le passage par certaines instructions (arrêt des pompes, fermeture et ouverture des vannes, etc...) la structure du modèle développé est pour l'arrêt est linéaire et des reprise d'état.

3.2. Modèle de conduite

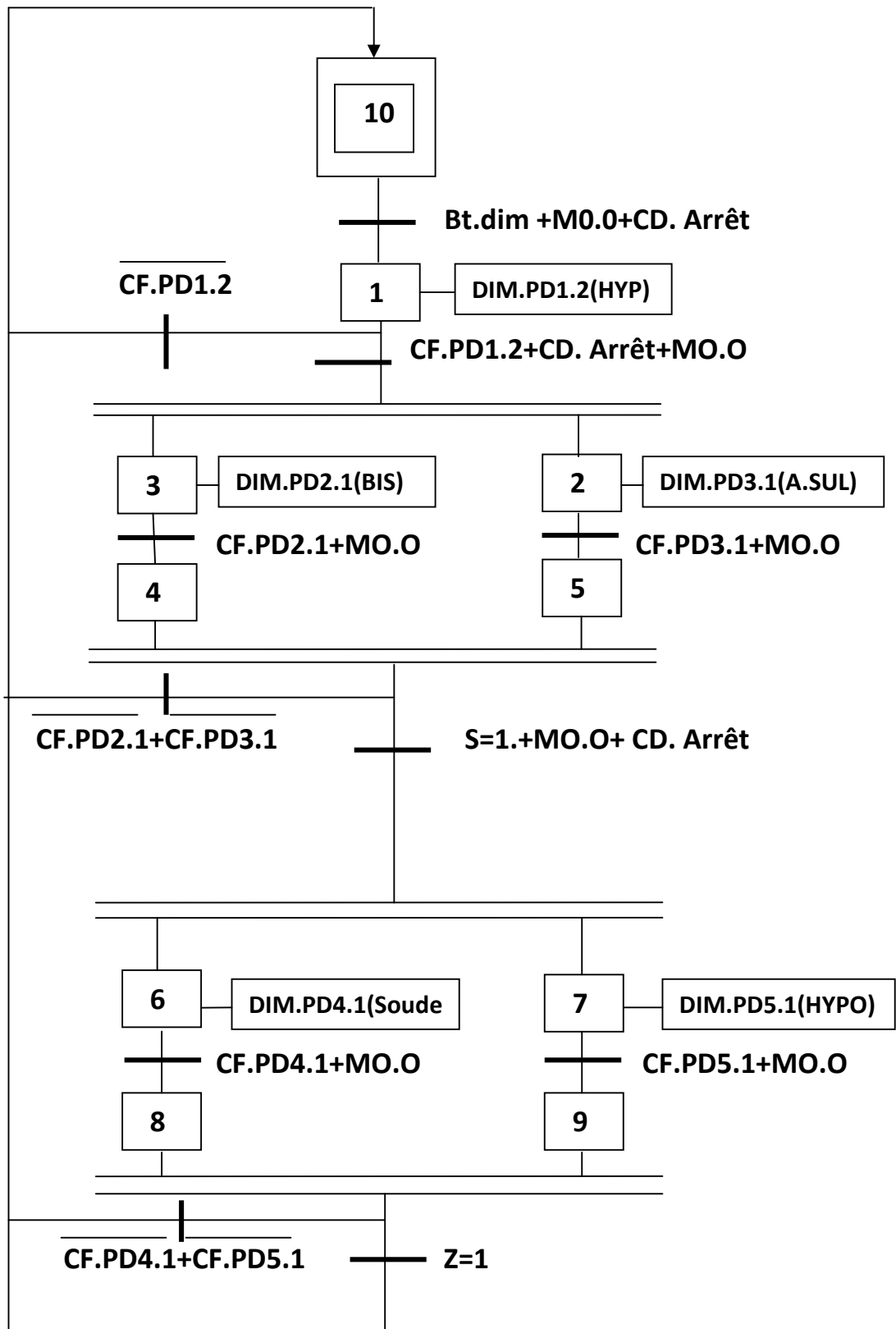
3.2.1. Pré lavage et mise en marche de la station



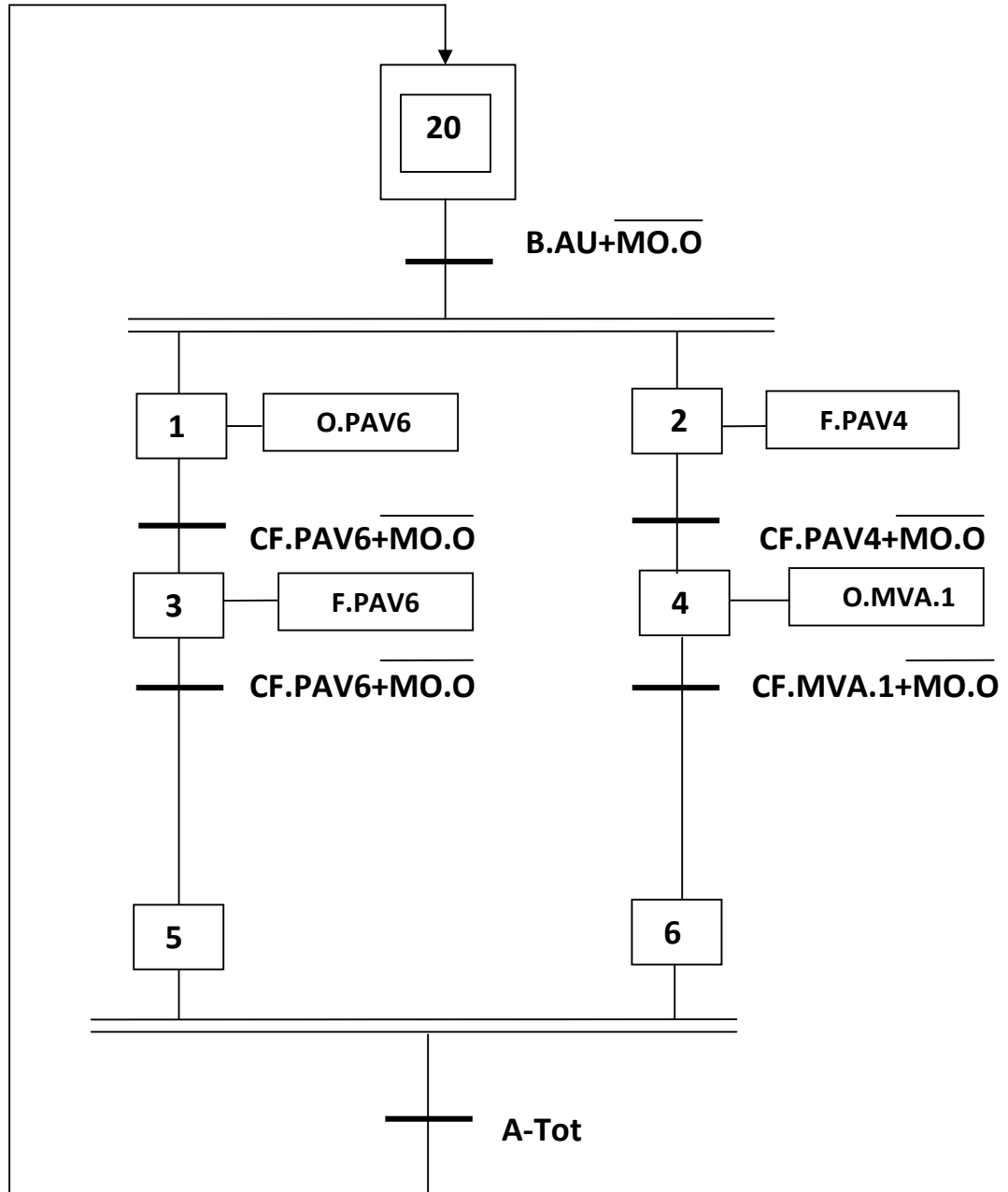




3.2.2. Contrôle de dosages



3.2.3. Etat d'arrêt, station éteinte



3.3. Abréviations utilisés dans notre modèle**3. a Les actions**

Le tableau 1.1 résume les actions qu'on a utilisées dans les étapes de modèles construits.

ACTIONS	SIGNIFICATION
O-PAV1.1	Ouverture d'électrovanne, du filtre à sable 1
O-PAV1.2	Ouverture d'électrovanne, du filtre à sable 2
O-PAV1.3	Ouverture d'électrovanne, du filtre à sable 3
DIM.PA1.1	Démarrage pompes apport 1
O-PAV5	Ouverture d'électrovanne purge des filtres .
DIM.PL1.1	Démarrage pompe lavage circuit vessels.
A.PL1.1	Arrêt pompe lavage circuit vessels.
O.MVA1	Ouverture d'électrovanne circuit lavage vessels.
O.PAV6	Ouverture d'électrovanne circuit lavage PHP.
F.MVA1	Fermeture d'électrovanne circuit lavage vessels
F.PAV6	Fermeture d'électrovanne circuit lavage PHP
DIM.PL1.2	Démarrage pompe lavage circuit pompes haute pres.
F.MVA3	Fermeture d'électrovanne entrée turbine.
DIM.PR1.1	Démarrage pompe refoulement 1.
DIM.PHP1	Démarrage pompe haute pression 1
NIV.HUIL.PHP1	Jauge indication niveau huile pompe haute pression 1
DIM.PHP2	Démarrage pompe a haute pression 2
NIV.HUIL.PHP2	Jauge indication niveau huile pompe haute pression 2
DIM.PA1.3	Démarrage pompe apport d'eau d'entrée 3
PA1.3.VAL.NOM	Réglage de la vitesse de fonctionnement , pompe apport

Chapitre III : Modélisation et programmation par un GRAFCET et AUTOMATE S7

	3. Suivant la pression demander
Reg.Press.Entr	Agitation du régulateur de fréquence et régulation de la pression d'entrée filtres à sable.
DIM.PHP3	Démarrage pompe haute pression 3
PHP3.VAL.NOM	Réglage de la vitesse de fonctionnement, pompe haute pression 3 suivant la pression demander
Reg.Press.Ent.visII	Agitation du régulateur de fréquence et régulation de la pression d'entrée des vessels
DIM.PD1.2	Démarrage pompe d'ajout d'hypochlorite à l'entrée.
DIM.PD2.1	Démarrage pompe d'ajout d'acide sulfurique à l'entrée des microfiltres.
DIM.PD3.1	Démarrage pompe d'ajout de bisulfite à l'entrée des microfiltres.
DIM.PD4.1	Démarrage pompe d'ajout de soude à la sortie des vessels (permeat).
DIM.PD5.1	Démarrage pompe d'ajout d'hypochlorite à la sortie des vessels (permeat).
O.MVA_2.1	Ouverture d'électrovanne(1) entrée membrane
O.MVA_2.2	Ouverture d'électrovanne(2) entrée membrane
O.MVA_2.3	Ouverture d'électrovanne(3) entrée membrane
Niv.Huil.PHP2	Jauge control niveau huile pompe haute pression 2
Niv.Huil.PHP3	Jauge control niveau huile pompe haute pression 3

3. b Les réceptivités

Le tableau 1.2 suivant représente les réceptivités utilisées dans les modèles de conduite :

RECEPTIVITES	SIGNIFICATION
Bt.dim	Bouton de démarrage de la station

Chapitre III : Modélisation et programmation par un GRAFCET et AUTOMATE S7

CD. arrêt	Conditions d'arrêt du fonctionnement de la station.
M0.0	Mémento du modèle de fonctionnement
PS.Act	Pressostat activé (pression d'air) disponible
CF.PA.1	Electrovannes(PAV) totalement ouverte.
$\overline{\text{CF.PA.1}}$	Electrovannes fermées
CF.PAV5	PA.1 totalement activé et pression d'air disponible
t1/x3/1min	Temporisation terminée après 1min d'ouverture PAV5
CEF	Fin temporisation.
C.F.PAV4	PAV5 totalement fermé, et PT1>Val.min
t2/x5/1min	Temporisation terminée après 1min d'ouverture PAV4
SD.MVA3	PAV5 totalement ouverte et PAV4 totalement ouverte
t3/x6/1min	Temporisation terminée après 1min d'ouverture MVA3
A=1	Conditions initiale et purge satisfaites
CF.PL1.1	MVA1 totalement ouverte +P1 max(réservoir plein)
t4/x10/1min	Temporisation terminer après 1min de mise en marche pompe lavage circuit vessel.
CF.MVA.1	MVA3 totalement fermer
B=1	Fin opération lavage circuit vessel
CF.PL1.2	Pompe lavage PL1.1 arrêté et PAV6 totalement ouverte
CF.PAV6	MVA.1 totalement fermé
C=1	Fin d'opération lavage circuit PHP.
D=1	Lavage et pré-lavage satisfait
CF.PR1.1	DN max (réservoir plein)
$\overline{\text{CF.PR1.1}}$	La pompe PR1.1 ne fonctionne pas (soit DNmin ou autre panne)
CF.PHP1	CAP.Niv.1.max huile, PT4 nominal et MVA3 total. Fermé PT7 nominal.

Chapitre III : Modélisation et programmation par un GRAFCET et AUTOMATE S7

t5/x18/2min	Temporisation de l'opération php1 et continuité de fonctionnement de pompage
CAP.Niv.1	Niveau max. Contacte auxiliaire fermé pour PHP1 et mise en marche.
CF.PHP1	Cap.Niv.1 Niveau bas. Cont auxiliaire ouvert ou PT4 min. ou PT7 min
M=1	Début de production d'eau. PT7 > val min appel augmentation débit.
CF.PA1.2	Tant que PT1 < VAL max et PHP1 nominale.
CF.PHP2	Tant que PT5 < VAL max.
CF.PA1.2	Arrêt de la pompe apport PA1.2 , et arrêt de la station
CF.PHP2	Arrêt de la PHP2 , et arrêt de la station
CAP.Niv.2	Niveau max , contacte auxiliaire fermer pour PHP2 et mise en marche de PHP2
N=1	Etat de rendement (production d'eau) inférieur à 1500 m ³ /h et PT5 < Val max (70 bar)
CD.Reg.PT1MAX	Augmentation débit sur PT1 <> Val max,
APL.Regul.PA	Signalisation de VAL > PT1Max. agitation de régulateur de fréquence sur PA1.3, équilibré VAL = PT1max
CD.Reg.NO.SAT	VAL > PT1Max, retour sur PA1.3 et diminution vitesse moteur .
CD.Reg.SAT	VAL = PT1 MAX, production nominal et démarrage de PHP3
CD.Reg.PT5MAX	Augmentation débit sur PT5 <> Val max
APL.Reg.PHP3	Signalisation de VAL > PT5max agitation du régulateur de fréquence sur PHP3 , équilibré VAL = PT5 Max
CD.Reg.NO.SAT	VAL > PT5Max. retour sur PHP3 et diminution vitesse moteur.
CD.Arrêt	Arrêt immédiat de production d'eau et appel à la procédure de fermeture des électrovannes.
CF.PD1.2	LS-1.Niv.Max, produit disponible activation de démarrage de la pompe de dosage PD1.2
CF.PD1.2	LS-1.Niv.Min. pas de produit désacti. de PD1.2 et arrêt de la station.

Chapitre III : Modélisation et programmation par un GRAFCET et AUTOMATE S7

CF.PD2.1	LS-2.Niv.Max. produit disponible activation de démarrage de la pompe de dosage PD2.1
CF.PD2.1	LS-2.Niv.Min.pas de produit désactivation de PD2.1 et arrêt de la station
CF.PD3.1	LS-3.Niv.Max. produit disponible activation de mise en marche de la pompe PD3.1
CF.PD3.1	LS-3.Niv.Min. pas de produit désactivation de PD3.1 et arrêt de la station.
S=1	Quantités ajouté à l'entrée bien équilibrée
CF.PD4.1	LS-4.Niv.Max. produit disponible activation de mise en marche de la pompe PD4.1
CF.PD4.1	LS-4.Niv.Min. pas de produit désactivation de PD4.1 et arrêt de la station.
CF.PD5.1	LS-5.Niv.Max. produit disponible activation de mise en marche de la pompe PD5.1
CF.PD5.1	LS-5.Niv.Min. pas de produit désactivation de PD5.1 et arrêt de la station.
Z=1	Quantités ajouté à La sortie bien équilibrée
B.AU	Bouton arrêt d'urgence.
A-Tot	Arrêt totale de la station confirmé et retour a l'état initiale.
CAP.Niv.3	Niveau max , contacte auxiliaire fermer pour PHP2 et mise en marche de PHP3
CF.MVA_2.1	Pompe refoulement PR1.1 totalement démarré
CF.MVA_2.2	Pompe refoulement PR1.1 totalement démarré
CF.MVA_2.3	Pompe refoulement PR1.1 totalement démarré

Le grafcet nous a permis de modéliser l'unité de dessalement d'eau de mer ; et la compréhension du principe de fonctionnement ; alors il nous a été le point de liaison à la programmation de tout le système avec API SIEMENS ; et cela on vient de le réaliser dans la partie de programmation suivante.

4. Les automates programmables industriels :

4.1. Définition d'un API :

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique programmable adapté à l'environnement industriels .sa configuration lui permet d'envoyer des ordres vers les préactionneurs (partie opérative) à partir des données d'entrées (capteurs) partie commande, de consignes et d'un programme informatique.

Vue la grande utilité de l'API dans l'industrie ; il est très indispensable de maitriser l'interconnexions de l'API et son environnement de travail de sorte à obtenir la bonne exécution du programme, dont on illustre cette liaison automate et ses périphériques dans cette figure.

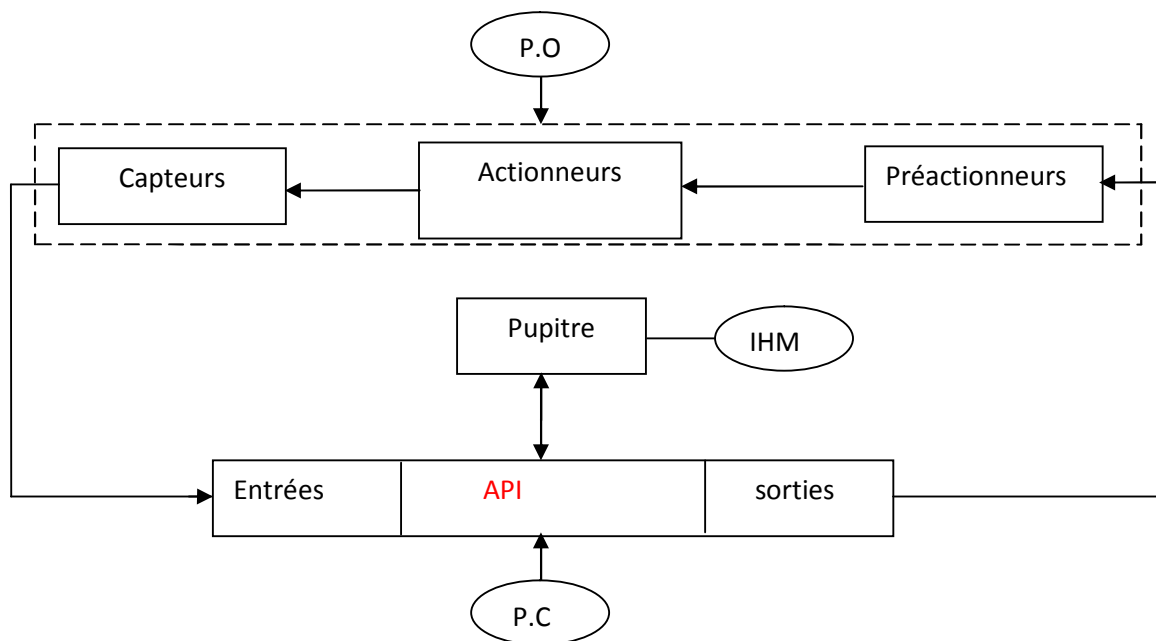


Figure III.1 : Structure de la liaison Automate et ses périphériques.

a. Protocole conçue pour le choix d'un API:

La structure interne d'un API est constitué principalement de trois partie le processeur (CPU), la zone mémoire et les interfaces Entrées/Sorties. Ce qui lui représente l'inconvénient de la non extensibilité ainsi il est capable de dialoguer avec d'autres systèmes, et sa modularité aussi nous nous rend la possibilité d'ajouter des modules

d'entrées sorties.et sa grande aptitudes de gérer des périphériques évolués, grâce a son PC/PG de programmation ou de communication.

b. Le choix du S7-300 :

Suivant le cahier des charges établies pour notre installation et vue le nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton poussoir, etc....) ; et de sorties (actionneurs : pompes, Vannes, etc.....), puis leurs correspondances (numériques, analogiques, logiques, etc....) alors il faut pencher à un API performant intégrant plus de modules d'entrées / sorties.

Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité ainsi qu'à l'avis pris par l'unité d'Algérienne des eaux(ADE) de travailler avec SIEMENS.

c. Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC , son concept modulaire est fait partie des techniques professionnelles des API telle que ces différent modules CPU, zone mémoire et cartes E/S, le S7-300 c'est pour qu'il devient capable de répondre à toutes les exigences de l'automatisation.

On peut distinguer sa composition suivant cette figure ;

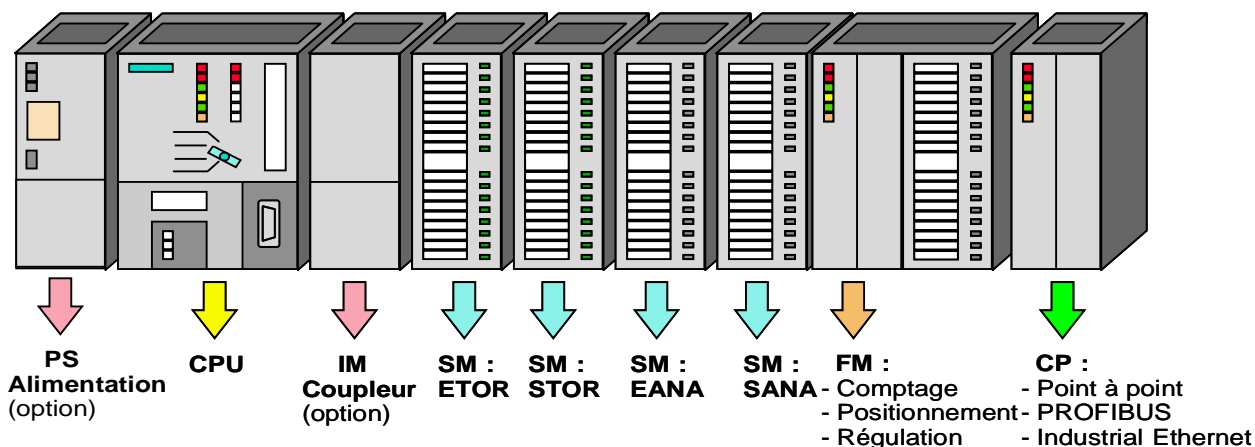


Figure III.2 : Structure d'un API S7-300.

4.2. Les modules constitutionnels S7-300:

a. Module d'alimentation (PS)

S7-300 travaille avec une tension de 24 vcc, dont le module d'alimentation l'offre et l'assure en convertissant la tension secteur 380/220 vcc en 24 vcc.

Pour contrôler cette tension une led qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met a clignoté.

b. Unité centrale (CPU)

CPU (Central, Processing , Unit) est le cerveau de l'automate, il est chargé de toutes les opérations telle que transmise par le programme utilisateur et lit les état des signaux d'entrées, et à travers passe à la commande des sorties ainsi ce programme est incluse dans la CPU depuis une console de programmation ou depuis une cartouche de mémoire.

c. Modules périphériques (Les signaux SM)

c.1. Modules SM pour Entrées/Sortie TOR

Les modules Entrées/Sorties TOR sont des interfaces qui permettent a l'automate de raccorder des signaux TOR à l'automate S7-300, projeter par des capteurs et actionneurs TOR les plus divers.

c.2 Modules analogique

Ces modules sont spécifiques pour raccorder des capteurs et actionneurs à l'automate de type analogique.

d .Module de simulation

Ils sont des modules très indispensables car ils permettent à l'utilisateur et l'automaticien de tester sont programme lors de la mise en marche de l'installation configurer du processus.

d. Châssis d'extension (UR)

Les châssis d'extensions sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.

f. Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)

C'est l'endroit principale où se produit la saisie le traitement et l'archivage des données machines et celles de processus ainsi que la suppression du programme.

4.3. Programmation avec le SIMATIC STEP7 :

4.3.1. Le logiciel STEP 7 :

4.3.1.a. Définition :

Le STEP 7 est un logiciel de base pour la configuration et la conception des différents programmes et les divers systèmes d'automatisation SIMATIC existant en plusieurs versions.

Suivant son apparition ce produit existe en plusieurs versions tel que STEP7 –micro Win/Win32 pour les applications SIMATIC S7-200, SIMATIC Manager pour les applications S7-300, S7-400.

Sous STEP7 on peut programmer notre processus sous trois modes différents ;

- Logigramme LOG
- List d'instruction LIST
- Schéma à Contacte CONT

4.3.1.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 définie de modules comme dans l'état réel.

Dans notre configuration on a établie pour un choix d'une alimentation (PS 307 2A) une CPU 312, un module d'entrées logiques, et un module de sorties analogiques et un autre module de sortie logique.

Ce choix est justifié par rapport au nombre d'entrées / sorties que possède la station de dessalement comme installation à contribuer avec le nouveau système SIEMENS.

Soit 160 Entrées/Sorties environs ainsi que leurs natures :

- Les sorties analogiques pour ceux qui est régulateur
- Entrées logique pour ceux qui est capteur de pression, bouton poussoir, etc..
- Sorties logique pour tous ceux qui est pompes, voyants, etc...

La figure suivante illustre notre configuration telle que choisie ;

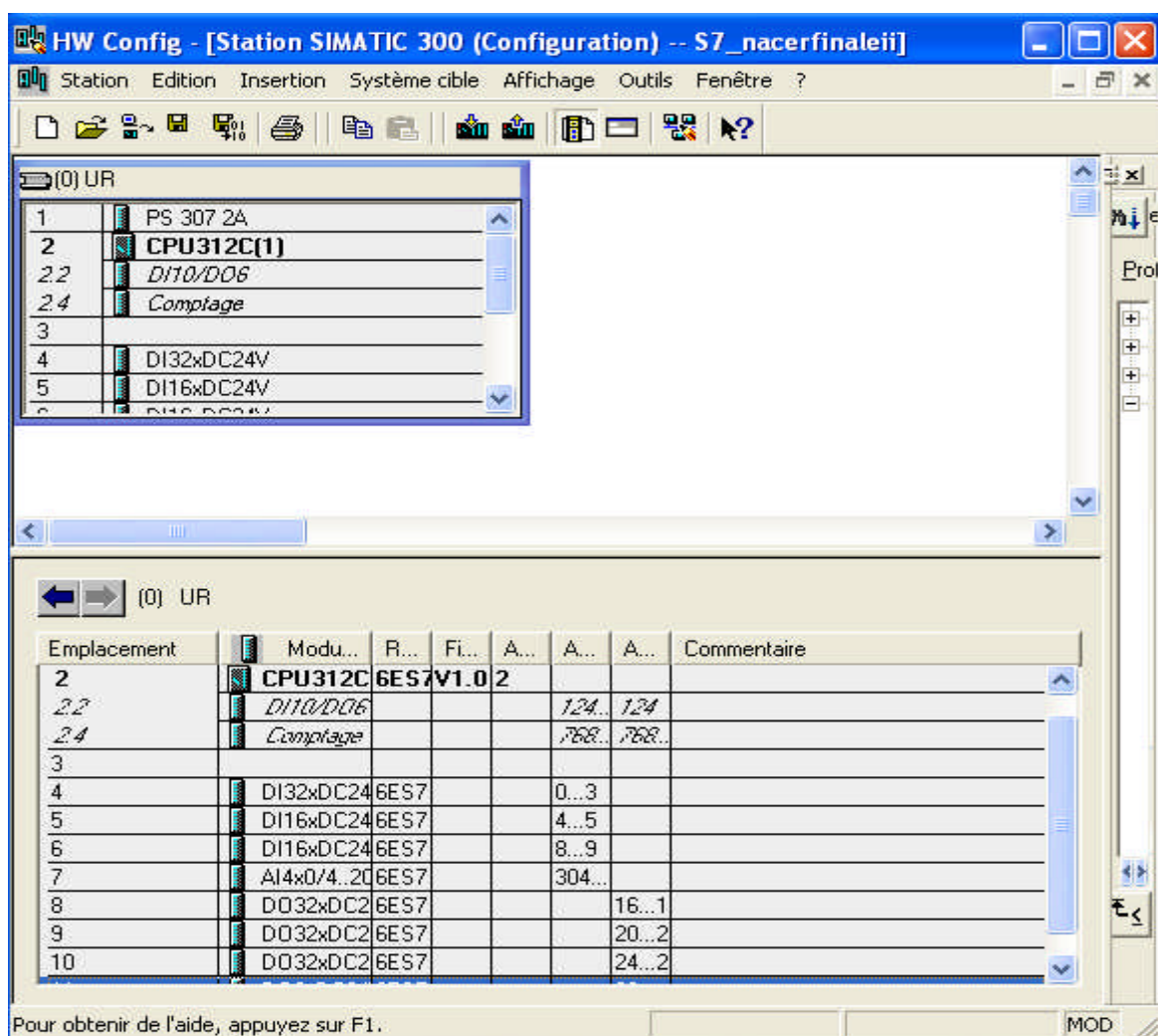


Fig. III-3 Configuration matériels.

4.3.3. Structure de notre programme

4.3.3. a. Type de programmation utilisé

Dans notre console de programmation on a procédé pour une programmation de type structurée complexe qui consiste en la subdivision du programme en plusieurs dérivés de parties, qui correspond aux fonctions (FC), et bloc fonctionnel (FB) du processus d'automatisation qui sont utiles d'une manière répétitive en lui faisant appel dans le bloc organisationnel (OB).

Cette modeste stratégie est parmi les solutions qui nous facilite et simplifie notre programme, -IE- clair et facile à modifier et de plus pour acquisition des solutions de la supervision sous Win cc.

En revanche la procédure de programmation linéaire n'offre pas ces avantages.

4.3.3. b Blocs utilisés dans notre programme

➤ Bloc d'organisation de traitement de programme cyclique OB1

Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur du point de vue qu'il est l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, dont on retrouve nos structures programmées en faisant des appels correspondant aux blocs fonctionnels FB aux fonctions FC et d'autres types de structure suivant l'ordre de priorité.

➤ Les fonctions (FC)

Un bloc fonctionnel (FC) est un bloc de code sans mémoire dont les paramètres de sortie comporte les valeurs calculés en fin d'exécution, alors il est tenable à l'utilisateur de prendre en charge la sauvegarde et le traitement de ces résultats, lorsqu'il programme l'appel de la fonction.

Dans notre programme on a intégré la régulation de pression dans des endroits très précis de type proportionnel intégrale et dérivé (**PID**), mais celle-ci est bien exécutée pas le régulateur de fréquence concernant le point de régulation soit :

- Régulation de la pression à l'entrée des filtres à sable , et c'est la dis que le transmetteur de pression (PT1) affiche une valeur très légèrement supérieure à 5 bars(PT1_Max) le variateur de fréquence des pompes agit sur la troisième

pompe apport on variant sa fréquence tel sorte à régler la pression à des valeurs inférieure à 5 bar.

- Régulation de la pression à l'entrée des membranes, avec la même manière utilisée dans le premier régulateur, et cet la dis que le transmetteur de pression affiche (PT5_Max), le variateur de fréquence des pompes à haute pression agit sur la fréquence de la troisième pompe à haute pression ; pour avoir un débit inférieur à 70 bar.

En revanche on peut configurer et programmer la même solution avec step7, et cela on utilisant le régulateur PID, toute en faisant une étude pour avoir les commodités nécessaires pour compléter les entrées et les sorties du régulateur (temps de réponse, constante d'intégration, constante de dérivation, le gain, etc....) telle qu'elles sont dans notre système.

Le bloc fonctionnel de régulation est autodidacte pour une régulation esthétiquement logicielle à savoir qu'il possède toutes les commodités nécessaires à utilisés dans la régulation soit les fonctions, le système travaille en permanence avec le bloc de données d'instance ou il fait appel aux données nécessaire au calcul cyclique.

Les blocs FB de régulation PID contiennent des blocs pour régulation continue « CONT-C » les blocs pour régulation pas à pas « CONT-S », ainsi que le bloc pour la modulation à largeur d'impulsion « PULSIGEN ».

On trouve aussi d'autres blocs telle que :

➤ **Les blocs de données (DB)**

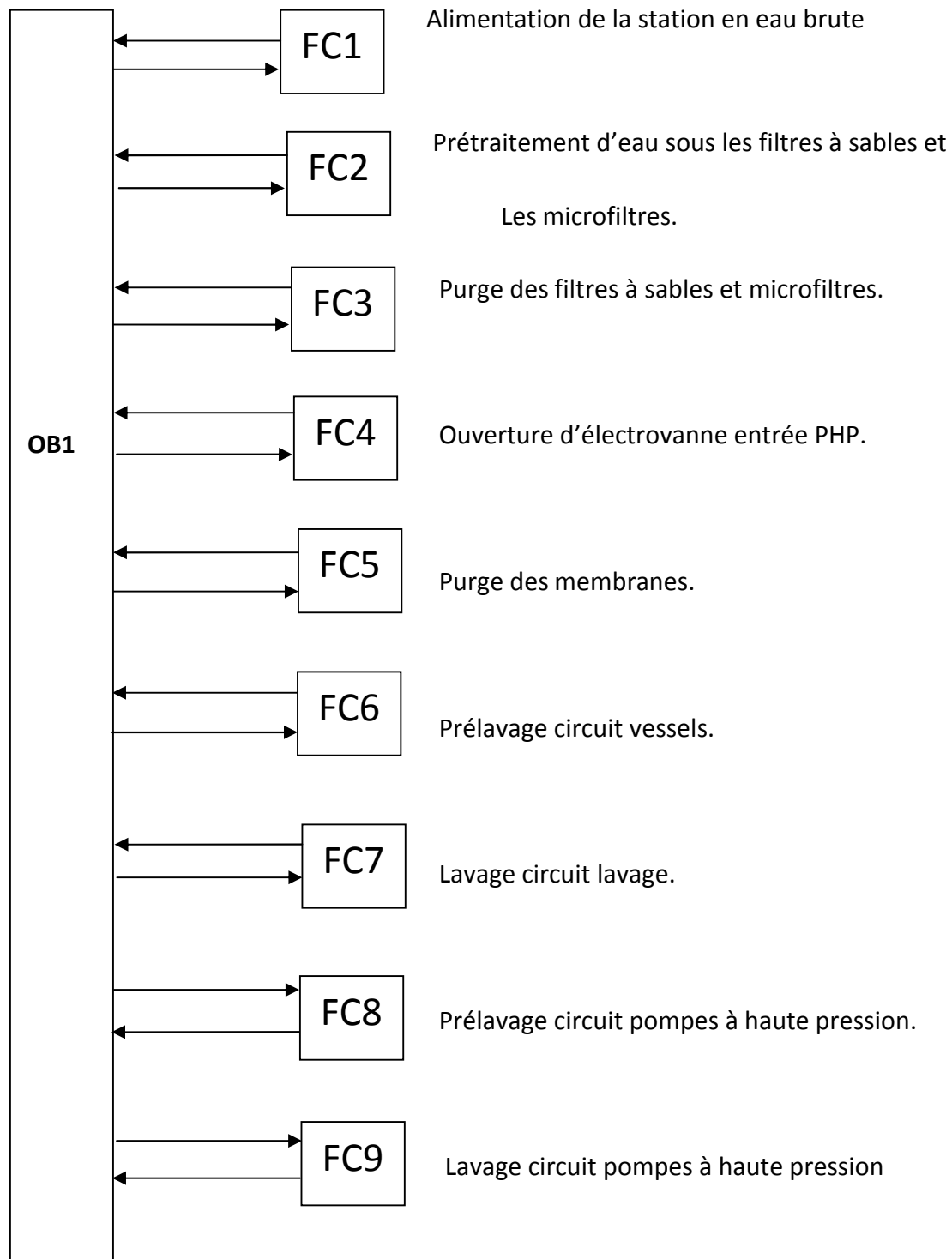
Les blocs de données sont destinés à stocker les données du programme utilisateur, on distingue deux types distincts de blocs de données, à savoir :

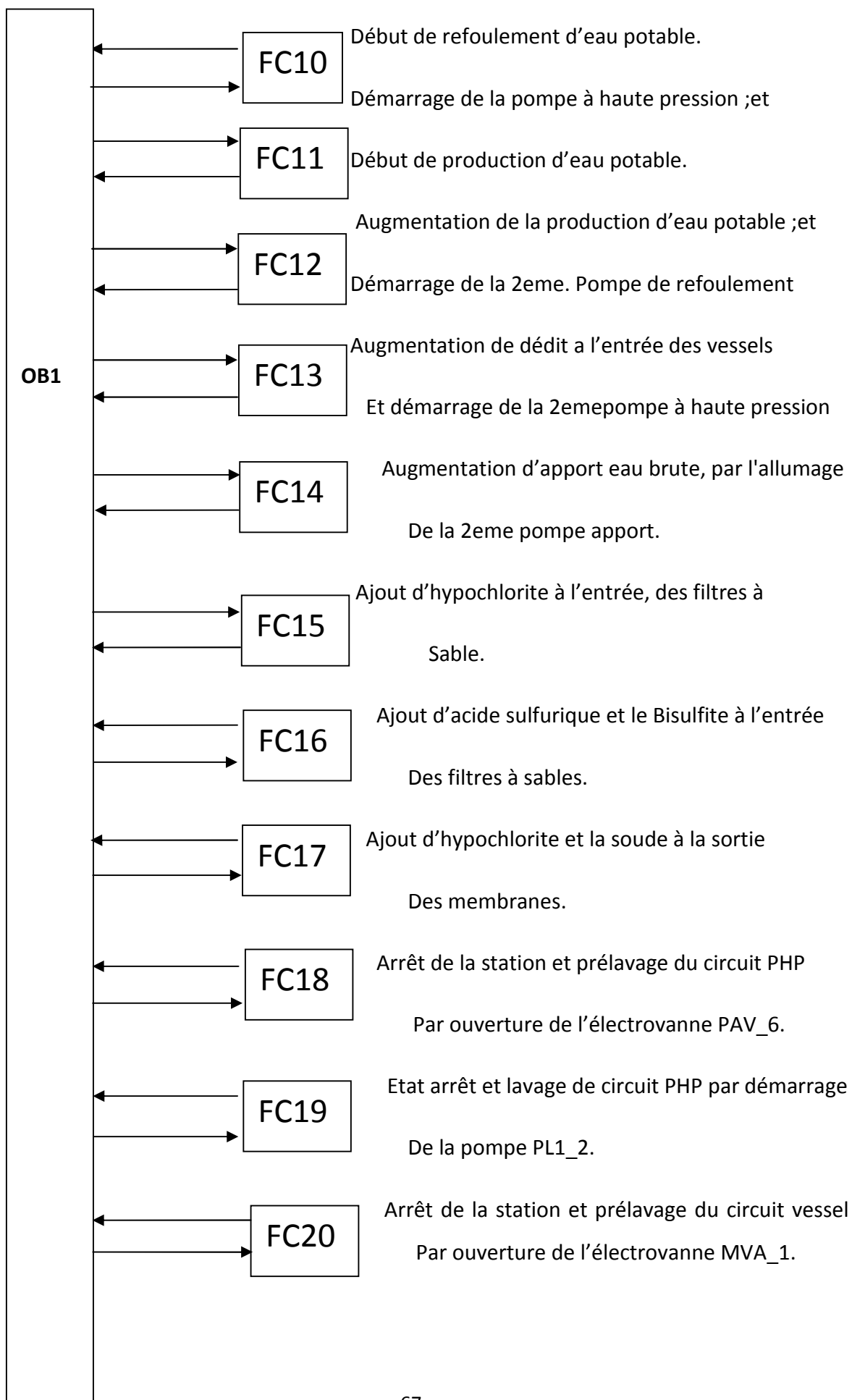
- **Les blocs de données globaux** : ils ne sont pas affectés à un bloc précis.
- **Les blocs de données d'instance** : ils sont affectés à un bloc fonctionnel.

➤ **Bloc fonctionnels (FB)**

Un bloc fonctionnel est un bloc avec mémoire. Equipé d'un bloc de données d'instance lui sert de mémoire dont lequel les différents données statiques et les paramètres effectifs de ce bloc sont stockés.

Notre structure hiérarchique des blocs de modèle de conduite de l'unité de dessalement est illustré par la figure suivante :





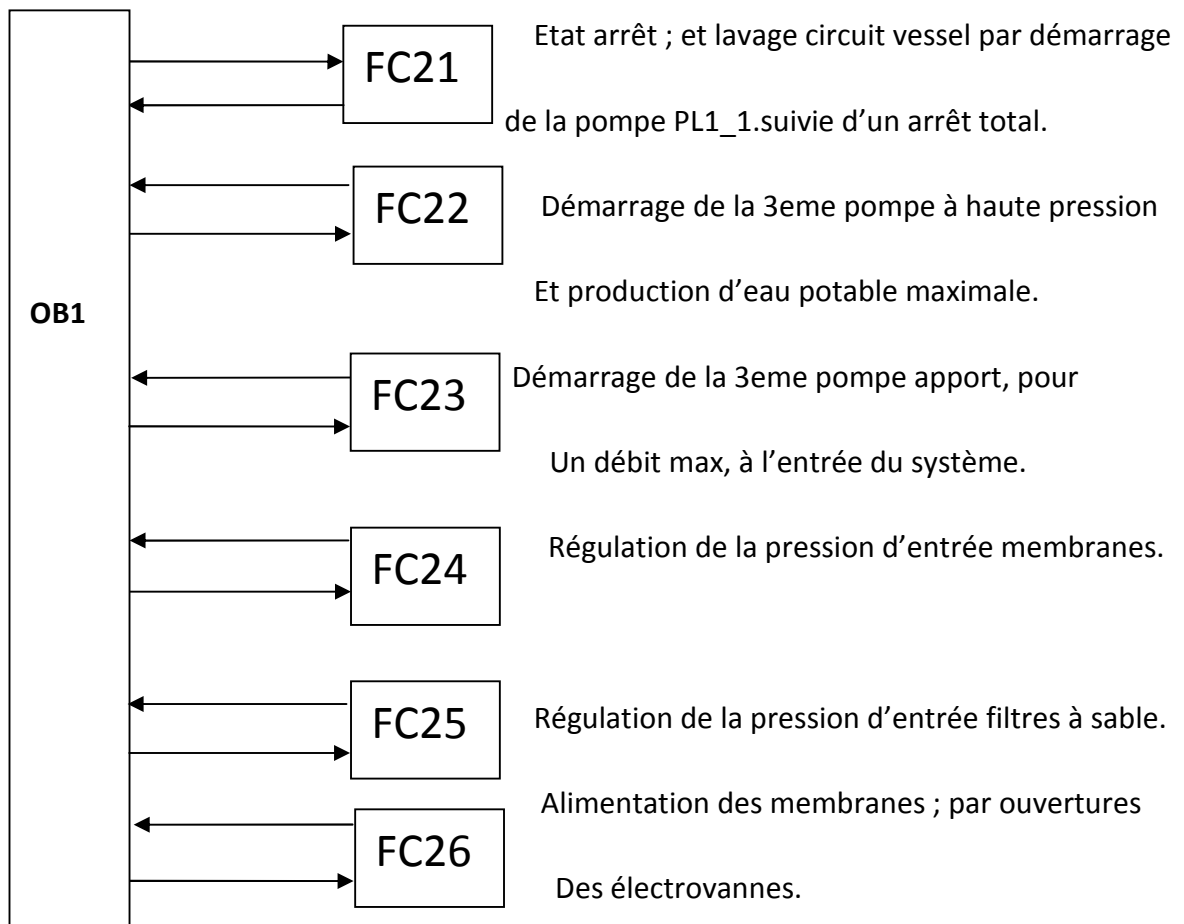


Figure III.4 : Arborescence du programme.

La figure suivante représente la structure de notre programme de la station de dessalement d'eau de mer.

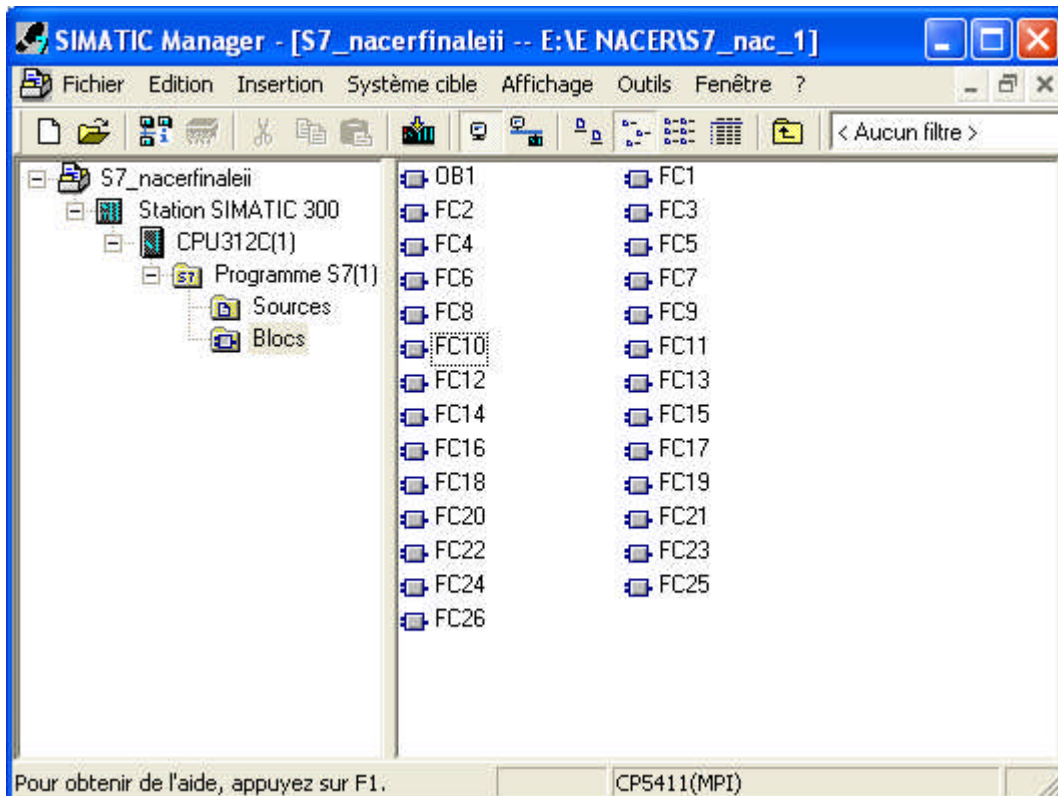


Figure III.5 : Structure du programme de l'unité de dessalement.

4.4. Exemple d'une partie de notre programme :

4.4.1. La fonction FC1 :

Dans cet exemple nous allons expliquer le déroulement du programme concernant l'ouverture des électrovannes entrée filtres à sable pour avoir en sortie démarrage de la première pompe apport suivie d'ouverture de la vanne purge des microfiltres et les filtres à sables.

La réalisation de cette étape est directement annoncer au démarrage de la station par l'appui sur le bouton de démarrage.

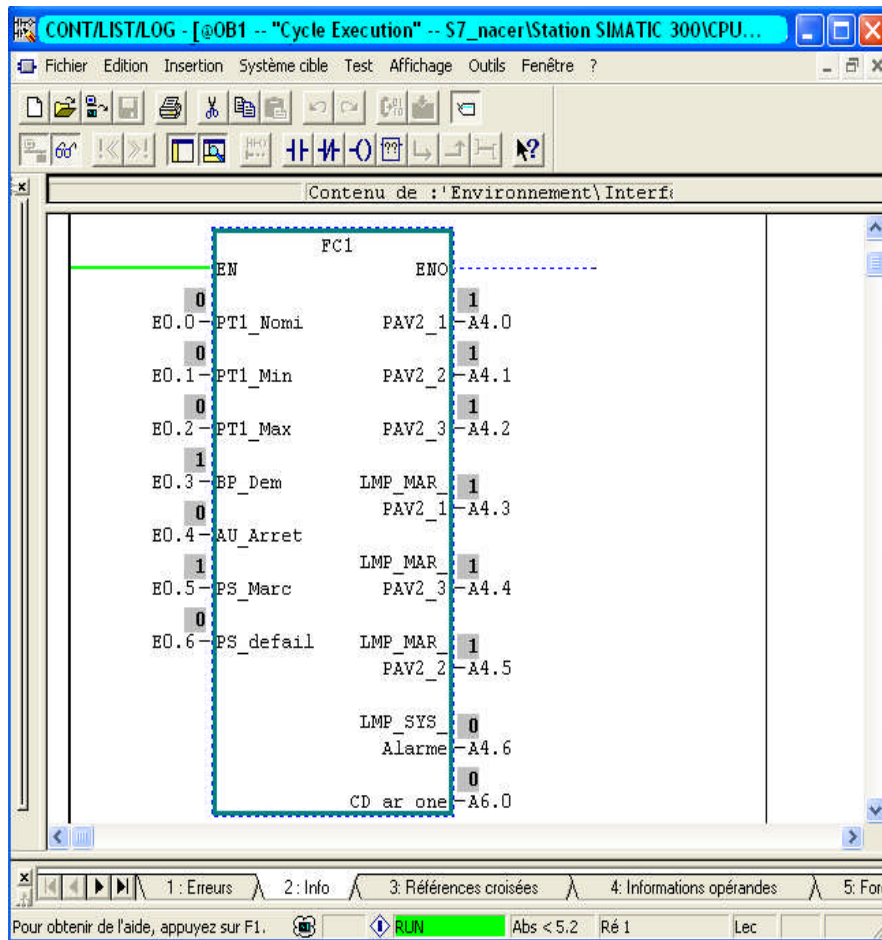


Figure III.6 : Le bloc FC1 (appel dans OB1

Temporisation de la fonction FC1 et démarrage de la pompe apport

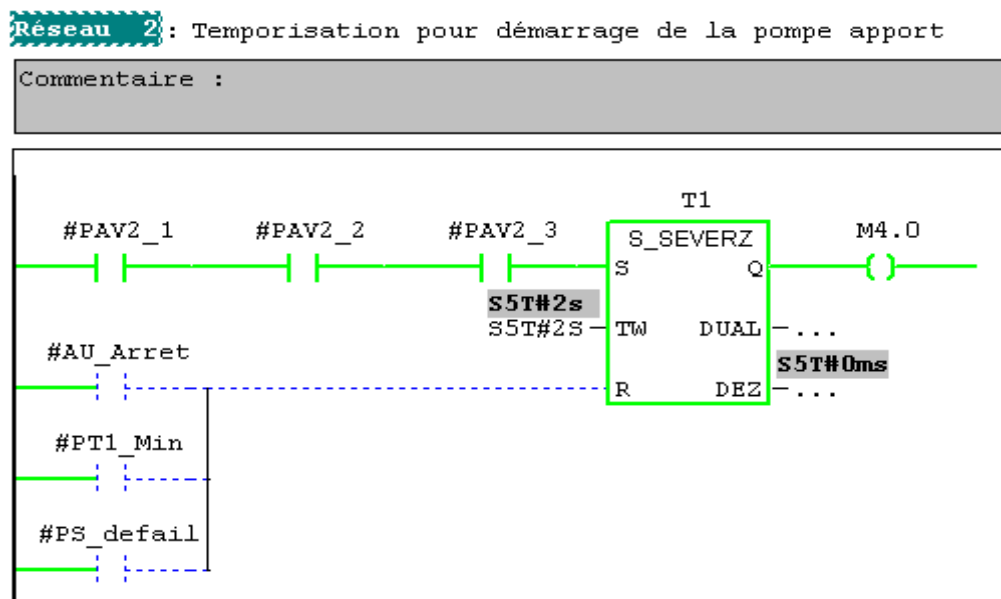


Figure III.7 : Temporisation de la fonction FC1

Simulation de la FC2 (démarrage de la 1^{ère} pompe apport)

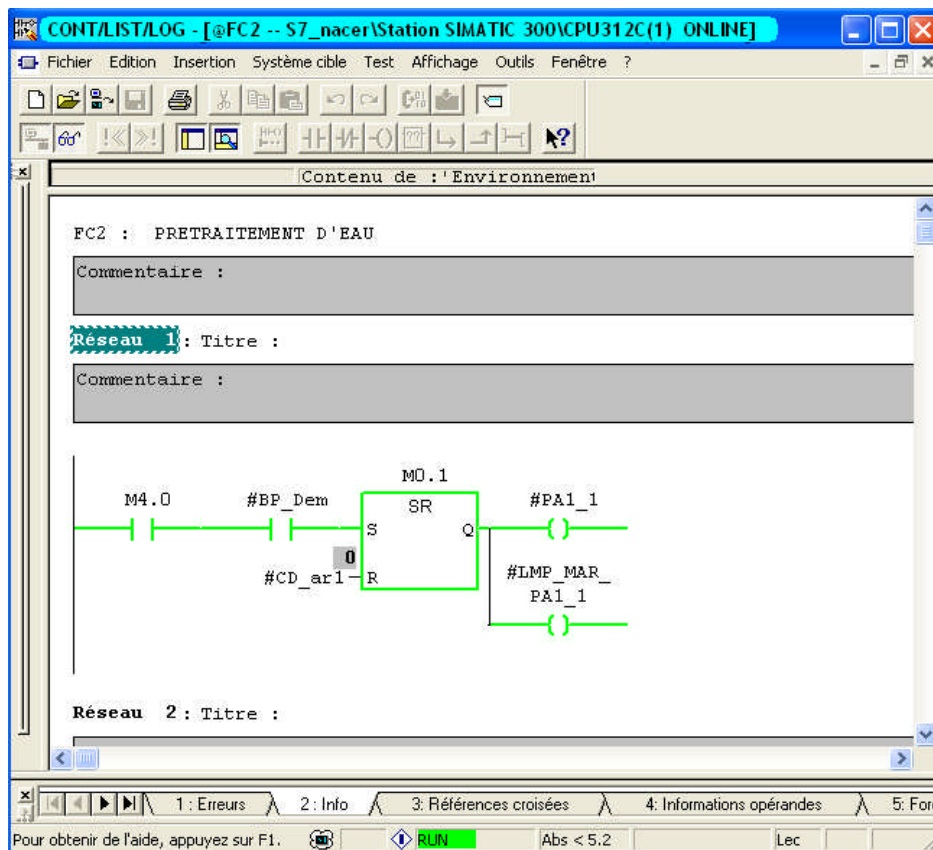


Figure III.8 : démarrage de la 1^{ère} pompe apport

Lavage de circuit vessels :

Cette opération de lavage est faite à chaque démarrage de la station cela avant la production d'eau et vient juste après la purge de circuit de vessels et ça dure pendant une minute cela pour la protection et le l'hygiène.

FC7 : LAVAGE CIRCUIT VESSELS

Commentaire :

Réseau 1: Titre :

Commentaire :

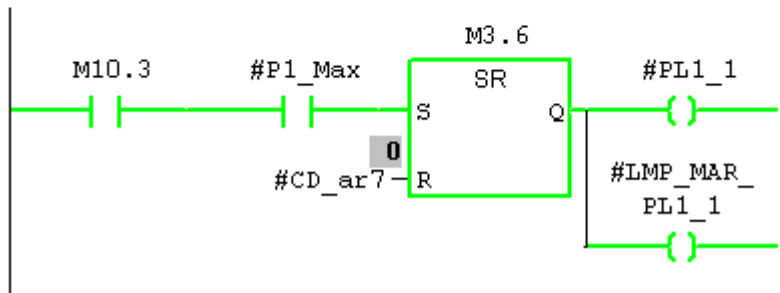


Figure III.9 : La fonction FC7

Le lavage est temporisé à une minute puis fin de lavage :

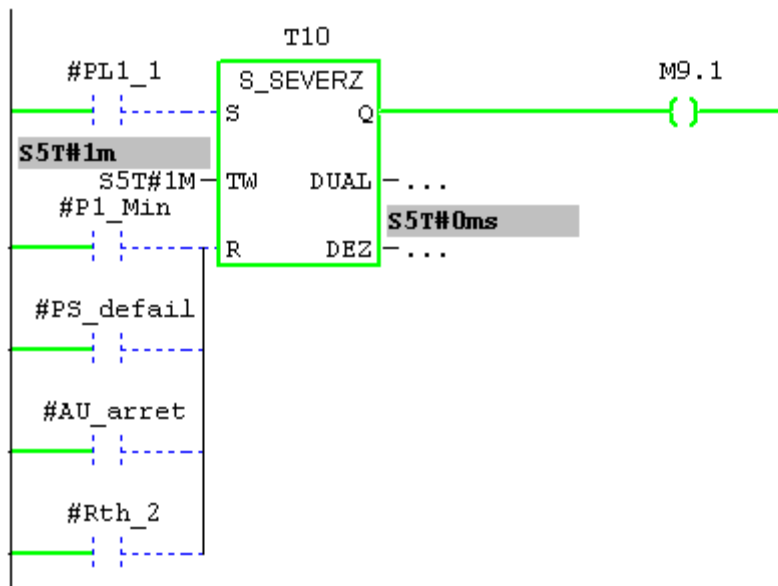


Figure III. 10 : Temporisation de la fonction FC7

Exécution et arrêt de l'opération de lavage :

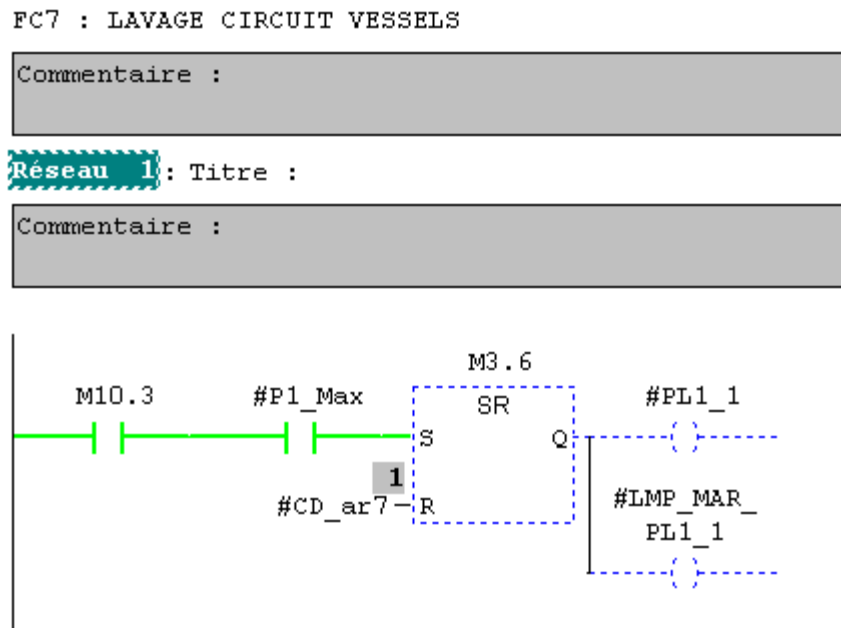


Figure III.11 : Fin de lavage

Exemple de simulateur S7-PLSIM de la partie lavage de circuit vessels :

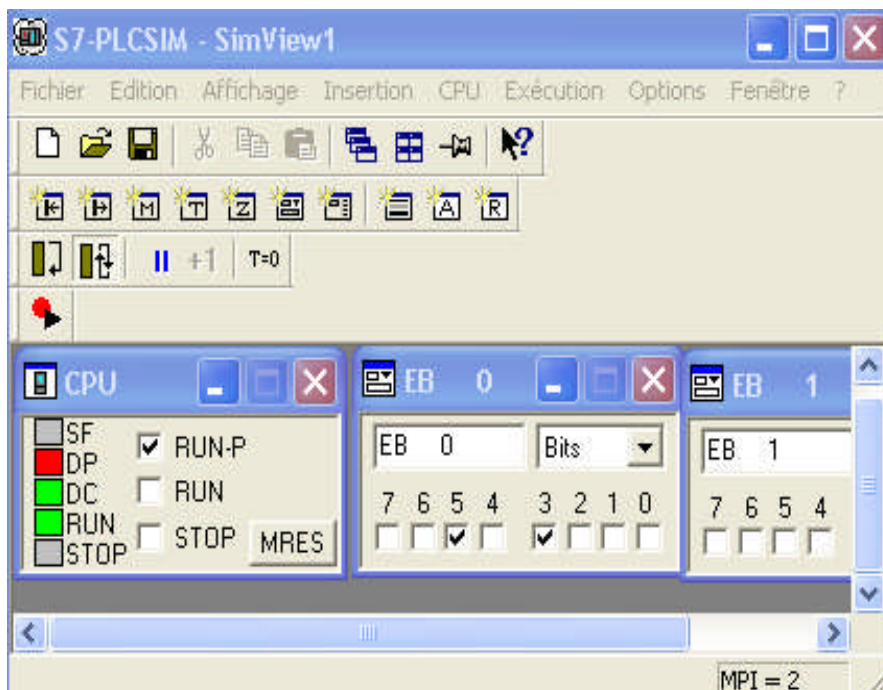


Figure III.12 : Simulateur S7-PLSIM de la partie lavage

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons adopté pour le pilotage de notre station et apporté des solutions pour la bonne exécution du système sous l'automate programmable industriel (API) ainsi on a conçu pour présenter une vue d'ensemble de ce dernier ; avec son logiciel de programmation SIMATIC S7.

Notre programme de conduite que nous avons développé a été réalisé et validé grâce au logiciel de simulation des modules physique et test de l'automate S7-300.

Alors avec cette procédure on a réussi de réaliser et corriger les commodités dans tous nos programmes développés a pris en charge.

Notre travail ne termine pas à donner uniquement la solution programmable mais dans souci de développement de la solution de supervision ce qui nous a amené pour

Programmation structurelles à fin que l'opérateur ait toutes les informations nécessaire pour une bonne prise de décision.

CHAPITRE IV

Développement de la solution de supervision

1- Introduction

2- Constitution d'un système de supervision

3- Apport de la supervision

4- Le logiciel de supervision WinCC

5- Conclusion

Introduction :

La supervision d'un système automatique est généralement le dernier maillon de la chaîne, cet élément est pourtant souvent l'unique indicateur de l'activité du bon fonctionnement du système.

D'autre part, il est nécessaire de disposer d'information pertinente pendant les différents moments critiques à être défaillants. Un ensemble de processus automatiques doit être déclenché afin de restituer le service, ainsi l'émission des messages d'alertes vers l'autorité de gestion de la conservation du contrôle sur les équipements sont des points fondamentaux de la supervision.

La supervision est l'ensemble des outils et méthodes qui permettent de conduire des installations industrielles tant en fonctionnement normal qu'en présence de défaillances. Elle est l'outil de référence de l'opérateur de conduite mais peut également interagir directement avec le système de contrôle-commande.

La supervision d'un système inclut des fonctions de collecte et de visualisation d'informations de surveillance de diagnostic, et d'aide à la prise de décision pour l'accommodation, la reconfiguration ou la maintenance.

La conception des outils de supervision peut s'appuyer sur trois sources d'informations :

- L'expertise humaine du concepteur et/ou de l'exploitant
- Les modèles structurels ; fonctionnels ou analytiques du procédé
- Les données issues des historiques sur le procédé ou un procédé similaire (enregistrement de variables en cours de fonctionnement ou d'essais, journaux de suivi de fabrication ou de maintenance).

1. Architecture d'un système de supervision :

En terme constitutionnel la plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel) ; auquel se rattachent des données provenant des équipements (API).

La supervision nous permet l'obtention d'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

2. a . Le module de visualisation :

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanés.

2. b. le module d'archivage :

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

2. c. le module de traitement :

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous forme prédéfinie.

2.d .le module de communication :

Assure l'acquisition et le transfert des données et gère la communication envers les API et les autres périphériques.

3. Apport et intérêt de la supervision :

Son impact est beaucoup considérable dans le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises.

a .Apport pour le personnel :

En effet la présence de la supervision dans n'importe quel système réduit tellement la problématique du système soit pour le comprendre ou à manipuler, car elle rend le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et l'améliore.

On explorant le contenu chargé dans la supervision on constate facilement le fonctionnement du procédé ainsi d'effectuer des tâches comme vérification des paramètres, inspection de l'installation etc.

En présence de situations exceptionnelles (incendie, situation à risque, danger...) les actions à entreprendre et bien d'écrites, dans ce cas le système de supervision sert

d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et d'aide à remédier et prendre les décisions.

b. Apport pour l'entreprise :

Son effet envers l'entreprise est très considérable, et ce la pour ;

- Réduction des coûts d'exécution du système en bonne et des formes en diminuant les pertes de production liées aux pannes.
- Respecter les délais chargés dans la production grâce à la maintenance et la bonne surveillance permanente du procédé.
- Contrôle de la qualité de production obtenue en tenant compte du maintien des équipements du système.

4. Le logiciel de supervision Win CC :

4.1. Définition :

Le Win CC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) ; il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran. Et c'est pour qu'on dit est un interface entre homme (l'opérateur) et machine (le processus).

Win CC assure et constitue la solution adaptée et supervise les procédés sur ordinateur, pour système monoposte et multiposte.

Il marche sous Microsoft Windows, compatible avec des solutions basées sur le Web ainsi la télécommunication à travers le net.

Il offre une variété de solutions de supervision en raison de fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.

Comme illustration on peut schématiser le déroulement de la supervision sous Win CC comme suite :

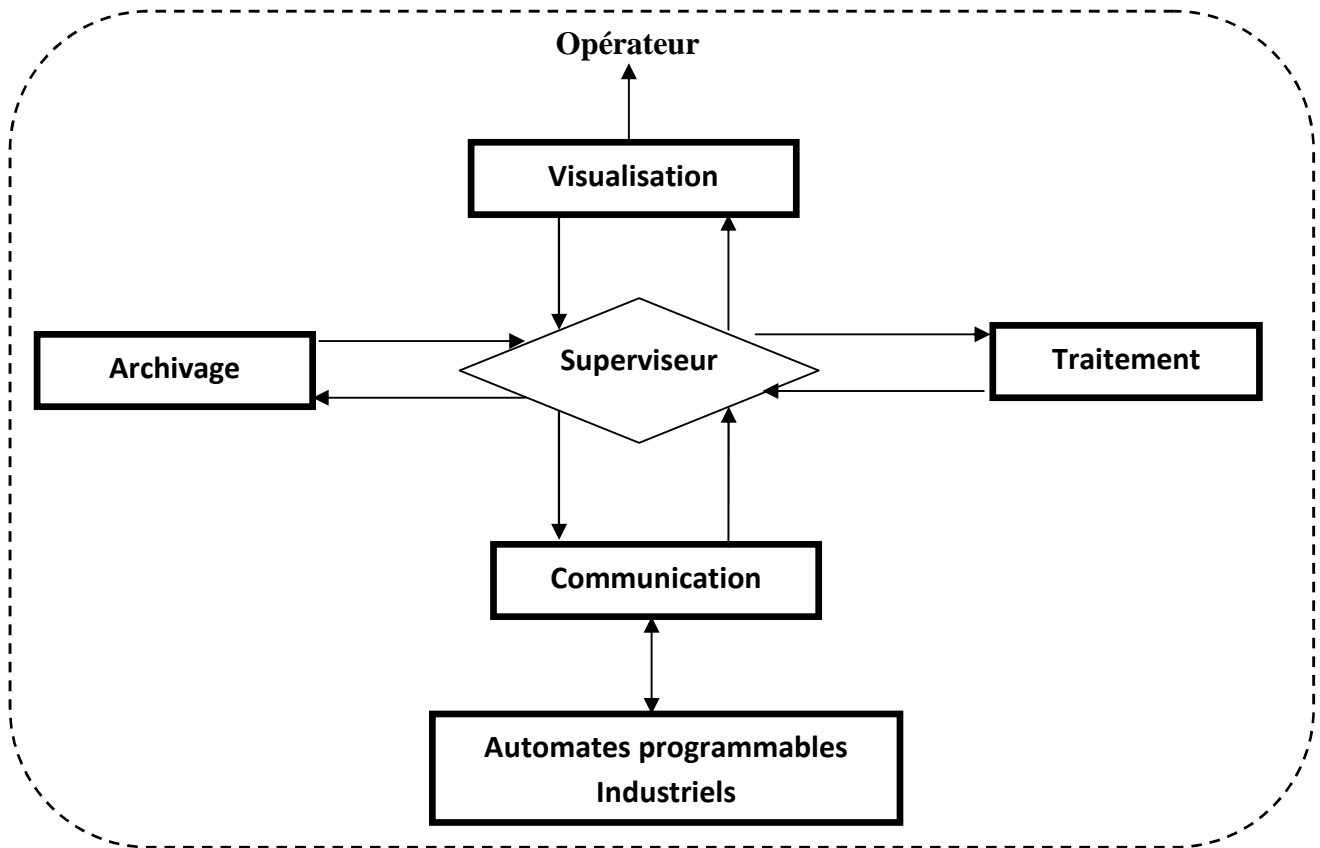


Figure IV.1 : Déroulement de la supervision

4.2. Application disponible sous Win CC

Il est équipé de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision, alors il bien constitué des éléments suivants :

2. a. Graphic designer

Il offre la possibilité de créer des vue de process , et de les configuré en leur affectant les variables correspondantes ; à cet effet il dispose d'une bibliothèque d'objet et permet de les créer selon le besoin il assure la fonction de visualisation grâce au graphics runtime.

2. b Tag logging

Il comprend les archives ; c'est-à-dire les valeurs de process à archivés et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

2. c Alarm logging

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs les fonctions nécessaires ; à la prise en charge des alarmes issue de procédé (traitement, visualisation, aquitement et archivage).

2. d Global script runtime

Il est constitué de deux éditeurs :

D'un éditeur C, et l'éditeur Visuel Basic (VBS), a l'aide en procède pour créer des actions et des fonctions qui ne sont pas prévus dans le WinCC.

2. e Report designer

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve aussi les modules de mise en page journal qu'on peut adapter en fonction de besoin.

2. f User Administrator

C'est la ou s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations, On y crée des nouveaux utilisateurs ; on leur attribue des mots de passe et on leurs affecte la liste des autorisations.

4.3. Liaison entre automate et Win CC :

Par système de communication on échange des données entre Win CC et S7-300 sous deux sorte de liaisons ; Profil bus et MPI et cette liaison s'appelle liaison physique.

Les données transmise peuvent servir à des fins très variées il s'agit :

- ❖ Du pilotage d'un process
- ❖ De l'acquisition de données du process
- ❖ D'alarmes signalant des états anormaux du process
- ❖ De l'archivage des données du process.

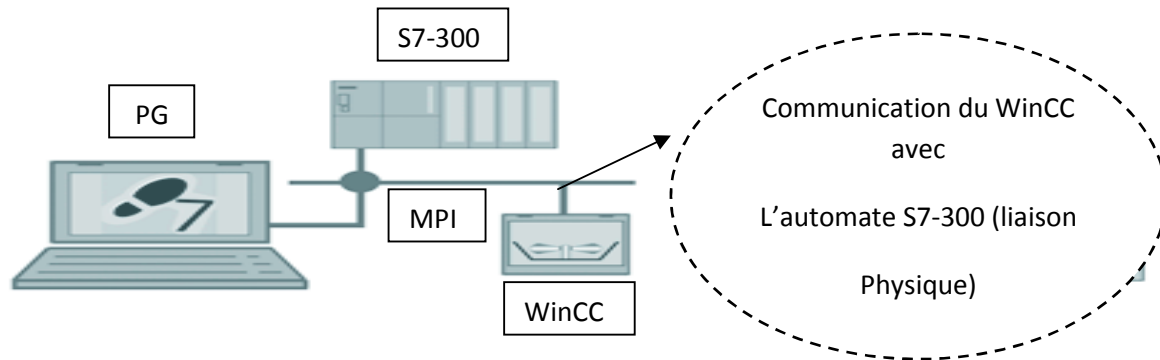


Figure IV-1 : Communication du WinCC avec l'automate S7-300

Une fois la liaison est établie en passe à la création des vues nécessaires qui débloquent la situation et le bon fonctionnement de notre station, alors on a construit sept vue qui contiennent des boutons de navigation à partir on peut sélectionner la vue à visualiser notamment :

- ❖ Vue d'accueil (Figure IV-)
- ❖ Système de dosage (Figure IV-)
- ❖ Apport d'eau (Figure IV-)
- ❖ Filtres d'eau (Figure IV-)
- ❖ Osmose (Figure IV-)
- ❖ Compresseur d'Air (Figure IV-)
- ❖ Sortie (Figure IV-)

Nous présentons la procédure suivie pour la réalisation de la supervision de la station.

Le projet mono poste affecté porte le nom « supervision_stat_dessal » tel que représenté :

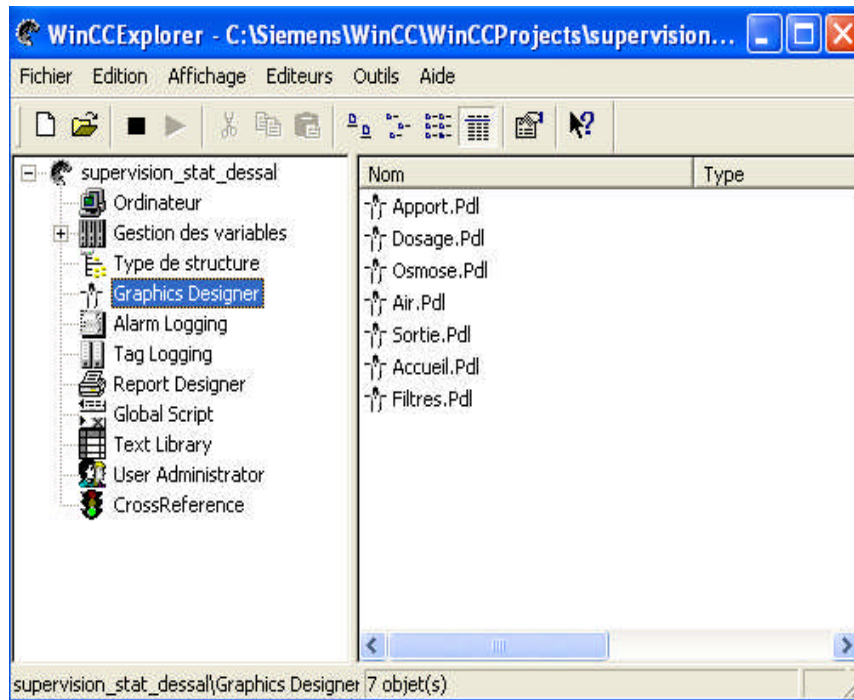


Figure IV.2 : Création du projet « supervision_stat_dessal »

Par suite nous on a procédé à la configuration du système de supervision pour assurer la liaison de communication entre l’API S7-300 et le WinCC ; par la sélection dans l’éditeur de variables le pilote « SIMATIC S7 protocol suite » et choisir la liaison « MPI ».

En représente les variables dans la partie des variables sur le WinCC tel que manipulées par le programme de l’API S7-300 pour pouvoir donner l’image à notre système, comme suite :

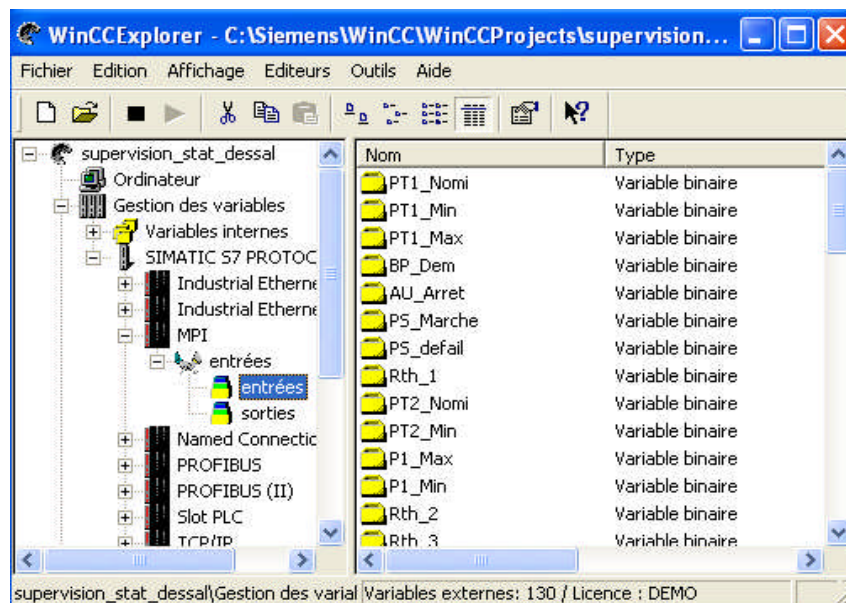


Figure IV.3 : Configuration des paramètres du processus de dessalement.

Dans cette étape on arrive à décidé ce qu'on veut réellement avoir comme page de supervision comprenant des détails bien définies et cela dans l'éditeur « Graphic designer », et ces outils se retrouve dans la palette d'objet et la bibliothèque interne de WinCC.

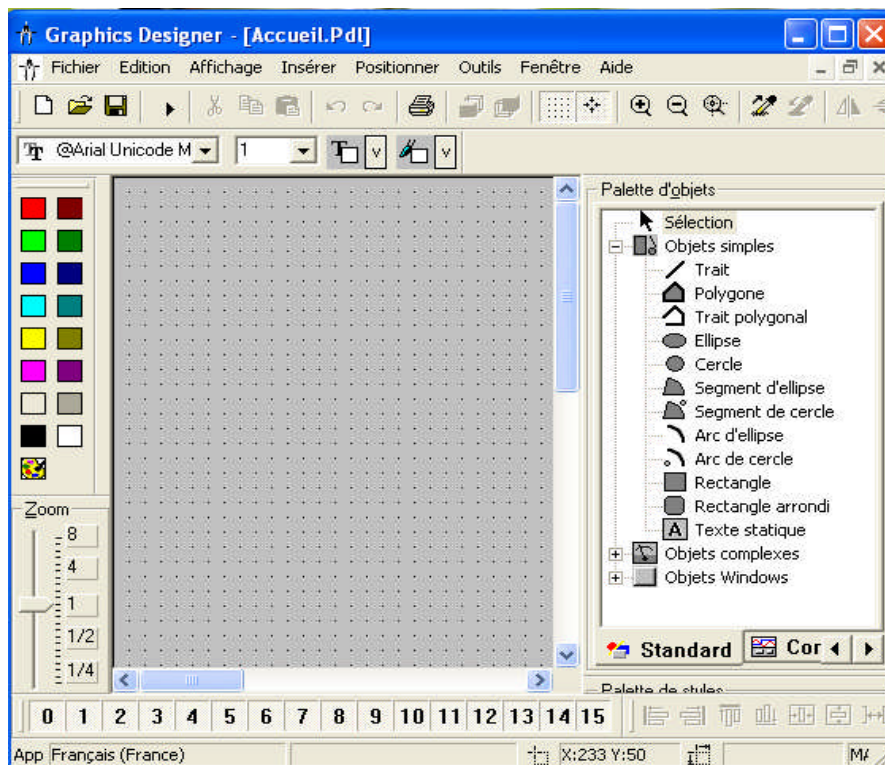


Figure IV.4 : Editeur des vues « Graphic designer »



Figure IV.5 : Vue d'Accueil.

En résumé dans ces étapes suivantes le reste des vues crie tel que motionner dans la page (80).

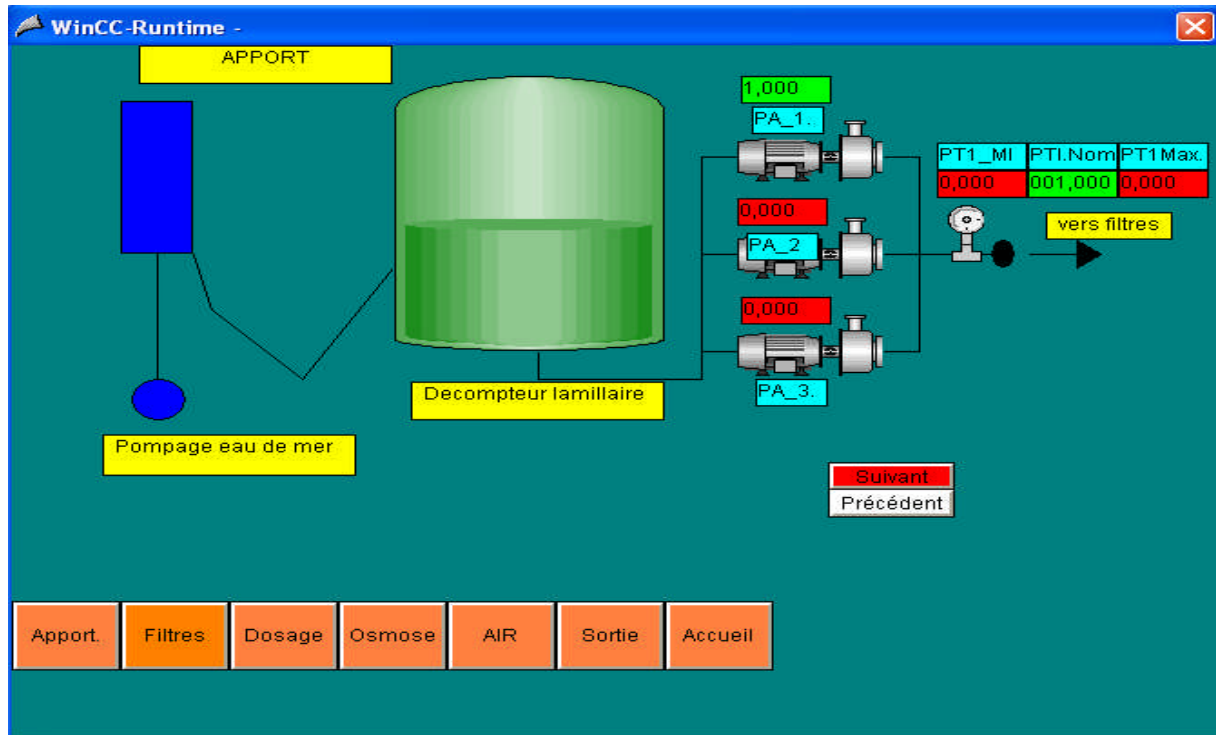


Figure IV.6 : Vue Apport d’eau brute.

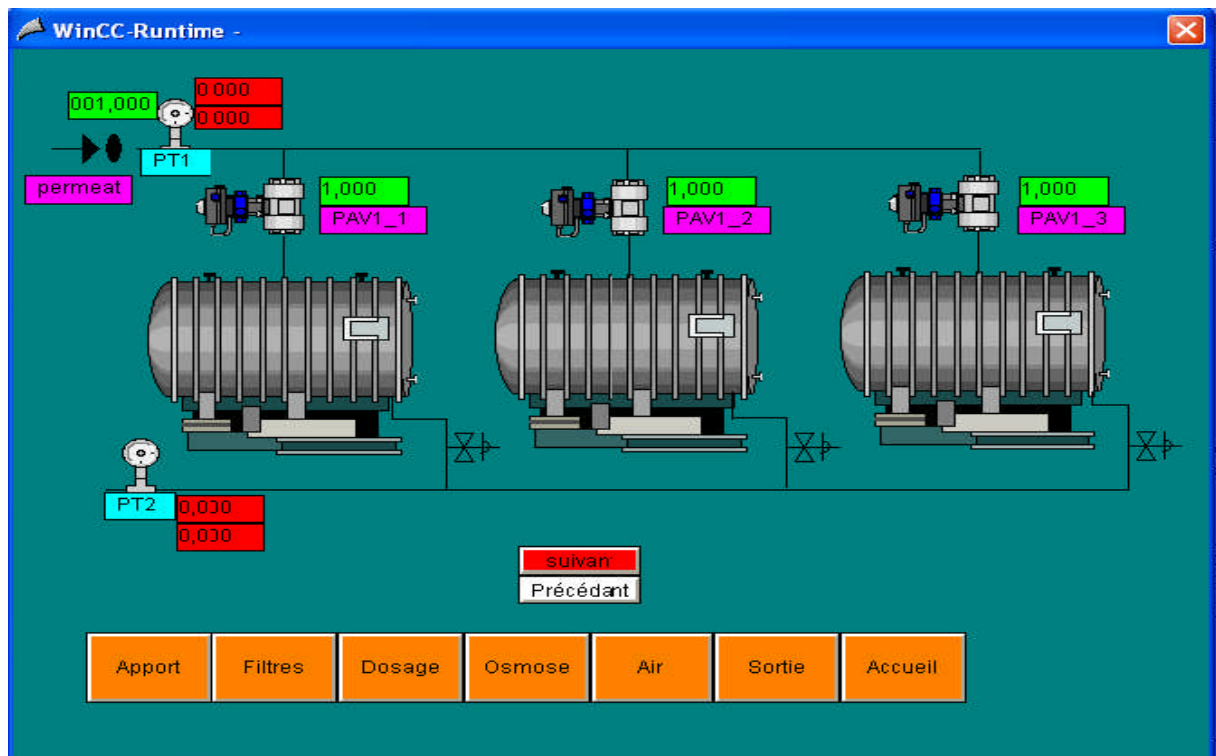


Figure IV.7 : Vue état à l’entrée des filtres à sable.

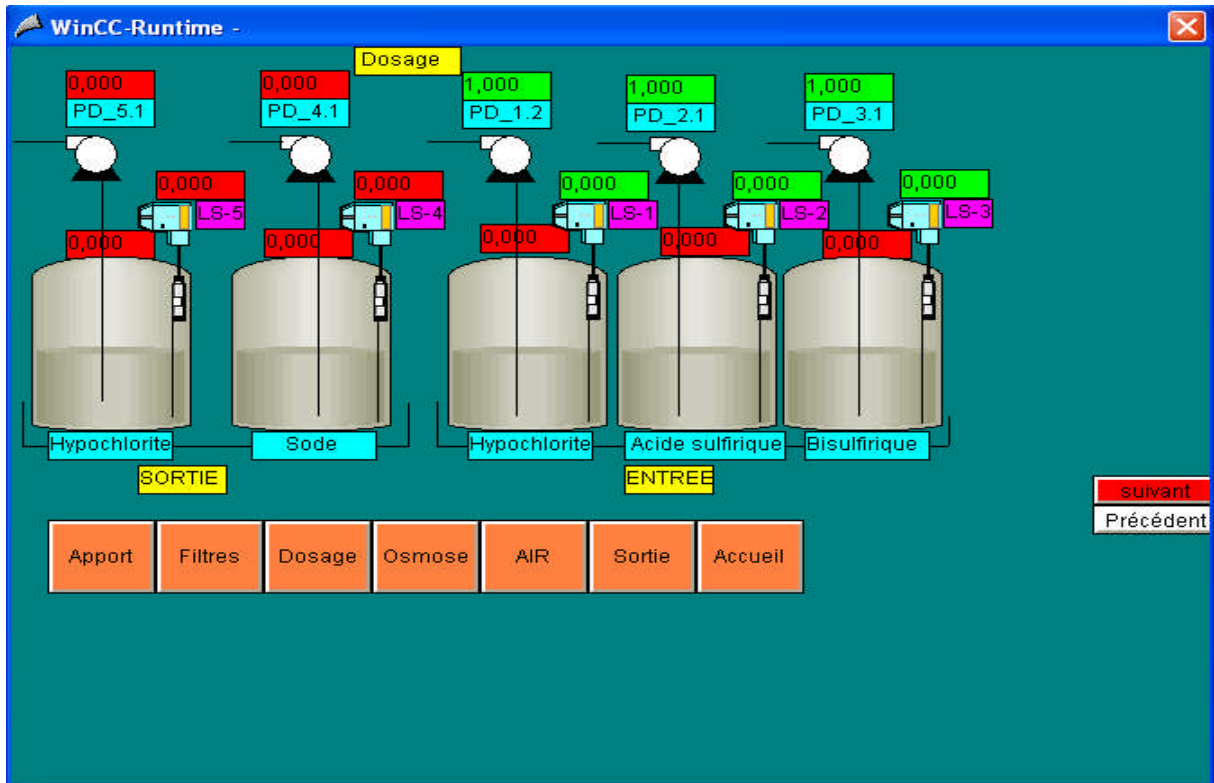


Figure IV.8 : Vue Système de dosage.

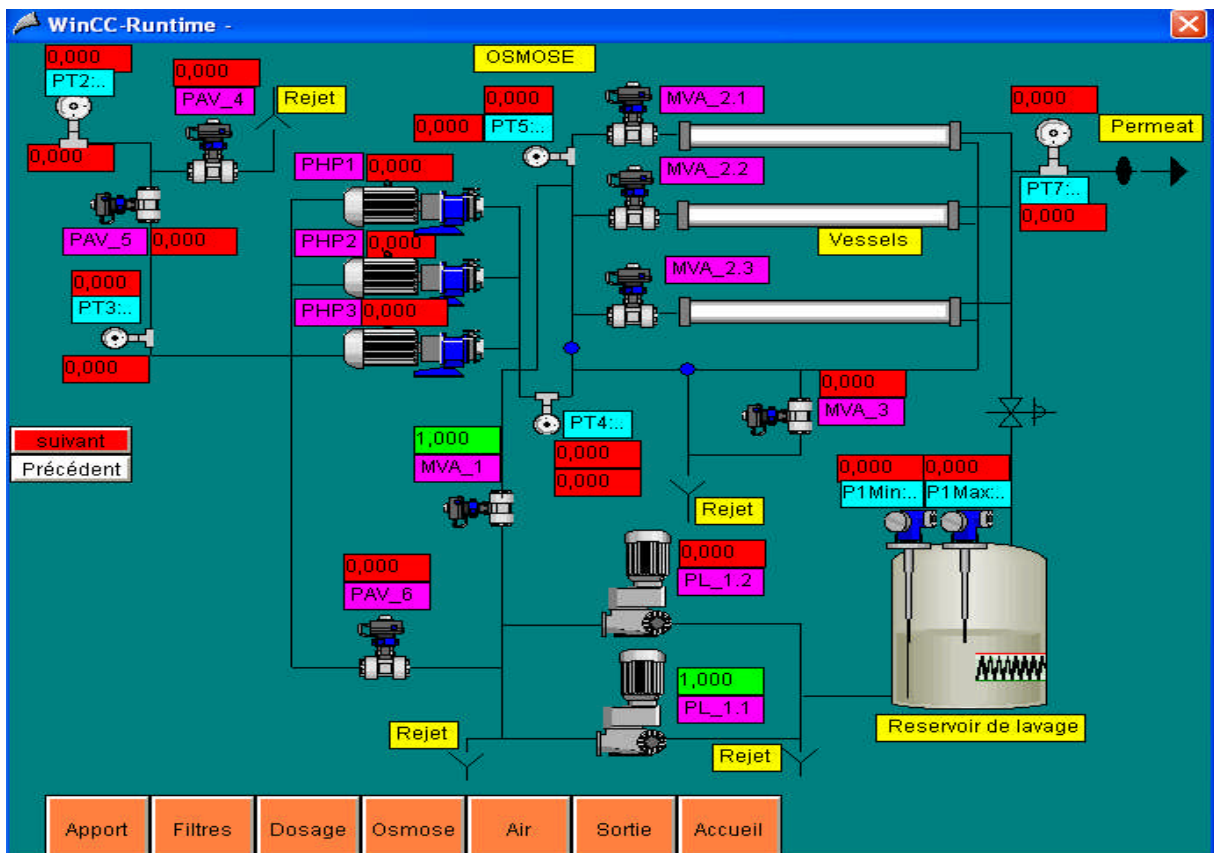


Figure IV.9 : Vue d'Osmose.

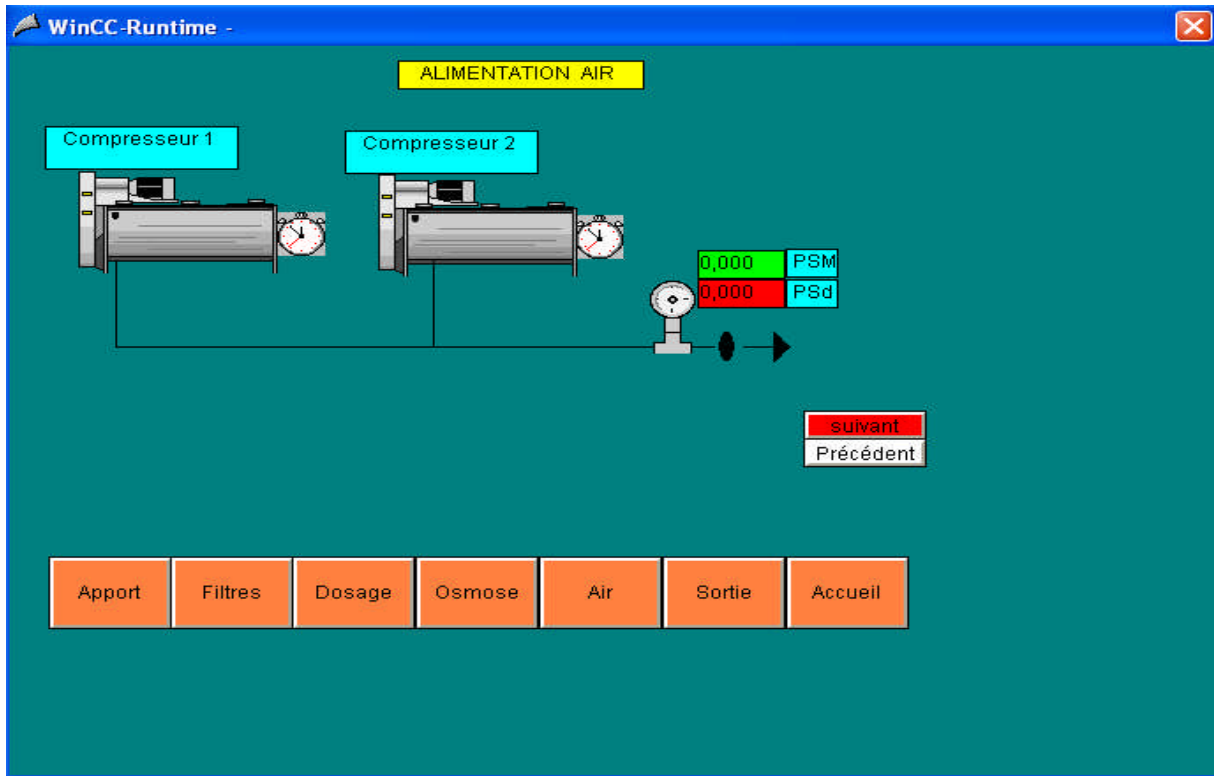


Figure IV.10 : Vue Compresseur d’Air.

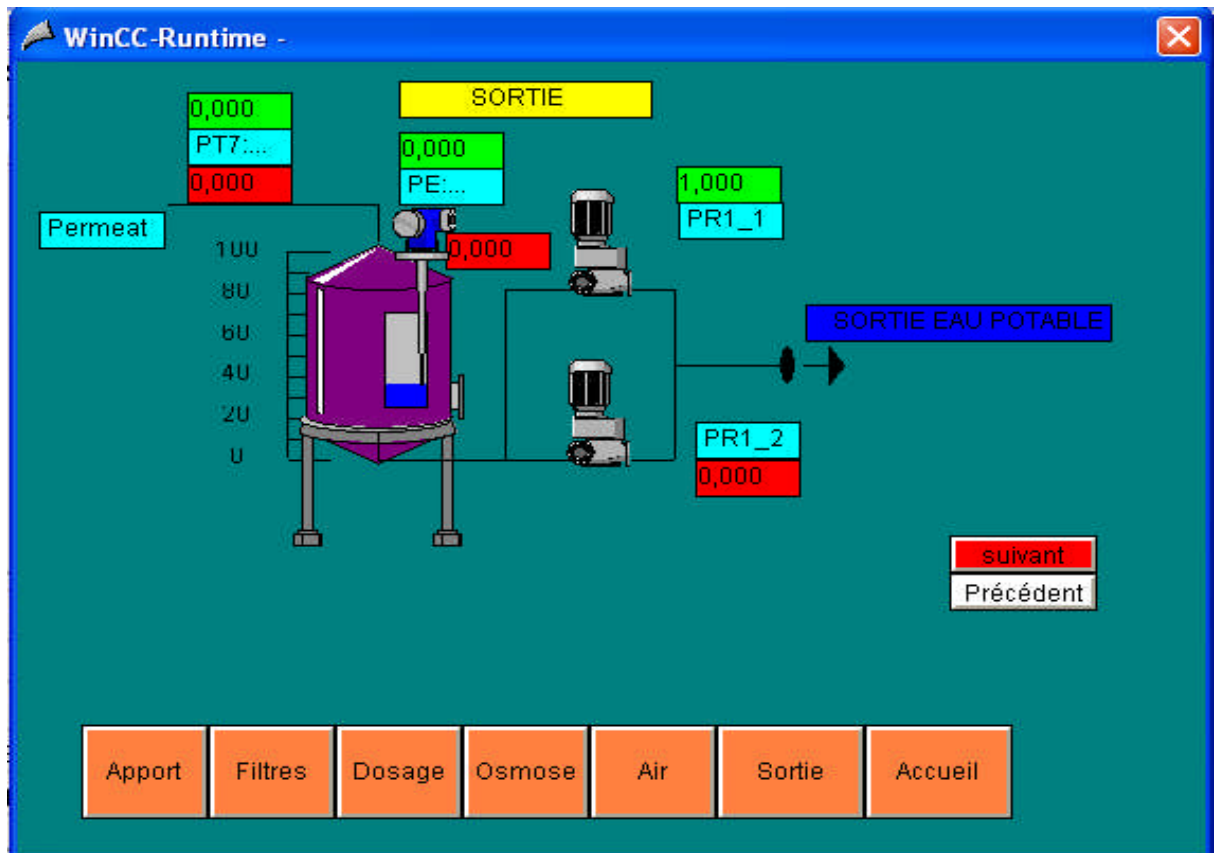


Figure IV.11 : Vue de Sortie (eau produite).

Toutes les vues en états simulées au début de production d'eau potable, alors en distingue l'état de chaque éléments (dynamique) par le changement de couleur ; vert (état de fonctionnement) ; rouge (à l'arrêt).

Conclusion générale

A l'issue de notre étude ; à savoir tous l'équipement dont la station est composée et l'analyse faite dans notre projet, on a constaté que la réussite d'une technologie repose sur une meilleure précision d'étude et analyse du procédé a commandé ainsi une sérieuse et puissante compatibilité en forme et des formes sur le choix du logiciel et les organes de commande.

Cette expérience nous a permis de voir et découvrir cette technologie industrielle et de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique, et prendre comme point de départ le fonctionnement de l'unité de dessalement pour une initiation dans nos projets avenir quelque soit leurs complexités mais seulement se repéré du principe d'une technologie.

Alors il nous a permis d'apporter une fonction de commande avancée pour rendre performant les procédés industriels ; et leur stade d'amélioration.

Notre travail a touché l'élaboration d'une solution de modifier l'automate OMRON par un automate SIEMENS S7, ainsi l'augmentation de la quantité d'eau produite par jour, et cela pour atteindre le maximum prévue ($2500 \text{ m}^3/\text{j}$), et la solution pour le système de dosage à la sortie et cela reviens a ajouté les deux produits au démarrage des pompes de refoulement, ce qui améliore la qualité d'eau potable produite.

La réalisation de cette commande , est bien suivie d'une solution de supervision dont le but de contrôler le déroulement du processus de dessalement par l'intermédiaire du graphisme et de schéma en temps réel, et ce qui apporte toutes les utilités envers l'opérateur.

On fini notre mémoire a laissé un interminable souhait que ce soit sur le plan, stratégie et méthode de travail, ou sur le plan comme support supplémentaire ; notre travail puisse être positif et les promotions avenir tient compte et les opérateurs de la station de dessalement.

1. Le variateur de fréquence VLT 6000 HVAC :

1.1. Caractéristiques principales :

- Pilotage optimisé des pompes et ventilateurs (couple quadratique)
- Optimisation automatique de l'énergie consommée par le moteur
- Panneau de commande débrochable indique de 1.1 au 400 KW
- Touches « Menu Rapide » et « Auto Manu » pour la facilité d'utilisation
- Fonction « Mode veille pompe »
- Rattrapage 2 sens des ventilateurs à la Valée
- Mode incendie (inhibition des défauts)

1.2. Fonctions :

- Adaptation automatique au moteur à l'arrêt. Un régulateur PID process (multi zone et pression différentielle).
- 4 Configurations de paramétrage indépendantes avec changement à la Valée.
- Fréquence de découpage fonction la température
- Adaptation automatique des pentes de la rampe.

1.3. Options :

- Réseaux de terrain (Profibus et Lonworks)
- Carte 4 relais programmables
- Filtre de sortie LC (sinus)
- Contrôleur cascade de pompes et ventilateurs
- Logiciels de programmation et de mise en service vernis de protection pour milieux corrosifs.

Dans notre station en a utilisé trois variateurs de fréquence pour tous les moteurs, alors le démarrage progressif des moteurs est réalisé par ces variateurs .et par suite il contrôle la régulation a l'entrée des filtres à sable et fixe la pression d'entrée a 5 bars , grâce à son système de régulation PID, ainsi qu'à l'entrée des membranes , en agissant sur la pompe à haute pression trois.

Lors de l'installation du variateur de fréquence en tiens toujours compte de :

- Mise à terre /équipotentiel
- Blindage
- filtrage

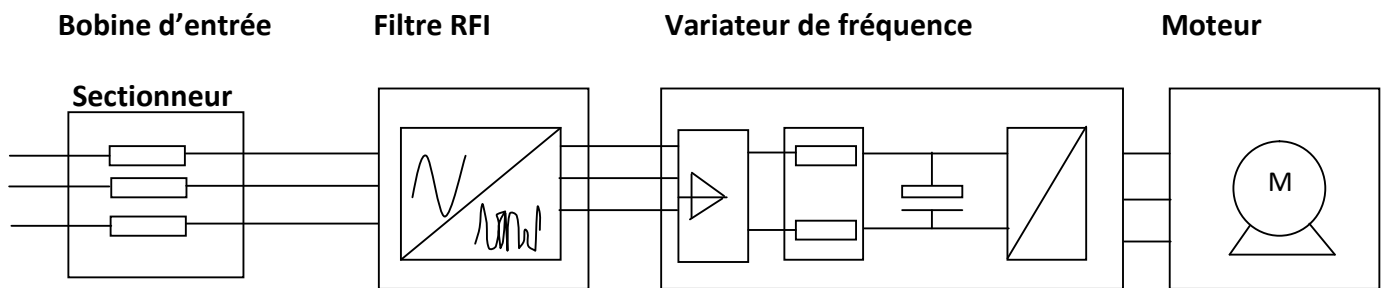


Figure 1 : Composants d'entrée et de sortie.

Un filtre de sortie inséré entre le variateur et le moteur permet :

- la limitation du dv/dt aux bornes du moteur (500 à 1500 v/us) pour les câbles de longueur supérieur à 50 m
- le filtrage des perturbations causées par l'ouverture d'un contacteur placé entre le filtre et le moteur.
- La diminution du courant de fuite à la terre du courant.

2. Principe de base des variateurs de fréquence

Le variateur de fréquence est composé essentiellement :

- d'un redresseur qui, connecté à une alimentation triphasée (le réseau), génère une tension continue à ondulation résiduelle (le signal n'est pas parfaitement continu). Le redresseur peut être de type commandé ou pas,
- d'un circuit intermédiaire agissant principalement sur le "lissage" de la tension de sortie du redresseur (améliore la composante continue). Le circuit intermédiaire peut aussi servir de dissipateur d'énergie lorsque le moteur devient générateur,
- d'un onduleur qui engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variables,
- d'une électronique de commande pilotant (transmission et réception des signaux) le redresseur, le circuit intermédiaire et l'onduleur.

Le variateur de fréquence va recréer en sortie :

- une tension triphasée variable en fréquence et en amplitude pour les moteurs à courant alternatifs
- une tension continue variable en amplitude pour les moteurs à courant continue.

3. Mode de fonctionnement de l'onduleur :

On distingue plusieurs modes de fonctionnement des onduleurs en fonction principalement de signal de sortie du circuit intermédiaire :

- Le fonctionnement en modulation d'impulsion en amplitude (PAM : Pulse Amplitude Modulation)
- Le fonctionnement en modulation de largeur d'impulsion (PWM : Pulse Width Modulation) est souvent utilisé à générer une tension et une fréquence variable qui est notre cas de variateur au niveau de la station.

En résumé toutes les variables utilisées dans notre programme sous forme d'une table de mnémoniques, avec leurs signification dans le procédé, et suivi de la suite du programme.

Bibliographie

Ouvrages et Mémoires :

- [1] Thèse d'ingénieur Automatique « Contribution à l'amélioration des performances de la station de dessalement d'eau de mer de Tizirt », UMMTO 2008.
- [2] Thèse Automatique « Configuration d'un système HMI (homme-machine-Interface) D'une station de traitement d'eau potable de l'ADE à TAKSEBT » UMMTO 2005.
- [3] **P.Trau** « la grafcet et sa mise en œuvre » ULP 1997
- [4] **P.M.BLEUX** « automatismes industriels » Edition Nathan 1996

Logiciels:

- [5] Logiciel STEP 7, version 5.4
- [6] Automation & Driver de SIEMENS
- [7] Simatic manuel collection.
- [8] Logiciel Win CC version 5.1
- [9] Documentation Simatic .

Sites Web :

- [10] www.system-c-industrie.com
- [11] www.lenntech.com
- [12] www.algeria-watch.org
- [13] www.Siemens.com/automation/Service&support
- [14] www.membrane.com