

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU

DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE



MEMOIRE

DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en automatique

THEME

CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES
PERFORMANCES DE LA STATION DE
DESSALEMENT D'EAU DE MER DE TIGZIRT

Proposé par :

M^r A .NAFI

(Algérienne Des Eaux)

Dirigé par

M^r A.BENFDILA

Etudiée par :

M^r :AIT OUALI ZAHIR

M^r :AHMIM NACER RIDHA

M^r :ADEM MAHREZ

Promotion 2007/2008

Remerciements

Nous tenons à exprimé nos remerciements les plus sincères :

A toutes personnes ayons contribué de prés comme de loin a la réalisation de ce modeste travail .

A Notre promoteur Mr A. BENFDILA et a notre co-promoteur Mr A.NAFI ainsi que Mr M.CHARIF qui nous ont orientés durant l'élaboration de ce projet.

Au personnels de l'ADE et spécialement a toute l'équipe de la station de dessalement de Tizirt pour leur accueil et leur aide.

Au membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

Sans oublié essentiellement nos très chère parents, familles et amis qui nous ont soutenue durant tout notre parcours .

Présentation de la commune de Tizirt :

1. Situation géographique

Tizirt qui veut dire îlot en kabyle est une zone côtière située à 125 km à l'est d'Alger , a 120 Km a l'ouest de la wilaya de Bejaia et à 38 Km au nord du chef lieu de la wilaya de Tizi Ouzou .

la ville de Tizirt constitue la première porte régionale de Tizi Ouzou du côté de la mer méditerranéenne.

La commune de Tizirt est délimitée :

- au nord : par la mer méditerranéenne.
- Au Sud : par la commune de Makouda.
- A l'est : par la commun d'Iflissène.
- A l'ouest par la commune de Mizrana.



Position géographique de la daïra de Tizirt

2. Répartition de la population a Tizirt lors de la réalisation de la station de dessalement :

La commune de Tizirt comptait au recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 1998) était de 10425 habitants.

Pour estimer la population on utilise la formule de la croissance géométrique suivante :

$$P_n = P_0 (1+T)^n$$

P_n : Population à l'horizon calculé.

P₀ : Population de référence (au dernier recensement).

n : Ecart d'année entre les deux horizons .

T : Taux de croisement de la population qui est de 2.6 pour Tizirt.

Exemple

L'estimation de la population actuelle (année 2008) :

$$P_{2008} = P_{1998} [1 + (2.6/100)]^{10}$$

$$P_{2008} = 13475 \text{ Habitants}$$

Donc la population de Tizirt de cette année (2008) est estimée à 13475 habitants .cette dernière a connue ses dernières années un déficit important en eau potable vue sa croissance démographique , pour cela une station de dessalement d'eau de mer a été réaliser et mise en service au mois D'Août 2004.

La station est dimensionnée pour une production d'un volume journalier de 2500 m³/j.

Les données de performance de cette station sont les suivantes :

- Service journalier : 24 h.
- Débit produit : 2500 m³/J.
- Taux de conversion : 45 %.
- Débit d'alimentation en eau de mer : 5568 m³/J.
- Débit de la saumure : 3068 m³/J.

Avant propos

Introduction générale

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

1.Introduction.....	1
2.Dessalement a travers le monde.....	1
3.Cas de l'Algérie.....	2
4. Principales technologies de dessalement d'eau.....	4
4.1.Les procédés de distillation.....	5
a. Distillation à effet multiple.....	5
b .Distillation a détente successive.....	6
4.2. Osmose et osmose inverse.....	8
5.L'ultrafiltration.....	10
6.La nanofiltration.....	10
7.Champ d'application des différentes techniques.....	10
8. Impact sur l'environnement et effets externes associés aux techniques de dessalement de l'eau.....	11
9.Coût du dessalement.....	12
9.1. Coût de dessalement dans le monde.....	12
9.2. Structure et composantes du coût de dessalement a l'échèle des stations.....	13
9.3. Evolution des coûts de dessalement et perspectives.....	14
10. Conclusion	16

Chapitre II : Fonctionnement et constitution de la station de Tizirt

1. Introduction.....	17
2. Fonctionnement de la station.....	17
2.1. Description du circuit acheminant l'eau brute a la station de dessalement.....	17
2.1.1. Pompage d'alimentation en eau de la station.....	18
2.1.2 Prétraitements utilisées au niveau de la station.....	18
a. Décantation lamellaire.....	18
b. Dosage.....	18
c. Filtration sous pression.....	19
2.1.3 Filtration d'affinage.....	20
2.1.4 Filtration d'osmose inverse.....	21
2.1.5 Poste après traitement.....	21
a .Chloration de l'eau traitée.....	21
b . Neutralisation de l'eau traitée.....	22
c. Réservoir d'eau douce et pompage du refoulement.....	22
2.2. Equipement de nettoyage chimique des membranes.....	22
2.3. Contrôle continue de différents paramètres de fonctionnement de la station.....	23
2.4. Système de distribution d'eau traitée.....	23
3.Constitution technique de la station.....	25
3.1. Décanteur lamellaire.....	25
3.2. Partie opérative.....	25
3.2.1. Filtres à sable.....	25
3.2.2. Filtre d'affinage.....	26
3.2.3.Osmoseurs.....	26
3.2.4. Moteurs triphasé asynchrones.....	27
3.3. Partie hydraulique.....	27

3.3.1. Pompes centrifuges.....	27
a. Principe de fonctionnement.....	27
b. Pompes à haute pression.....	27
3.3.2. Pompes volumétrique.....	28
3.3.3. La turbine de récupération	29
3.3.4. Capteurs	29
a. Transmetteur de pression.....	30
a.1. Cellule céramique.....	30
a.2. Cellule métallique.....	30
b. Transmetteur de débit	31
b.1. Le principe de fonctionnement.....	31
b.2. Applications aux liquides.....	31
c. Transmetteur pH/redox.....	31
d. Transmetteur de conductivité	31
3.4. Partie commande.....	32
3.4.1. Variateur de vitesse (fréquence).....	32
3.4.2. Automate Omron C200 HE CPU42.....	33
a. Les entrées.....	35
b. Les sorties.....	35
4. Conclusion.....	35

Chapitre III : Etude et Modélisation

1. Introduction.....	36
2. Différentes parties de la station.....	36
3. Modélisation.....	38
3.1. Etude du variateur de fréquence.....	38
3.1.1. Fonctionnement de l'onduleur triphasé	38
3.1.2. Commande rectangulaire.....	40
a. Allure des tensions de branches et de phases.....	40

b. Onde fondamentale et harmoniques de la tension de phase	41
3.2. Modèle de la machine asynchrone triphasée à rotor bobiné.....	42
3.3. Modélisation des osmoseurs	45
3.3.1. Quelques définitions.....	45
3.3.2. Débit en fonction des pressions.....	46
3.3.3. Estimation de la pression osmotique.....	47
a. Rejet et recouvrement.....	47
3.4. Exemple de calcul.....	48
a. Descriptif du procédé de base sous forme de schéma blocs.....	48
b. Module d'osmose	49
c. Application numérique.....	50
4. Modélisation par grafcet.....	50
4.1. Rappel des règles de base du grafcet.....	50
4.1.1. Règle d'alternance.....	50
4.1.2. Règles d'évolution.....	51
a. Situation initiale (règle 1).....	51
b. Franchissement (règle 2).....	51
c. Evolution (règle 3).....	51
4.2. Eléments de base du grafcet.....	51
4.3. Grafcet de la station.....	52
a. Grafcet de la station niveau 1.....	54
b. Grafcet de la station niveau 2.....	55
5. Amélioration des performances de la station.....	56
5.1. Les problèmes rencontrés.....	56
5.2. Solutions proposés.....	56
6. Conclusion.....	57

Chapitre IV : Automatisation de la station

1. Introduction.....	58
2. Les automates programmables.....	58
2.1. L'automate et son environnement.....	58
2.2. Architecture générale.....	59
3. Automate OMRON C200HE.....	60
3.1. Configuration de base.....	60
3.2. Définition de l'automate C200HE.....	60
3.3. Eléments de base du C200 HE CPU42.....	61
3.3.1. Cartes d'alimentation et Unité centrale.....	61
3.3.2. Cassettes mémoire.....	62
3.3.3. Cartes d'entrées /sorties.....	62
3.4. Les différentes zones-mémoires (IR, SR, HR, DM, LR.).....	62
4. Programmation.....	63
4.1. Programmation en schémas à contacts.....	63
4.1.1. Terminologie de l'instruction.....	63
4.1.2. Code mnémotechnique.....	63
4.1.3. Exemple d'instruction.....	64
a. Conserver.....	64
b. Instructions de comptage et de temporisation.....	64
5. Programmation de l'automate OMRON C200HE à base du grafcet.....	65
5.1. Equations de transition.....	66
5.2. Structure de base du grafcet et leur version associée.....	66
5.3. Divergence et convergence en ET (séquences simultanées).....	68
5.4. Divergence et convergence en OU.....	68
5.5. Sauvegarde et initialisation des étapes du GRAFCET.....	69
6. Logiciel CX-Programmer.....	70
6.1. Description générale.....	70
6.2. Icônes principales de la barre d'outil.....	71

6.3. Créer un programme.....	72
7. Exemples de déclaration de données.....	73
7.1. Entrée d'un contact	73
7.2. Entrée de bobine.....	73
7.3. Instructions de temporisation.....	74
7.4. Instructions de compteur.....	74
8. Elaboration du Programme de la station	75
8.1. Programmation du fonctionnement de la station (version KEEP).....	75
a. Actions associées aux étapes.....	75
b. Bouton d'arrêt.....	75
9. Conclusion	86
Conclusion générale	

Introduction générale

La demande mondiale en eau potable de bonne qualité est de plus en plus croissante, en effet la population augmente rapidement et ainsi les besoins en eau de l'industrie et de l'agriculture sont de plus en plus élevés.

L'Algérie peuplée de plus de 30 millions d'habitants et qui se trouve dans une région semi aride, souffre actuellement plus que jamais du problème d'insuffisance des ressources en eau.

Elle est caractérisée aussi par une irrégularité pluviométrique à distribution hétérogène. Sur les 100 milliards de m³ que reçoit annuellement le territoire du pays par pluviométrie, il ne s'écoule dans les oueds et cours d'eau que 12,5 milliards de m³ et la quantité mobilisable par les barrages et les puits d'eau est d'autant plus faible (4,8 milliards de m³ environ) .

Vu la gravité des problèmes d'envasement des barrages, l'exploitation irrationnelle et la pollution : la quantité d'eau utilement mobilisée est beaucoup plus réduite.

C'est pour tout ça que l'Algérie occupe actuellement le 14^{ème} rang mondial des pays qui souffre de manque d'eau, et si il n'y aura pas de démarches réelles et efficaces, elle sautera à la 6eme place d'ici l'an 2025 et la variante de dessalement d'eau de mer s'avère la solution convenable sachant que le pays dispose de 1200 km de cotes sur la mer méditerranée.

La première installation de dessalement remonte à l'année 1964 juste après l'indépendance à Arzew elle est d'une capacité de 576 m³ /j et le nombre de stations de dessalement installées à ce jour est de 56 stations ayant une capacité totale de 146.000 m³ /j environ. Les techniques de dessalement qui ont été utilisés sont très diversifiées : pratiquement tout les procédés membranaires et de distillation.

Les organismes qui interviennent dans la construction des stations de dessalement (tutelle et exploitation) sont diverses : Ministère des ressources en eau (représenté par l'Algérienne Des Eaux : ADE), Sonatrach (la Compagnie nationale pétrolière), Sonelgaz (la Compagnie nationale de l'électricité et du gaz), la Compagnie nationale " l'Algérienne de l'Energie" (créée récemment entre Sonatrach et Sonelgaz), la société privée Tongo, etc.....

La sécheresse qui a touché le pays en 2001 a poussé le gouvernement à dresser un large programme de dessalement (Etude de faisabilité, choix de sites, construction d'usines) avec la

participation du Ministère des ressources en eau et le secteur industriel (l'Algérienne de l'Energie) .

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au niveau de la station de dessalement d'eau de mer Tizirt. Ce travail qui a pour objectif la contribution à l'amélioration des performances de la station avec une étude générale suivie d'une modélisation par grafcet et enfin ,la synthèse de la commande et sa concrétisation par automate Omron C200 .

Le premier chapitre qui consiste à une introduction au phénomène de dessalement et les différentes techniques employées afin d'éclaircir certaines notions de base et suit d'un deuxième chapitre qui est la description du fonctionnement et constitution de la station de dessalement de Tizirt qui représente le champ d'application et Le troisième chapitre c'est l'étude et modélisation afin d'étudier et élaborer un model grafcet dans l'objectif est la commande puis propositions de suggestions amélioratives et Le quatrième chapitre c'est la concrétisation de la commande par un programme qui sera mis en œuvre sous l'automate Sysmac C200HE .

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion général.

1. Introduction

L'image d'une planète bleue composée d'eau à 75 % donne l'impression d'une ressource renouvelable et inépuisable malheureusement 97 % de l'hydrosphère est de l'eau salée. Les réserves d'eau douce représentent seulement 2,53 % de l'eau de la planète dont la majeure partie est immobilisée sous forme de glace ou de neige. Seuls 0,001 % des ressources globales, environ 14 000 millions de m³ d'eau douce sont utilisables.

Pour remédier à ce déficit en eau douce , le recourt au dessalement des eaux de mer est une nécessité.

2. Dessalement a travers le monde

Aujourd'hui, il existe dans le monde près de 12 500 unités de dessalement dans 120 pays produisant près de 30 millions de m³ par jour. Sur ces 30 millions, 75% sont destinés à l'approvisionnement en eau potable de près de 155 millions d'habitants et 25% à l'usage agricole.

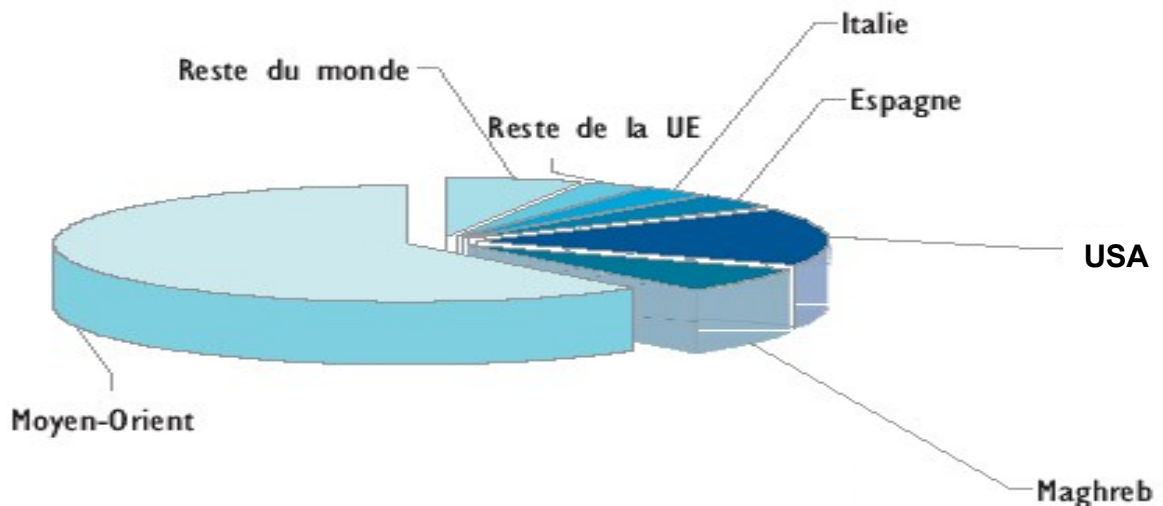


Figure I.1 : Distribution en pourcentage du dessalement dans le monde

Le Moyen-Orient possède la plus grande capacité en matière de dessalement d'eau de mer (l'Arabie Saoudite étant le premier pays) et les États-Unis disposent du plus grand

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

nombre d'installations, avec beaucoup de stations de dessalement de petite taille. L'Espagne occupe la quatrième position à l'échelle mondiale et la première à l'échelon européen.

3. Cas de l'Algérie

Les ressources hydriques de l'Algérie restent limitées pour des raisons climatiques . La pluviométrie irrégulière oscille entre 100 et 600 mm/an seulement. L'accroissement rapide des besoins en eau potable ainsi qu'en eau pour l'irrigation et l'industrie a été fort et reste continu. Une période de sécheresse assez longue a, par ailleurs, amené à une surexploitation des réserves hydriques jusqu'à épuisement d'une grande partie de celles-ci. C'est pourquoi une nouvelle politique de l'eau est vite apparue indispensable. L'option fondamentale est celle d'une gestion intégrée, participative, économique et écologique. Le recours au dessalement de l'eau de mer a pu , dans le cadre de la rénovation des choix et des modes de gestion, être promue comme une alternative stratégique permettant de sécuriser l'alimentation en eau potable de certaines villes du littoral et d'agglomérations proches. Un programme d'installation d'unités de dessalement de l'eau de mer a ainsi été arrêté puis rapidement mis en œuvre.

En effet, pour pallier le manque d'eau et faire face aux besoins sans cesse croissants en eau potable , les autorités algériennes ont tablé sur les stations de dessalement d'eau de mer en s'orientant vers une politique de mobilisation des ressources non conventionnelles en eau.

Au cours de cette année (2008) d'autres stations de dessalement d'eau de mer sont devenue opérationnelles . Elles sont localisées à Zéralda (Alger-Ouest), à Cap Djinet à l'Est d'Alger), et Aïn Tourk dans la wilaya d'Oran. A celles-ci , s'ajoutent deux autres stations qui seront en service dès 2009 : il s'agit de celles de Jijel et d'El Kala. Par ailleurs, 21 autres petites stations gérées par l'Algérienne des Eaux, accumulant une capacité globale de près de 60 000 m³/ par jour sont appelées à répondre aux besoins en eau potable de petites localités.

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

Tableau I.1 :Principales stations de dessalement en Algerie

N°	Localisation	Capacité m3/j	Population à servir	Echéancier prévisionnel
01	Kahrama (Arzew)	90 000	540 000	En Exploitation
02	Hamma (Alger)	200 000	L' Algérois	En Exploitation
03	Skikda	100 000	666 660	A partir du 3em T 2007
04	BeniSaf) A.Temouchent	200 000	1 333 320	A partir du 4em T 2007
05	Mostaganem	200 000	1 333 320	A partir du 3em T 2007
06	Douaouda (Alger Ouest)	120 000	666 660	A partir du 1er T 2008
07	Cap Djenet (Alger Est)	100 000	666 660	A partir du 1er T 2008
08	Souk Tleta (Tlemcen)	200 000	1 333 320	2em T 2008
09	Honaine (Tlemcen)	200 000	1 333 320	2em T 2008
10	Mactaa (Oran)	500 000	1 333 320	2em T 2008
11	El Tarf	50 000	333 330	3em T 2008
12	Tenes	200 000	999 990	3em T 2008

Tableau I. 2 : Les stations monobloc de dessalement en Algerie

Wilaya	Site	Commune	Capacité m3/j	Population à servir
Alger	Champ de tir	Zéralda	5 000	33 330
Alger	Palm Beach	Staoueli	2 500	16 660
Alger	La Fontaine	Ain Benian	5 000	33 330
Tlemcen	Ghazaouet	Ghazaouet	5 000	33 330
Tipasa	Bou Ismail	Bou Ismail	5 000	33 330
Skikda	L.BenMhidi	L.BenMhidi	7 000	47 000
Tizi Ouzou	Tigzirt	Tigzirt	2 500	16 660
Oran	Bou Sfer	Bou Sfer	5 500	33 330
Oran	Les Dunes	Ain Turk	2X2 500	33 330
A.Temouchent	Bou Zdjer	Bou Zdjer	5 000	33 330
A.Temouchent	Chatt el Ward	Bou Zdjer	5 000	33 330

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

Au total, se sera 43 stations qui seront réalisées à l'horizon 2019, pour répondre aux besoins domestiques nationaux. 13 unités seront prêtes d'ici à 2010. L'objectif tracé à cet effet est de doubler les capacités journalières actuelles qui s'élèvent à 1,04 million de m³.

4. Principales technologies 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 nécessitent. Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent quatre parties :

- 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 reminéralisation de l'eau produite.

A travers ces quatre parties, 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. Les procédés de distillation

Deux procédés sont généralisés pour le dessalement thermique :

a. Distillation à effet multiple

La distillation à effets multiples, procédé qui permet de réaliser l'évaporation, est mise en œuvre depuis longtemps sur les navires avec les "bouilleurs marins". L'eau de mer est chauffée dans une enceinte étanche par un faisceau tubulaire ce qui provoque une évaporation de l'eau. La vapeur est condensée par un autre faisceau tubulaire dans lequel circule de l'eau de mer froide.

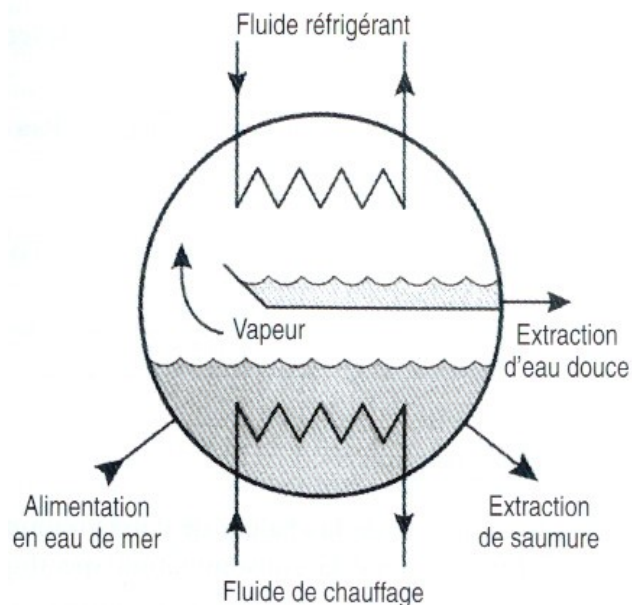


Figure I.2 : Unité de distillation à effet multiple

Industriellement plusieurs évaporateurs sont mis en série. La vapeur produite par un premier évaporateur se condense dans un second, en libérant la chaleur de condensation qui sert à faire bouillir l'eau de mer du second et ainsi de suite. Il est nécessaire de piloter une décroissance de la température et de la pression de vapeur tout au long de la cascade. Le rendement thermique de l'installation est théoriquement égal au nombre d'effets, mais leur augmentation accroît le coût de l'investissement .

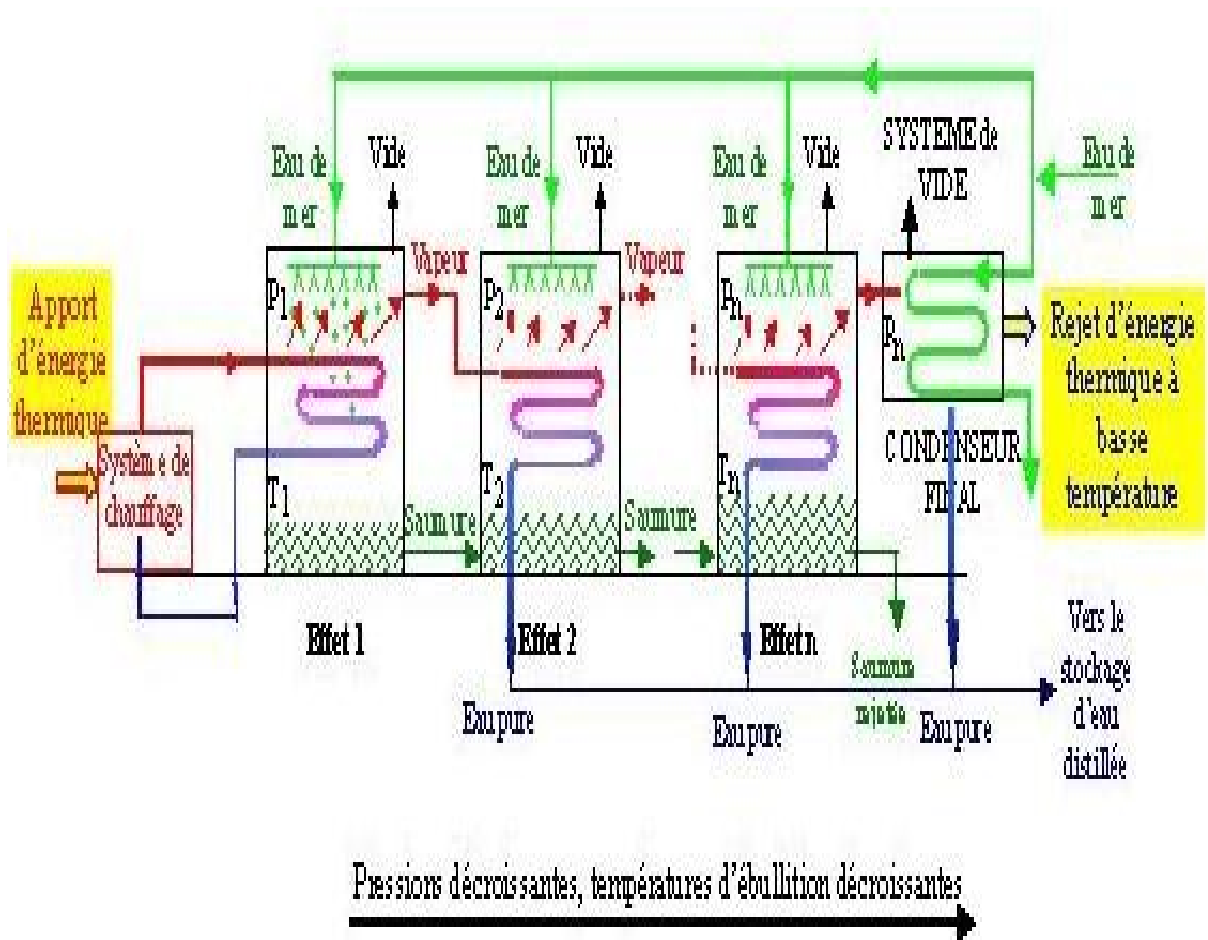


Figure I.3 : Schémas du principe de distillation à effet multiple

b. Distillation à détente successive

De l'eau de mer chaude est introduite dans une enceinte sous vide où l'eau est en équilibre avec sa vapeur. Si la température de l'eau chaude correspond à une pression de vapeur supérieure à celle de l'enceinte, il y a une vaporisation immédiate par détente (flash). La vapeur produite est condensée sur un faisceau tubulaire situé dans la partie supérieure de l'enceinte.

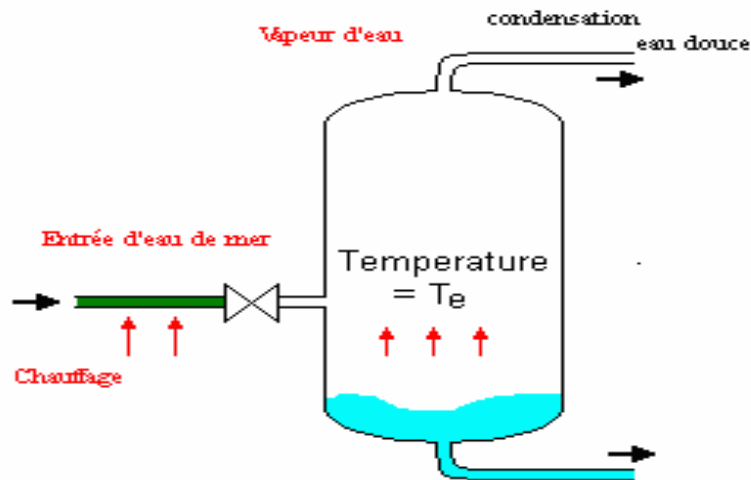


Figure I.4 : Unité de distillation Flash

Une installation industrielle de distillation flash comprend plusieurs cellules en série. Comme pour le procédé par distillation à effets multiples, la cascade de cellules est sous pression et température décroissante. Les procédés par distillation consomment de la vapeur (pour apporter 50000 à 100000 kcal/m³) et de l'électricité pour les pompes et les auxiliaires (environ 4 kWh/m³).

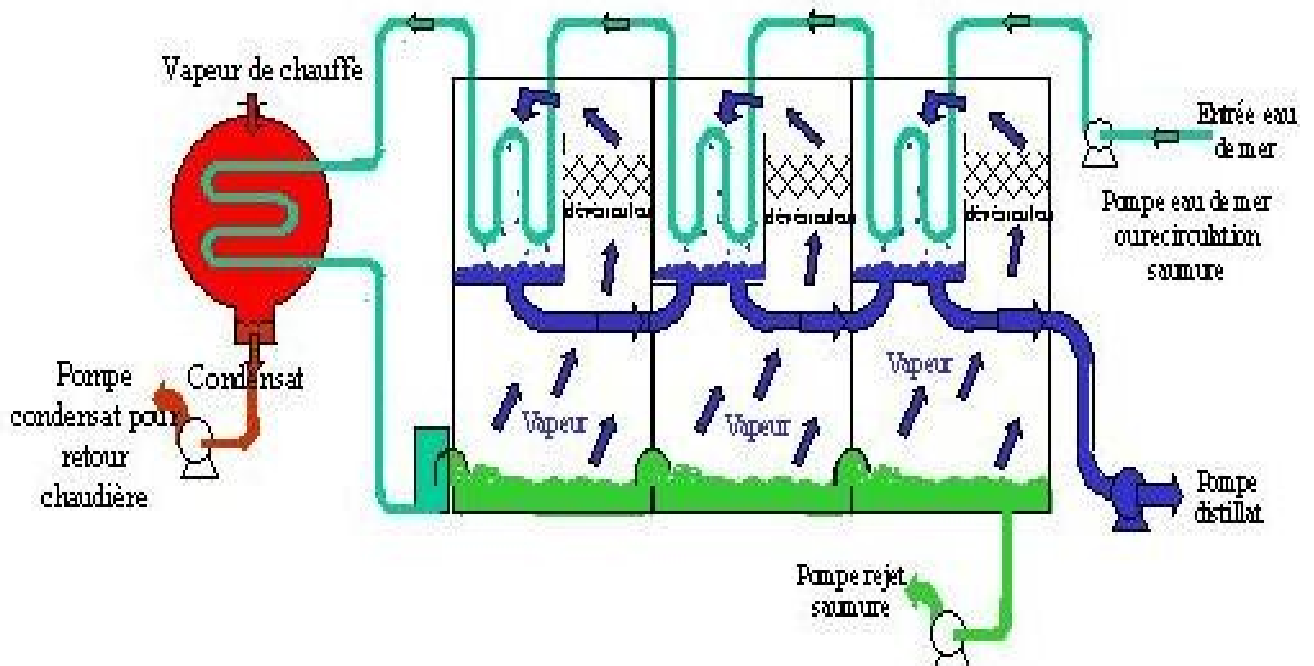


Figure I.5 : Schéma de distillation à détente successive (flash)

4.2. Osmose et osmose inverse

L'osmose inverse est un système de purification de l'eau contenant des matières en solution par un système de filtrage très fin qui ne laisse passer que les molécules d'eau. Ce phénomène a été observé par l'Abbé Nollet dans les années 1749 mais il ne sera mis en application qu'au milieu du XIX^{ème} siècle.

Cette technologie a été utilisée pour la première fois par l'US Navy pour fournir de l'eau potable aux sous-mariniens. De nos jours ce procédé est utilisé par plusieurs industriels mais présente plusieurs inconvénients que nous présenteront plus tard.

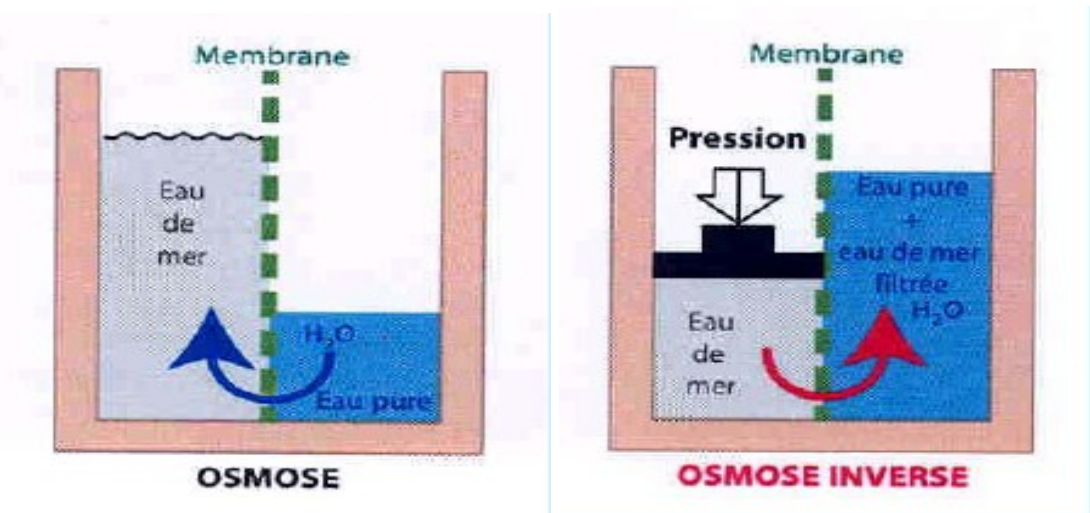


Figure I.6 : Schémas descriptif du l'osmose et l'osmose inverse

L'osmose est un phénomène naturel, si l'on considère deux solutions aux salinités différentes, séparées par une membrane, l'eau la plus diluée migre vers la solution la plus concentrée, c'est le phénomène d'osmose.

En utilisant ce phénomène, on applique une forte pression (dite osmotique) sur la solution la plus salée. Cette dernière va donc migrer vers la solution diluée et ainsi obtenir une eau plus pure.

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

La membrane ainsi utilisée est donc constituée de pores microscopiques qui ne laissent passer que les molécules d'eau. Pour que le procédé soit efficace, il faut que l'eau soit absente de toute autre trace d'impureté (ou du moins d'un minimum) c'est pourquoi l'utilisation de filtres à sable permettent de retirer les traces de chlore, coagulant, acide ou autre sulfite de soude.

Il existe différentes façons d'utiliser ce phénomène :

- Soit dans le but de faire une grande quantité d'eau *relativement* peu salé, ce qui se traduit par l'utilisation d'une seule membrane possédant un bon taux de conversion (c'est-à-dire que la quantité d'eau récupérée –le substrat– est élevé par rapport à la quantité d'eau entrée) malheureusement ce substrat reste relativement salé.
- Soit dans le but d'obtenir une eau la plus pure possible, on parle d'eau « ultra pure » utilisée notamment dans les cosmétiques, mais aussi pour la fabrication de boissons ou autre. Ce système présente plusieurs étages d'osmose, c'est-à-dire que le substrat est traité plusieurs fois. C'est la solution que nous avons retenu .

Les avantages de l'osmose inverse sont les suivants :

- Opération à température ambiante ce qui évite la dégradation de molécules fragiles dans le domaine agroalimentaire.
- Pas d'intervention de réactifs chimiques comme des agents d'extraction qui sont des sources de pollution.
- Consommation énergétique faible vis à vis de la distillation pour le dessalement de l'eau.

Les inconvénients de l'osmose inverse sont les suivants :

- 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 avec des déchets du type eau très salée inutilisable.

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

- Les ressources énergétiques sont conséquentes ; il faut des pompes très puissantes pour faire monter la pression jusqu'à environ 80 bars (voir plus dans certains cas d'installation de très grande envergure).

Cependant l'osmose inverse reste l'une des techniques les plus intéressantes à l'heure actuelle car elle permet d'avoir une eau de très bonne qualité à un coût correct une fois l'installation amortie.

5. L'ultrafiltration

L'ultrafiltration utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 nm. De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes).

Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination de macro solutés présents dans l'eau à usage domestique, industriel (électronique) ou médical.

6. La nanofiltration

Cette technique se situe entre l'osmose inverse et l'ultrafiltration. Elle permet la séparation de composants ayant une taille en solution voisine de celle du nanomètre (soit 10 Å) d'où son nom. Les sels ionisés monovalents et les composés organiques non ionisés de masse molaire inférieure à environ 200 - 250 g/mol ne sont pas retenus par ce type de membrane. Les sels ionisés multivalents (calcium, magnésium, aluminium, sulfates...) et les composés organiques non ionisés de masse molaire supérieure à environ 250 g/mol sont, par contre, fortement retenus.

7. Champ d'application des différentes techniques

La figure I.7 ci-dessous présente le champ d'application des différentes techniques de filtration classiques et techniques de séparation par membranes suivant les dimensions et la masse molaire de chaque molécule et particule.

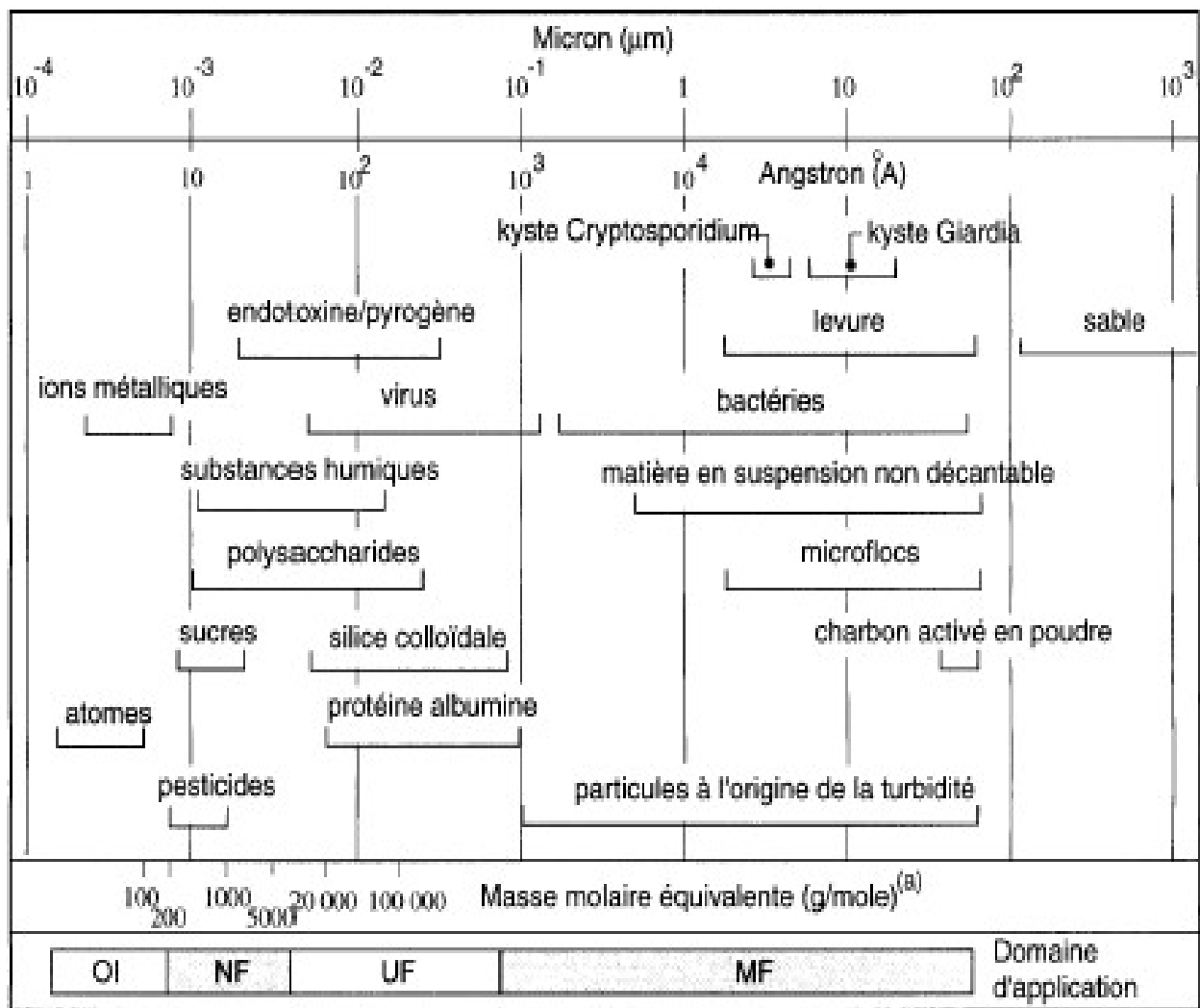


Figure I.7 : Champ d'application des différentes techniques

8. Impact sur l'environnement et effets externes associés aux techniques de dessalement de l'eau

Le dessalement d'eau a un impact à la fois positif et négatif sur l'environnement. Le principal effet positif direct est un accroissement des disponibilités en eau.

Les impacts positifs indirects sur l'environnement :

- Baisse ou quantité nulle de produits chimiques utilisés dans le processus de production d'eau.

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

- Une salinisation réduite du sol grâce à une irrigation à base d'eau dessalée par rapport à l'utilisation d'eaux saumâtres.

Les répercussions négatives sur l'environnement peuvent tenir à divers éléments:

- Evacuation de la saumure ou des eaux résiduelles produites par le dessalement.
- Additifs chimiques anti-salissures ou anticorrosion .
- Impact visuel au niveau du paysage; bruit; émission de gaz à effet de serre dérivant de la consommation d'énergie; etc.

Par ailleurs, l'évacuation de la saumure résiduelle dans les zones côtières ou intérieures n'a pas la même incidence, l'opération étant plus complexe dans le second cas tandis que les rejets côtiers directs ont des retombées sur l'écosystème marin.

Bien qu'il existe quelques directives concernant les options en matière de technologie et de gestion pour réduire ces effets, l'élaboration de normes et des évaluations complètes de l'impact sur l'environnement , ainsi qu'une analyse du cycle de vie des techniques, sont néanmoins indispensables. Un contrôle suivi des effluents et des travaux de recherche sur la saumure résiduelle s'impose également, tandis que les effets indirects des émissions de gaz à effet de serre dérivant de la consommation d'énergie doivent être pris en compte dans les évaluations d'impacts. Des évaluations complètes de l'impact sur l'environnement doivent encore être intégrées dans les politiques de gestion des pays qui mettent déjà ces techniques en application.

9. Coût du dessalement

9.1. Coût de dessalement dans le monde

Le coût du dessalement dépend :

- De la tarification électrique appliquée .
- Des caractéristiques de l'eau à dessaler (niveau de la salinité de mer) .
- Du choix de la prise d'eau (prise directe en mer, puits) .

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

- De la qualité d'eau exigée.
- De l'incidence des rejets.
- Du mode de gestion adopté (concession, exploitation directe, etc).

Il est indiqué dans le tableau ci-dessous quelques coûts moyens unitaires du dessalement pour différents types d'installation en fonctionnement. Il est à noter que les installations qui emploient les systèmes d'évaporation se trouvent essentiellement dans les pays du Moyen-Orient.

Tableau I.3 : Coût de dessalement par méthode

Origine de l'eau brut traitée	Type de technologie employée	Coût du m3 (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 et composantes du coût de dessalement a l'échèle des stations

La structure du coût du dessalement dépend principalement de :

- La technologie employée et en particulier la composante énergétique qui lui est associée.
- L'importance de la capacité d'installation.
- Nécessité ou pas d'un prétraitement et de la main d'œuvre.

La structure du coût du dessalement en fonction des différents postes est donnée dans le tableau suivant :

Tableau I.4 : Répartition du coût de dessalement

Poste	Quote-part
Amortissement	33 à 43%
Energie	37 à 43%
Main d'œuvre	40 à 11%
Maintenance	3.5 à 4.5 %
Membrane	2 à 5 %
Réactifs	2 à 6 %

9.3. Evolution des coûts de dessalement et perspectives

Les facteurs qui ont permis une évolution à la baisse du coût de dessalement par le procédé d'osmose inverse sont :

- La réduction des coûts d'investissement et notamment le coût des membranes.
- L'amélioration des performances techniques des membranes par l'accroissement du taux de conversion à plus de 50% et la réduction de la pression d'alimentation à moins de 65 bars pour le dessalement .
- L'amélioration des performances énergétiques des machines tournantes (moteurs, pompes, turbines) .
- Le progrès en matière de récupération d'énergie.
- L'augmentation des capacités d'installation.

A titre indicatif, le premier facteur déterminant de la réduction du coût de dessalement de l'eau de mer est sans nul doute le facteur énergétique, les progrès réalisés ces dernières années dans ce domaine ont permis la réduction de ce facteur d'une manière spectaculaire.

L'énergie nécessaire pour produire un mètre cube d'eau douce par la technique d'osmose inverse est passée de 12 kWh/m³ en 1970 à près de 2.3 kWh/m³ actuellement.

Le graphique ci-dessous indique l'évolution de la consommation spécifique depuis 1970 à aujourd'hui ainsi que les innovations techniques qui ont permis la baisse de la consommation d'énergie.

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

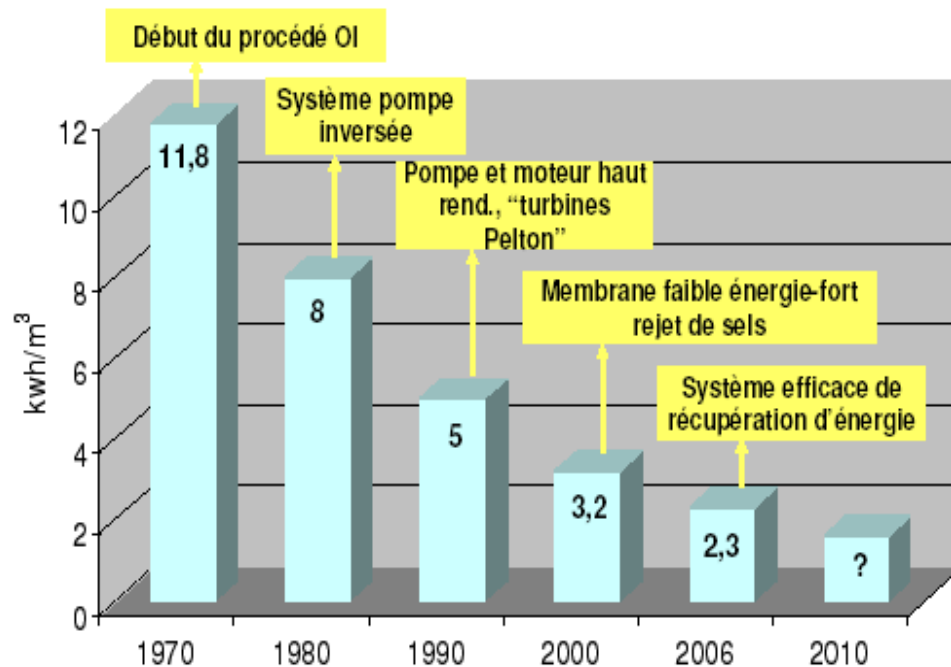


Figure I.8 : Evolution et perspectives du dessalement

Les perspectives d'avenir sont très prometteuses en matière de recherche et sont axées sur : L'amélioration des performances des membranes, l'amélioration du prétraitement et la récupération d'énergie.

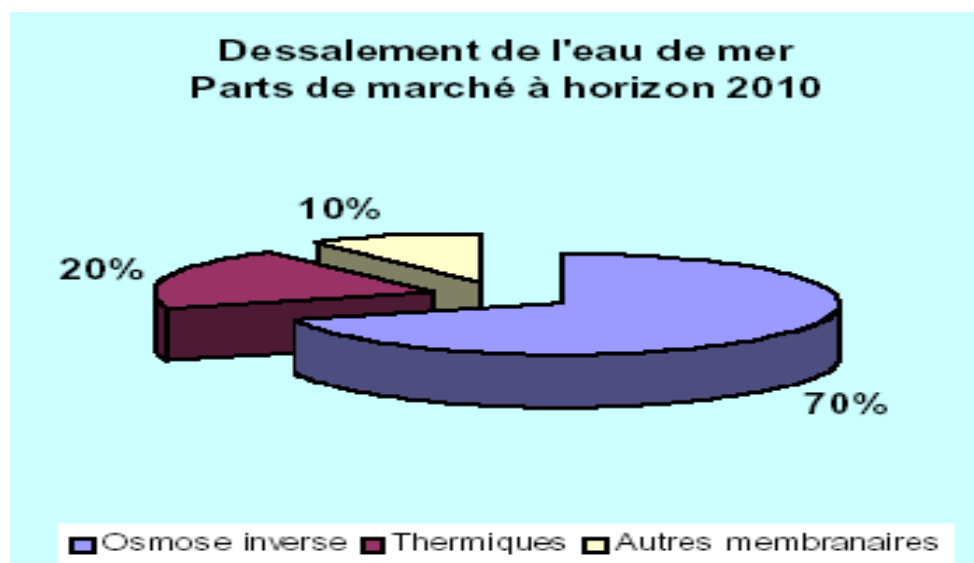


Figure I.9 : perspective du dessalement par méthode

Chapitre I : Généralité sur le dessalement des eaux de mer

La mise en place de solutions de plus en plus innovatrices pour les nouvelles installations de dessalement d'eau de mer contribuera à la baisse de la consommation énergétique et contribue à la réduction du coût de l'eau.

10. Conclusion

La technique membranaire de l'osmose inverse occupe la première position par rapport aux autres méthodes vue ces multiples avantages notamment l'économie d'énergie, son rendement et le bon impact sur l'environnement ainsi elle est classée comme étant une technique écologique, sans oublié aussi que le dessalement est une source renouvelable et permanente d'eau douce. Dans le prochain chapitre on va faire une étude sur la station de dessalement à Tizirt avec procédé d'osmose inverse.

1. Introduction

La station de Tizirt est équipée d'un matériel sophistiqué et conçue d'une manière à respecter toutes les conditions nécessaires pour l'extraction de l'eau douce à partir d'eau de mer.

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

Dans ces circonstances la station est adaptée à fonctionner normalement avec une qualité d'eau produite qui respecte les normes internationales, mais dans des conditions extrêmes tel que l'orage, la station est mise en état d'arrêt par précaution à l'usure rapide des équipements tel que les filtres. La technique employée dans la station est la technique d'osmose inverse qu'on va enrichir au chapitre de modélisation.

2. Fonctionnement de la station

2.1. Description du circuit acheminant l'eau brute vers la station de dessalement

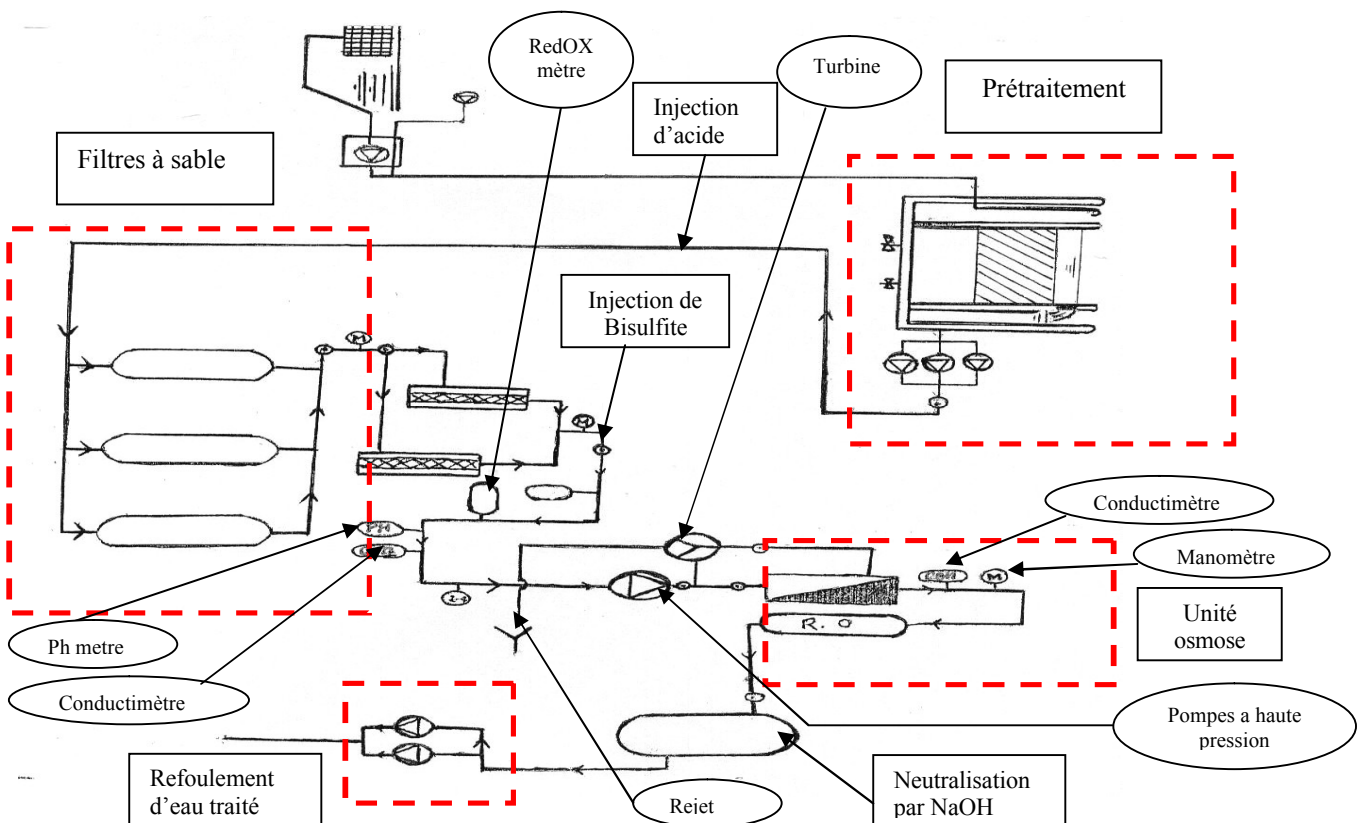


Figure II.1 : Schémas synoptique d'acheminement d'eau

2.1.1. Pompage d'alimentation en eau de la station

La prise d'eau de mer est munie d'une crépine en inox marin inoxydable qui est immergée dans la mer a une profondeur de 6 à 8m. Cette crépine est reliée à une conduite d'une longueur de 380m linéairement a la chambre de pompage.

L'eau brute aspirée par une pompe volumétrique est refoulée dans une conduite en PVC de 400m et une autre pompe comme secoure qui assure l'alimentation de la station avec un débit de 2500m³/j c'est-à-dire 266m³/H .

Le lavage de la crépine s'effectue avec l'air comprime venant du compresseur d'air se trouvant à l'intérieur de la chambre de pompage.

2.1.2. Prétraitements utilisées au niveau de la station

a. Décantation lamellaire

L'eau transférée par la pompe de surface va passer par le décanteur lamellaire comme premier procédé de prétraitement (Décantation des du sable et des déchets lourds)

b. Dosage

L'acide est injecte à l'entre 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 .



Figure II.2 : Réservoirs d'acides de dosage

Le système de dosage est constitué de réservoirs d'emmagasinage d'une capacité de 500Litre fabriqués en plastique de haute densité, de pompes doseuses ,mélangeurs et capteurs de

niveau. Le point d'injection d'acide sulfurique et d'hypochlorite de sodium se trouvent en amont des microfiltres (filtres à sable) .

Le bisulfite de sodium est nécessaire pour réduire le chlore avant de pénétrer dans la partie de l'osmose inverse sachant que le chlore détruit les membranes.

c. Filtration sous pression

Après l'injection d'acide, l'eau va traverser le système de filtration qui est constitué de trois filtres horizontaux du type duel montés en parallèle .

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



Figure II.3 :Unité de filtres à sable

Tableau II.1 : charges de chaque filtre

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}	Silex filtrant	0 ,4-0 ,8	500	2500
4 ^{ème}	Anthracite	0 ,8-1 ,2	400	1800

2.1.3. Filtration d'affinage

La station a trois corps de filtres d'affinage, chaque corps contient 33 cartouches .En amont et en aval de ceux-ci et au niveau de la tuyauterie d'entrée et sortie se trouve des vannes papillon qui sont manuelles .



Figure II.4 :Unité de filtres d'affinage

Des manomètres sont places en amont et en aval des filtres. L'eau traverse ces filtres avant d'être acheminée vers les osmoseurs. Ces filtres ont une durée de vie relativement minime ,c'est pour cette raison qu'il sont conçues pour être changer au moment de leur dégradation par des cartouches spéciales. Le système de dégagement de ses cartouches est un système purement mécanique.

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

2.1.4. Filtration d'osmose inverse

L'eau parfaitement conditionnée arrive au système de pompage à haute pression. Les pompes à haute pression pompent l'eau vers les membranes d'osmose inverse.



Figure II.5 :Unité d'Osmose

La pression adaptée à l'entrée de l'osmoseur doit être approximative à 68 bars et pour cela en emploi des pompes multiturbinés .

Une turbine de récupération est actionnée par le rejet des membranes où la pression récupérée va aider à augmenter la pression de sortie des pompes à haute pression afin d'obtenir une bonne valeur de pression à l'entre dans les osmoseurs.

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

Les corps des membranes sont en connexion latérale . Au niveau de chaque collecteur d'entrée des osmoseurs une vanne automatique qui sert au changement des membranes en cas d'usure sans l'arrêt de la station et une autre vanne a la sortie des osmoseurs qui sert a dégager l'eau du nettoyage des membranes .

Deux manomètres sont placés , un à l'entrée et l'autre à la sortie des osmoseurs. Au niveau du perméat, on a un débitmètre ,un appareil de mesure analytique de conductivité

ainsi qu'un PH- mètre et un redox mètre.

Et pour le rejet on trouve seulement un débitmètre .

2.1.5 Poste après traitement

L'eau produite par le procédé d'osmose inverse subit avant le stockage des traitements et une neutralisation du PH .

a .Chloration de l'eau traitée

L'injection du chlore (hypochlorite de sodium NaO Cl) dans l'eau traitée pour éviter une contamination dans le réservoir de stockage.

b . Neutralisation de l'eau traitée

L'eau produite par osmose inverse présente un pH acide, ce paramètre doit être ramener à une valeur comprise entre 6.5 et 8.5 propre à l'eau potable afin d'éviter aussi les corrosions dans le réservoir de stockage.

c. Réservoir d'eau douce et pompage de refoulement

Le réservoir d'eau douce est doté d'indicateur de niveau et 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 de javel) pour la désinfection.

La distribution d'eau traitée sera menée par deux pompes centrifuges lesquelles recevrons le signal du transmetteur de niveau . Il permet aux osmoseurs de fonctionner dans un régime stable indépendamment de la consommation.

2.2. Equipement de nettoyage chimique des membranes

Avec le temps toutes les installations notamment les membranes souffrent d'encrassement qui dépend plus au moins du prétraitement.

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

La station est équipée d'un réservoir de préparation de réactifs en polyester de 2500 litres.

Elle est aussi munie d'un équipement de nettoyage chimique des membranes. L'équipement de lavage est constituée d'un réservoir doté d'une vanne automatique située

entre les osmoseurs et le réservoir de lavage. Doté aussi d'un agitateur électrique ,d'une résistance de chauffage , d'un thermostat de sécurité et enfin de capteurs de niveaux ; maximum, moyen et minimum.

Pour le lavage , deux pompes de type centrifuges sont inutilisées . Les réactifs injectés vont traversés d'abord un filtre d'affinage .

2.3. Contrôle continu de différents paramètres de fonctionnement de la station

La station de dessalement de Tizirt est surveiller par un écrans de control tactile qui est en connexion avec l'automate pour la gestion des taches de l'installation.

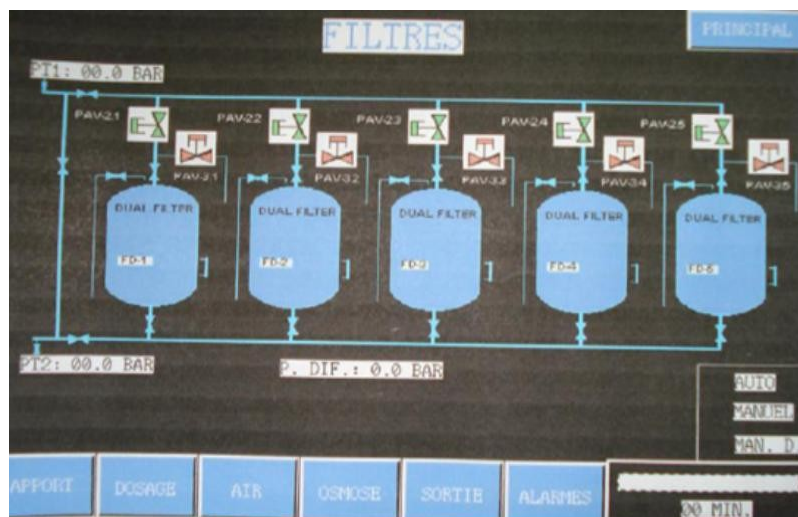


Figure II.6 :Ecrans de supervision

2.4. Système de distribution d'eau traitée

La distribution d'eau traitée est menée à bien par un groupe de pompes. Il est constitué de deux pompes centrifuges conçues pour un débit maximal de 90m³/h chacune.

L'eau est refoulée dans une conduite d'une longueur de 1227 m vers deux réservoirs de 800 m³ chacun ou elle sera distribuée pour les habitant de Tizirt.

✓ **Remarque :**

Lors de la procédure de dessalement d'eau de mer, la concentration de la saumure évacuée est habituellement à peu près au double la concentration de l'eau de mer d'alimentation. A cet effet, en pratique on fait éloigner le plus possible le point de déversement de la saumure en mer du point de la prise d'eau d'alimentation de l'installation.

3. Constitution techniques de la station

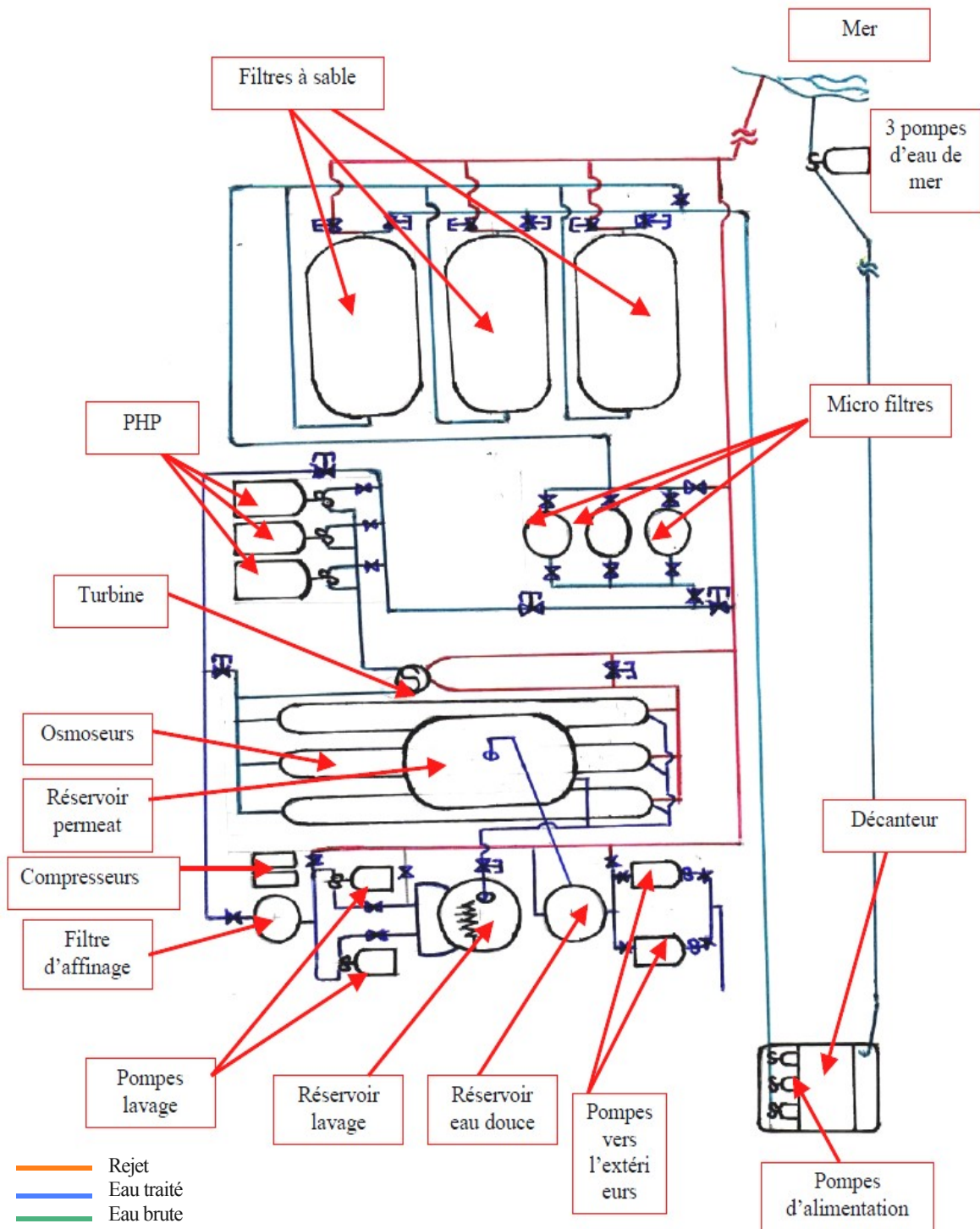


Figure II.7 :Schémas général de la station de dessalement de Tizirt

La station de Tizirt est équipée de plusieurs éléments hydrauliques et électriques qui sont le décanteur lamellaire, une partie opérative et une partie de contrôle. Chacune de ces dernières est constituée de plusieurs éléments .

3.1. Décanteur lamellaire

Le décanation lamellaire est la première étape de filtration d'eau de mer dans la station. Le décanteur est utilisé pour éliminer les particules lourdes ; il est composé de trois bassins :

Le premier s'appelle la chambre d'emprisonnement ,il permet aux particules de se décanter grâce à leur densités.

Le deuxième est le plus important c'est la où se trouve les lamelles ,elle sont inclinées de 60° afin de favoriser l'écoulement des boues qui se déposent sur ces dernières, et se sédimentent vers le fond du décanter.

Le troisième appelé aussi chambre intermédiaire ,il sert à garder l'eau qui sort du deuxième bassin .

3.2. Partie opérative

3.2.1. Filtres à sable

Il y a trois, de type duel ils sont montés en parallèle, ils se composent chacun de quatre lits de silex de différents diamètres tel que :

Le 1^{er} lit est composé de silex support lourd avec une taille des grains variant de 3 à 5 mm et une quantité de 800kg il est placé à la base du filtre .

Le 2^{ème} lit il est constitué d'une couche de silex support de 300mm avec une taille des grains variant de 1 à 2 mm et une quantité 1500 kg.

Le 3^{ème} lit il est constitué d'une couche de silex filtrant de 500mm avec une taille des grains variant de 1 à 2mm et une quantité 2500 kg.

Le 4^{ème} lit est composé d'une couche d'Anthracite de 400mm avec une taille des grains variant de 0.8 à 1.2 mm et une quantité 1800 kg .

Ces filtres sont insérés pour se débarrasser des particules de diamètre supérieur à 20µm.

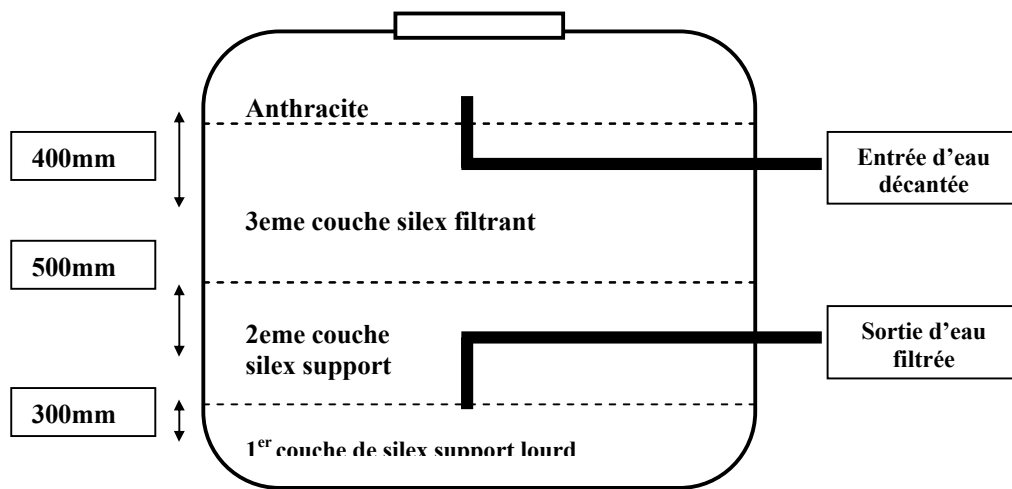


Figure II.8 :Schéma descriptif d'un filtre a sable dual

3.2.2.Filtre d'affinage

La station dispose de trois filtres d'affinage verticaux ,ces derniers sont constituer de 33cartouche de filtrage chacun . Il sont juste après les filtres à sables afin de se débarrasser des particules de diamètre supérieures à 5 μ m (voir figure II.5).

3.2.3.Osmoseurs

Les osmoseurs sont des filtres membranaires qui fonctionnent sous haute pression et permettent de se débarrasser du sel et avoir l'eau douce via le perméat .

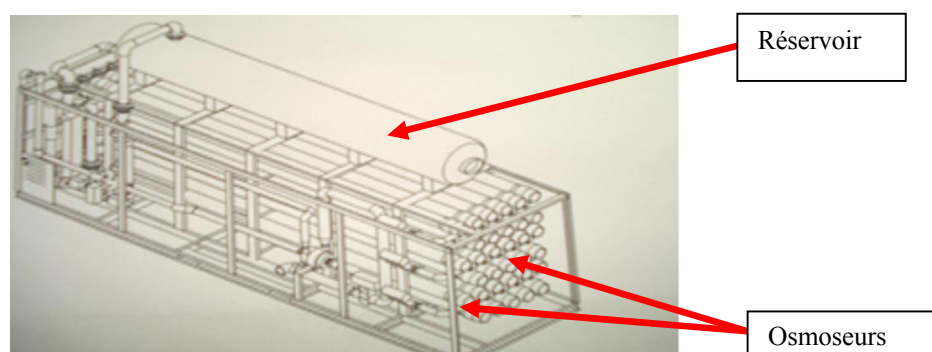


Figure II.9 :Unité d'osmose inverse

3.2.4. Moteurs triphasés asynchrones

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

Huit moteurs entraînent l'ensemble des pompes de transfert d'eau . Le premier pour la pompe d'aspiration d'eau de mer et trois autres pour le pompage d'eau du decanteur vers les filtres. Deux moteurs pour le pompage d'eau traité de la station vers le réservoir de stockage externe .Enfin deux autres moteurs pour le lavage de la station .

3.3. Partie hydraulique

3.3.1. Pompes centrifuges

Une pompe est un appareil qui transforme en une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation de l'arbre) en énergie hydraulique (débit et pression) .

a. Principe de fonctionnement

Une pompe centrifuge est constituée de:

- 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 à 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.

b. Pompes à haute pression

Elles sont du type centrifuges, elles sont entraînées par un moteur triphasé de 400volt et sont appliquées a l'entrée des osmoseurs pour assurer une pression au voisinage de 68Bar qui est la pression du fonctionnement des osmoseurs.



Figure II.10 :Pompe a haute pression

3.3.2. Pompes volumétriques

Utiliser pour refouler l'eau brut aspirée , dans des conduite en PVC vers le décanteur lamellaire .

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.

Chapitre II : Fonctionnement et constitution de la station de Tizirt

A

1. Introduction

Lorsqu'on envisage la commande d'un système, la première étape consiste à le modéliser. Modéliser un système cela dans le but : d'une part, à élaborer un objet mathématique qui permet de décrire et prédire le comportement dynamique du système lorsque il est soumis à des influences externes ,ou à élaborer un objet mathématique qui permet d'appliquer des méthodes pour améliorer son comportement dynamique. On doit donc distinguer la modélisation pour l'analyse, qui demande la construction de modèles précis et souvent complexes, et la modélisation pour la synthèse qui demande des modèles exploitables par des méthodes réalisable.

La modélisation est une phase primordiale a l'élaboration de modèles pour les systèmes industriels pour maîtriser les différents comportements d'éléments de ces systèmes ce qui conduit a l'élaboration de la commande .

C'est dans cette perspective que nous avons opté à l'application et la concrétisation de ces points qui prend comme champ d'application la station de dessalement à Tizirt.

2. Différentes parties de la station

La station de dessalement de Tizirt est constitué de différentes parties qu'on a cité dans le chapitre 2.

Les pompes sont les organes principaux qui existent dans la station et qui sont entraînées par des moteurs asynchrones triphasés et qui sont eux même pilotés par des variateurs de vitesse pour contrôler leur vitesses et de les asservir. L'unité d'osmose est l'organe de base pour la séparation du sel de l'eau.

Dans ce qui suit on va modéliser ces parties fondamentales dans l'opération de dessalement.

Pour éclaircir mieux ces parties et leurs interactions nous allons présenter un schéma générique du fonctionnement et constitutions de la station donner par(figure III .1):

3.3.3. La turbine de récupération

Les besoins en énergie électrique pour le dessalement de l'eau de mer par l'osmose inverse constituent la part la plus importante des coûts d'exploitation. C'est dans cette direction que les recherches ont toujours été orientées pour obtenir des gains avec des systèmes de récupération tel que les turbines.

La station dispose d'une turbine de récupération qui joue un rôle important sur le plan énergétique pour des fins économiques. Son principe de fonctionnement consiste à récupérer l'énergie de l'eau de sortie des osmoseurs et de la réinjecter à leurs entrées comme le montre le schéma suivant :

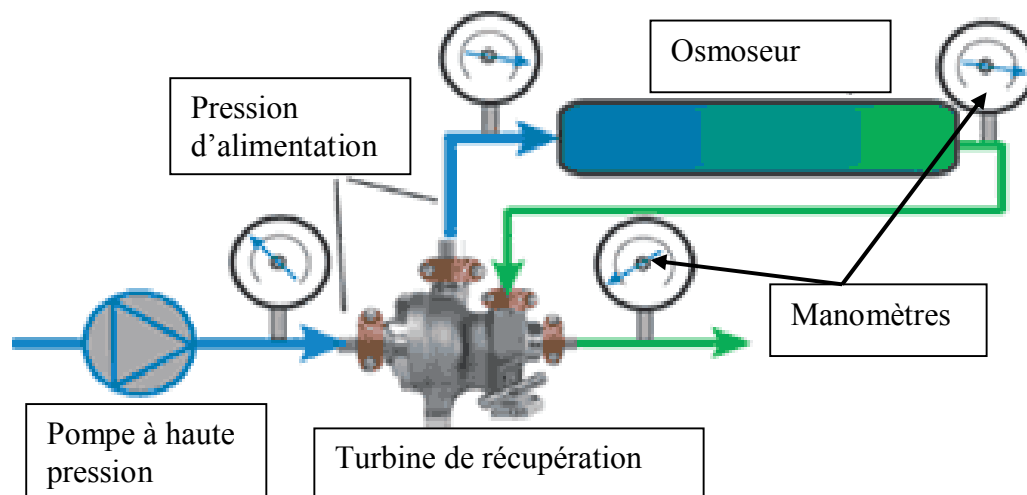


Figure II.11 :Schémas descriptif d'une turbine de récupération

3.3.4. Capteurs

Un capteur est un composant de la chaîne d'acquisition, il prélève des informations sur les comportements de la partie opératrice (OP) et les transforme en information exploitable pour la partie commande (PC).

Ces informations seront détectées sous forme d'un signal électrique ou pneumatique (ce qui est utilisé au niveau de la station de traitement).

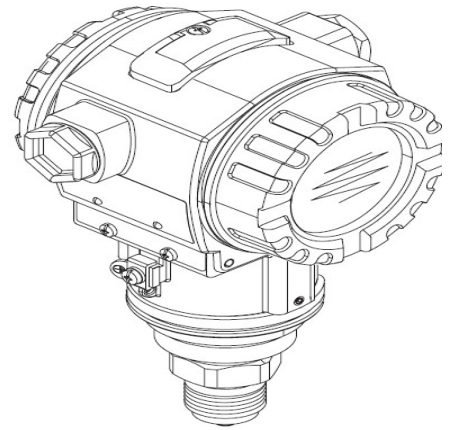
a. Transmetteur de pression

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

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

a.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 mesure la variation de capacité proportionnelle à la pression . La gamme de mesure est déterminée par l'épaisseur de la membrane céramique.



FigureII.12 :Transmetteur de pression

a.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 organes qui permet de mesurer la vitesse d'écoulement du liquide qui le traverse suivant un système électromécanique .

b.1.Le principe de fonctionnement

Le fonctionnement de mesure reprise sur la lois d'induction selon Faraday .

Dans le cas du débit mètre électromagnétique s'est le liquide conducteur traversant le capteur qui représente le conducteur en déplacement dans le champ magnétique. La tension induite est proportionnelle a la vitesse d'écoulement .Elle est transmise par le biais de deux électrodes de mesure .

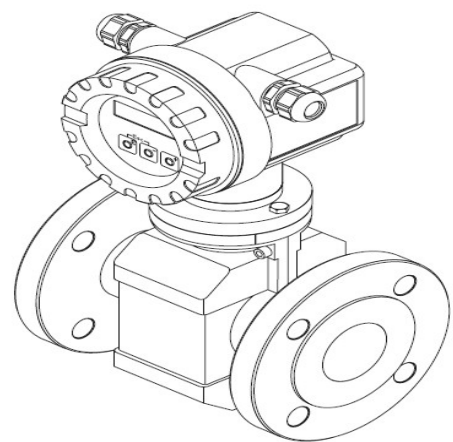


Figure II .13 :Transmetteur de débit

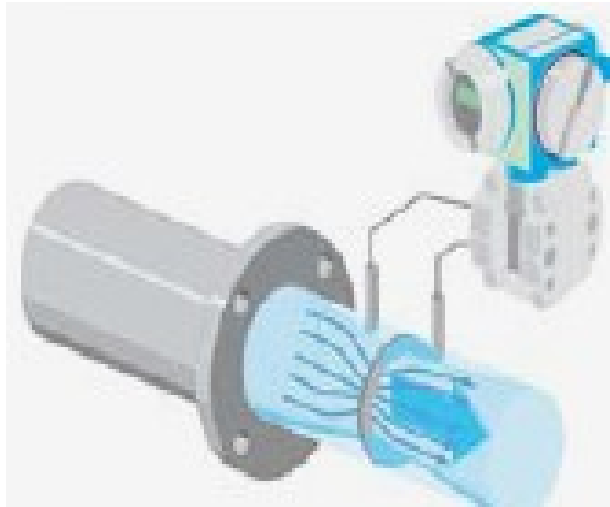


Figure II.14 :Schémas descriptif d'un débitmètre électromagnétique

b.2. Applications aux liquides

- Liquides en général (par ex. eau).
- Débits les plus faibles.
- Débits les plus élevés.
- Liquides non conducteurs.
- Liquides visqueux.
- Domaine agroalimentaire (par ex. lait).

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 la traitement de l'eau.



Figure II.15 : Transmetteur 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. 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 à immersion . Il permet une large gamme d'application tel que :

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



Figure II.16 : Transmetteur conductivité

• Affichage et touches

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

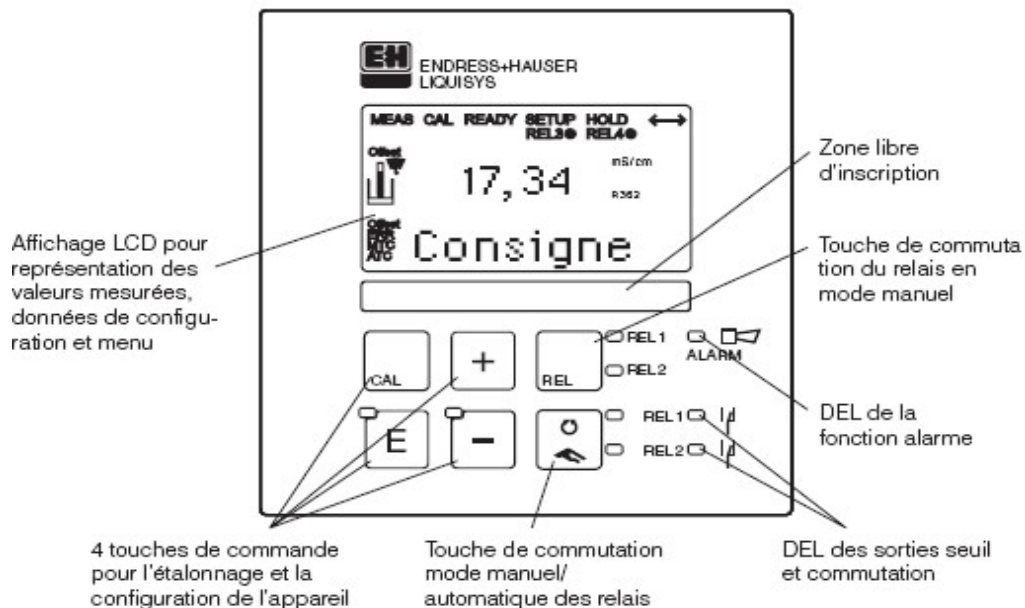


Figure II.17 :Afficheur du transmetteur de conductivité Lyquisis M

3.4. Partie commande

3.4.1. Variateur de vitesse (fréquence)

Le moteur asynchrone reste toujours généralisé car l'électronique de puissance permet de faire varier sa vitesse de rotation en faisant varier la fréquence de fonctionnement du signal . Il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation .Les variateurs de vitesse sont des convertisseurs de fréquence .



Figure II.18 :Variateur de vitesse

Il permettent :

- Une gamme de vitesse de 5% à 200% de la vitesse nominale .
- Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesse .
- Des rampes d'accélération et de décélération .
- Deux sens de rotation .

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 l'onduleur travaille en hacheur ,il va moduler le courant par largeur d'impulsion (PWM),le courant résultant est proche d'une sinusoïde .

3.4.2. Automate Omron C200 HE CPU42

C'est l'organe qui gère toute la station .L'automate programmable gère toute les fonctions dans la station et cela en lui injectant un programme : c'est de la logique programmée puis en fonction d'un programme qui va gérer des entrées (capteurs, organes de commandes, etc....) vas commander des sorties (qui permettront d'alimenter des préactionneurs, des organes, de signalisations.....etc)

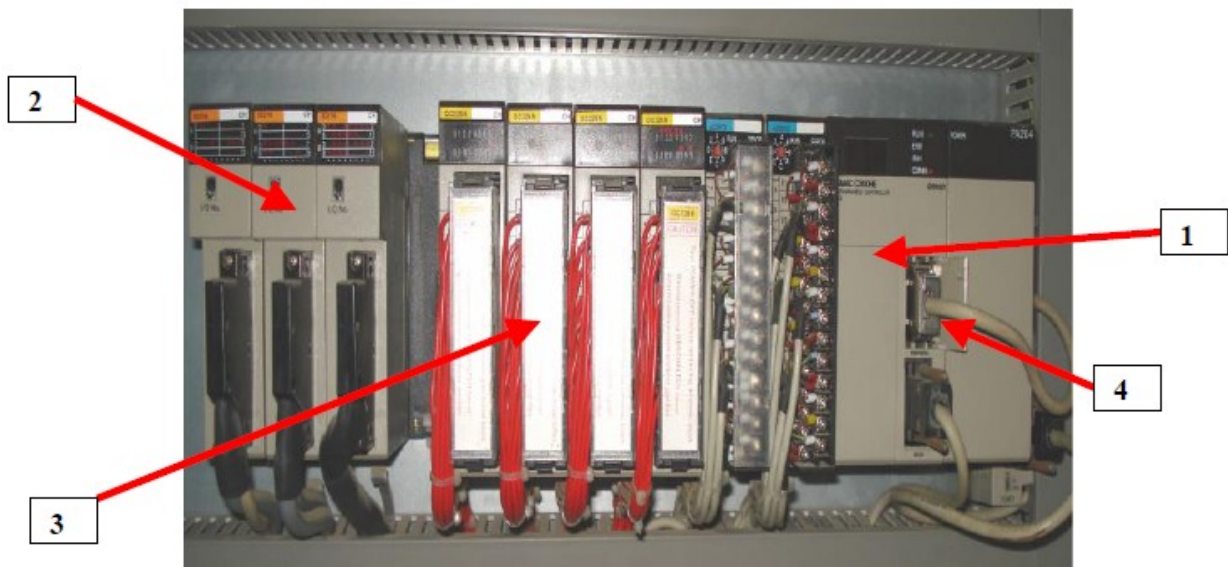


Figure II.19 : Automate Omron sysmac C200 HE CPU 42

- 1 : CPU
- 2 : Entrées
- 3 : Sorties
- 4 : Câble de communication série RS232

a. Les entrées

L' automate dispose généralement d'une tension d'alimentation pour ses entrées. De même il y a un commun à toute les entrées.

Il est possible de lui câbler des contacts classiques, mais aussi des capteurs électroniques deux ou trois fils.

b. 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 préactionneurs de tension différentes.

4. Conclusion

Nous avons fait une description de l'acheminement d'eau et décrit les différentes parties de filtration puis on a présenter tout les organes constitutifs de la station afin de comprendre et d'éclaircir toute la procédure de dessalement qui se deroule dans la station .

La variété des éléments constitutifs de la station et leurs nombre important ainsi la synchronisation du fonctionnement ,nécessite des câblages onéreux et une coordination très précise de leurs taches. Pour assurer le bon fonctionnement globale de la station ;l'emploi d'un puissant moyen de contrôle tel que l'automate est indispensable et afin de maitriser le fonctionnement des organes constitutifs on vas s'orienter dans le chapitre suivant sur l'aspect analytique et quantification des grandeurs puis définir un model général sur lequel le fonctionnement de la station est basé.

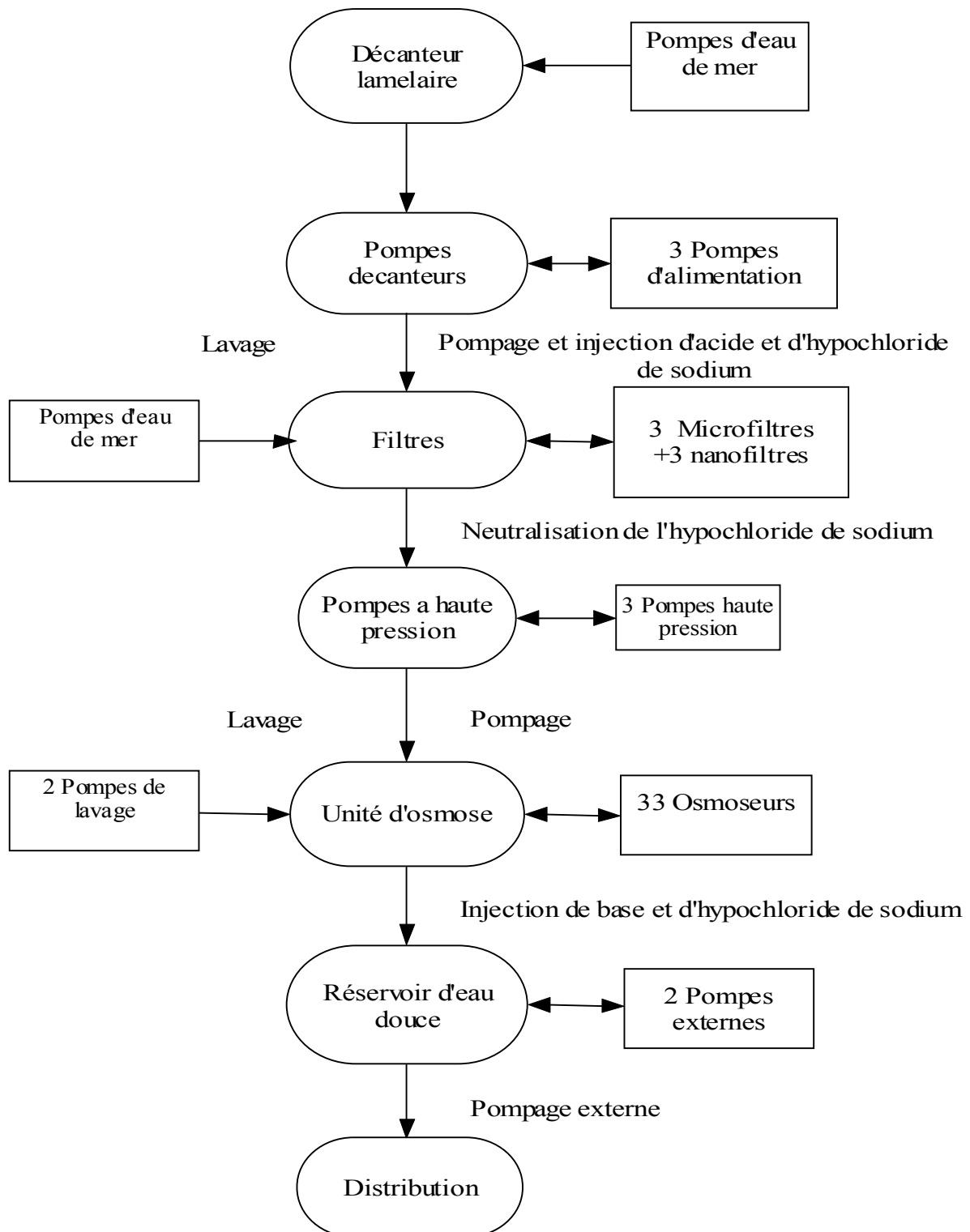


Figure III.1 : Schémas synoptique du fonctionnement et constitution de la station

3. Modelisation

3.1. Etude du variateur de fréquence

Ce type de convertisseur de fréquence est constitué d'un transformateur, d'un pont redresseur à diode permettant l'obtention d'une tension continue, du circuit intermédiaire à tension continue ainsi qu'un onduleur qui est constitué de trois branches qui alimente une charge comme illustré sur (Figure III.2).

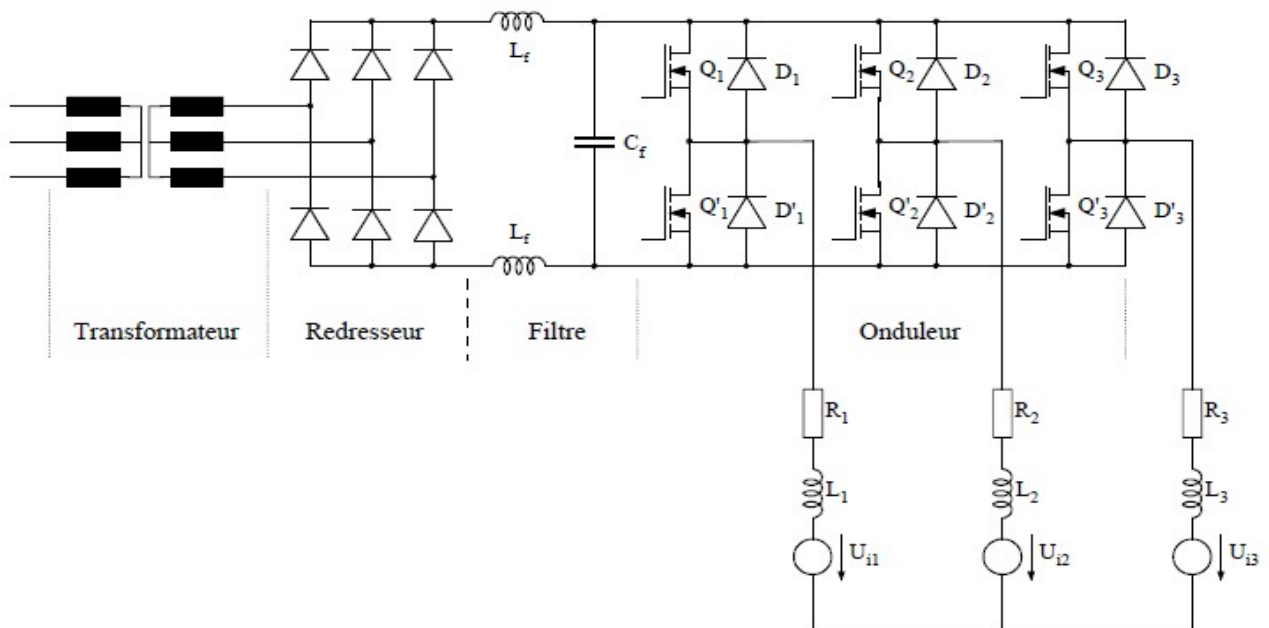


Figure III.2 : Schémas du variateur de fréquence

Chaque branche de l'onduleur peut être enclenchée librement et fonctionne avec pulsations. Par conséquent, on parle aussi d'onduleur à pulsation. La variation de la fréquence et de l'amplitude de la tension alternative (tension aux bornes de la charge) a lieu dans l'onduleur. Dans le circuit intermédiaire, il y a un condensateur C qui permet de lisser la tension continue U_E redressée et prend en charge les variations rapides du courant dans le circuit intermédiaire.

Les diodes en parallèles avec les éléments de commutation ne sont pas que des éléments de protection, elles servent à assurer la continuité du courant dans la charge inductive.

3.1.1. Fonctionnement de l'onduleur triphasé

On considère le schéma de principe de l'onduleur représenté par la (Figure III.3). On distingue d'une part, les tensions de branches u_{10} , u_{20} , u_{30} mesurées par rapport au neutre de la tension U_E et d'autre part, les tensions de phases u_1 , u_2 , u_3 mesurées par rapport à un neutre flottant N. On suppose la charge triphasée symétrique.

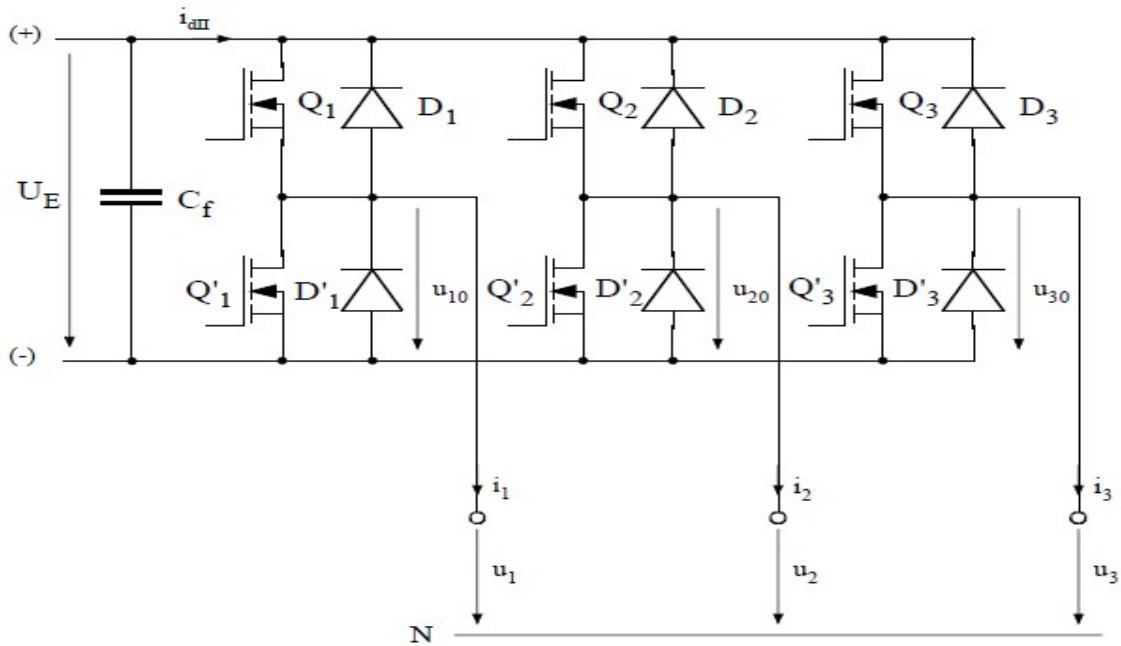


Figure III.3 : Schémas d'onduleur

Les tensions de branches u_{k0} (avec $k=1, 2$ et 3) peuvent être imposées par une commande appropriée des commutateurs électroniques (contacteurs statiques). On peut alors déterminer les tensions u_{k0} à la sortie de l'onduleur.

$$\begin{aligned} -u_{10} + u_1 - u_2 + u_{20} &= 0 \\ -u_{10} + u_1 - u_3 + u_{30} &= 0 \end{aligned} \tag{III.1}$$

Dans une charge triphasée symétrique avec point neutre flottant, on a :

$$\begin{aligned} u_1 + u_2 + u_3 &= 0 \\ i_1 + i_2 + i_3 &= 0 \end{aligned} \tag{III.2}$$

A l'aide des relations (III.1) et (III.2) on obtient

$$\begin{aligned} u_1 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{10} - u_{20} - u_{30}) \\ u_2 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{20} - u_{10} - u_{30}) \\ u_3 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{30} - u_{20} - u_{10}) \end{aligned} \tag{III.3}$$

Selon la conduction des contacteurs statiques ou des diodes dans une branche onduleur, les tensions de branches u_{k0} peuvent être égales soit à U_E ou à 0.

On suppose $(u_0 = \frac{1}{3} \cdot (u_1 + u_2 + u_3))$ la relation (III.3) devient :

$$\begin{aligned}
 u_1 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{10} - u_{20} - u_{30}) + u_0 \\
 u_2 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{20} - u_{10} - u_{30}) + u_0 \\
 u_3 &= \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot u_{30} - u_{20} - u_{10}) + u_0
 \end{aligned}
 \tag{III.4}$$

3.1.2. Commande rectangulaire

a. Allure des tensions de branches et de phases

Dans le cas le plus simple, elles varient de manière rectangulaire en fonction du temps, comme le montre la (Figure III.4). Elle représente aussi l'allure des tensions de phases u_k , construites selon les relations (III.4) Comme on le voit, les tensions de phases u_k possèdent une allure par gradins Avec une amplitude égale à $2U_E/3$. Elles sont décalées de $T/3$ l'une par rapport à l'autre, où T est la période fondamentale des tensions de l'onduleur triphasé. On parle alors de commande rectangulaire.

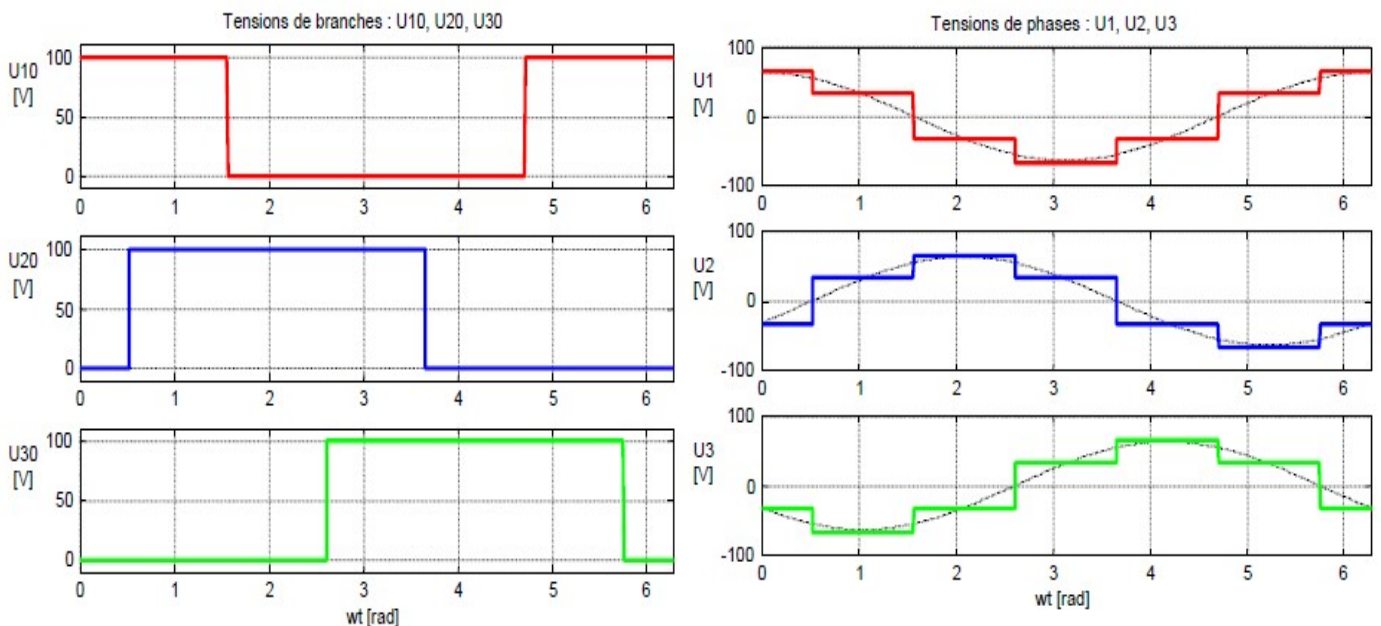


Figure III.4 : Allure des tensions d'un onduleur triphasé pour une commande rectangulaire.

b. Onde fondamentale et harmoniques de la tension de phase

Comme on le voit à la (Figure III.4), les tensions de phases u_k (tensions aux bornes de la charge) varient par gradins en fonction du temps. Il est possible de décomposer ces tensions en une onde fondamentale et des harmoniques selon le procédé du développement en série de Fourier.

Sachant que, selon la (Figure III.4), u_1 est une fonction paire par rapport à l'origine de l'axe des temps, les amplitudes ${}^v\hat{U}$ se déduisent de la relation :

$$\begin{aligned}
 {}^v\hat{U} &= \frac{1}{\pi} \cdot \int_{-\pi}^{\pi} u_1 \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} u_1 \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) \\
 &= \frac{2}{\pi} \left[\int_0^{\pi/2} u_1 \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) + \int_{\pi/2}^{\pi} u_1 \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) \right] \\
 &= \frac{2}{\pi} \left[\int_0^{\pi/6} \frac{2}{3} U_E \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) + \int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{1}{3} U_E \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) \right. \\
 &\quad \left. + \int_{\pi/2}^{5\pi/6} -\frac{1}{3} U_E \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) + \int_{5\pi/6}^{\pi} -\frac{2}{3} U_E \cdot \cos(v \cdot \omega t) \cdot d(\omega t) \right] \tag{III.5} \\
 &= \frac{2}{3 \cdot \pi \cdot v} \cdot U_E \cdot \left[(\sin(v \cdot \frac{\pi}{6}) + \sin(v \cdot \frac{\pi}{2})) + (\sin(v \cdot \frac{\pi}{2}) + \sin(v \cdot \frac{5\pi}{6})) \right] \\
 &= \frac{4}{3 \cdot \pi \cdot v} \cdot U_E \cdot \left[(\sin(v \cdot \frac{\pi}{3}) \cdot \cos(v \cdot \frac{\pi}{6})) + (\sin(v \cdot \frac{2\pi}{3}) \cdot \cos(v \cdot \frac{\pi}{6})) \right] \\
 &= \frac{4}{3 \cdot \pi \cdot v} \cdot U_E \cdot \cos(v \cdot \frac{\pi}{6}) \cdot \left[\sin(v \cdot \frac{\pi}{3}) + \sin(v \cdot \frac{2\pi}{3}) \right] \\
 &= \frac{8}{3 \cdot \pi \cdot v} \cdot U_E \cdot \cos^2(v \cdot \frac{\pi}{6}) \cdot \sin(v \cdot \frac{\pi}{2})
 \end{aligned}$$

Avec $v=1$, on obtient l'amplitude de l'onde fondamentale

$${}^1\hat{U} = \frac{2}{\pi} \cdot U_E \tag{III.6}$$

Par contre pour les harmoniques, on trouve

$$\begin{aligned}
 {}^v\hat{U} &= \frac{2}{\pi \cdot v} \cdot U_E && \text{pour } v = 5, 7, 11, 13 \\
 {}^v\hat{U} &= 0 && \text{pour } v = 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, \dots
 \end{aligned} \tag{III.7}$$

Le spectre de la tension de phase est représenté à la Figure III.5. A noter qu'il n'y a ni des harmoniques d'ordre pair, ni des harmoniques d'ordre d'un multiple de trois.

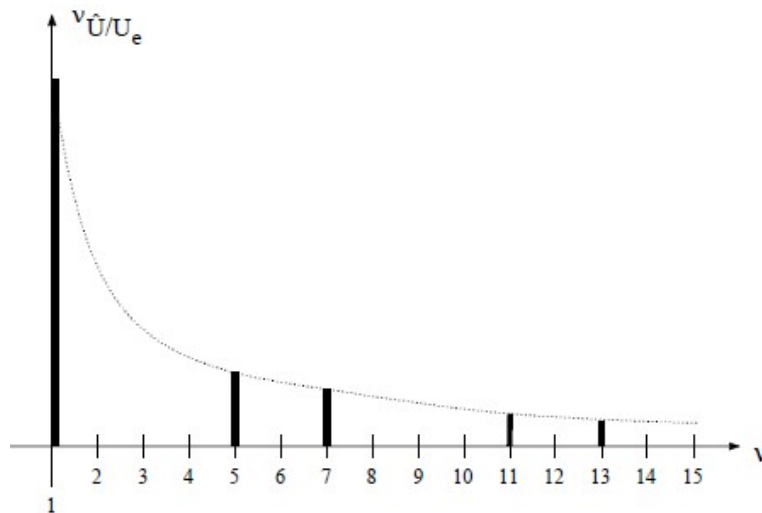


Figure III.5 : Spectre des harmoniques des tensions de phases pour une commande rectangulaire

3.2. Modèle de la machine asynchrone triphasée à rotor bobiné

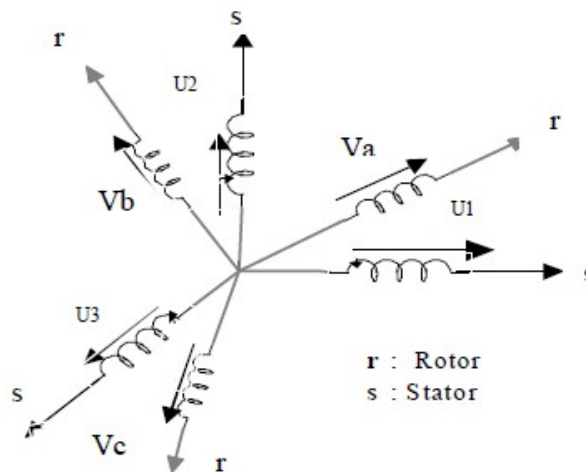


Figure III.6 : Représentation vectorielle statorique et rotorique

On adopte les hypothèses suivantes :

- Pas de saturation du circuit magnétique.
- L'hystérésis et les courants de Foucault sont négligeables.
- Pas de phénomène d'effet de peau.
- L'entrefer est d'épaisseur uniforme.

De plus on considérera que la force magnétomotrice, créée par les enroulements statoriques et rotoriques, est à répartition sinusoïdale le long de l'entrefer.

Avec ces hypothèses, les équations en tensions des trois phases statoriques et des trois phases rotoriques s'écrivent alors :

$$\begin{aligned}
 U_1 &= R_s i_1 + \frac{d}{dt} \lambda_1 & v_a &= R_r i_a + \frac{d}{dt} \lambda_a \\
 U_2 &= R_s i_2 + \frac{d}{dt} \lambda_2 & v_b &= R_r i_b + \frac{d}{dt} \lambda_b \\
 U_3 &= R_s i_3 + \frac{d}{dt} \lambda_3 & v_c &= R_r i_c + \frac{d}{dt} \lambda_c
 \end{aligned}
 \tag{III.8}$$

- U_1, U_2, U_3 sont les tensions appliquées aux trois phases statoriques.
- v_a, v_b, v_c sont les tensions des trois phases rotoriques.
- $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_a, \lambda_b, \lambda_c$ sont les flux totaux à travers les enroulements statoriques et rotoriques,
- Les indices 1,2,3 font références au stator et les indices a, b, c au rotor.

On pose : $V_s = [U_1 \ U_2 \ U_3]$ et $V_r = [V_a \ V_b \ V_c]$: Vecteurs tensions.

$i_s = [i_1 \ i_2 \ i_3]$ et $i_r = [i_a \ i_b \ i_c]$: Vecteurs courants .

$L_s = [L_1 \ L_2 \ L_3]$ et $L_r = [L_a \ L_b \ L_c]$: Vecteurs inductances.

M_{rs} et M_{sr} : Matrices d'inductances mutuelles.

Des équations précédentes, il en résulte que :

$$\begin{aligned}
 [v_s] &= [R_s][i_s] + \frac{d}{dt} \{ [L_s][i_s] \} + \frac{d}{dt} \{ [M_{sr}][i_r] \} \\
 [v_r] &= [R_r][i_r] + \frac{d}{dt} \{ [M_{rs}][i_s] \} + \frac{d}{dt} \{ [L_r][i_r] \}
 \end{aligned}
 \tag{III.9}$$

car : $[\lambda] = [L][I]$.

$$\begin{aligned}
 [V] &= [R][I] + \frac{d([L][I])}{dt} \\
 [V] &= [R][I] + [I] \frac{d[L]}{dt} + [L] \frac{d[I]}{dt} \\
 [V] &= [R][I] + [I] \frac{d[\theta]}{dt} \frac{d[L]}{d\theta} + [L] \frac{d[I]}{dt} \\
 [V] &= [R][I] + [I] \Omega_r \frac{d[L]}{d\theta} + [L] \frac{d[I]}{dt}
 \end{aligned} \tag{III.10}$$

Les équations mécaniques donnent :

$$J_t \frac{d \Omega_r}{dt} + f_v \Omega_r = C_e - C_r$$

Avec :

$$\Omega_r = \frac{d\theta}{dt} \tag{III.11}$$

$$C_e = \frac{1}{2} [I]^t \frac{d[I]}{dt} [I]$$

- J_t : représente l'inertie totale ramenée à l'arbre moteur,
- Ω_r : la vitesse de rotation de la machine,
- f_v : le couple de frottement visqueux,
- C_e : le couple électromagnétique,
- C_r : le couple résistant appliqué à la machine,
- θ : la position du rotor par rapport au stator.

Ces équations peuvent être regroupées sous une forme "matricielle" tel que :

$$\begin{bmatrix} [V] \\ -Cr \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left([R] + \Omega_r \frac{d[L]}{d\theta} \right) & 0 & 0 \\ -\frac{1}{2} [I]^t \frac{d[L]}{d\theta} & f_v & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [I] \\ \Omega_r \\ \theta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} [L] & 0 & 0 \\ 0 & J_t & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{[I]} \\ \dot{\Omega}_r \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} \tag{III.12}$$

Une forme condensée est obtenue sous l'écriture suivante : $[U] = [B][X] + [A][\dot{X}]$

où le vecteur $[\dot{X}]$ peut s'écrire :

$$[\dot{X}] = [A]^{-1} [U] - [A]^{-1} [B][X] \quad (\text{III.13})$$

Sous forme d'équation d'état où encore :

$$[\dot{X}] = [A]^{-1} \{ [U] - [B][X] \} \quad (\text{III.14})$$

Où $[U]$ le vecteur de commande a pour expression :

$$[U] = ([V][-C_r][0])^t \quad (\text{III.15})$$

et le vecteur d'état est constitué de :

$$[X] = ([I][\Omega_r][\theta])^t \quad (\text{III.16})$$

3.3. Modélisation des osmoseurs

Comme utilisateur ou concepteur d'installation, on a jamais besoin en principe de calculer un osmoseur. Toutefois il est important de connaître les équations qui régissent le fonctionnement des osmoseurs cela nous permettra de mieux juger les offres et affirmations de fabricants et aussi d'évaluer le fonctionnement d'un osmoseur. Les écarts de débits et de conductivité seront incompréhensibles si l'on ne connaît pas les lois qui les régissent.

3.3.1. Quelques définitions

Il est usuel de représenter un osmoseur dans un schéma sous la forme d'un rectangle avec une diagonale qui représente la membrane, comme dans la figure suivante :

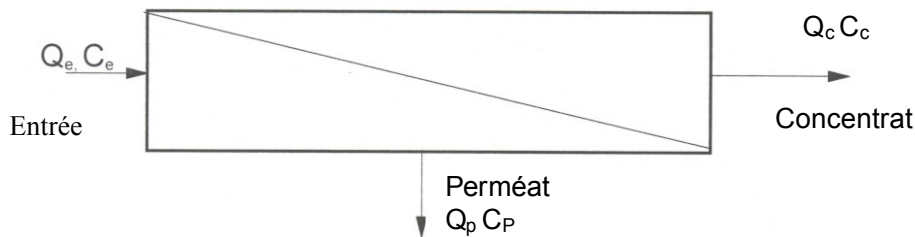


Figure III.7: Représentation schématique d'un osmoseur

Q_e : débit d'eau entrant dans l'osmoseur

Q_p : débit perméat, ou débit d'eau passant à travers la membrane

Q_c : débit de concentrat

C_e : concentration de solides dissous dans l'eau entrant dans l'osmoseur

C_p : concentration de solides dissous dans le perméat de l'osmoseur

C_c : concentration de solides dissous dans le concentrat de l'osmoseur

3.3.2. Débit en fonction des pressions

$$Q_e = KT \times [(P_{1m} - P_{2m}) - (P_{osm1} - P_{osm2})] \quad (III.17)$$

Avec :

Q_e : débit à travers la membrane

KT : constante donnée par le fabricant de la membrane. La valeur de cette constante varie avec la température.

P_{1m} : pression moyenne en amont de la membrane

P_{2m} : pression moyenne en aval de la membrane

P_{osm1} : pression osmotique moyenne en amont de la membrane

P_{osm2} : pression osmotique moyenne en aval de la membrane

En pratique on admet les approximations suivantes :

$$P_{1m} = 1/2 \times (P_e + P_c) \quad (III.18)$$

$$P_{2m} = P_p$$

Pe étant la pression à l'entrée de la membrane, **Pc** la pression du concentrât et **Pp** la pression du perméat. De la même façon, on admet que :

$$\text{Posm1} = 1/2 \times (\text{Posme} + \text{Posmc}) \quad (\text{III.19})$$

$$\text{Posm2} = \text{Posmp}$$

Posme étant la pression osmotique de l'eau d'alimentation de l'osmoseur, **Posmc** la pression osmotique du concentrât et **Posmp** la pression osmotique du perméat.

En pratique,

$$\text{Posmp} \ll \text{Posme}, \text{ donc } \text{Posm2} \ll \text{Posm1}$$

Donc
$$(\text{Posm1} - \text{Posm2}) \approx \text{Posm1} \quad (\text{III.20})$$

L'on calcule donc en général en utilisant **Posm1** en lieu et place de **(Posm1 - Posm2)**. Il faut par contre prendre garde à ne pas confondre **Posm1** avec **Posme** : la différence peut être importante et conduire à des erreurs importantes.

3.3.3. Estimation de la pression osmotique

La pression osmotique est une fonction des solides dissous dans l'eau. En pratique l'on peut utiliser l'approximation suivante :

$$\text{Posm} = \text{TDS} \times 0.0008 \quad (\text{III.21})$$

TDS étant le total des solides dissous dans l'eau. Les unités utilisées étant :

$$[\text{Posm}] = \text{bar}$$

$$[\text{TDS}] = \text{ppm}$$

a. Rejet et recouvrement

Pour l'utilisateur, un bon osmoseur est un osmoseur qui réduira le plus possible la minéralisation de l'eau et consommera le moins d'eau possible. Ces deux paramètres sont mesurés par le taux de recouvrement et le taux de rejet

a.1. Définitions

Taux de recouvrement : $R = Q_p/Q_e \quad (\text{III.22})$

Taux de rejet : $\text{Rej} = 1 - C_p/C_{ec} \quad (\text{III.23})$

avec $C_{ec} = 1/2 \times (C_e + C_c)$ (III.24)

La formule de la pression osmotique est :

$$\pi = i \times C \times R \times T$$
 (III.25)

Avec π la pression osmotique en **bars**,

I est le nombre d'ions dissociés (on a Na^+ et Cl^- donc $i = 2$)

C : la concentration en sels en **mol.l⁻¹**

R : la constante des gaz parfaits : **R = 0.08314**

T : la température en **°K**

3.4. Exemple de calcul

a. Descriptif du procédé de base sous forme de schéma blocs

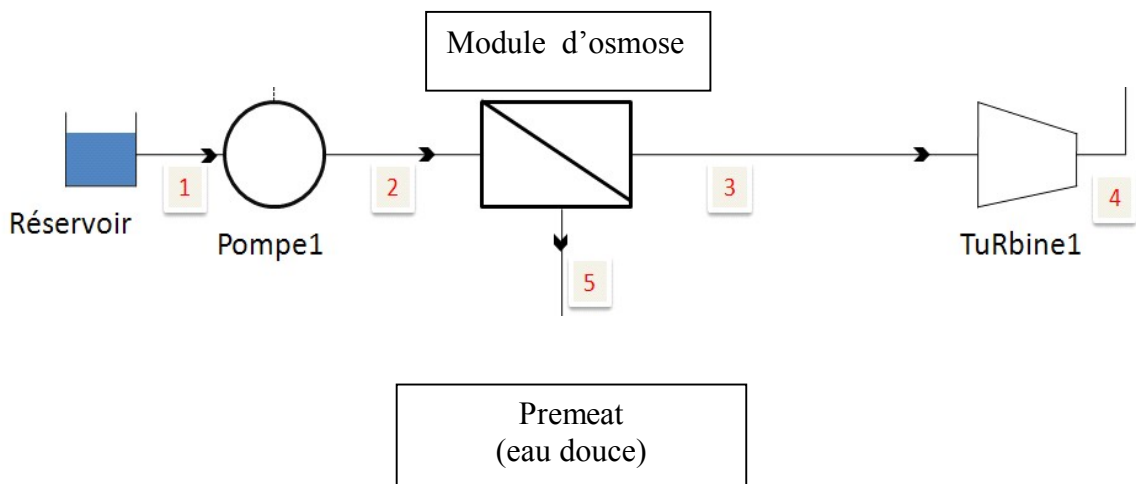


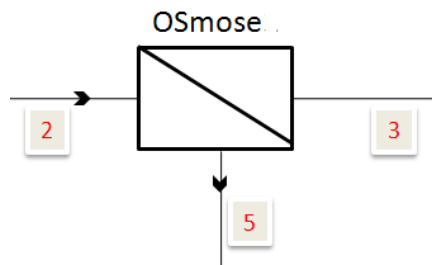
Figure III.8 : Schémas bloc du procédé d'osmose

Nous avons plusieurs variables de fixées, à savoir le débit en sortie en eau potable : **2m³/h** et un taux de salinité permettant d'avoir une eau potable. Sachant que la concentration maximale en sel doit être de 0,4g/L. Nous avons donc choisi une concentration de **0,050g/L**, ce qui représente une eau très pure.

b. Module d'osmose

Ce module est caractérisé par plusieurs variables que nous avons fixées. Ces valeurs ont été déduites ou approximées à partir des recherches :

- ⇒ Taux de Conversion $T_c=50\%$
- ⇒ Taux de Rétention $T_r=99\%$
- ⇒ Température ambiante $T=27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$
- ⇒ $C_2=35 \text{ g/L}$
- ⇒ $Q_5=6.06\text{m}^3/\text{h} = Q_6$
- ⇒ $C_5=4\text{g/L} = C_6$



Le taux de conversion est donné par la relation :

$$T_c = \frac{Q_5}{Q_2} \tag{III.26}$$

Or Q_5 et T_c sont fixés, d'où :

$$Q_2 = \frac{Q_5}{T_c} = \frac{6.06}{0.50} = 12,12\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Il nous reste donc à déterminer Q_3 et C_3 . D'après la conservation du débit et de la quantité de sel, on obtient le système ci-dessous :

$$Q_2 \times C_2 = Q_3 \times C_3 + Q_5 \times C_5$$

$$Q_2 = Q_3 + Q_5$$

$$\text{D'où } Q_3 = Q_2 - Q_5 = 12,12 - 6.06 = Q_3 = 6.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

l'expression de C_3 est donc :

$$C_3 = \frac{C_2 \times Q_2 - Q_5 \times C_5}{Q_3}$$

$$= 66 \text{ g/l} \quad (\text{III.26})$$

Il nous faut maintenant calculer la **pression osmotique** nécessaire pour pouvoir obtenir ce résultat. En supposant que la concentration augmente de façon linéaire le long de la membrane au fur et à mesure du traitement, cela implique qu'en fin de membrane, la concentration avoisine les **5.9g/l**. Par conséquent nous allons nous baser sur cette valeur pour calculer la pression osmotique nécessaire :

D'après la formule de la pression osmotique(III.5) :

c. Application numérique

$$\pi = i \times C \times R \times T = 2 \times (66 / 58.5) \times 0.08314 \times 300 = \underline{\underline{\pi = 56.3 \text{ bars}}}$$

Dans la pratique cela se traduit par une pression de service de l'ordre de **80 bars**. Ce résultat est confirmé par les industriels qui donnent des valeurs de cet ordre de grandeur.

4. Modélisation par grafcet

Les travaux effectués par l'AF CET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), puis par l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée) ont conduit à la définition d'un diagramme fonctionnel : le GRAFCET(Graphe de Commande Etape Transition).

Ce diagramme fonctionnel permet de décrire les comportements attendus de l'automatisme en imposant une démarche rigoureuse, éventuellement hiérarchisée, évitant ainsi les incohérences, les blocages ou les conflits dans le fonctionnement .

Le GRAFCET fait l'objet d'une norme française NFC 03-190 qui décrit les définitions, la représentation, les règles de syntaxe et d'évolution, etc.

4.1.Rappel des règles de base du grafcet

4.1.1. Règle d'alternance

L'alternance étape/transition doit être respectée. C'est à dire deux étapes ne peuvent pas se suivre ni deux transitions.

4.1.2. Règles d'évolution

a. Situation initiale (règle 1)

La situation initiale d'un GRAFCET est caractérisée par une étape initiale seule et unique. Cette situation correspond généralement à une position de repos. Si il existe plusieurs GRAFCET, il y aura plusieurs étapes initiales.

Certains automatismes nécessitent le redémarrage à l'étape active au moment, par exemple, d'une coupure secteur. Cette situation doit être clairement définie et explicitée.

b. Franchissement (règle 2)

L'évolution du GRAFCET d'une étape vers une autre ne peut se faire : que si l'étape est valide, c'est à dire active et que la réceptivité de la transition est vraie.

Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition est obligatoirement franchie.

c. Evolution (règle 3)

Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement et simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

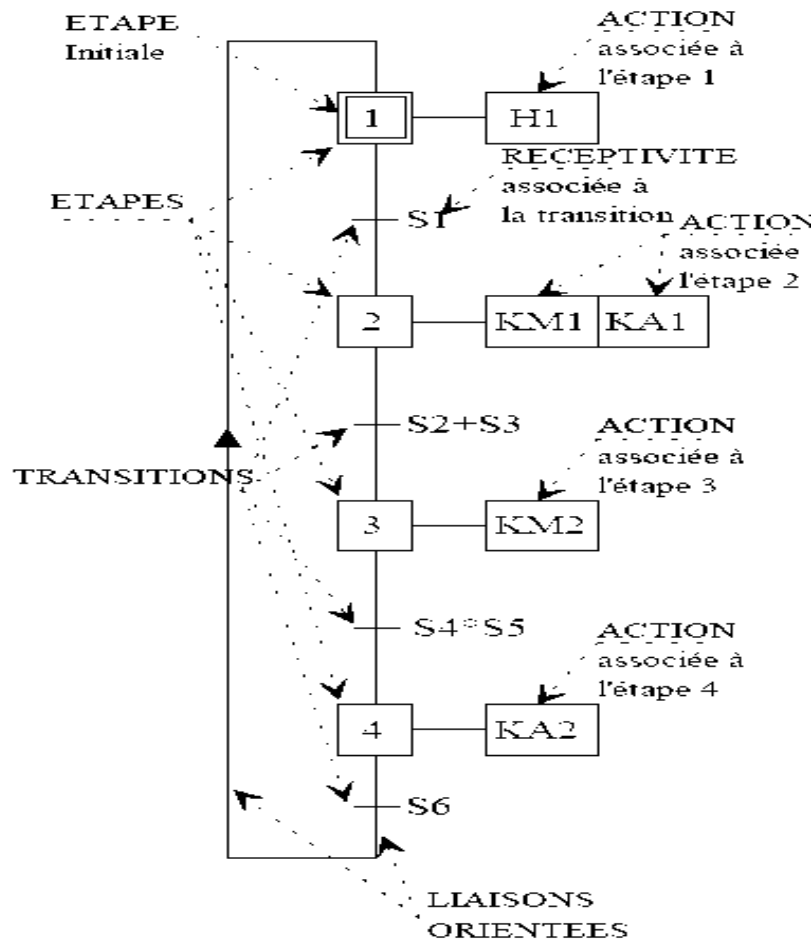
4.2. Eléments de base du grafcet

La programmation qui suit l'analyse sera avantageusement divisée en trois parties distinctes et ceci facilitera le travail du programmeur ainsi que de tous ceux ayant à relire ou modifier le programme.

Ces trois parties sont : Les équations de transition.

L'ossature proprement dite.

Les actions associées aux étapes.



4.3. Grafcet de la station

Le fonctionnement de la station peut être partagé en quatre types indépendants :

Le pompage d'eau de mer : Il se déclenche automatiquement lors de l'appui sur le bouton de démarrage quel que soit l'état du fonctionnement interne de la station.

Filtrage et dessalement : C'est la tâche fondamentale du processus de dessalement. Il se déclenche par deux boutons ; le premier est celui de démarrage et le second c'est le bouton de mise en marche qui apparaît sur l'écrans de contrôle tactile.

Le lavage : Il se devise en deux ; le premier est le lavage des filtres à sable et le second est celui des osmoseurs. Il s'effectue par la sélection du mode sur l'écran.

Le pompage d'eau douce vers l'extérieur : c'est l'étape de pompage d'eau vers le réservoir de stockage pour la distribution. Il se déclenche automatiquement.

✓ **Remarque :** Tous les symboles qui seront utilisés dans le grafcet niveau 2 qui représente les contacts, seront décrits dans l'annexe C.

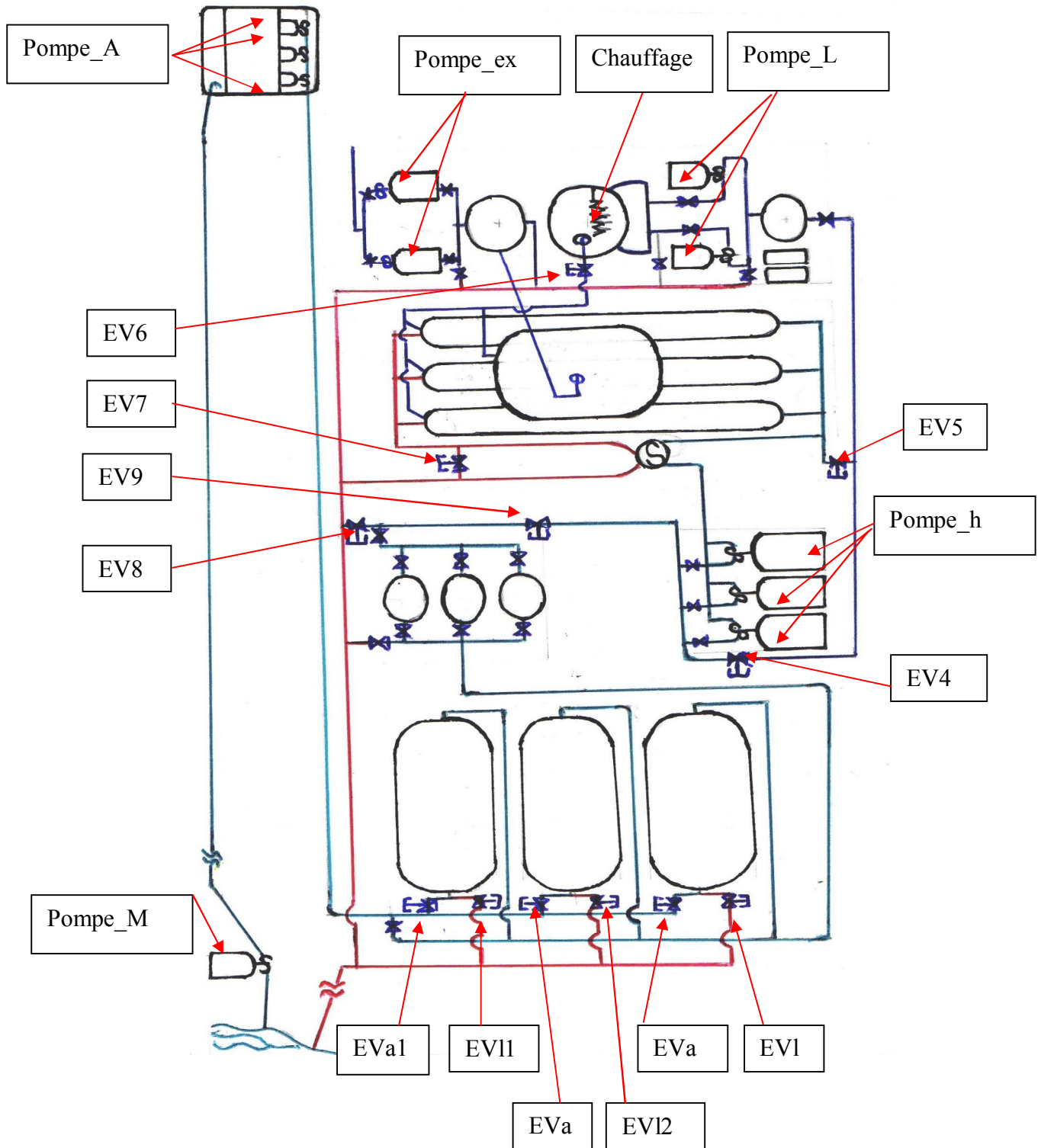
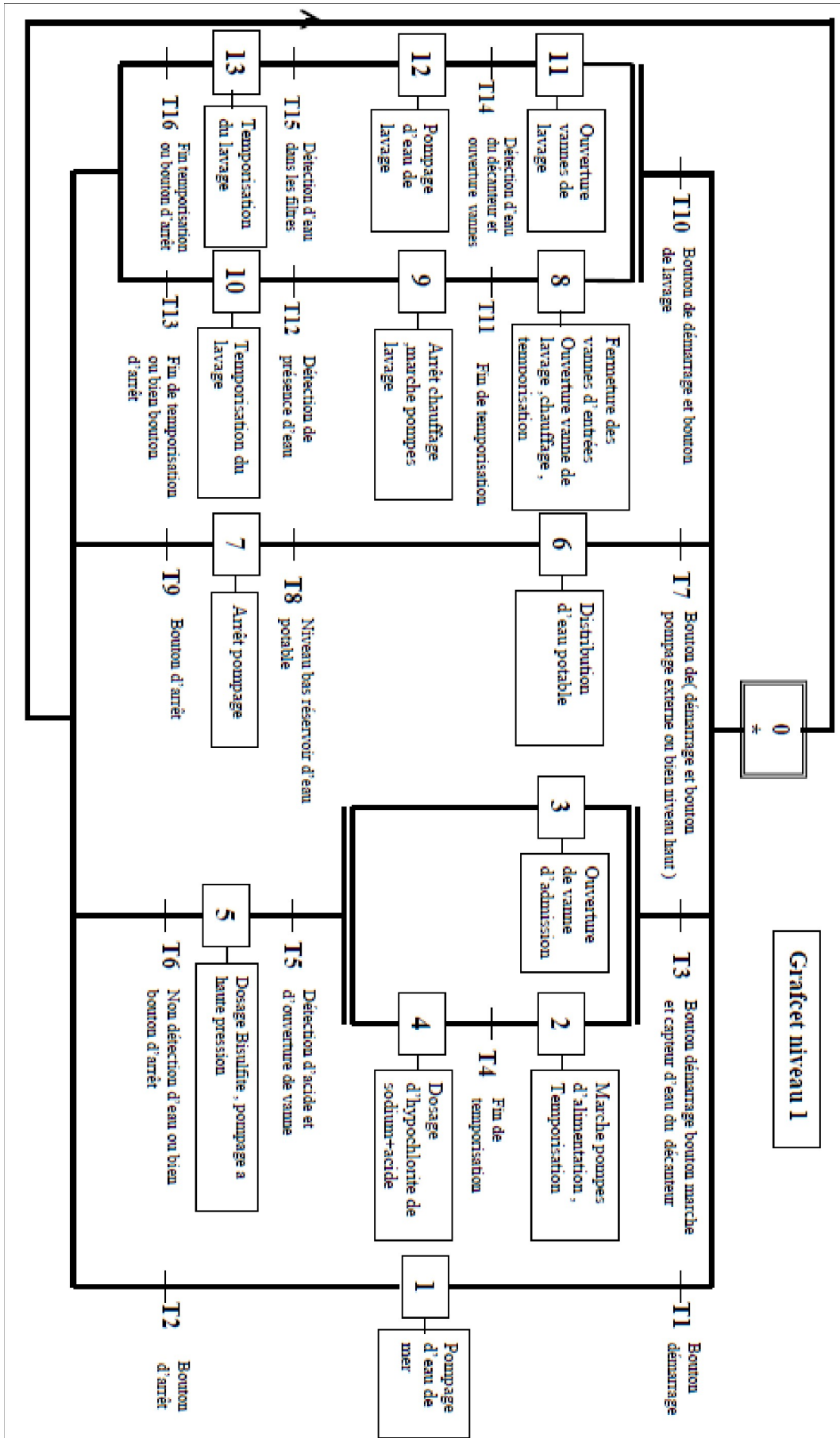
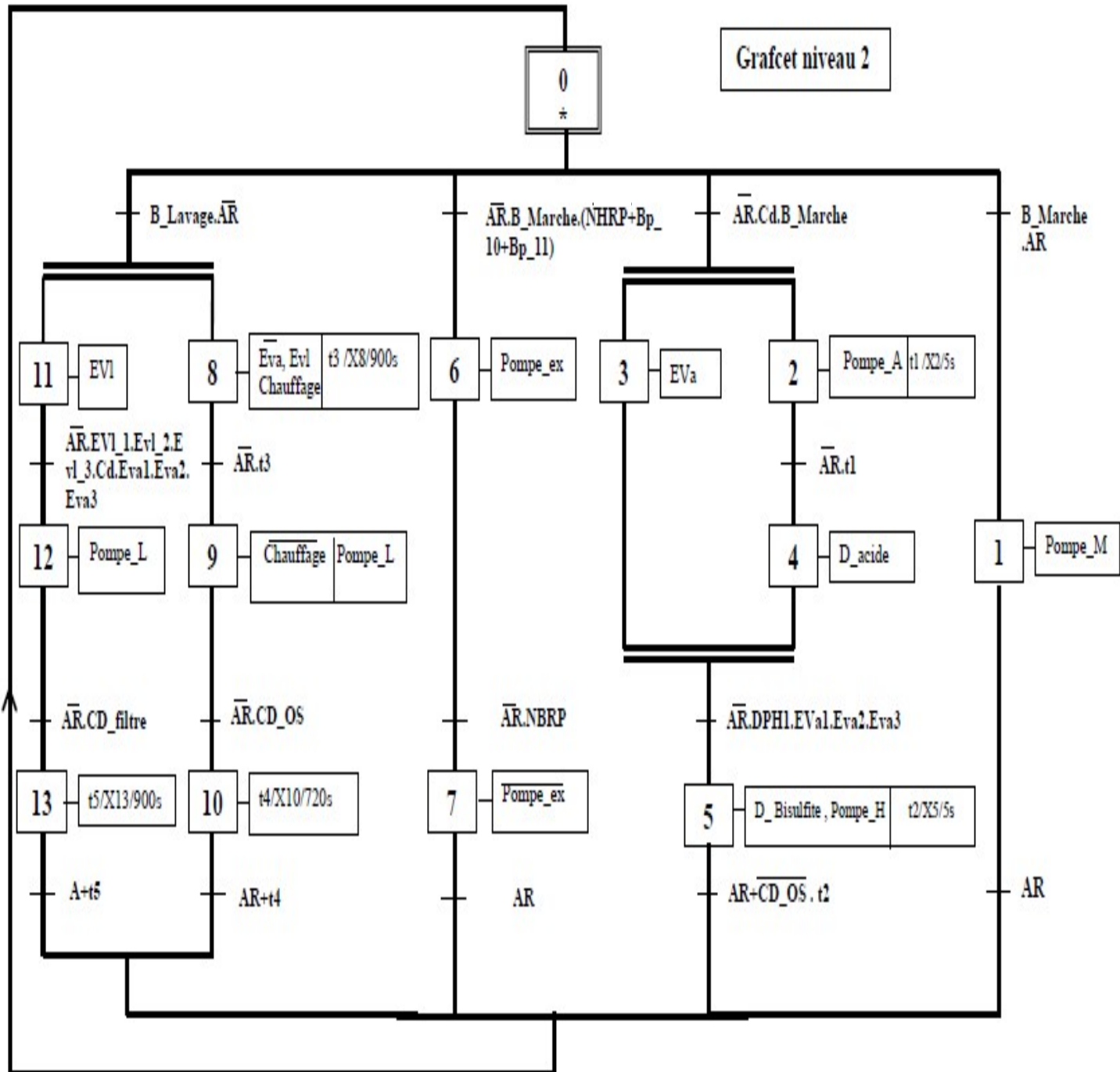


Figure IV. 9: Schémas du positionnement des actionneurs

a. Grafcet de la station niveau 1



b. Grafcet de la station niveau 2



5. Amélioration des performances de la station

Au cours de notre étude sur la station nous avons constaté quelques lacunes qui concerne le fonctionnement et le rendement de la station.

Pour remédier à ces types de problèmes nous tenons à les exposés puis proposé une solution qui peut améliorer et contribuer à diminuer leurs impactes néfastes.

5.1. Problèmes observés

- L'ensemble des électrovannes sont du type TOR faciles à se bloquer.
- Il n'y a pas de capteurs pour le retour de l'information vers l'automate programmable sur les organes commandés ou actionneurs (vannes, pompes) et l'automate prend pas en charge le dysfonctionnement de l'un d'eux s'il est tombé en panne .
- Les réservoirs de produits chimiques sont équipés de capteurs à deux niveau seulement alors qu'ils sont des produits dangereux.
- La circuiterie électrique est au dessous de la station et se dégrade facilement par l'infiltration d'eau et peut provoquer des courts circuits.
- Lorsqu'un osmoseur est dégradé la qualité d'eau se détériore et ne sera contrôlée qu'après passage du contrôleur à un certain temps, durant cette période l'eau peut ne pas répondre aux normes.

5.2. Solutions proposés

- ✓ Le remplacement des électrovannes TOR par des électrovannes proportionnelles dans les zones sensibles et stratégiques.
- ✓ L'installation des capteurs qui détecte l'état de marche des actionneurs puis les connecter à l'automate.
- ✓ Introduire des capteurs analogiques pour la détection de niveau aux réservoirs d'acides et produits chimiques qui sont des matières à ne pas sous-estimées.
- ✓ L'installation d'un système de communication à base de fibres optiques pour surmonter les problèmes des sels et d'humidité.
- ✓ Insertion de capteurs d'état pour chaque osmoseur puis de les connecter à l'automate.
- ✓ Régulation des doses de produits chimiques en fonction du débit d'eau acheminée pour garantir une meilleure qualité d'eau.

6. Conclusion

La modélisation des organes de la station ainsi la modélisation globale par grafcet nous a permis de bien comprendre le chevauchement et la tache effectuée par chaque organe ce qui nous a conduit a synthétiser la commende nécessaire a travers le model globale de la station qui est le grafcet .

A travers le grafcet on vas concrétiser la commande du procédé avec un programme sous forme Ladder version Omron qui est l'objectif à atteindre dans le chapitre suivant.

1. Introduction

L'introduction de l'informatique industriel en particulier dans les processus de fabrication a considérablement accéléré le développement de l'automatisation en généralisant l'utilisation des Automates Programmables (API) et des machines à commande numérique dont des mouvements sont enregistrés sur une unité de stockage et qui peuvent accomplir plusieurs opérations d'usinage différentes . En 1950, les API étaient encore peu courants ,moins d'un demi siècle plus tard ,ce sont des millions d'API qui, isolés ou en réseaux ,peuvent accomplir des tâches complexes non seulement de contrôler ;moins aussi de pilotage de machines mais aussi de traitement des données ,la circulation de l'information et de simulation .

De ce fait ,on trouve sur le marché différents constructeurs (SIMATIC, OMRON ,TOCHIBA, TELEMECANIQUE,ALIN BRADLEY....).

2. Les automates programmables

2.1. L'automate et son environnement

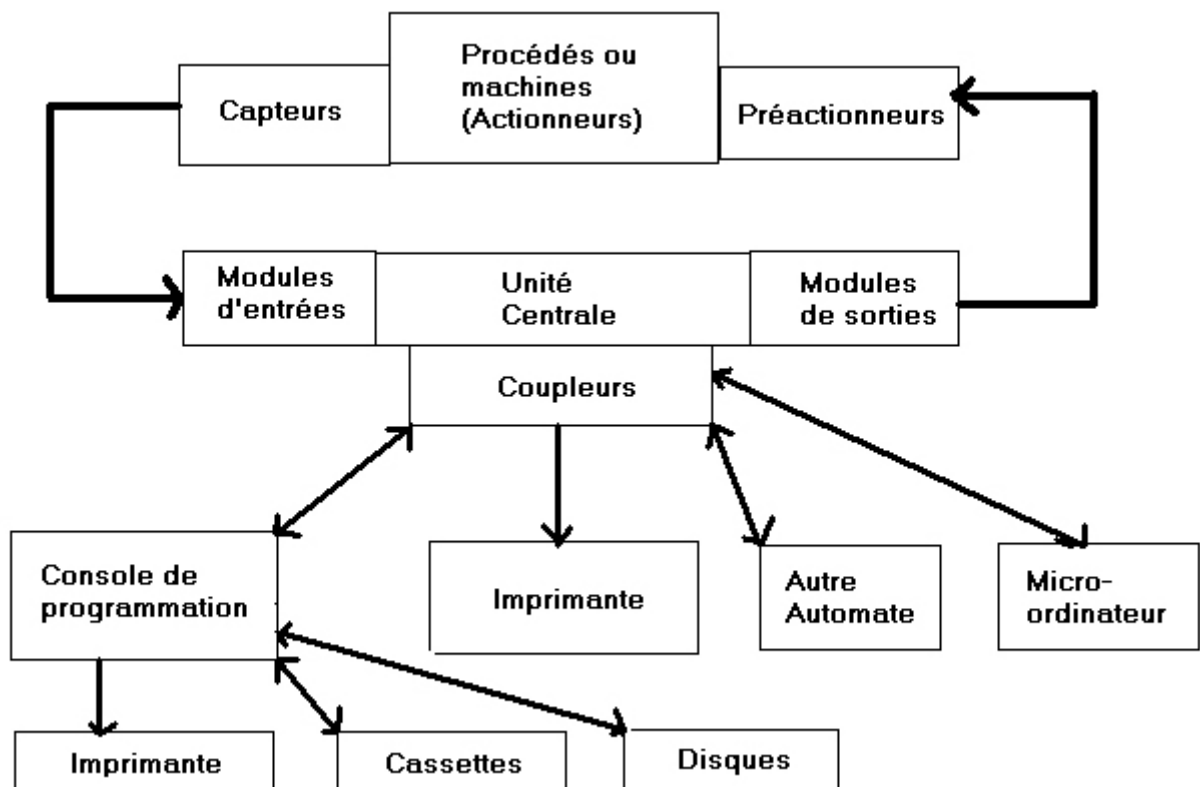


figure IV.1: L'automate programmable et ses auxiliaires

2.2. Architecture générale

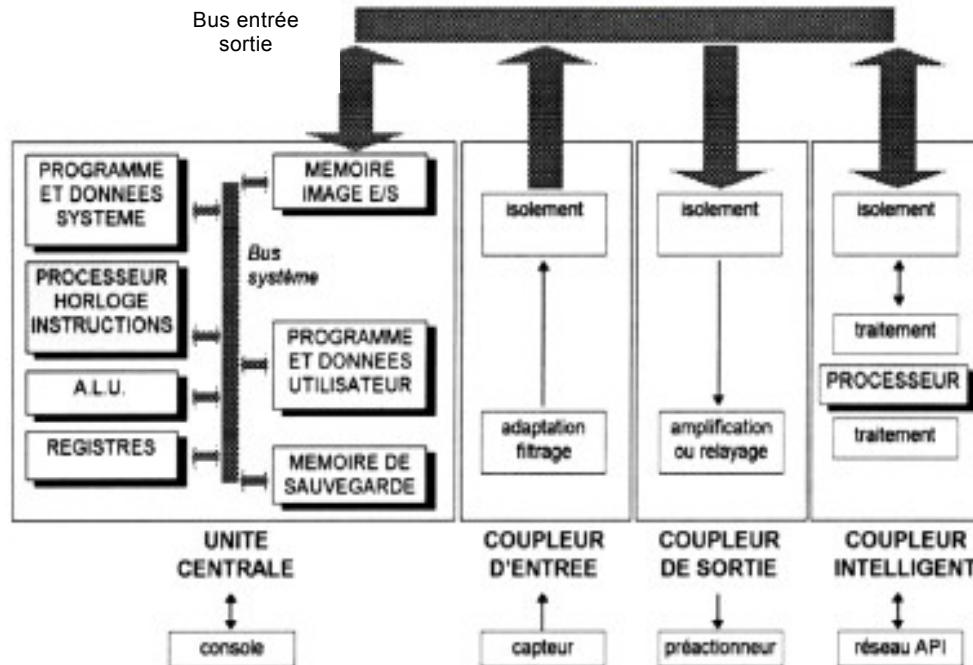


Figure IV.2 : Architecture interne de l'automate programmable

- Mémoire programme et données utilisateur(RAM)+mémoire E(E)PROM
- Mémoire programme système(ROM)
- Registres spécialisés paramétrables (tempos, compteurs, programmeurs,.....)
- Unité d'arithmétique et logique et des sorties
- Mémoire image des entrées et des sorties
- Bus entrées –sorties /system
- Coupleurs entrées /sortie

3. Automate OMRON C200HE

La station de dessalement d'eau de mer de Tigzirt utilise un automate programmable de type OMRON C200HE et son langage de programmation CX-programmer peut être adapté de façon optimale aux situations à travailler.

3.1. Configuration de base

La configuration de base de l'API est illustrée en (Figure IV.3). Avec les C200HX/C200HG/C200HE, on peut connecter à l'UC (unité centrale) jusqu'à deux ou trois Racks d'E/S d'extension (selon l'UC), selon le nombre de points d'E/S requis par le système.

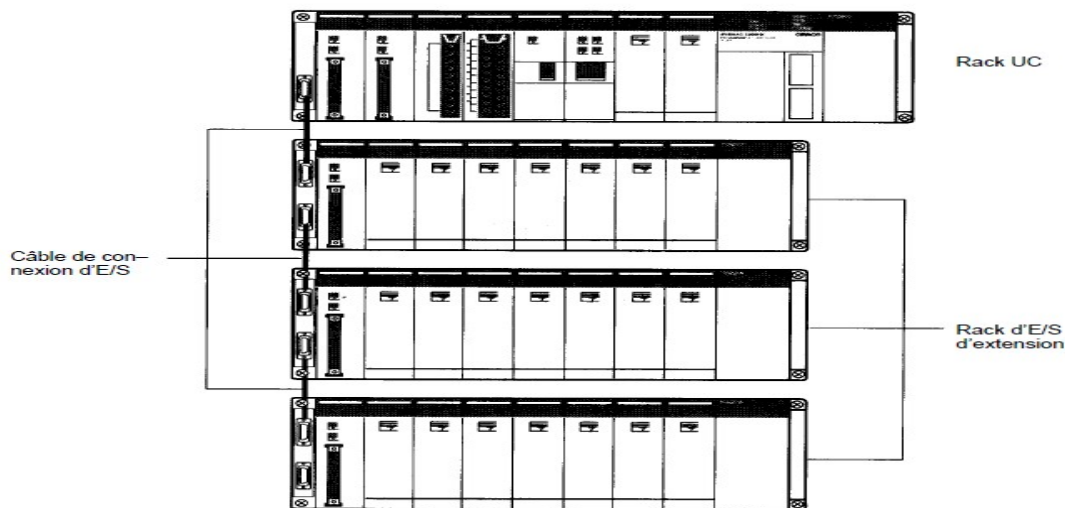


Figure IV.3 : configuration de base d'automate OMRON

3.2. Définition de l'automate C200HE

L'automate programmable C200HE est un système de traitement logique d'information dont le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction de processus à réaliser.

Le C200HE est un automate de conception modulaire destinée à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme qui est caractérisé essentiellement par :

- Une gamme diversifiée de CPU.
- Une gamme complète de module.

- Possibilité de mise en réseau avec : Profibus et Ethernet.
- Raccordement central de la console de programmation avec accès à tout les modules.

3.3. Eléments de base du C200 HE CPU42

3.3.1. Cartes d'alimentation et Unité centrale

Les cartes d'alimentation fournissent la puissance au rack d'Unité Central et aux racks d'extension d'E/S.

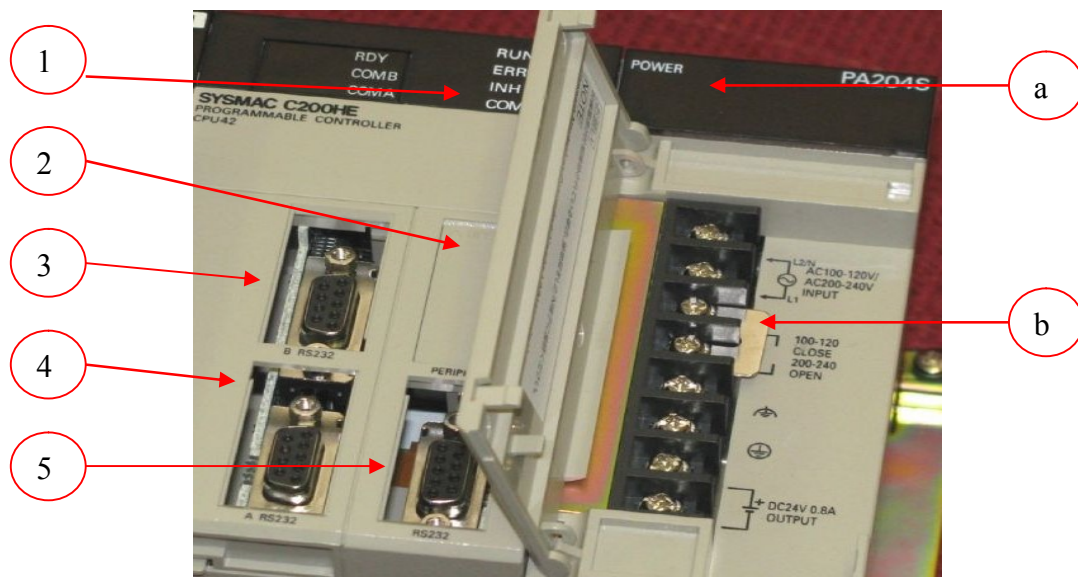


Figure IV.4 :carte d'alimentation et unité centrale

Unité centrale

1. Voyant.
2. Compartiment de la cassette mémoire
3. Port RS 232 connexion écrans de contrôle .
4. Port RS 232 connexion PC.
6. Port RS 232 connexion réseau .

Alimentation

- a. Voyant d'alimentation.
- b. Bornes pour les connexions. externes.

3.3.2. Cassettes mémoire

Les cassettes mémoire peuvent être montées en option afin d'élever la capacité de mémoire à un niveau supérieur par rapport à la RAM incorporée. Voici les deux types de cassettes mémoire disponibles.

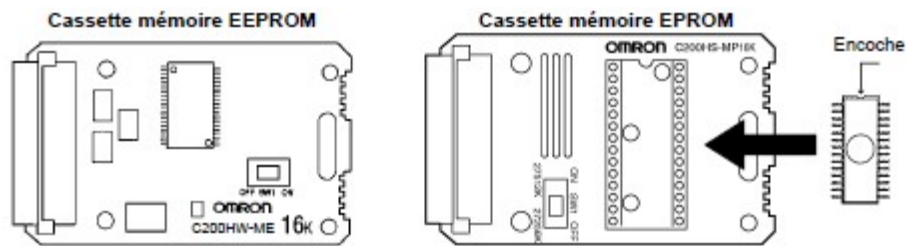


Figure IV.5 :Cassettes mémoire

3.3.3. Cartes d'entrées /sorties

Les cartes d'E/S se présentent en différents modèles

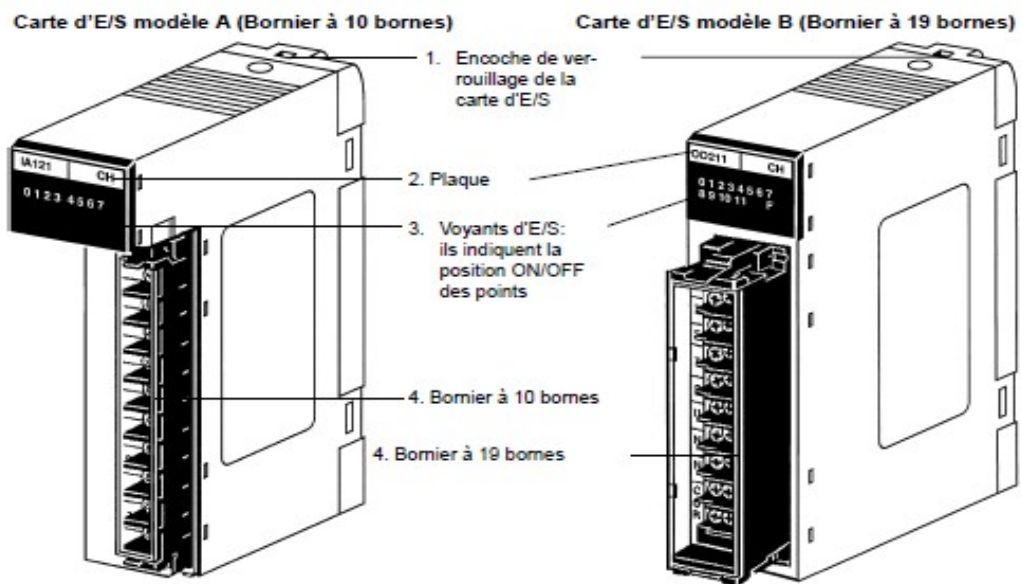


figure IV.6 : Carte d'entrée /sortie

3.4. Les différentes zones-mémoires (IR, SR, HR, DM, LR.)

Les informations détaillées comprenant la désignation, la taille et la gamme de chaque zone sont reportées dans ce tableau. Normalement on se réfère aux zones de données et mémoire selon leurs acronymes, comme la zone IR, SR, etc.(voir Annexe c)

4.Programmation

On adopte le langage Cx-programmer permettant la programmation des automates « OMRON-C200HE ». L'adressage (codage de variables d'entrées, de sorties et intermédiaires) et la définition de quelques instructions logiques sont présentés ci-après.




4.1. Programmation en schémas à contacts

Il existe plusieurs étapes fondamentales impliquées dans l'écriture d'un programme :

- Dresser la liste de tous les périphériques d'E/S et des points d'E/S et préparer un tableau présentant le bit d'E/S attribué à chaque périphérique d'E/S.
- Déterminer quels sont les mots disponibles pour les bits de travail et préparer un tableau d'attribution de ces derniers suivant leur utilisation.
- Dessiner le schéma à contacts.
- Entrer le programme dans l'unité centrale(L'utilisation de la console de programmation implique la conversion du programme en forme mnémorique).
- Vérifier le programme pour les erreurs de syntaxe et les corriger.
- Exécuter le programme pour vérifier les erreurs d'exécution et les corrigées.
- Après l'installation du système de commande complet et lorsqu'il est opérationnel, exécuter le programme et le mettre au point si nécessaire.

4.1.1. Terminologie de l'instruction

Il existe fondamentalement deux types d'instructions utilisées dans la programmation en schémas à contacts :

- Instructions correspondant aux conditions sur le schéma à contacts et utilisées sous la forme d'instruction uniquement lors de la conversion d'un programme en code mnémorique tel que : [charger (Load)  | ].
- Instructions utilisées sur la partie droite du schéma à contacts et exécutées selon les conditions se trouvant sur les lignes d'instruction tel que :[ou logique ].

4.1.2. Code mnémorique

Le schéma à contacts n'est pas directement entré dans l'API par l'intermédiaire d'une console de programmation ou PC. Pour l'entrer depuis une console de programmation ou PC, il est nécessaire de convertir le schéma à contacts en code mnémorique. Le code mnémorique

fournit exactement les mêmes informations que le schéma à contacts, mais sous une forme pouvant être introduite directement dans l'API.

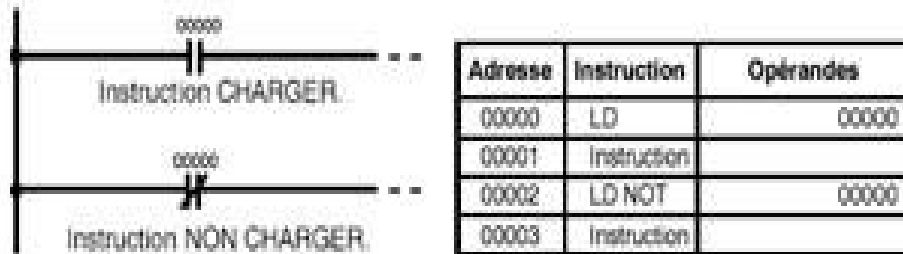


Figure IV.7 :Codage mnémorique

4.1.3. Exemple d'instruction

a. Conserver

L'instruction CONSERVER (KEEP) joue le rôle d'une bascule .Elle est utilisée pour maintenir l'état du bit d'opérande sur la base de deux conditions d'exécution. Pour ce faire, l'instruction CONSERVER est connectée à deux lignes d'instructions. Lorsque la condition d'exécution à la fin de la première ligne d'instructions est à ON, le bit d'opérande de l'instruction CONSERVER passe à ON. Lorsque la condition d'exécution à la fin de la seconde ligne d'instruction est à ON, le bit d'opérande de l'instruction CONSERVER passe à OFF.

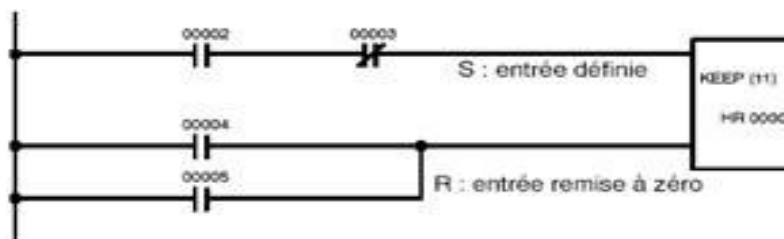
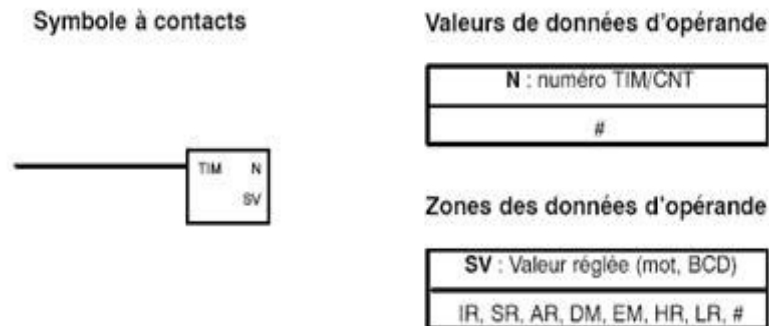


Figure IV.8 :Instruction KEEP

b. Instructions de comptage et de temporisation

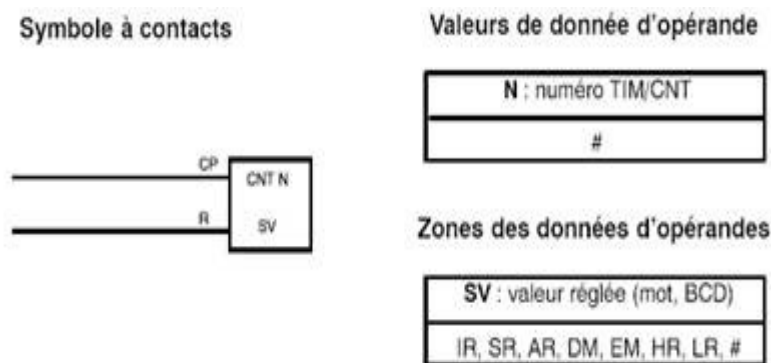
TIM et TIMH(15) sont des instructions de temporisation à retard à ON décrémentationales nécessitant un numéro TIM/CNT et une valeur de réglage SV (valeur de sélection). CNT est une instruction de comptage décremental et CNTR(12) est une instruction de comptage ou de décomptage. Les deux instructions nécessitent un numéro TIM/CNT et une valeur de réglage SV. Les numéros TIM/CNT vont de 000 jusqu'à 511.

• **Temporisation - TIM**



SV doit être comprise entre 000.0 à 999.9. Une temporisation est activée lorsque sa condition d'exécution est à ON. Elle est réinitialisée (à SV) lorsque sa condition d'exécution est à OFF. Une fois activé, TIM mesure des unités de 0,1 seconde à partir de SV.

• **Compteur – CNT**



CNT est utilisé pour décompter, à partir de la SV et lorsque la condition d'exécution CP passe de OFF à ON et CNT est réinitialisé par l'entrée de réinitialisation R.

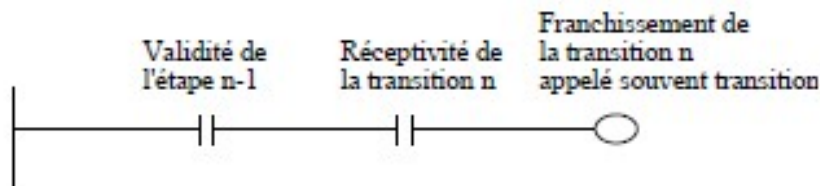
5. Programmation de l'automate OMRON C200HE a base du grafcet.

Les automates OMRON SYSMAC Série C permettent de mettre en application une analyse par le GRAFCET.

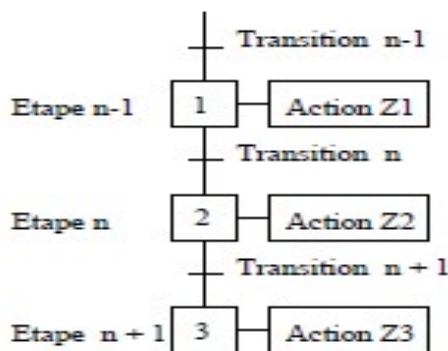
Plusieurs solutions sont utilisables mais seulement trois ont été retenues pour leur simplicité de mise en œuvre (programmation , compréhension) ,d'autres méthodes requièrent des outils spéciaux(logiciels , matériels) et présente souvent le défaut de "consommer" beaucoup de mémoire.

La première, version KEEP (conserver) utilise une fonction bistable, la deuxième version STEP(étape) utilise les fonctions STEP / SNXT (étape /étape prochaine) et la troisième utilise les fonctions SET / RESET (mise à un / remise à zéro).

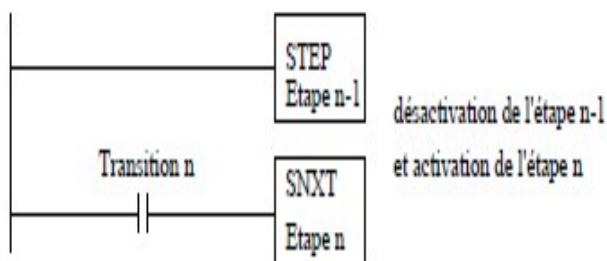
5.1. Equations de transition



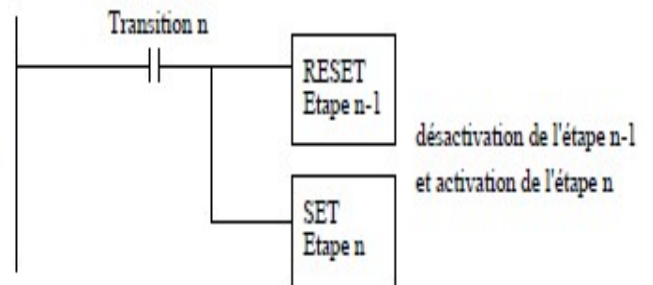
5.2. Structure de base du grafcet et leur version associé



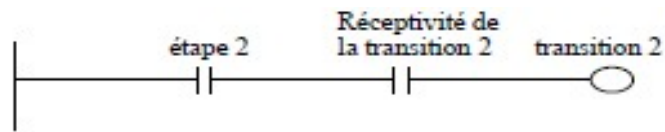
Version KEEP



Version SET/RESET



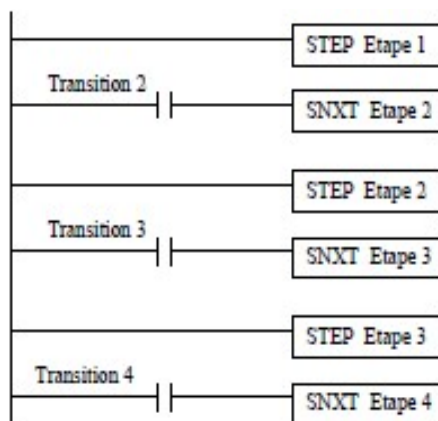
Exemple de fonctionnement en fonction des cycles de scrutation de l'automate



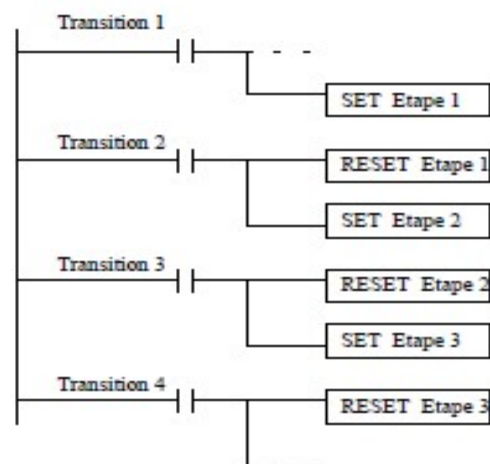
Version KEEP



Version STEP/SNXT

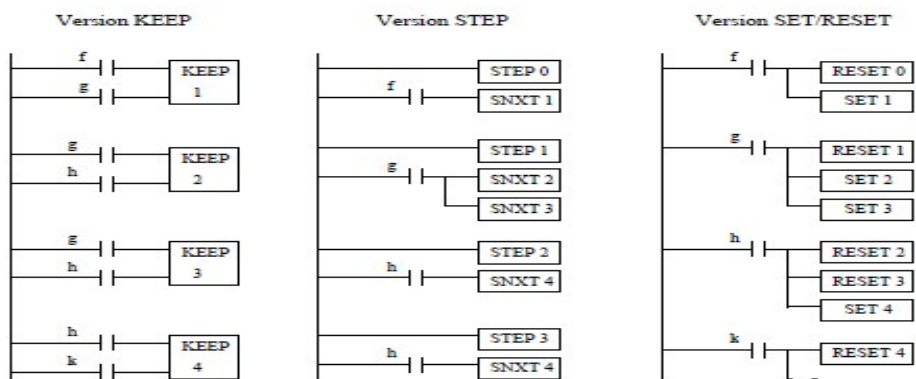
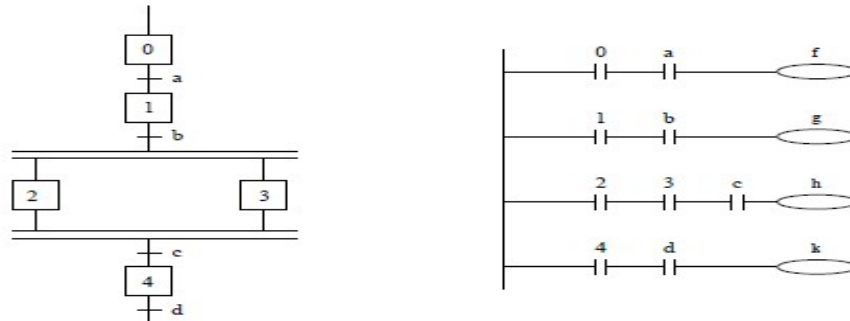


Version SET/RESET

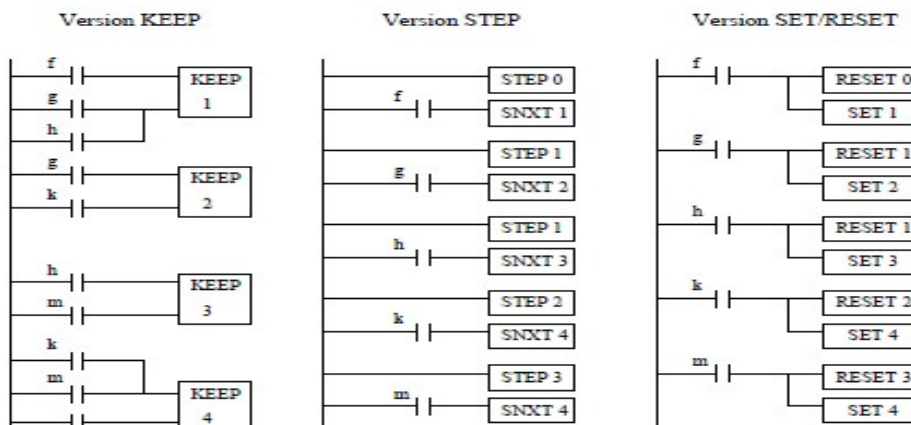
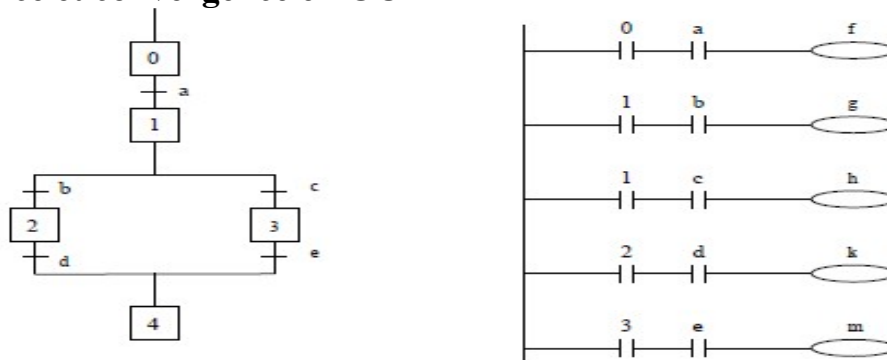


Avec l'utilisation des fonctions KEEP, STEP/SNXT ou SET/RESET, deux étapes successives ne seront jamais actives pendant le même cycle de scrutation, si la structure ci-dessus est respectée. Ce fonctionnement est conforme aux règles du GRAFCET.

5.3. Divergence et convergence en ET (séquences simultanées)



5.4. Divergence et convergence en OU



5.5. Sauvegarde et initialisation des étapes du GRAFCET

En cas de coupure d'alimentation, l'automatisme doit se comporter d'une façon prévue; c'est ainsi que toutes les sorties des automates OMRON SYSMAC retombent à OFF. A la réalimentation deux cas peuvent se présenter durant le processus :

- Toutes les étapes du GRAFCET sont désactivées et l'automatisme repart de l'étape initiale, les étapes du GRAFCET n'auront donc pas besoin d'être sauvegardées.
- L'étape (ou les étapes), active au moment de la coupure, doit se retrouver active à la réalimentation ,les étapes du GRAFCET doivent donc être sauvegardées.

Remarque :

Quand les étapes n'ont pas à être sauvegardées, on pourra utiliser toutes les variables des zones I/O et variables internes.

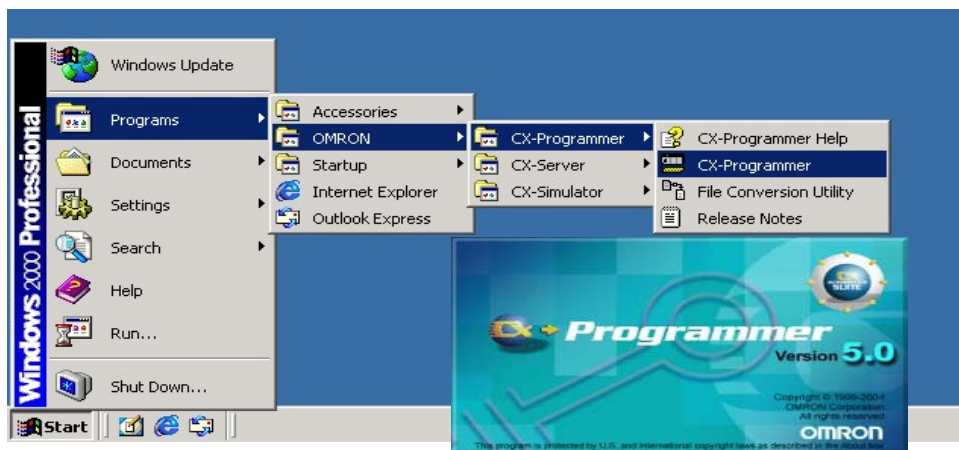
Quand les étapes doivent être sauvegardées, on utilisera la zone des variables HR (Holding Relays).

6. Logiciel CX-Programmer

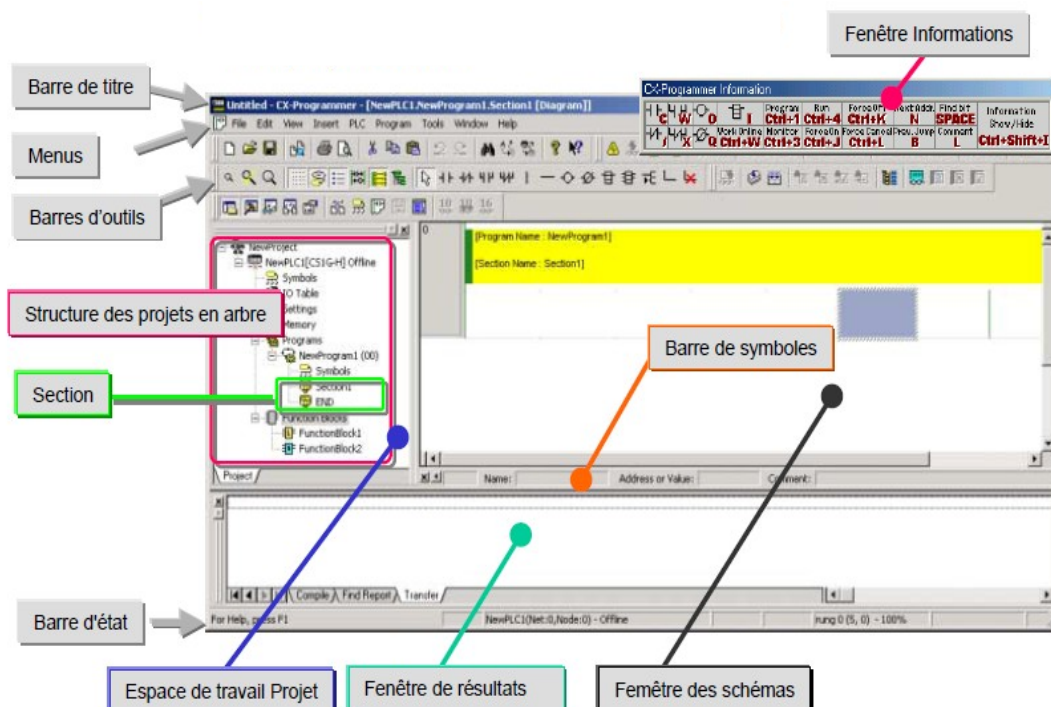
CX-Programmer est un outil de programmation d'API pour créer et tester des programmes avec les API OMRON des séries CS/CJ, CV et C. Il propose des installations de support d'API, des informations d'adresse et de communication avec les API OMRON et leurs types de réseau supportés.

6.1. Description générale

L'accès au logiciel de programmation après installation est décrit par la figure suivante :



Après avoir accès au logiciel la fenêtre principale suivante va apparaître sur l'écran :



6.2. Icônes principales de la barre d'outil



➤ Espace projet. Sélectionner le bouton Passer à l'espace projet dans la barre d'outils pour activer l'affichage. Désélectionner le bouton Passer à l'espace projet dans la barre d'outils pour désactiver l'affichage.



➤ Fenêtre de résultats. Sélectionner le bouton Passer à la fenêtre de résultats dans la barre d'outils pour activer cet affichage. Désélectionner le bouton Passer à la fenêtre de résultats dans la barre d'outils pour désactiver cet affichage.



➤ Fenêtre de surveillance. Sélectionner le bouton Passer à la fenêtre de surveillance dans la barre d'outils pour activer cet affichage. Désélectionner le bouton Passer à la fenêtre de surveillance dans la barre d'outils pour désactiver cet affichage.



➤ Rapport de références croisées. Sélectionner le bouton Rapport de références croisées dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Table des symboles locaux. Sélectionner le bouton Affichage des symboles locaux dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Espace diagramme. Sélectionner le bouton Affichage diagramme dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Espace diagramme. Sélectionner le bouton Affichage diagramme dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Outil de référence d'adresse. Sélectionner le bouton Afficher l'outil de référence d'adresse dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Vue de commentaire E/S. Sélectionner le bouton Commentaire E/S dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



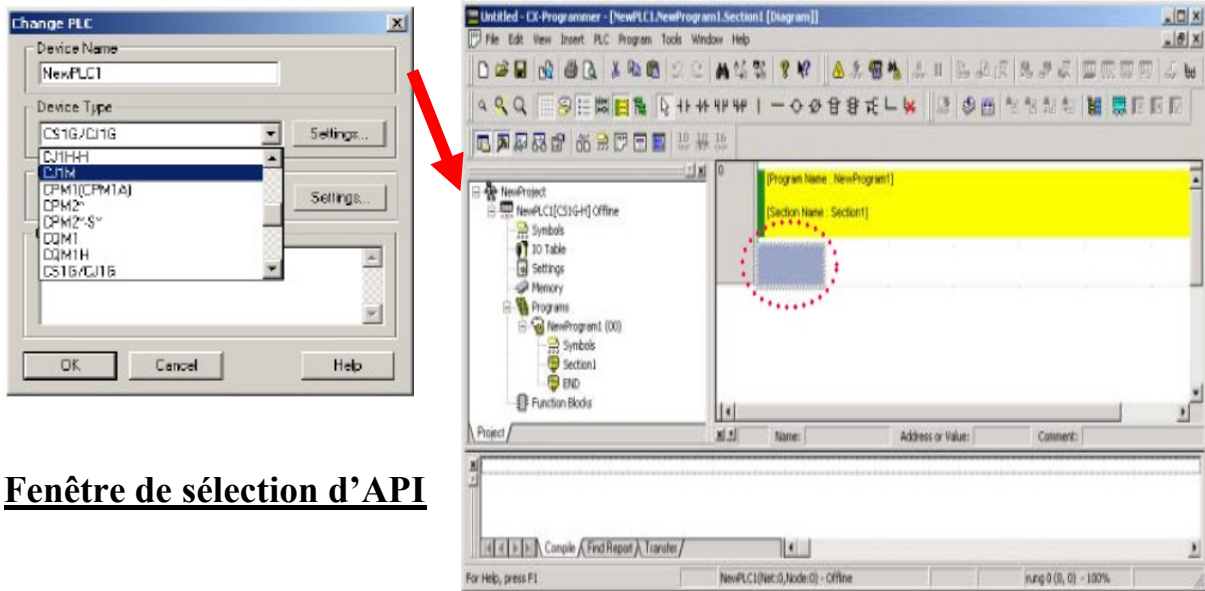
➤ Boîte de dialogue Propriétés. Sélectionner le bouton Afficher les propriétés dans la barre d'outils pour activer cet affichage.



➤ Moniteur en HEX. Sélectionner le bouton Moniteur en Hex dans la barre d'outils pour activer cet affichage.

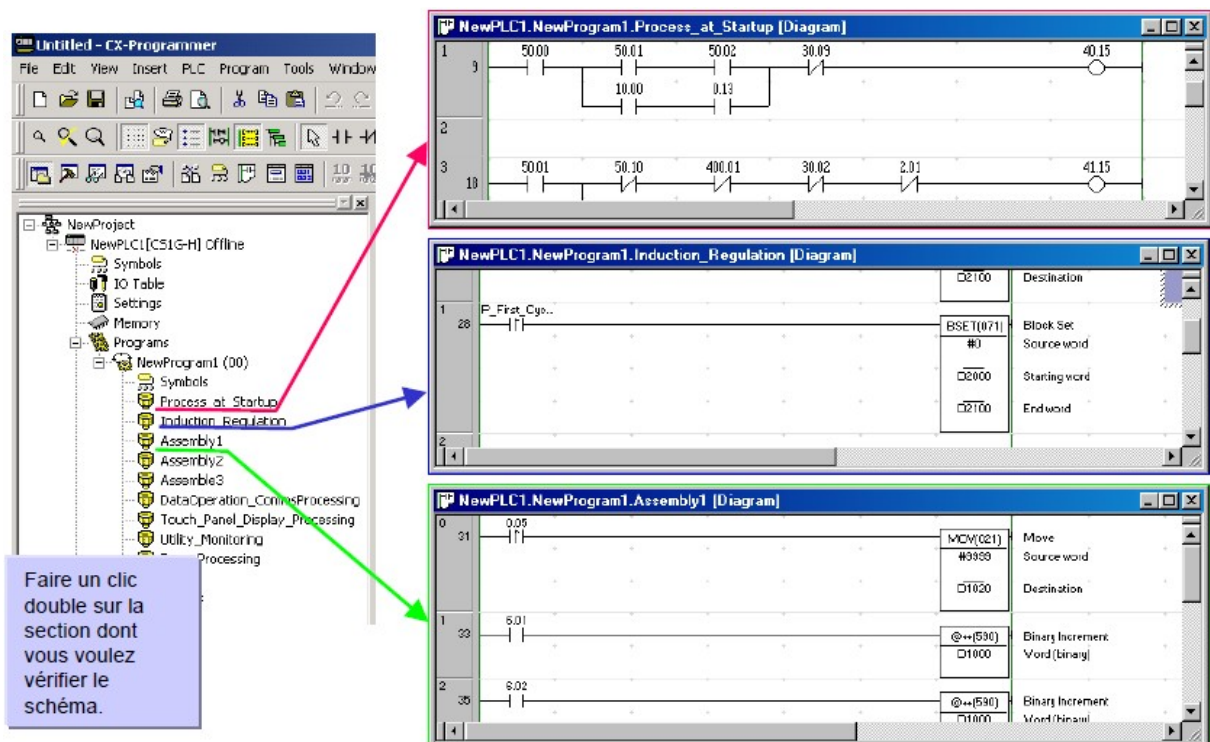
6.3. Créer un programme

Avant de créer un nouveau programme ,une fenêtre de sélection du type d'API apparaîtra ,et après sélection un espace de travail sera ouvert tel qu'il est illustré ci-dessous :



Fenêtre de sélection d'API

Fenêtre d'un nouveau projet



7. Exemples de déclaration de données

7.1. Entrée d'un contact

Appuyer sur la touche [C] du clavier pour activer la boîte [Créer un contact]. 0 ne s'affiche pas lorsqu'il est le premier chiffre d'une adresse. [.] (point) sépare le numéro de canal et le numéro de relais.

0 n'apparaît pas lorsqu'il est le premier chiffre d'une adresse.

-|- New Contact
0 Detail >> OK Cancel

-|- New Edit Comment (1/1) : 0.00
0 Switch 1 OK Cancel

Saisir un commentaire de symbole.

Suppression des instructions

- Placer le curseur sur une instruction et appuyer sur la touche EFF.
- Placer le curseur sur la cellule à droite de l'instruction et appuyer sur la barre espace.

1

0.00
Switch 1

7.2. Entrée de bobine

Appuyer sur la touche [O] du clavier pour activer la boîte [Créer une bobine].

- () - New Coil
1.00 Detail >> OK Cancel

- () - New Edit Comment (1/1) : 1.00
1.00 Coil 0 OK Cancel

0.00
Switch 1

1.00
Coil 0

0.00
Switch 1

1.00
Coil 0

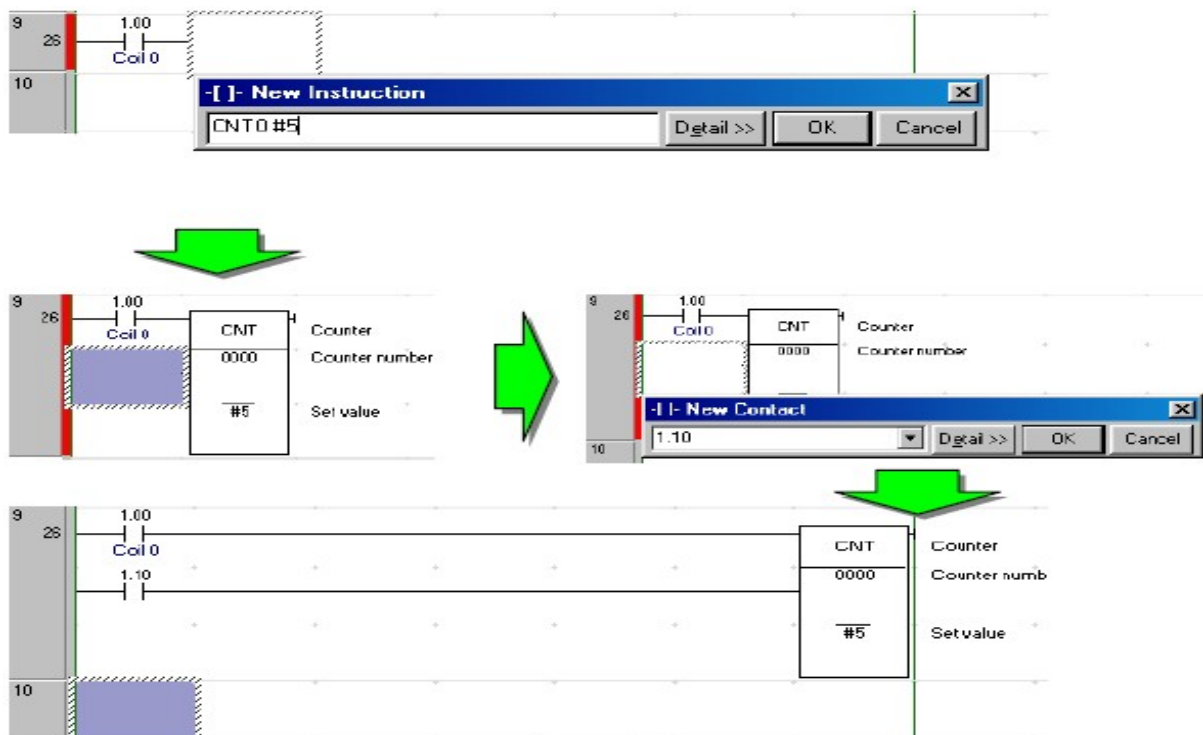
7.3. Instructions de temporisation

La saisie et la programmation d'une temporisation est illustrée dans la figure suivante.



7.4. Instructions de compteur

La saisie et la programmation d'une instruction de comptage est illustrée dans la figure suivante .



8. Elaboration du Programme de la station

Dans le programme de la station on utilisera la zone mémoire IR et non HR pour la sauvegarde des données d'entrées/sorties car la zone HR sauvegarde le contenu lors d'une coupure d'alimentation de l'automate et inversement pour la zone IR. Ce qui justifie notre choix c'est qu'à chaque coupure l'automate initialisera ses données pour éviter un fonctionnement indésirable et inattendu lors de la remise en marche .

✓ **Remarque :** On a adopté la version KEEP pour la programmation de la station .

8.1.Programmation du fonctionnement de la station (version KEEP)

a. Actions associées aux étapes


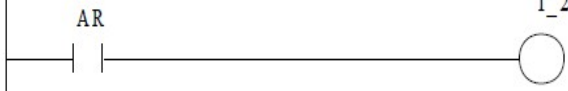
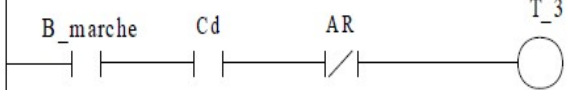

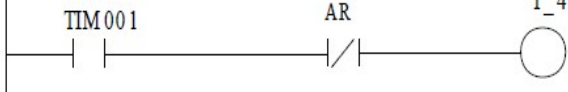
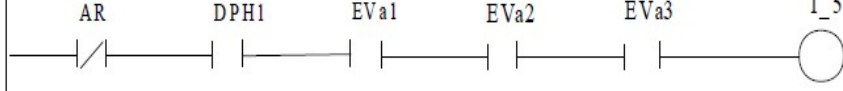
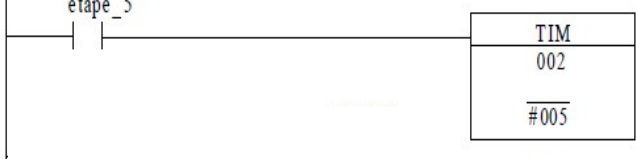
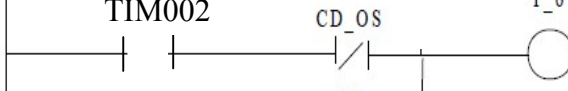
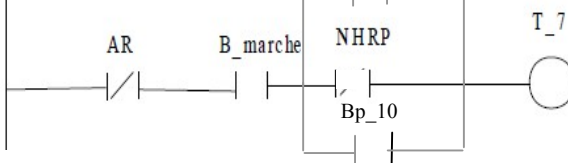
✓ **Remarque**

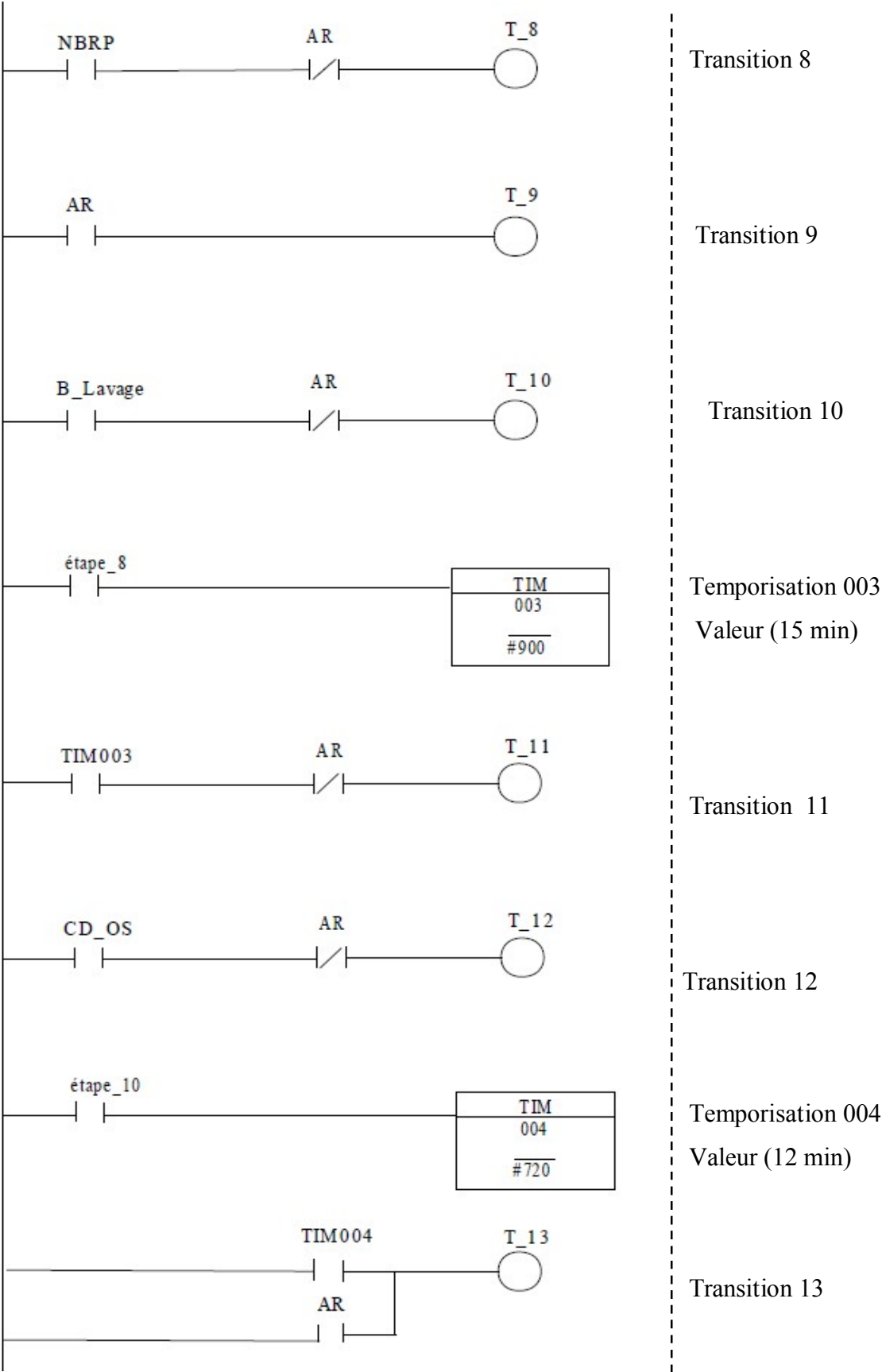
Le type de programmation des actions associées aux étapes est indépendant de la version utilisée pour réaliser le GRAFCET .

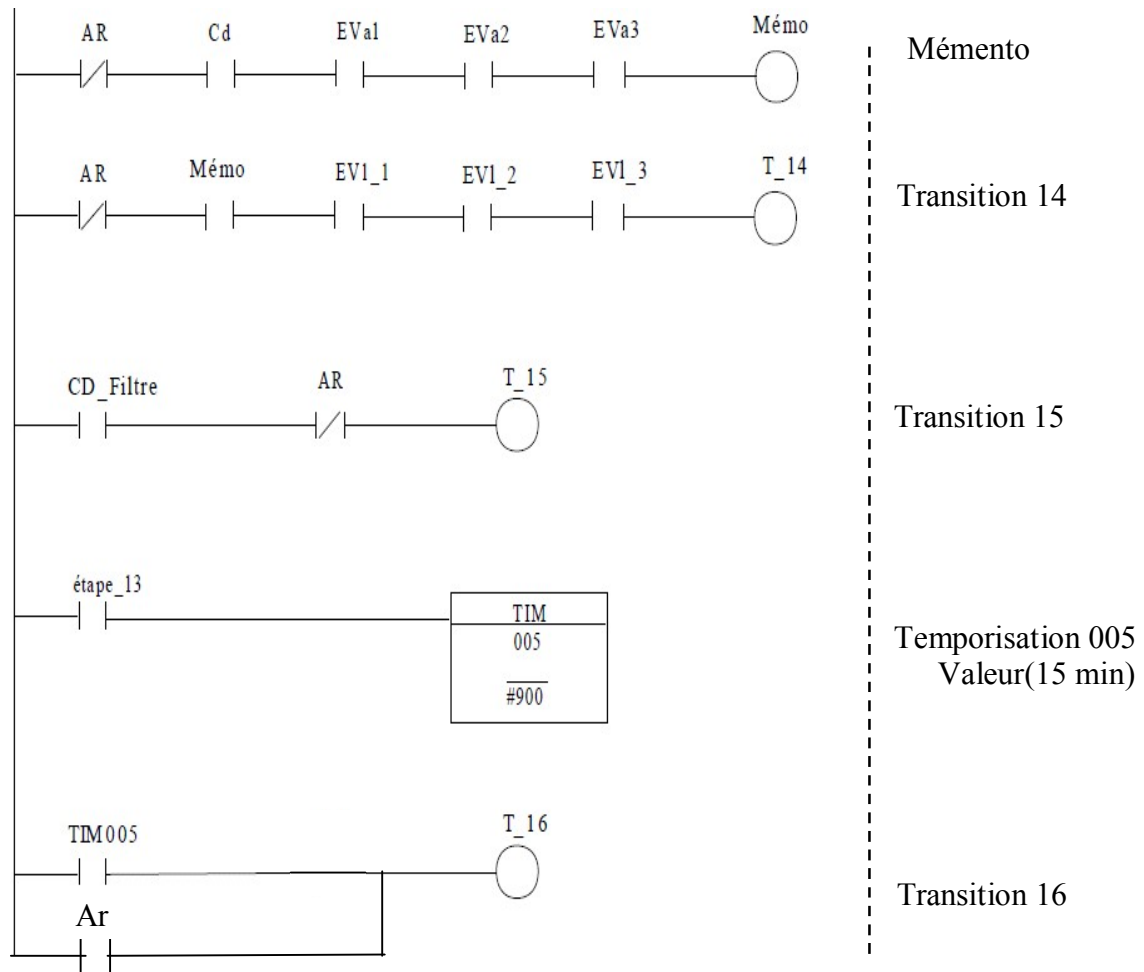
B .Bouton d'arrêt

Tout ce qui est responsable d'arrêt de la station comme les valeurs Max et min des capteurs : PH , Red OX ,Conductimetre ,niveaux hauts, niveaux bas..., seront récupérés et introduit dans un contact qui est nommé « **Arrêt** » symbole « **AR** » .

Réalisation des équations de transitions

Programme	Commentaire
	Transition 1
	Transition 2
	Transition 3
	Temporisation 001 Valeur(5 s)
	Transition 4
	Transition 5
	Temporisation 002 Valeur(5 s)
	Transition 6
	Transition 7



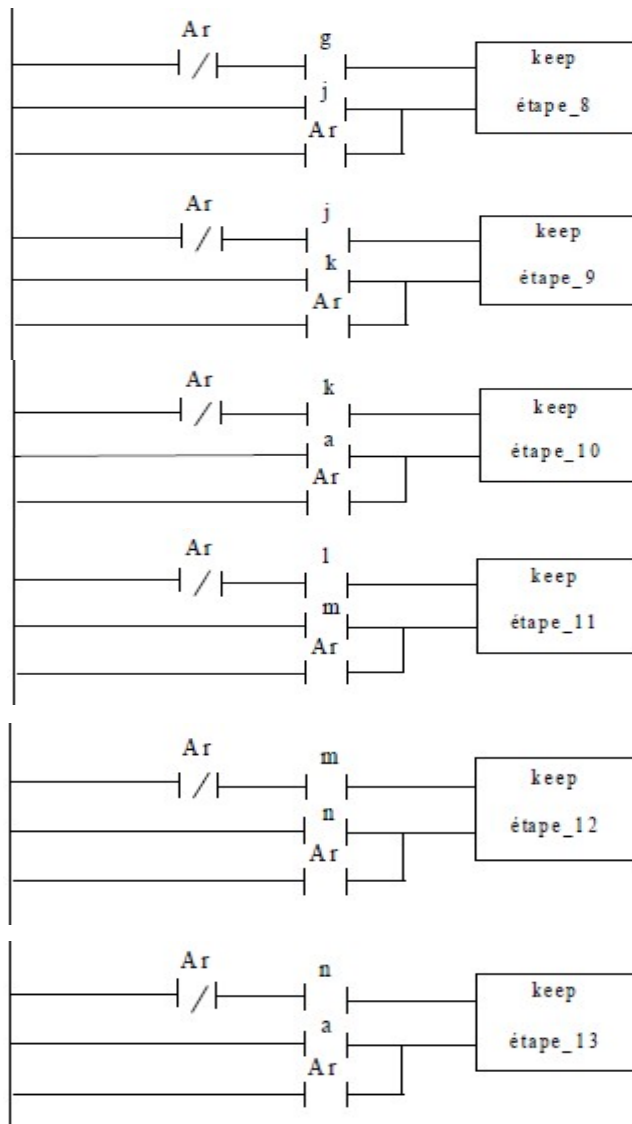


Réalisation des conditions d'activation et désactivation

Programme	Commentaire
	Réceptivité a
	Réceptivité b
	Réceptivité c
	Réceptivité d
	Réceptivité e
	Réceptivité f
	Réceptivité g
	Réceptivité h
	Réceptivité i
	Réceptivité j
	Réceptivité k
	Réceptivité l
	Réceptivité m
	Réceptivité n

Réalisation des étapes

Programme	Commentaire
	Réalisation d'étape initiale
	Réalisation d'étape 1
	Réalisation d'étape 2
	Réalisation d'étape 3
	Réalisation d'étape 4
	Réalisation d'étape 5
	Réalisation d'étape 6



Réalisation d'étape 7

Réalisation d'étape 8

Réalisation d'étape 9

Réalisation d'étape 10

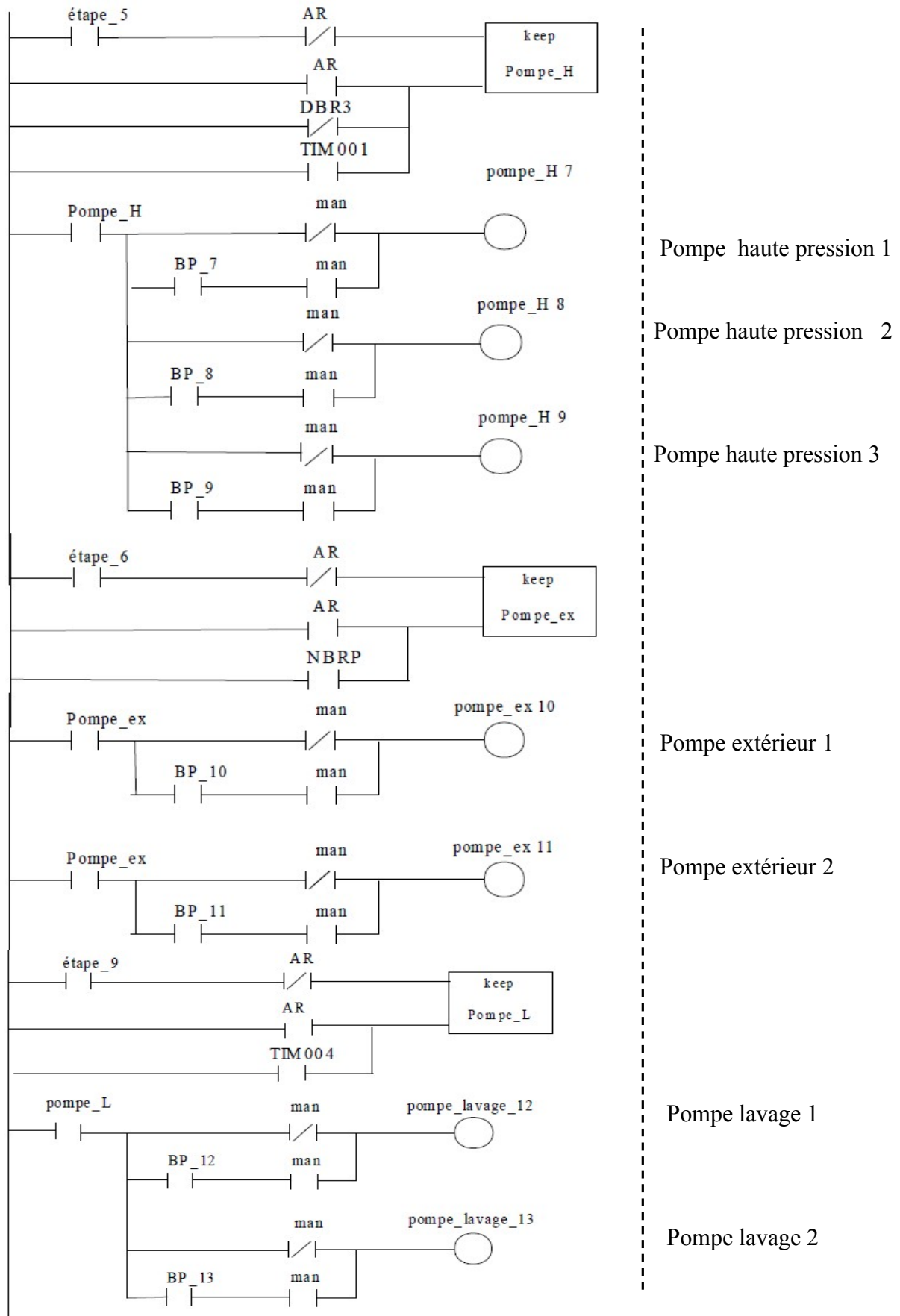
Réalisation d'étape 11

Réalisation d'étape 12

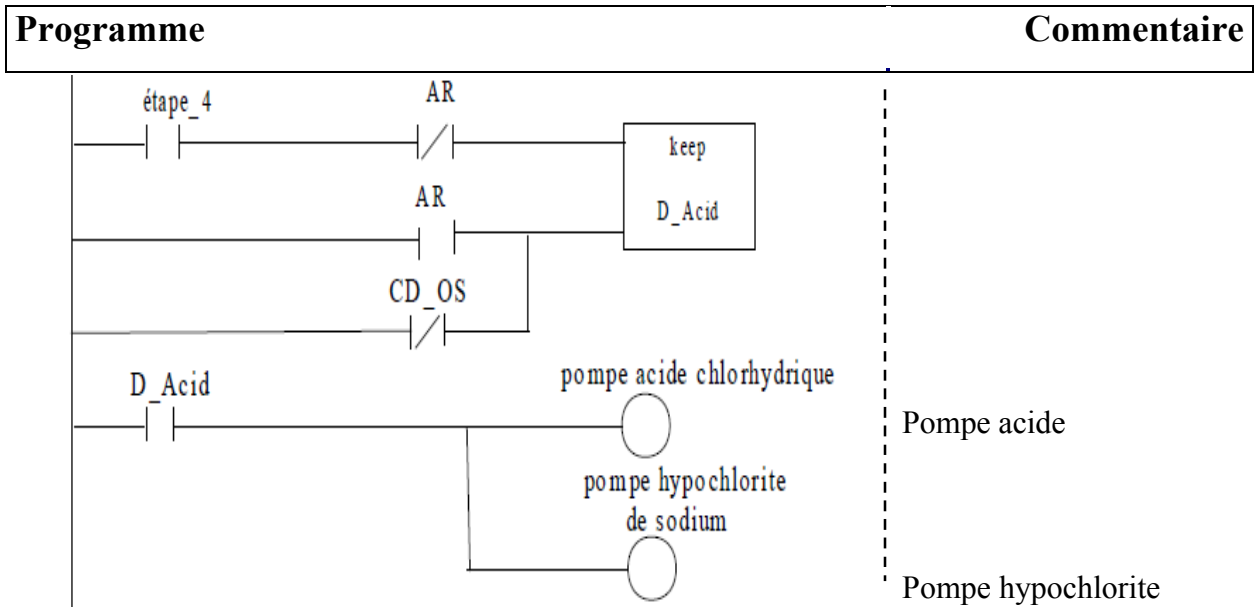
Réalisation d'étape 13

Réalisation des sorties pompages

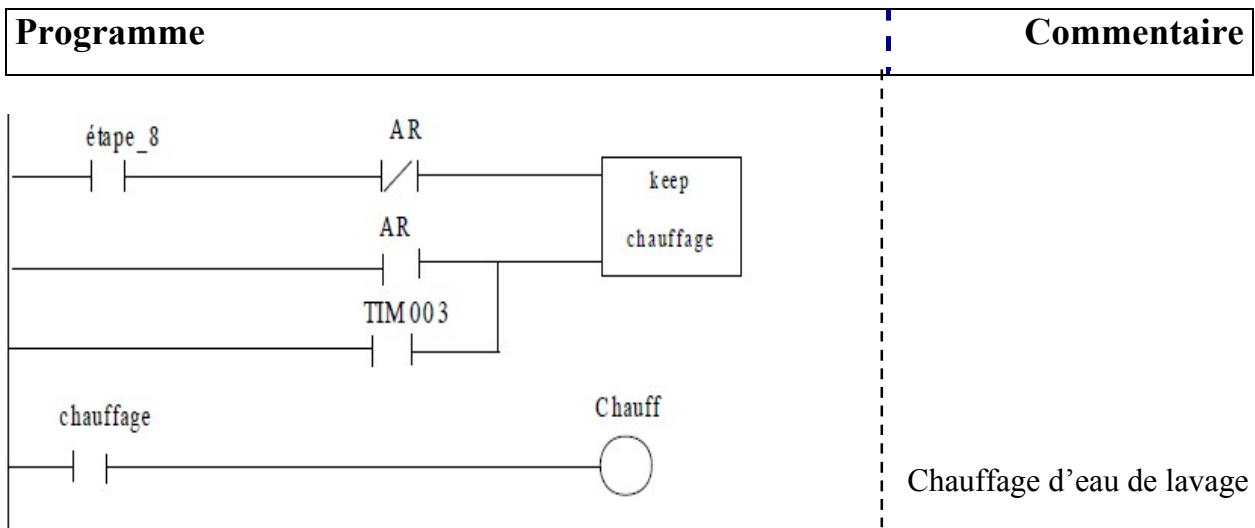
Programme	Commentaire
	Pompe d'eau de mer 1
	Pompe d'eau de mer 2
	Pompe d'eau de mer 3
	Pompe d'admission 1
	Pompe d'admission 2
	Pompe d'admission 3



Réalisation des sorties pompes doseuses



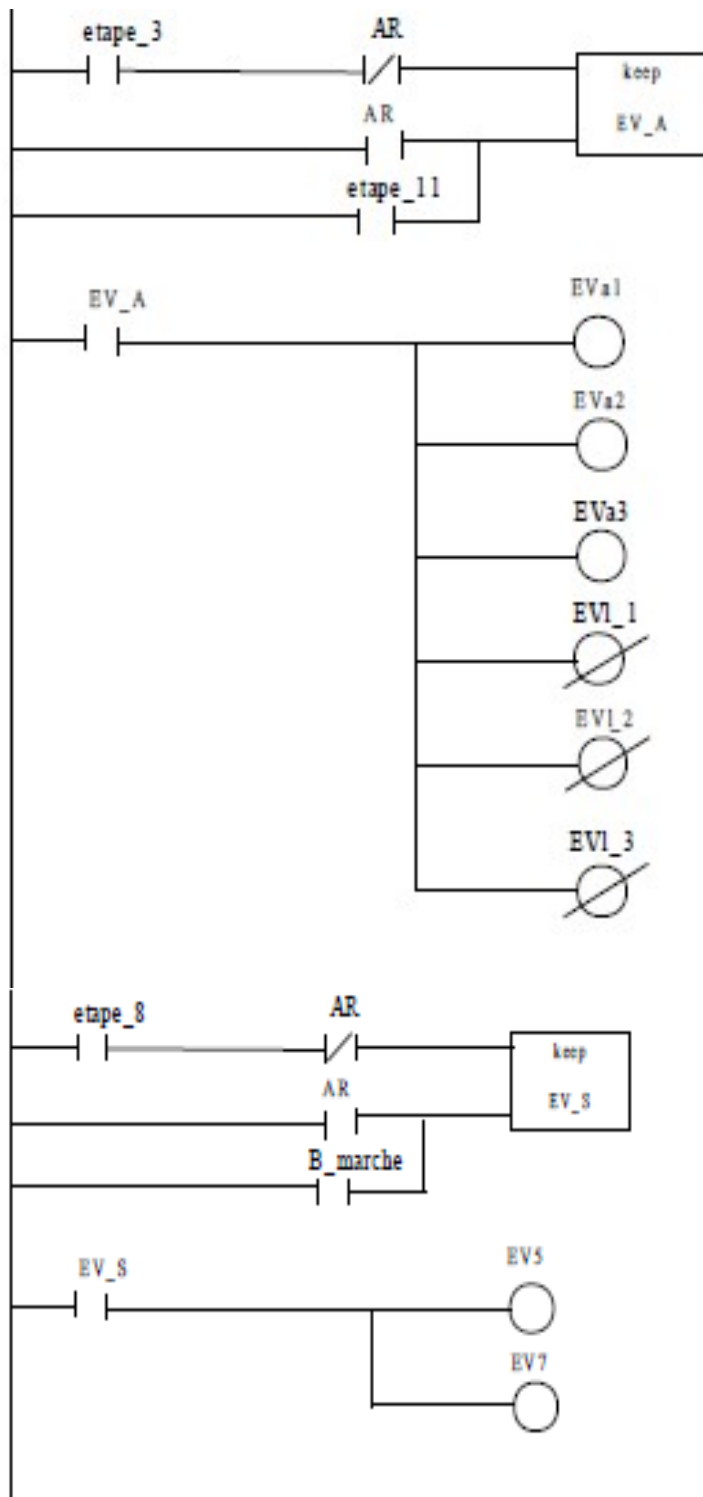
Réalisation de la sortie chauffage d'eau de lavage



Réalisation des sorties électrovannes

Programme

Commentaire



Electrovanne d'admission 1

Electrovanne d'admission 2

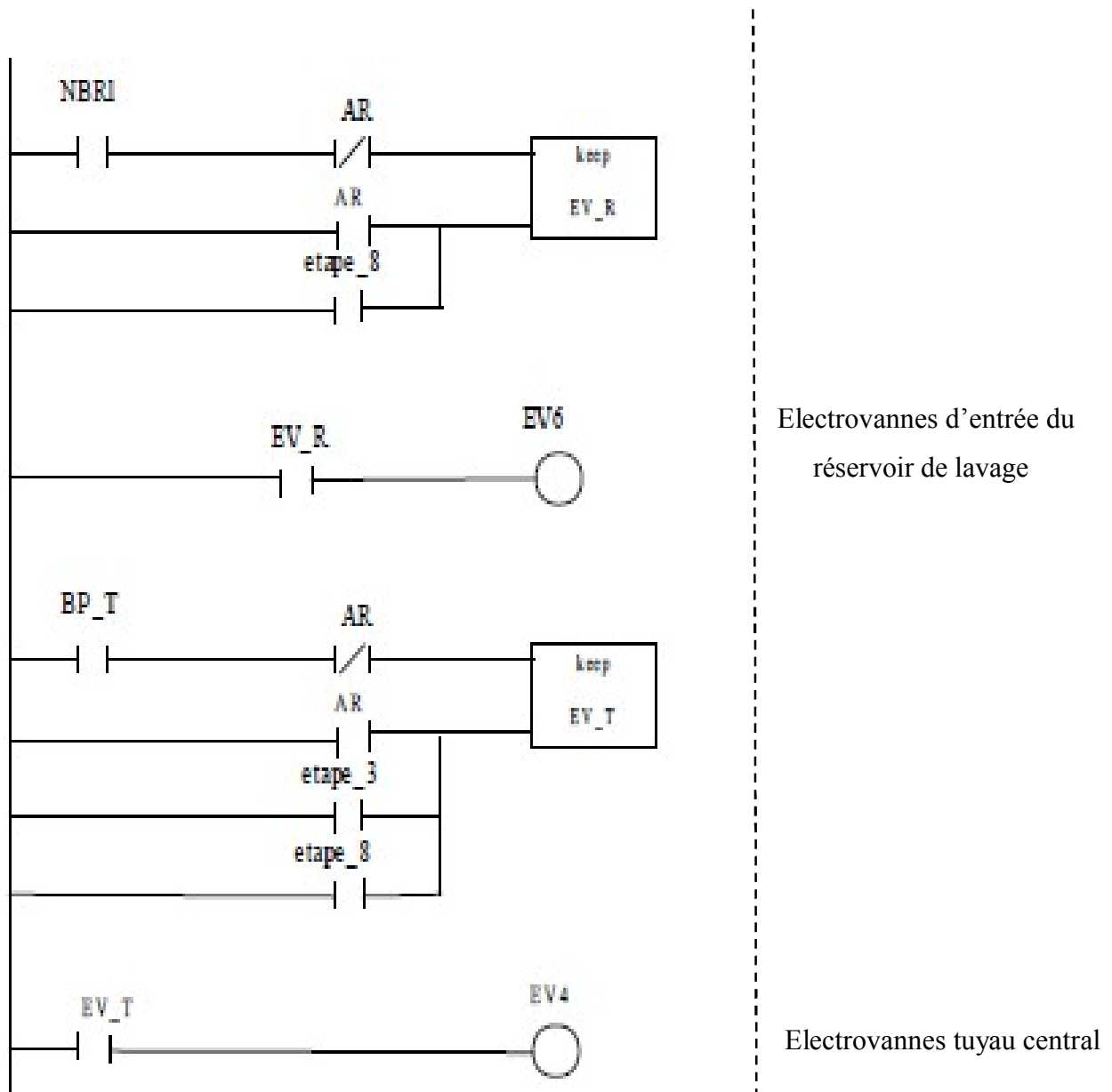
Electrovanne d'admission 3

Electrovanne de lavage 1

Electrovanne de lavage 2

Electrovanne de lavage 3

Electrovannes en cas de lavage des osmoseurs



9. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter les différents modules constituant L'API C200 HE, ainsi que son langage de programmation le Cx-Programmer.

Le C200 HE est un appareil idéal pour automatiser différents processus, il est considéré comme étant une solution économique pour différentes tâches dans les petites et moyennes applications.

Le langage de programmation Cx-Programmer est un logiciel qui gère ses fonctionnalités, avec un programme approprié, pour changer quelques entrées du programme ou de faire des diagnostics grâce à ses plusieurs fonctions.

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'élaboration d'un système de commande en vue de contribuer à l'amélioration des performances de la station .

Cette étude théorique et expérimentale nous a montrée que le dessalement d'eau de mer consiste en trois étapes principales de filtration : la première est le prétraitement qui sert à enlever les impuretés de dimensions considérables, la seconde est l'extraction du sel par osmose inverse et enfin la minéralisation par ajustement.

Pour une bonne optimisation du procédé d'osmose inverse au niveau de la station de Tizirt qui s'inscrit comme objectif dans notre étude, on suggère de veiller à garantir une phase de prétraitement efficace dans l'objectif d'assurer une durée de vie plus longue des membranes puis maintenir les paramètres PH, débit d'alimentation, pression à l'entrée des osmoseurs et contrôler régulièrement ces paramètres en vue d'une production stable et de bonne qualité . Enfin , améliorer le système de récupération d'énergie en vue de diminuer les pertes et de baisser les coûts d'eau dessalée .

La performance d'une installation automatique dépend essentiellement de la qualité de ses actionneurs c'est pour cela qu'il faut accentuer le travail sur les types d'actionneurs qu'il faut envisager dans des endroits où il faut .

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de la station de Tizirt nous a permis de se familiariser avec le concept du dessalement et sa mise en œuvre par une conception technique moderne des installations de dessalement telle que vue sur la station concernée.

Le stage nous a permis de comprendre le fonctionnement de chaque appareil ou organe au sein de la station et la gestion de leurs tâches et paramètres ce qui nous a conduit à proposer des améliorations telles que l'installation de capteurs de retour d'information et enfin nous avons finalisé notre travail par une conception d'un programme de gestion de la station par l'automate Omron avec le logiciel (Cx-programmer).

Nous souhaitons que ce modeste travail puisse servir pour les techniciens de la station et pour d'autres étudiants comme support bibliographique dans le but de continuer l'étude et contribuer à l'amélioration de la station qui nécessite des travaux dans plusieurs domaines .

Caractéristiques techniques**Les Pompes d'alimentation**

Marque ou fabrication	EMICA
Numéro de pompes en fonction	1unités
Numéro de pompes installées	3unités
Début unitaire	232m ³ /h
Pression	4Kg/cm ²
Type	Centrifuge
Montage	Horizontal
Matière	AISI-3162
Puissance moteur /pompe	75KW

Les Pompes haute pression

Marque en fabricant	GRANDFOS
Type	BME-60-12
Débit nominal unitaire	77m ³ /h
Press ion	49Kg/cm ²
Numéro de pompes	3unités
Débit nominal total	232m ³ /h
Pression total	48Kg/cm ²
Vitesse	5000tr/mn
Rendement	70 %
Puissance absorbée unitaire	155KW
Puissance absorbée total	465KW
Puissance total installée	160*3KW
Total	ASI-904L

Turbine de récupération

Marque ou fabricant	FEDCO
Type	Turboconger
Modèle	HPB-240
Débit moteur	127m ³ /h
Pression motrice	67kg/cm ²
Pression sortie	0 ,2Kg/cm ²
Rendement	23%
Puissance récupérée	245KW
Matériaux	DUPLEX SS

Les filtres

marque ou fabrication	Astramatic
Modèle	FD-2350
Type	Duel
Numéro de filtre	5
Débit nominal unitaire	46 ,4m3/h
Vitesse de filtration	10m /h
Débit nominal total	232m3/h
Débit maximal unitaire	65m3/h
Vitesse maximal de filtration	15m3/h
Débit de lavage	30m3 /h
Fonction	automatique
Vanne	papillon
Connexion	4
Matériau	PRFV
Pression de conception	6Kg /cm2
Diamètre	2350mm
Hauteur silex filtrant	600mm
Granulométrie	0 ,4-0,8mm
Hauteur anthracite filtrant	500mm
Granulomtrie	0,8-1 ,2mm

Fonctions du terminal programmable (TOP)



a. Moniteur de surveillance de l'état de fonctionnement en ligne

Il est possible d'utiliser les TOP série NS pour afficher des informations telles que l'état de fonctionnement du système et des autres appareils. Les graphiques et autres indicateurs permettent de mieux représenter les informations et de faciliter leur compréhension.



b. Directions pour opérateur de site industriel

On peut utiliser les TOP pour informer les opérateurs des erreurs sur les systèmes et appareils et pour les aider à y remédier.

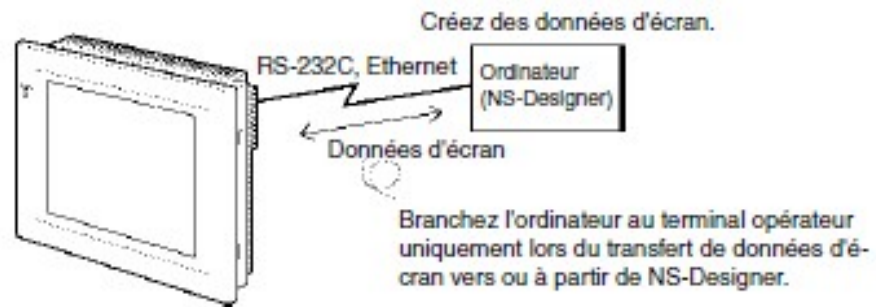
c. Boutons du panneau de contrôle

Les TOP série NS vous donnent la possibilité de créer plusieurs boutons à l'écran. On peut ainsi transférer des résultats à un hôte en utilisant la saisie via des boutons tactiles.

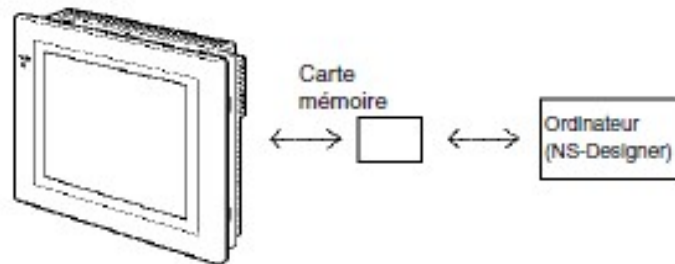
d. Système d'exploitation du terminal opérateur de la série NS

1. Transfert de données d'écran

Les données d'écran affichées sur les TOP série NS sont créées sur un ordinateur avec le NS-Designer et transférées vers le terminal opérateur via des connexions RS-232C ou Ethernet.



On peut également transférer des données d'écran en vitesse accélérée à l'aide d'une carte mémoire.

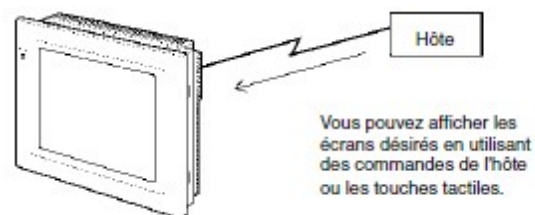


2. Affichage d'écrans

Les informations qui s'affichent sur les écrans sont créées à l'aide du NS-Designer sur un ordinateur puis transférées vers le terminal opérateur. Vous pouvez afficher les écrans nécessaires en utilisant des commandes de l'hôte ou des touches tactiles.

3. Lecture des données via l'hôte(API ou PC)

On peut utiliser des moyens de communication tels que le lien Ethernet pour qu'il puisse se connecter à l'hôte .

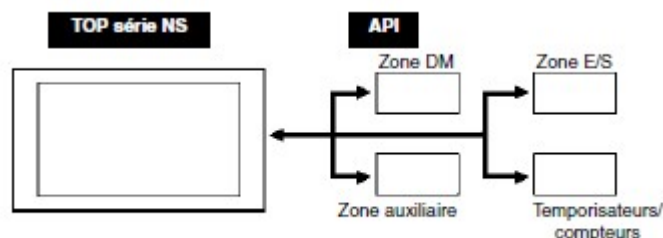


4.Communication avec l'hôte

Les terminaux opérateurs de la série NS permettent à l'utilisateur d'attribuer des mots et des bits dans les zones API pour pouvoir accéder au contenu des écrans voulus et enregistrer des données de saisie.

Il est ainsi possible d'effectuer directement des opérations de lecture et d'écriture de contenus de mots attribués et d'état de bits, de changer l'état de l'affichage d'objets fonctionnels sur l'écran terminal opérateur et de contrôler et de vous informer de l'état du terminal opérateur.

Les terminaux opérateurs de la série NS permettent également de communiquer avec plusieurs API. Un nom d'hôte est enregistré pour chaque API connecté, ce qui permet d'accéder à chaque zone API en indiquant le nom et l'adresse de l'hôte.



Il est possible de connecter l'hôte à l'aide des méthodes suivantes lorsque vous utilisez un terminal opérateur série NS.

- Lien NT
- Ethernet
- Controller Link
- Host Link

Lien NT

Un lien NT est une méthode de communication à grande vitesse entre un API OMRON et un terminal opérateur OMRON qui utilise un protocole spécial. Outre le lien NT 1:1, avec lequel un seul terminal opérateur est connecté, les terminaux opérateurs de la série NS prennent également en charge les liens NT 1:N, qui permettent est de brancher huit terminaux opérateurs maximum à un port API.

Controller Link

Controller Link est un réseau industriel, capable d'envoyer et de recevoir de grands paquets d'informations de manière simple et flexible entre les API OMRON et les ordinateurs.

Host Link

Host Link est un protocole de communication série permettant de connecter un TOP OMRON à un hôte (un API) pour lire et écrire des bits et des mots à partir de l'hôte.

Noms et fonctions des composants

Les noms et les fonctions des composants du TOP sont décrits ci-dessous.

Panneau avant

Le voyant RUN s'allume ou clignote pour indiquer l'état du TOP.

État du voyant RUN

Voyant	Vert	Orange	Rouge
Allumé	Le terminal opérateur fonctionne normalement.	<ul style="list-style-type: none">Le contrôle du système de fichier effectué aussitôt après la mise sous tension est en cours.La batterie est faible ou n'est pas branchée ; le terminal opérateur fonctionne normalement.	Une erreur s'est produite au démarrage.
Clignotant	Transfert de la carte mémoire effectué normalement. Un problème de rétro-éclairage est survenu aussitôt après la mise sous tension.	Le transfert de la carte mémoire est en cours.	Le transfert vers la carte mémoire s'est terminé de façon anormale.
Éteint	<ul style="list-style-type: none">Le terminal opérateur n'est pas alimenté en courant.Le fusible a grillé.Le programme est endommagé. Une réinitialisation est impossible.		

Bibliographie

Sites internet

- ✓ www.ozone.ch
- ✓ www.membranes.com
- ✓ www.Cfe-membrane.com
- ✓ www.audin.fr
- ✓ www.perso.wanadoo.fr
- ✓ www.wikipedia.org/wiki/Osmose
- ✓ www.festo.com/StartPage/Default.aspx
- ✓ www.energethique.com
- ✓ www.omron.europe.fr
- ✓ www.drives.danfoss.com
- ✓ www.Endresse+Hausser.com

Thèses et manuels

- ✓ « Manuel de formation et exploitation d'usine de dessalement par procédé d'osmose inverse » (Algérienne des Eaux).
- ✓ Thèse Automatique « Configuration d'un système HMI (homme -Machine-Interface) d'une station de traitement d'eau potable d l'ADE à TAKSEBT » Promotion 2005.
- ✓ Thèse Automatique « Commande d'un moteur asynchrone triphasé par DSP » promotion 2002.

Ouvrages

- ✓ P.Ladoux « Variation de vitesse des machines à courant alternatif »
- ✓ R.Chauprade,F.Milsant « Commande électronique des moteurs a courant alternatifs »

Logiciels

- ✓ Omron Cx-programmer
- ✓ Smart draw