

N° 24.030

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Master -2-



07.07.773



Département : Génie des Procédés

Spécialité : Génie chimique



Présenté par

Ferrag Sihèm

Korzet Yassine

**Suivi de procédé de dessalement de l'eau de mer au
niveau du complexe CP1K -Skikda**

Sous la Direction de :

M^{me} MERABET NORA

Année Universitaire : 2012/2013

Remerciement

C'est avec un grand plaisir que nous apportons ce modeste travail à tous ceux qui nous ont gratifiés de leur soutien et de leur confiance.

Louanges à dieu, qui nous a donné vie et santé pour le parachèvement de ce modeste travail.

*Nos remerciements vont à notre encadreur **MADAME MERABET NORA**, qui a dirigé notre travail par ces conseils bénéfiques, pour son soutien et sa patience.*

Tous les enseignants du département de Génie des Procédés

Nos familles, qui durant nos études, nous ont toujours donné la possibilité de faire ce que nous voulions et ont toujours cru à nous.



Dédicace

*Avant tout, je remercie le bon dieu de m'avoir mis sur le bon chemin pour
pouvoir réaliser ce travail.*

*Au cristal de ma vie, la lune de mes nuits, le soleil de mes jours, et la source
d'amour à ma très chère mère.*

A mon cher père qui m'a toujours aidé, et encouragé tout au long de ma vie.

A mes frères : Adel , Anis ,

A mes chères sœurs : CHafia, Assia, Nour el houda, Nahla

A mes amis : salah, hamza ,saif, mounira ,wahiba

A mon binôme : yassine

A ma chère saja

A toute ma famille.

A toute la promotion de master.

A tous ceux qui m'aiment et j'aime.

SIHEM

Dédicace

*Avant tout, je remercie le bon dieu de m'avoir mis sur le bon chemin pour
pouvoir réaliser ce travail.*

*Au cristal de ma vie, la lune de mes nuits, le soleil de mes jours, et la source
d'amour à ma très chère mère.*

A mon cher père qui m'a toujours aidé, et encouragé tout au long de ma vie.

A mes frères : Bilal, Samir, Riad.

A mes chères sœurs : Zineb, Aicha.

A mes amis : Amine, Alla, Farouk, Hichem, Mohamed, Raouf et bacha

A mon binôme Sihèm.

A mon très cher ami, et mon frère "Panta"

A toute ma famille.

A toute la promotion de master.

A tous ceux qui m'aiment et j'aime.

YASSINE

Table des matières

Liste des Abréviations	
Liste des Tableaux	
Liste des Figures	
Introduction Générale	01
Chapitre I : présentation du l'unité d'affectation	
I.1 Section de l'Eau.....	03
I.1.1 Prise de l'Eau de mer.....	03
I.1.2 Distillation d'Eau de mer.....	04
I.1.3 Déminéralisation.....	05
I.1.4 Traitement des effluents	05
I.2 Section d'Energie.....	06
I.2.1 Génération de vapeu (La Chaudière).....	06
I.2.1.1 Définition.....	06
I.2.1.2 Particularité de la chaudière	06
I.2.1.3 Construction de la chaudière.....	06
I.2.2 Génération d'Electricité.....	07
I.2.3 Aire Azote.....	08
I.2.3.1 Installation d'Air Comprimé.....	08
I.2.3.2 Unité Azote	09
Chapitre II : Eau de Mer : Propriété et Caractéristique	
Introduction.....	11
II.1 Types et Origines d'Eau de Mer.....	11
II.2 Caractéristiques de l'Eau de Mer.....	11

II.3 Qualité de l'Eau de Mer.....	12
II.4 Différentes Eaux Salines.....	12
II.5 Composition et Salinité de l'Eau de Mer	12
II.6 Salinité des Eaux Saumâtres.....	13
II.7 Teneur en matières en suspension.....	14
Chapitre III : Dessalement de l'Eau de Mer	
Introduction.....	15
III.1 Distillation.....	16
III.1.1 Principe de base.....	16
III.1.1.1 La Prissions.....	16
III.1.1.2 La Température.....	16
III.1.1.3 Echange de chaleur.....	16
III.1.1.4 La vapeur saturée.....	17
III.1.2 Principales caractéristique du procédé	17
III.1.3 Évaporateur et condenseur	20
III.1.3.1 Description générale	20
III 1.3.2 Plateaux d'arrosage.....	21
III 1.3.3 Séparateurs.....	21
III 1.3.4 Faisceau tubulaire.....	21
III 1.3.5. Condenseur.....	21
III.1.4 Thermo-compresseur.....	21
III.1.5 Système sous vide.....	22
III.1.6 Traitement chimique de l'eau de mer.....	23
III.2 Déminéralisation	24

III.2.1 Description.....	24
III.2.2 Epuration par Echange d'ions	25
III.2.3 Installation.....	26
III.2.4 Notion sur les résines Echangeuses d'ions.....	26
III.2.5 Fonctionnement standard d'un déioniseur du type lit mixte.....	26
III.2.5.1 Procédé de service.....	26
III.2.5.2 Procédé de Régénération.....	27

Chapitre IV: Traitement des Eaux

IV.1. Introduction	28
IV.2. Traitement physique et chimique de l'eau de mer.....	28
IV. 2. 1. Traitement physique.....	28
IV. 2. 1.1. Détermination du PH.....	28
1.2. La conductivité.....	29
1.3. La température.....	30
IV. 2.2. Traitement chimique.....	30
IV.2.2.1 Détermination de la dureté totale: TH.....	30
IV. 2.2.2 Dosages du calcium et du magnésium.....	31
IV.2.2.3 Alcalinité.....	33
IV.2.2.4 Détermination du total fer dans l'eau.....	35
IV.2.2.5 Dosage de chlorure (Cl).....	36
IV.2.2.6 Détermination de cuivre (Cu ⁺⁺).....	37
IV.2.2.7 Détermination de la silice.....	38

Chapitre V : Résultat D'Analyse Et De Contrôle

V. Les résultats d'Analyses.....	40
V.1 Les Analyses physiques.....	40
V.1.1 Mesure du PH.....	40
V.1.2 Mesure de la conductivité électrique.....	41
V.2 Les analyses chimiques.....	42
V.2.1 Dosages du Titre Hydrotimétrique (TH).....	42
V.2.2 Dosages du calcium et du magnésium.....	42
V.2.3 Détermination de l'alcalinité TA/TAC.....	43
V.2.4 Dosage du Total Fer dans l'Eau.....	44
V.2.5 Dosage des chlorures.....	46
V.2.6 Dosage du cuivre dans l'eau (Cu ⁺⁺).....	46
V. 2.7 Dosage de la silice.....	48
V.3 Interprétations Des Résultats.....	48
Conclusion	
Annexe	
Références Bibliographique	

Liste des Abréviations

HZ	Hertz
%	Pour cent
°C	Degré Celsius
Cm	Centimètre
Kg	Kilogramme
µm	Micromètre mètre
g	Gramme
g/ cm ³	Gramme par centimètre cube
mm	Millimètre
min	Minute
ml	Millilitre
µs/cm	Micro siemens par centimètre
s/m	siemens par mètre
mg/l	Milligramme par litre
°F	Le degré français
ppm	Partie par million
nm	Nanomètre
m ³ /h	mètre cube par heure
kg /cm ³	Kilogramme par centimètre cube
mW	méga watt
kV	kilo volt
meg/l	Milli équivalent gramme par litre
T/h	Ton par heure
HP	Haute pression
HT	Haute température

Liste des Tableaux

Tableau I.1: Les Caractéristiques de l'Eau de Mer.....	04
Tableau I.2 : Les Caractéristiques de l'Eau Distillée.....	04
Tableau I.3 : Les Caractéristiques de l'Eau Déminéralisée.....	05
Tableau II .1. Principaux sels dissous Dans l'Eau de Mer de salinité 35 g/l.....	12
Tableau II .2. La salinité de l'Eau de Mer.....	13
Tableau II .3. Solubilité des Gaz dans l'Eau Douce et l'Eau de Mer.....	14

Liste des Figures

Figure I.1: Fonction de l'Unité Azote.....	09
FigureI.2: Principe de Fonctionnement de l'unité Eau.....	10
FigureIII.1: Principe d'un système d'évaporateurs multiples.....	19
FigureIII.2 : Principe d'une unité d'évaporation simple-effet avec compression de vapeur.....	20
FigureIII.3: Les différents types des échangeurs d'ion.....	25
Figure IV.1: Le PH –mètre.....	28
Figure IV.2 : Thermomètre.....	30
FigureV.1 : Variation de PH.....	40
FigureV.2 : Variation de la conductivité.....	41
FigureV.3 : Variation de la dureté de calcium et magnésium	43
FigureV.4 : Variation Du Total Fer dans l'eau.....	44
FigureV.5 : Variation de chlorure dans l'eau distillée.....	45
FigureV.6 : Variation de cuivre dans l'eau.....	46

Introduction Générale :

L'eau est un composé chimique, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Le corps humain est ainsi composé à 75% d'eau se trouve en général dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés unique : c'est notamment un solvant efficace pour la plupart des corps solides trouvée sur terre, l'eau est quelque fois désignée sous le nom de « solvant universel ».

Pour cette raison, l'eau qu'on trouve sur terre n'est qu'exceptionnellement un composé chimique pur. La formule chimique de l'eau pure est H_2O . l'eau « courant » est une solution d'eau et de différent sels minéraux ou d'autres adjuvants. Les chimistes utilisent de l'eau distillée pour leur solution, cette eau étant pure à 99%.

Près de 75% de la surface de la terre est d'eau (97% d'eau salée et 3% d'eau douce dans différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau), liquide et solide. Ailleurs que dans les zones humides plus ou moins tourbeuses ou marécageuses, dans les mers et océans, l'eau est présente dans les lagunes, lacs, marées, fleuves, rivières, ruisseaux, canaux, réseaux de fossés ou de wateringues....ou comme eau interstitielle du sol.

L'eau condition de l'existence des êtres vivants, pour cela le besoin en eau potable et aussi industrielle relance fortement l'entête de développer rapidement des techniques de dessalement moins chères, plus robuste, si possible moins consommatrices d'énergie et respectant l'environnement.

Le but de ces techniques est de dessaler l'eau de mer de manière à la rendre consommable.

En ce sens l'entreprise nationale des industries pétrochimiques (ENP) SKIKDA, mobilise aujourd'hui toutes ces potentialités pour éviter le manque d'eau distillée, qui est très nécessaire pour la marche du complexe.

C'est autour de cet axe que se déroule le but de notre travail ; nous avons voulu durant notre stage dans l'unité de dessalement des eaux au niveau de CP1-K suivre le procédé d'épuration (dessalement) de l'eau de mer en faisant des analyses physicochimiques et en les comparant avec les normes que l'unité est entrain de suivre.

Pour atteindre notre objectif, nous avons suivi les étapes suivantes

Le premier chapitre est une présentation de l'unité d'affectation;

Le deuxième et le troisième chapitre consistent la partie théorique du travail (propriétés de l'eau de mer, procédés de dessalement etc....)

Par contre les deux derniers chapitres renferment la partie expérimentale (méthodes d'analyse physico-chimique et les résultats de contrôle)

Ces cinq chapitres sont précédés par une introduction générale et achevés par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de l'unité

d'affectation

Introduction :

L'Unité Utilité est le cœur du complexe de matière plastique de Skikda, elle alimente ce dernier en eau et en énergie. L'Unité Utilité se compose de deux sections :

Section de l'Eau :

- Prise de l'eau de mer ;
- Distillation d'eau de mer ;
- Déminéralisation ;
- Traitement des effluents ;

Section Energie :

- Génération de vapeur ;
- Génération d'électricité ;
- Air Azote ;

I. 1 Section de l'eau :**I. 1.1 Prise de l'eau de mer :**

Cette section a pour fonction l'alimentation de toutes les unités de complexe en cette matière dont une partie servira comme matière première pour la fabrication de l'eau distillée.

Aussi elle assure l'alimentation du réseau anti-incendie. Elle est équipée de :

- ❖ Quatre filtres rotatifs ;
- ❖ Quatre pompes centrifuges verticales dont l'une est entraînée par une turbine et débitant chacune $7500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- ❖ Deux turbines avec une production de $7500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- ❖ Deux pompes anti-incendie une diesel et l'autre électrique destinées pour l'alimentation du réseau anti-incendie et débitant chacune $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

L'eau de mer est en effet, traitée avant son utilisation avec l'hypo chlorure de sodium NaCl.

Tableau I.1: Les caractéristiques de l'eau de Mer.

Totale de solides dissous	37300 ppm
Calcium	474 ppm
Magnésium	1298 ppm
Sodium	10675 ppm
Chlorures	19729 ppm
Sulfates	2748 ppm
Carbonates	70,4 ppm
Nitrites	0,0064 ppm
Nitrates	0 ppm
Ammonium	1,57 ppm
Matières organique	18,53 ppm
Dureté totale	120 ppm en CaCO₃
Température maximale	28,5
Température moyenne	25
Température minimale	14

I. 1.2 Distillation de l'eau de Mer :

Cette section a pour fonction la fabrication de l'eau distillée à partir de l'eau de mer qui servira comme eau de refroidissement pour divers équipements de toutes les unités du complexe dont une partie va servir comme eau d'appoint pour la fabrication de l'eau déminéralisée. Elle assure l'alimentation des complexes voisins : RA1K, GL1K.

La section est équipée d'un évaporateur d'eau de mer de type thermo compresseur.

Tableau I.2 : Les caractéristiques de l'eau distillée :

Totale de solides dissous	5 ppm max
Calcium	0,1 ppm max
Magnésium	0,2 ppm max
Sodium	1,4 ppm max
Chlorures	2,6 ppm max
Sulfates	0,4 ppm max
Carbonates	0,1 ppm max
Silice	0,1 ppm max
Fer	0,04 ppm max
Cuivre	0,03 ppm max
Autres	0,1 ppm max
PH	6,5 à 9

Durant d'opération normale de projet :

- ✓ Eau distillée 31%
- ✓ Condensat retour 69%

I. 1.3 Déminéralisation de l'Eau Distillée:

La section de la déminéralisation purifie l'eau distillée et le condensat de vapeur. Les sections de déminéralisation de l'eau sont composées de deux polysheurs complets avec réseau de régénération automatique, et un groupe d'équipements de régénération de réservoir :

- Deux réservoirs d'eau déionisée.
- Un réfrigérant de condensat.
- Trois filtres de condensat.
- Un réservoir de condensat.

Tableau I.3 : Les caractéristiques de l'eau déminéralisée

Silice	0,02 ppm max
Fer total	0,02 ppm max
Cuivre	0,007 ppm max
Dureté	Tracés
PH	7,5 à 9,5

I. 1.4 Traitement des effluents:

C'est une section très importante dans le complexe qui permet le traitement des effluents provenant de toutes les unités de production, ainsi que les eaux de pluie pour éviter la pollution de la mer. Le traitement est effectué en faisant passer les eaux usées à travers une série de bassins, des filtres et de déshuileurs pour séparer la boue et les huiles. La boue décantée sera sécher dans de grands bassins. Les huiles seront recyclées vers l'unité éthylène pour être utilisées comme combustible des fours. Les eaux passent dans le bassin de traitement biologique pour éliminer les particules microscopiques qui sont très toxiques grâce aux bactéries. Ces bactéries sont cultivées dans un bassin et entretenues par des aérateurs d'oxygène et des injections de Méthanol(CH_3OH) et de l'Ammoniaque (NH_3).

Après ces étapes l'eau passe dans des bassins pour enlever les matières en suspension de cette eau par précipitations, par floculation et enfin par décantation puis elle passe à travers des filtres de gravier et de sable pour arriver dans le bassin de rejet à la mer pour être neutralisée par H_2SO_4 à $\text{pH}=7.00$ et une injection d'eau de Javel pour être rejetée à la mer. [1]

I. 2 Section d'Energie :

I. 2. 1 Génération de vapeur (La Chaudière) :

I. 2.1.1 Définition :

La chaudière est un récipient alimenté en eau douce qui par chauffage se transforme de façon continue en vapeur.

I. 2.1.2 Particularité de la chaudière :

- ❖ Type Mitsubisli CE VU 60 ,
- ❖ Pression à la sortie de la surchauffeur 44 kg /cm³ ;
- ❖ Rendement maximum 112 T/h ;
- ❖ Température à la sortie des surchauffeurs 45°C ;
- ❖ Température d'eau d'alimentation 145°C ;
- ❖ Température de l'air Ambient 20°C ;
- ❖ Combustible :- Gaz naturel
- Gaz secours (ville)

I. 2.1.3 Construction de la chaudière :

La chaudière verticale du type VU-60 se compose de deux ballons de tubes verticaux et d'un foyer refroidi à l'eau, des grandes parties de cette chaudière sont les suivantes.

✓ Chaudière et foyer :

La chaudière verticale est du type à circulation naturelle, avec un ballon d'eau, le faisceau de convection, se compose de tubes de 63,3 mm de diamètre, et le foyer se compose de tubes de 76,3mm de diamètre les faisceaux de tubes sont disposés en ligne, le foyer est refroidit à l'eau par des tubes placés coté à coté ce qui assure un taux de refroidissement élevé par rapport au volume du foyer , la vapeur produite dans les tubes du foyer et ceux de la chaudière est envoyée au ballon de vapeur.

↙ Surchauffeur :

Le surchauffeur est du type vertical à surface de chauffage suffisante pour élever la température de la vapeur.

↙ Enveloppe :

Elle se compose d'une paroi fine interne et d'une proie extérieure en tôle keeston

↙ Réfractaires et calorifuge :

La chaudière est totalement calorifugée au moyen de matériaux isolant pour minimiser la perte de chaleur par l'enveloppe.

↙ Souffleur de suie :

La chaudière est équipée des souffleurs de suie pour nettoyer les tubes de la chaudière et de surchauffeur.

↙ Économiseur :

L'économiseur réchauffe l'eau d'alimentation en récupérant la chaleur des gaz de combustion.

↙ Réchauffeur d'air :

La récupération de chaleur des gaz de combustion de la chaudière est réalisée par le réchauffeur d'air celui-ci absorbe la chaleur des gaz de combustion et la transmet à l'air entrant.

I.2.2 Génération d'Electricité :

HP : 43 kg/m² ;

HT : 430°C ;

C'est un moteur dans lequel l'énergie potentielle de la vapeur haute pression, haute température est transformée en énergie cinétique dans les tuyaux et dans les ailettes en énergie mécanique sur l'arbre pour entrainer divers auxiliaires, cette turbine entraine un générateur pour produire de l'électricité d'une puissance de 18 méga watt pour alimenter le CP1K.

❖ Caractéristiques d'un turbo Générateur :

- Charge 18,7mega watt ;
- La tension 5,5kv ;
- Fréquence 50HZ ;

I.2.3 Air Azote :**I.2.3.1 Installation d'Air Comprimé :****a. Généralité :**

L'installation d'air comprimé produit de l'air comprimé pour les services et pour les instruments de l'ensemble de complexe aussi qu'une quantité d'air suffisante pour l'installation d'Azote. Elle est composée des installations suivantes.

-Deux compresseurs avec réservoirs qui ont chacun une capacité de 9000 Nm³/h

b. Description :

L'air est aspiré à travers le filtre qui opère à double filtrage, une fois comprimé en passant par le compresseur, l'air est refroidit à environ 40°C dans le refroidisseur complémentaire Puis envoyé dans les réservoirs tampon dans le système de séchage à l'unité d'azote et aux distributions d'air. L'installation est conçue pour produire 9000 Nm³/h d'air comprimé dont 5000 Nm³/h seront fournis à l'installation d'azote 2600Nm³/h secs pour l'installation 1400 Nm³/h seront utiliser comme air service. [1]

c. Base de Conception :

- Température d'air (entrée) 30 °C ;
- Pression de l'air (entrée) atmosphérique ;
- Pression de l'air (sortie) 6 ,5 - 7 Kg /cm² ;
- Point de rosée de l'air sec (sortie) 40 °C et1, 033 kg/cm² ;

I.2.3.2 Unité azote :

a. Fonction de l'Unité Azote :

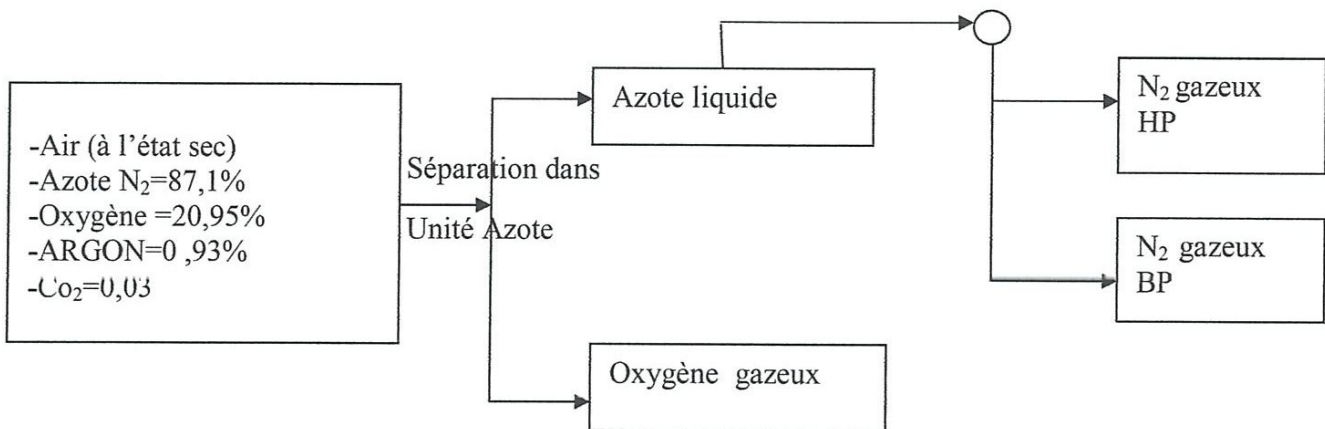


Figure I.1: Fonctionnement de l'Unité Azote

L'unité d'azote est appelée aussi usine de séparation d'air.

b. Utilisation des produits au complexe :

- N₂ gazeux (haute pression) gaz inerte pour l'unité VCM, et (Basse pression) gaz inerte pour différentes unités ;
- O₂ gazeux : une des matières premières de l'unité VCM ;

c. Principe de la production d'N₂ et d'O₂ :

La méthode comprend deux étapes « liquéfaction » et « rectification » du liquide à basse température (en dessous de 170 °C)

➤ Liquéfaction :

On emploie couramment 3 méthodes :

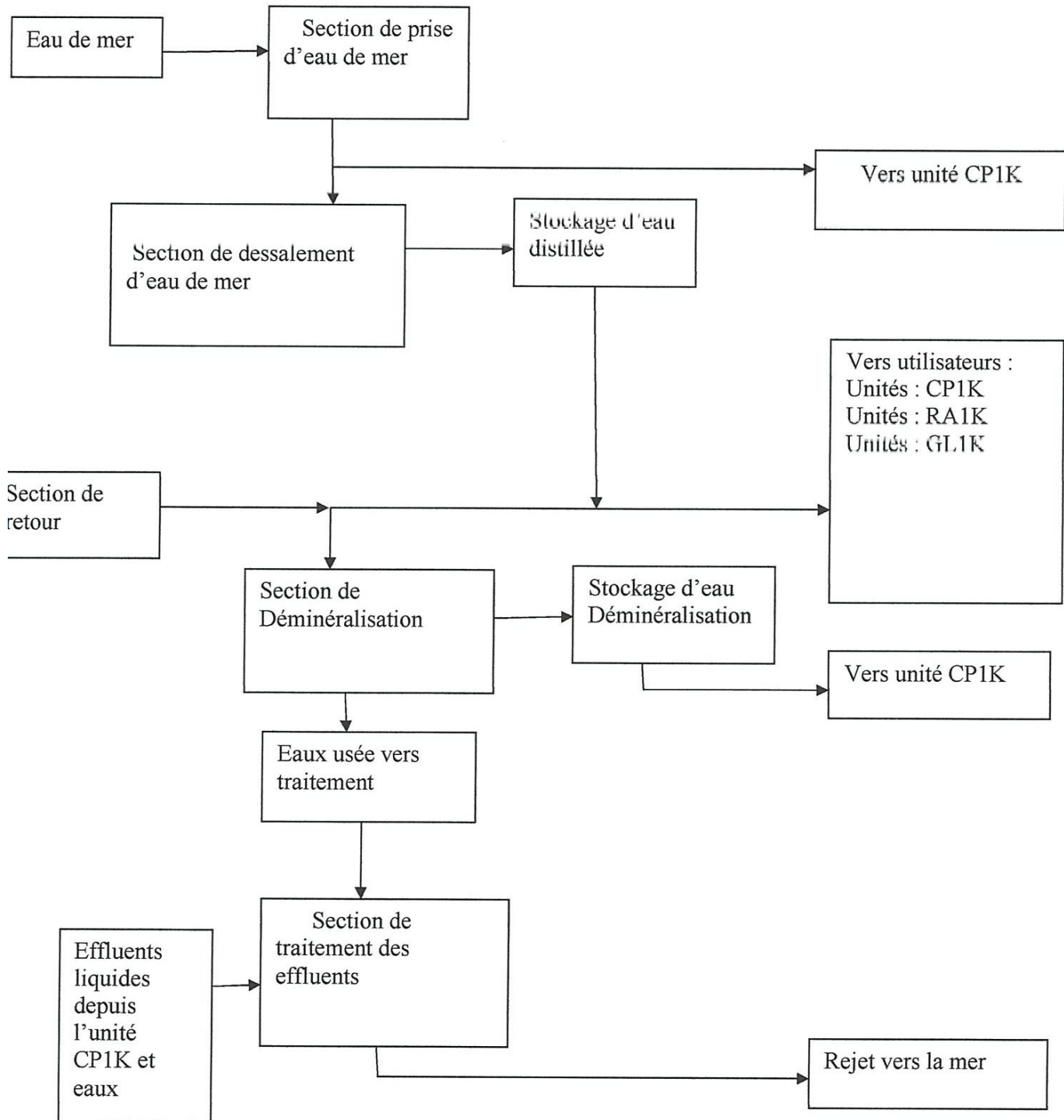
- Vaporisation du liquide ;
- Détente du gaz de haute pression à basse pression par un obturateur ;
- Détente du gaz dans un détendeur ;

➤ Rectification à basse Température :

➤ Rectification à basse Température :

Le processus de séparation des gaz à basse températures est essentiellement un cycle de liquéfaction plus une colonne de rectification. [1]

Figure I.2 : Principe de Fonctionnement de l'Unité Eau



Chapitre II

eau de mer:

propriétés et caractéristiques

Introduction:

L'eau de mer est l'eau salée des mers et des océans de la Terre. « Salée » désigne le fait qu'elle contient des substances dissoutes, les sels, principalement du chlore et du sodium. On trouve 30 à 40 grammes de sels dissous pour un kilogramme d'eau de mer. L'eau salée s'oppose à l'eau douce, qui contient moins d'un gramme de matériaux dissous par kilogramme. La masse volumique de l'eau de mer à la surface est d'environ 1,025 g/ml, supérieure de 2,5 % à celle de l'eau douce (1g/ml) à cause de la masse du sel et de l'électrostriction. Les océans et mers occupent un volume estimé à 1340 millions de km³, ce qui représente 96,4 % de la capacité des grands réservoirs d'eau à la surface de la Terre. Ce volume n'inclut pas les eaux souterraines (aquifères), dont 85 % en volume est salé à différents degrés.

II.1 Types et Origines d'Eau de Mer:

A l'état naturel, l'eau se retrouve soit en surface, soit dans des réservoirs souterrains, soit sous forme de pluie. Ces types d'eau présentent des qualités différentes et peuvent être utilisés pour diverses utilisations humaines.

Les premières théories scientifiques sur l'origine du sel de la mer datent d'Edmond Halley qui propose en 1715 que le sel et les autres minéraux y sont amenés par les rivières: l'écoulement de l'eau en surface (eau de pluie) et dans les rivières « arrache » des ions par dissolution des roches. Les eaux douces souterraines et de surface sont donc très légèrement « salées » à cause de ces ions ; ces ions sont entraînés jusqu'à l'océan, où ils restent tandis que l'évaporation entraîne leur concentration,

II.2 Caractéristiques de l'Eau de Mer :

La masse volumique de l'eau de mer en surface varie de 1020 kg/m³ à 1029 kg/m³, selon la température et la salinité. En profondeur, dans les océans, la haute pression peut augmenter la masse volumique jusqu'à des valeurs de l'ordre de 1 050 kg/m³ (l'eau de mer, comme la plupart des liquides, est quasiment incompressible). Le pH varie entre 7,5 et 8,4, pour une moyenne de l'ordre de 8,2.

La vitesse du son dans l'eau varie avec la température de l'eau et la pression elle est donc sensible aux thermoclines ; elle est de l'ordre de 1500 m/s.

II.3 Qualité de l'Eau de Mer :

L'eau de mer est la matière première de l'usine de dessalement. Chacun peut observer ses changements de température, de limpidité d'un lieu ou d'un jour à l'autre ; les écarts de salinité sont moins connus. Salinité, température et matières en suspension sont les paramètres majeurs du fonctionnement d'une unité de dessalement.

II.4 Différentes Eaux Salines:

Les problèmes de dessalement concernent principalement deux catégories d'eau salée

- Eau de mer ;
- Eaux saumâtres ; [2].

II.5 Composition et Salinité de l'Eau de Mer:

L'eau de mer est composée d'eau et de sels, ainsi que de diverses substances en faible quantité. Si plus des deux tiers des 94 éléments chimiques naturels sont présents dans l'eau de mer, la plupart le sont en faible quantité et difficilement décelables.

Tableau II.1 Principaux sels dissous dans l'Eau de Mer de Salinité 35 g/l.

LES COMPOSITION DE L'EAU DE MER		
Anions	g/kg	mol/kg
Chlorure (Cl ⁻)	19,3524	0,54586
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	2,7123	0,02824
Hydrogénocarbonate (HCO ₃ ⁻)	0,1080	0,00177
Bromure (Br ⁻)	0,0673	0,00084
Carbonate (CO ₃ ²⁻)	0,0156	0,00026
Fluorure (F ⁻)	0,0013	0,00007
Hydroxyde (HO ⁻)	0,0002	0,00001
Cations	g/kg	mol/kg
Ion sodium (Na ⁺)	10,7837	0,46906
Ion magnésium (Mg ²⁺)	1,2837	0,05282
Ion calcium (Ca ²⁺)	0,4121	0,01028
Ion potassium (K ⁺)	0,3991	0,01021
Ion strontium (Sr ²⁺)	0,0079	0,00009
Autres molécules	g/kg	mol/kg
Eau (H ₂ O)	965	53,6
Acide borique (B(OH) ₃)	0,0198	0,00032

Tetrahydroxyborate ($B(OH)_4^-$)	0,0079	0,00010
Dioxyde de carbone	0,0004	0,00001

La salinité de mers ouvertes sur les masses océaniques est de l'ordre de 35(g/l) et c'est cette valeur qui est considérée comme salinité standard de l'eau de mer. La salinité peut être très différente dans le cas des mers fermées ou peu ouvertes sur les masses océaniques comme on peut les voir sur le tableau (II .2) [3].

Tableau II .2 La Salinité de l'Eau de Mer

Mer méditerranée	36 à 39 g/l
Mer rouge	40 g/l
Mer baltique	7 g/l
Mer caspienne	13 g/l
Mer morte	270 g/l
Golfe arabo-persique	40 à 70 g/l
Mer noire	20 g/l

II.6 Salinité des Eaux Saumâtres:

Généralement on appelle eau saumâtre une eau saline non potable, de salinité inférieure à celle de l'eau de mer .en fait, la plupart des eaux saumâtres ont une salinité comprise entre 1 et 10 g/l .elles se présentent, soit sous forme d'eaux de surface, soit sous forme d'eaux souterraines.

Leur composition chimique varie énormément d'une région à l'autre et pour même région d'une saison à l'autre. Ces variations de composition chimique dépendent de plusieurs paramètres : l'eau qui pénètre dans le sol dissout les sels qui composent l'écorce terrestre. Les principaux sels qui peuvent être dissous en assez grandes quantités sont $CaCO_3$, $CaSO_4$, $MgCO_3$ et

NaCl. Indépendamment la composition chimique et de la structure physique des roches, d'autres facteurs interviennent également parmi lesquels nous citerons :

- la vitesse de circulation de l'eau et par conséquent le temps de contact ;
- les matières déjà dissoutes ;
- le phénomène d'évaporation (évaporation directe ou évapotranspiration). [2]

II.7 Teneur en matières en suspension :

L'eau de mer est un milieu vivant, qui véhicule d'une part des matières minérales et d'autre part des organismes vivants souvent microscopiques. En pleine mer, le plancton prédomine. Près des côtes, la teneur en sable augmente. Elle varie selon les courants et la profondeur des fonds. La pollution par des rejets urbains ou industriels peut devenir prépondérante. Le site de la prise d'eau et sa conception seront choisis pour éviter toute pollution et limiter au mieux l'apport des matières en suspension.

Dans les usines de production de vapeur, le traitement de l'eau est particulièrement important pour l'efficacité des opérations et la durée de vie des équipements. La composition de l'eau d'alimentation doit être pure, et l'eau recyclée des chaudières ainsi que les condensats doivent être scrupuleusement dépouillés de tous contaminants et oxygène dissous. Le pH doit être contrôlé de près, et les surfaces de métal de la chaudière, du réchauffeur d'eau d'alimentation et des pompes d'alimentation de la chaudière doivent être protégées.

Tableau II .3. Solubilité des gaz dans l'Eau Douce et l'Eau de Mer

Gaz	atmosphère	l'Eau distillée		l'Eau de mer	
	%	ml/l	%	ml/l	%
N ₂	78,18	14,3	63,3	11,4	62,1
O ₂	21,05	7,9	35	6,3	34,4
CO ₂	0,03	0,4	1,8	0,3	1,8

Chapitre III

Chapitre

LISSALEMENT DE L'EAU DE MER

Introduction :

Face aux pénuries fréquentes d'eau et à des qualités physico- chimiques qui engendrent des surcouts. 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 promu 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 mise en œuvre.

Le cycle thermique d'une installation industrielle consiste toujours à l'alimentation à haute température puis à refroidir les produit obtenus à une température suffisamment basse permettent de les envoyer vers bacs de stockage.

Dans les majorités des cas. La chaleur est travers un échangeur de chaleur. Le transfert thermique se fait par conduction à travers les parois des tubes et par convection à travers les parois des tubes et par convection à travers les interfaces liquide-solides.

Ces interfaces sont le lieu privilégié de réactions entre le matériau solide et les constituant du produit traité, ou entre les constituant eux- mêmes. Le résultat global est souvent un encrassement de la surface d'échange qui diminue les performances du matériel en opposant une résistance supplémentaire au transfert de chaleur.

III.1. Distillation :

III.1.1. Principes de base:

III.1.1.1. La pression:

Si un espace confiné ne contient aucune molécule (vide parfait), sa pression est nulle. la pression mesurée à partir de ce point de référence est appelée **pression absolue** et se mesure en **bar**

La pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique se mesure en bar. les instruments calibrés en bar indiquent zéro quand les molécules frappant la membrane de mesure se trouvent à la pression atmosphérique.

Pression en bar (absolue) = pression en bar (gauge) + pression atmosphérique.

Sur le dessaleur, toutes les pressions sont indiquées en **bar**. Les pressions peuvent donc être positives ou négatives (si les conduites sont sous vide).

- Si la pression indiquée en **bar** est positive, en cas de fuite, le fluide à l'intérieur peut s'échapper à l'atmosphère.
- Si la pression indiquée en **bar** est négative, cela signifie que la pression à l'intérieur de la conduite est inférieure à la pression atmosphérique et qu'en cas de fuite, de l'air peut être aspirée par la conduite.

Dans tous les cas, les opérateurs devront être attentifs quand ouvrent les vannes de vidange ou de purge.

III.1.1.2. La Température:

Toutes les températures du dessaleur sont en degré Celsius.

III.1.1.3. Échange de chaleur:

Si deux substances de différentes températures sont placées en contact l'une de l'autre, de l'énergie sous forme de chaleur va être transférée de la substance la plus chaude à la substance la plus froide jusqu'à ce qu'elles atteignent le même niveau de température.

dans tous les évaporateurs, condenseurs et préchauffeurs ,il y a échange de chaleur entre un fluide qui se trouvent à l'intérieur des tubes et un autre fluide qui se trouve à l'extérieur des tubes d'échange.

III.1.1.4. La vapeur saturée:

Les lois de la physique montrent qu'il existe une relation entre la pression et la température aux quels un fluide s'évapore.

À une pression donnée, l'eau, surmontée de sa vapeur, s'évapore a une température fixe, appelée température saturation .la vapeur formée à la température de saturation est dite vapeur saturée.

Plus la pression est basse, plus la température de saturation est basse.

Si la vapeur une température supérieure à la température de saturation, elle est dite surchauffée.la vapeur ne peut pas être à une température inférieure à sa température de saturation.

La vapeur qui se crée dans évaporateurs et la vapeur qui se condense sur les condenseurs et préchauffeurs se trouve à la température de saturation .en mesurant la pression de cette vapeur, on peut donc connaître la température de cette vapeur.

III.1.2. Principales caractéristiques du procédé :

Les unités de dessalement de type DTC (Distillation Thermocompression) dessalent l'eau de mer par un procédé d'évaporation et de condensation sous vide. Dans ces changements de phase, tous les sels restent dans la saumure et la vapeur condensée est pratiquement exempte de sels

(La teneur résiduelle en sel est plus de 10000 fois inférieure à celle de l'eau d'alimentation).

Ces unités de dessalement se composent de cellules d'évaporation maintenues à des températures décroissantes. La vapeur, introduite dans la première cellule se condense dans un faisceau tubulaire arrosé extérieurement par l'eau de mer. La chaleur latente de condensation permet à use partie de l'eau de mer de s'évaporer à pression et à une température inférieur. La vapeur produite va ensuite dans la seconde cellule, où elle se

condense, permettant ainsi d'évaporer une nouvelle partie de l'eau de mer à une pression et une température encore inférieures. Le même procédé de condensation/évaporation se poursuit, de cellule en cellule, La vapeur produite dans la dernière cellule condensé- dans un condenseur refroidi avec de l'eau de mer. La vapeur condensée dans chaque cellule va à la cellule suivante par intermédiaire de tube en U. Cette eau est finalement extraite par la pompe eau distillée. De façon similaire, la partie d'eau de mer qui n'a pas été évaporée (la saumure) va de cellule en cellule par l'intermédiaire de tubes en U pour être finalement extraite de la dernière cellule par la pompe saumure. De façon à améliorer l'efficacité thermique de la distillation multi-étage, les unités de dessalement de type DTC utilisent un système de pompe à chaleur en recyclant de la vapeur produits à basse

Ce système de pompe à chaleur utilise un compresseur de vapeur statique (sans pièces mobiles) appelé thermo-compresseur. Le thermo-compresseur utilisant de la vapeur motrice provenant d'une source disponible ou d'une chaudière, aspire de la vapeur basse pression et la recompilé par mélange avec la vapeur motrice à un niveau suffisant pour alimenter la première cellule. La cellule d'où la vapeur est aspirée est choisie de façon à optimiser les performances.

L'eau de mer et les eaux saumâtres contiennent des composants corrosifs et entartrant. Comme la corrosion et l'entartrage augmentent de façon importante au-dessus de 75°C, et aux fortes concentrations en sels, les DTC :

- Fonctionnent à basse température, grâce au fonctionnement sous vide (la température de l'eau de mer ou de la saumure est toujours inférieure à 70°C)
- Limitent la concentration, généralement inférieure à 1.5 en fonctionnement avec, l'eau de mer. Une analyse chimique de l'eau de mer est nécessaire pour vérifier les points suivants :
 - a. La présence de composants particulièrement corrosif comme du H_2S , du NH_3 ou des bromures qui peuvent avoir un impact sur le choix des matériaux de construction.
 - b. Les fortes concentrations en certains sels qui peuvent être entartrant aux températures et concentrations auxquelles fonctionnent les unités de dessalement.

L'eau de mer à l'entrée du dessaleur doit être claire sans particules de taille supérieure à 1mm Le taux de particules en suspension doit être inférieur à 20 ppm.

Le rejet de saumure et d'eau de refroidissement doit être suffisamment éloigné de la prise d'eau de mer et de préférence en aval des courants dominants afin d'éviter tout problème de recirculation qui engendrait une hausse de salinité et de température. Les prises d'eau de mer doivent généralement être à une profondeur minimum de 1,5 m au-dessous du niveau de la marée basse.

Les unités de dessalement de type DTC produisent de l'eau distillée de haute pureté. La qualité d'eau distillée est vérifiée en permanence, et en cas de conductivité supérieur au seuil requis, le distillât pollué est envoyé au rejet.

Pour le processus en aval de l'unité, l'eau distillée peut être refroidie via un échangeur distillât/eau de mer. L'échangeur utilisé est de type échangeur à plaque. [1]

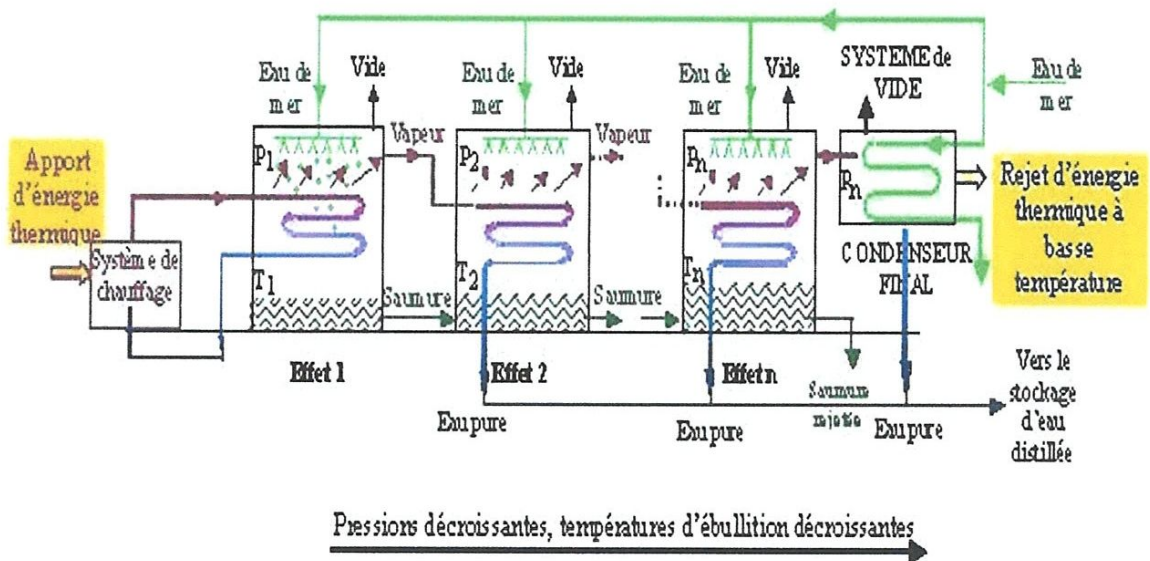


Figure III .1 : Principe d'un système d'évaporateurs multiples.

III.1.3.Évaporateur et condenseur :

III.1.3.1. Description générale :

Les unités de dessalement de type DTC utilisent des évaporateurs tubulaires horizontaux arrosés. Afin d'assurer la production d'eau distillée avec un minimum de maintenance, elles sont construites avec des matériaux de haute qualité.

L'espace autour des unités de dessalement doit être suffisant pour assurer le bon fonctionnement des machines ainsi que leur maintenance.

L'évaporateur est monté sur un châssis conçu pour supporter toutes les charges en fonctionnement et pendant les tests ; ce qui inclut les contraintes de dilatation, le vent et le poids de l'eau pendant le test hydrostatique.

Les cellules sont équipées de doigts de gant pour mesurer la température d'évaporation et de condensation. Toutes les internes de l'évaporateur (déflecteurs, tuyauteries, piquages ...) sont réalisées de matériaux résistants à l'eau de mer et à la saumure. L'acier n'est jamais utilisé pour les internes ou les surfaces en contact avec l'eau de mer, la saumure, l'eau distillée ou les gaz incondensables. Les surfaces internes en acier inoxydable sont passivées.

L'évaporateur et les échangeurs tubulaires qui y sont rattachés sont conçus pour supporter les conditions maximales de pression ou de vide qui peuvent survenir pendant les tests ou en fonctionnement. Un disque de rupture est monté sur l'unité de dessalement pour la protéger contre une pression excessive. Des anneaux de renforts extérieurs en acier sont soudés sur l'évaporateur pour le renforcer.

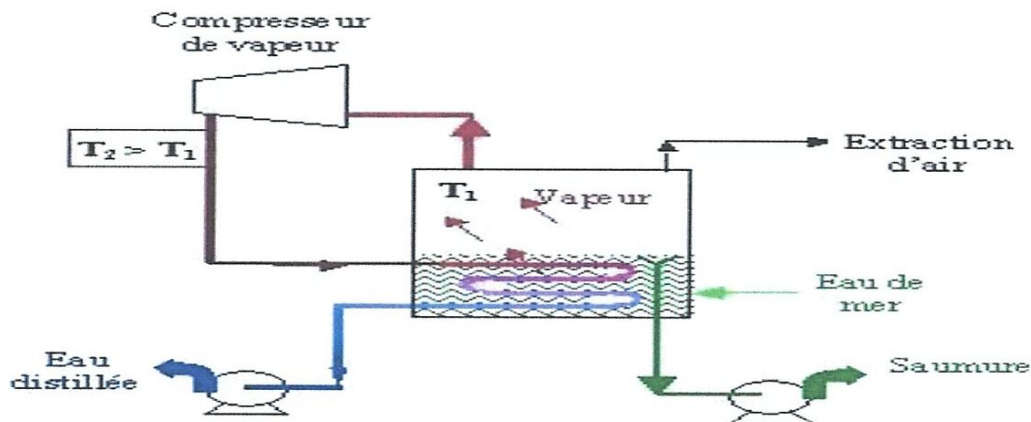


Figure III.2 : Principe d'une unité d'évaporation simple-effet avec compression de vapeur.

III.1.3.2. Plateaux d'arrosage :

Le système d'arrosage est fait de plateaux perforés qui sont installés au-dessus de chaque faisceau tubulaire et qui sont conçus pour permettre un arrosage régulier des tubes. Ce système permet un mouillage homogène du faisceau tubulaire et permet d'éviter les zones mal arrosées qui sont sujettes à l'entartrage. Les plateaux d'arrosage sont démontables.

Avec l'utilisation de plateaux d'arrosage, aucune filtration sophistiquée n'est nécessaire. Pour empêcher le colmatage de trous des plateaux par la matière, l'alimentation d'eau de mer est habituellement filtrée dans un tamis des mailles de 1 millimètre.

III.1.3.3. Séparateurs :

Entre chaque cellule et à l'amont de l'aspiration vapeur du thermo-compresseur, des séparateurs en métal tissé sont montés de façon à éviter l'entraînement de gouttelettes d'eau de mer qui augmenteraient la salinité de l'eau distillée produite.

Les séparateurs sont montés de façon à limiter les fuites de vapeur et à permettre leur démontage pendant les phases de maintenance.

III.1.3.4. Faisceau tubulaire :

Le faisceau tubulaire composant chaque effet est horizontal et fixé aux plaques tubulaires par dudgeonnage.

Le pas des tubes est choisi de façon à permettre un bon mouillage des surfaces tubulaires et pour permettre une bonne évacuation de la vapeur.

III.1.3.5. Condenseur:

Le condenseur est un échangeur tubulaire dans lequel la vapeur se condense à l'extérieur où l'eau de mer circule à l'intérieur [1].

III.1.4. Thermo-compresseur :

Afin d'améliorer l'efficacité de la distillation multi-étages, les unités de dessalement DTC sont équipées de thermo-compresseur, qui est des éjecteurs à vapeur, sans pièce mobile.

En comparaison don simple DEM de même surface d'échange et de même production, le DTC à une consommation de vapeur beaucoup plus faible.

Le but de thermo-compresseur est d'aspirer la vapeur d'une cellule à faible température et en la mélangeant à la vapeur motrice du réinjecter au niveau de la première cellule (Celle fonctionnant à la température plus haute).

Le thermo-compresseur est composé de :

- Une ou plusieurs tuyères d'admission de la vapeur motrice ;
- Une chambre de mélange ;
- Un convergent / divergent ;

A la sortie de la tuyère, la vapeur motrice est détendue et se mélange avec la vapeur aspirée, lui communiquant ainsi de l'énergie cinétique. Cette énergie se transforme en pression dans le convergent / divergent.

Le rendement du thermo compresseur est rapport entre la quantité de vapeur aspirée et la quantité de vapeur motrice requise .Ce rendement dépend en particulier de la pression de la vapeur aspirée, de la pression de la vapeur motrice et de la pression de refoulement requise à la sortie du thermo compresseur.

chaque DTC est équipé d'un thermo compresseur conçu de manière à obtenir le débit d'eau distillée requis avec les conditions de vapeurs existantes .le thermo compresseur est également conçu pour permettre de faire fonctionner l'unité de dessalement charge réduite.

III.1.5. Système sous vide :

Le procédé utilise la distillation sous vide. Pour ce faire il est nécessaire dans un premier temps d'évacuer l'excès d'air présent dans l'unité, en suite les incondensables résultants du dégazage de l'eau de mer et des petites fuites diverses.

Le système sous vide se compose de deux éléments :

- L'éjecteur de démarrage, utilisé pour préparer le vide dans l'unité.

- Le groupe de maintien de vide (GMV) pour compenser en cours de fonctionnement les faibles entrées d'air dues au dégazage de l'eau de mer d'appoint et aux légères fuites inévitables aux joints des équipements.

A l'intérieur de l'évaporateur, le système de ventilation est conçu de façon à éviter les Concentrations d'incondensables sur les surfaces tabulaires. Les incondensables de chaque Cellule sont transférés jusqu'au condenseur d'où on les extrait par le système de mise sous vide par éjecteur de vapeur.

III.1.6. Traitement chimique de l'Eau de Mer:

Les unités de DTC fonctionnent à basse température (température maximale de saumure inférieure à 70°C) et à faible concentration (inférieure à 1,5). ceci permet de limiter problèmes d'entartrage. Les composants entartrent de l'eau de mer sont essentiellement composés de sulfate et de carbonate qui précipitent et entartrent à haute température et forte concentration. grâce à la limitation en température de l'eau de mer, aucun traitement complexe n'est requis seule une injection d'anti-tartre sur l'eau de mer d'arrosage est nécessaire. Il est important de:

- ❖ Injecter de l'anti-tartre en fonction des résultats des analyses chimiques de l'eau de mer (concentration requise 4 ppm);
- ❖ Vérifie régulièrement l'état du faisceau pour augmenter le dosage si nécessaire;
- ❖ Tous les mois, il faut pendant 24 h tripler le dosage d'anti-tartre.

L'eau de mer d'arrosage est également additionnée d'anti-mousse. L'unité de dessalement est équipée d'un système de dosage, conçu pour permettre un remplissage et un nettoyage facile Pour chaque produit chimique a injecté, ce système comprend:

- ❖ Un bac de dosage avec couvercle ;
- ❖ Un agitateur ;
- ❖ Deux pompes de dosage, avec ajustement manuel, filtre à l'amont et soupape interne ;
- ❖ Une bouteille de niveau avec une alarme de niveau bas se déclenche en cas de niveau insuffisant du bac ;
- ❖ Si les systèmes de l'injection d'acide et de dégazage fonctionnent normalement, le niveau de PH de la saumure sera maintenu à environ 7,2-7,6 qui n'amène pas la

corrosion. Cependant, si le niveau tombe au-dessous de 7,0, l'injection de soude caustique devient obligatoire pour ramener la valeur à approximativement 7,5. Cette injection est exécutée automatiquement par un dispositif de contrôle. [4]

III.2. Déminéralisation :

III.2.1. Description :

L'eau brute qui est constituée d'eau distillée et de condensat de vapeur de retour est envoyée au après être filtrée polysheur .le condensat de vapeur de retour susmentionné est composé du condensat qui est arrivée de l'installation de dessalage d'eau de le de mer ainsi que ceux des autres installations. L'eau de distillation venant de l'installation de dessalage de l'eau de mer est aussi envoyée au déioniseur après filtration, par les filtres de condensat. Si le déioniseur est en panne ou sous régénération, ce condensat sera stocké dans le réservoir de condensat dont la capacité est de 500 m³.

Trois filtres de condensat sont installés parmi lesquels, un est de réserve commune, chaque circuit de déioniseur est de type lit mixte prévu pour traiter 123 m³/h d'eau brute en capacité de projet, le cycle de régénérateur prévu est d'une fois par semaine et il prend quatre heures.

Le procédé de régénération et le temps de régénération seront fixés automatiquement d'après la mesure de la quantité d'eau intégrée qui a passé ainsi que la conductivité électrique de l'eau déionisée.

L'eau après la déionisation, sera conservée dans les deux réservoirs d'eau déionisée. La distribution sera faite par deux pompes d'eau déionisée.

La régénération des résines échangeuses d'ions sera entièrement automatique par solution aqueuse d'hydroxyde de sodium et de solution aqueuse d'acide chlorhydrique en une séquence tamponnée. Les étapes du procédé de régénération sont comme ci-après :

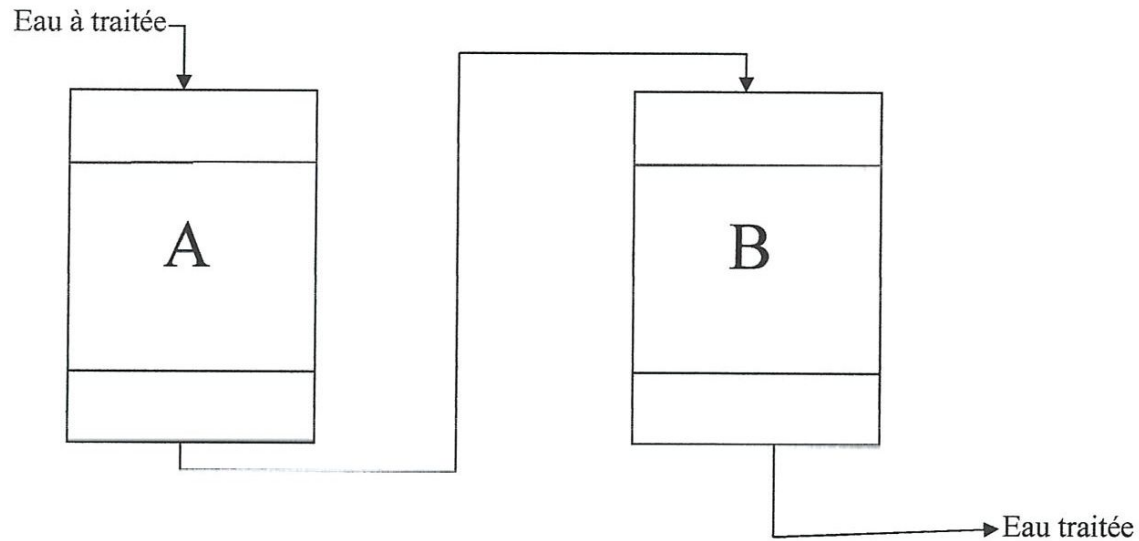
- Lavage à contre-courant ;
- Décantation ;
- Alimentation de la solution de soude caustique ;
- Déplacement d'acide chlorhydrique ;
- Rinçage à l'eau ;
- Mélange de résine par air comprimé ;
- Rinçage final ;

Après les opérations précédentes l'eau deviendra déminéralisée; c'est-à-dire peut être introduite dans la chaudière.

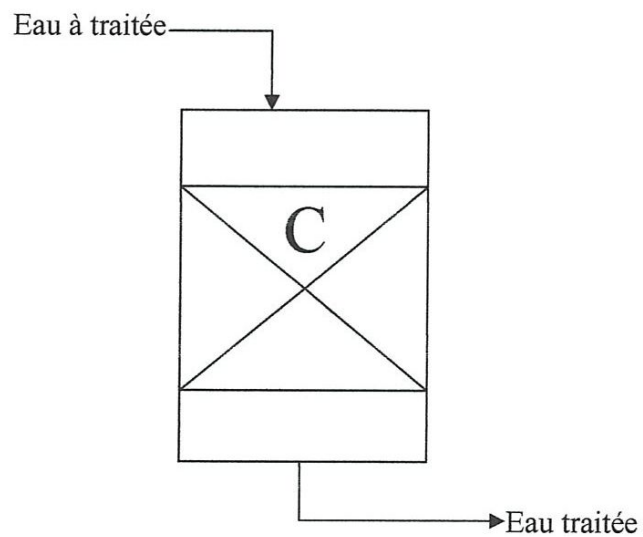
III.2.2. Epuration par Echange d'ions :

Les deux procédés utilisés au niveau de l'unité de traitement des eaux sont :

- Procédé à lits séparés ;
- Procédé à lits mixtes ;



Lits séparés



Lits mixtes

Figure III.3 : Les différents types des échangeurs d'ions

III.2.3. Installation :

a) Polysheur (DA 102 A, B) en acier avec un revêtement en caoutchouc, ils sont chargés par un mélange de résine d'échange cationique et anionique ;

b) Filtres de condensat cartouche de capacité 120 m³/h chacun ;

c) Réservoir d'eau déminéralisée en acier au carbone avec un revêtement époxy de capacité de 2000 m³ ;

d) Réservoir de condensant en acier au carbone avec un revêtement époxy sa capacité est de 500 m³ ;

E) pompe d'eau déionisée à une capacité de 280 m³/h.

III.2.4. Notion sur les résines Echangeuses d'ions :

Bien qu'il y a une grande variété de, résines d'échange ioniques ou classifie cette résine généralement comme résine d'échange anionique, les résines échangeurs d'ion utilisées au CP1K sont:

- ❖ Résine échangeuse d'ion cationique type SK1B ;
- ❖ Résine échangeuse d'ion anionique type SA10A.

III.2.5. Fonctionnement standard d'un déioniseur du type lit mixte :

Le fonctionnement de cet appareil réside principalement dans l'application de deux procédés dont le principe est le procédé de service et le procédé de régénération, le fonctionnement est contrôlé à distance à commande automatique, le fonctionnement peut passer automatique en phase de régénération par signal de la quantité fixée dont l'ordre est par le transmetteur d'un débitmètre. [1]

III.2.5.1. Procédé de service :**a. Réaction :**

- **Echange Cationique (SK1B) :**



- **Echange Anionique (SA10A) :**



b. Procédé :

L'eau condensée et distillée seront envoyées dans le dénoiseur alors que l'eau ultra – épurée d'une conductivité électrique inférieure à 0,3 $\mu\text{v/cm}$ sera dirigée vers le réservoir d'eau démonisée

Débit requis : 142 m^3/h ;

Temps requis : 7 jours ;

III.2.5.2. Procédé de Régénération :

a. Réaction d'Echange Cationique :



b. Réaction d'Echange Anionique :



Chapitre IV



Traitement des eaux



IV. 1 Introduction :

Les analyses sont faites pour contrôler la qualité de l'eau produite, et savoir si les éléments nuisibles comme l'oxygène dissout et les sels sont éliminés après le traitement. Ce qui conduit à la bonne exploitation des chaudières.

IV. 2 Traitement Physique Et Chimique De l'Eau :

IV. 2. 1 Traitement Physique :

VI.2. 1.1 Détermination du PH :

a. Principe :

La mesure du PH est l'une des méthodes analytiques les plus importantes et fréquemment utilisée dans les laboratoires, qu'ils soient d'analyse, de contrôle ou de recherche et développement. La valeur du PH détermine de nombreux et importants aspects de la structure et de l'activité des macromolécules biologiques et, de ce fait, de la vie des cellules et des organismes. Grâce aux électrodes de PH-mètre, la perception des denrées alimentaires, reconnues acides ou basique par nos organes sensoriels, a pu être mesuré chiffrée, selon une échelle de 1 à 14.

b. PH Mètre :

Le PH-mètre est généralement constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du PH et d'une sonde de PH constituée d'une électrode de verre permettant la mesure et d'une électrode de référence. Son fonctionnement est basé sur le rapport qui existe entre la concentration en ion H_3O^+ (définition du PH) et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans le PH-mètre une fois plongé dans la solution étudiée.



Figure IV.1 : Le PH -Mètre

Aujourd'hui la plupart des mesures de PH mètre en laboratoire sont effectuées grâce aux électrodes combinées classiques qui renferment une électrode de mesure et une électrode de référence. Une bonne mesure de PH est indispensable à toute expérience, car une mauvaise valeur de PH influence fortement le résultat final.

c. Mode Opérateur :

Les mesures sont faites après étalonnage de l'appareil les étapes :

- Immerger l'électrode dans l'échantillon ;
- Agiter ;
- Faire la lecture après stabilisation du PH à une température de 20 °C ;

d. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	6,5 - 7,5
L'eau déminéralisée	6,5 - 7,5

VI.2. 1.2 La conductivité :

a. Principe :

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique cette notion électrique est inversement proportionnelle à celle de résistivité électrique. L'unité de mesure communément utilisée est le siemens (s/cm).

b. Mode Opérateur :

Les mesures sont faites en suivant les étapes :

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité d'abord avec de l'eau distillé puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ;
- Faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées ;

-Agiter le liquide ;

Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule.

❖ **Remarque :**

La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure elle est maintenu à 20°C.

c. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	< 10
L'eau déminéralisée	< 0,3

VI.2. 1.3 La Température :

La température de l'eau de mer peut varier de quelques degrés sur les côtes sous l'influence des courants polaires jusqu'à 35 °C.

Une température élevée avantage la distillation, tout en observant que cet avantage est minime du fait que la capacité thermique massique de l'eau est très faible comparé à son enthalpie (sa chaleur latente) de vaporisation.



Figure IV.2 : Thermomètre

IV. 2.2. Traitement Chimique :

IV. 2.2.1 Dosage du Titre Hydrotimétrique (TH) :

a. Principe :

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène diaminetétracétique EDTA.

b. Réactifs :

Indicateur noir d'ériochrome T

Solution d'EDTA N/50

-Solution tampon :

- Chlorure d'ammonium 54g
- Ammoniaque à 25 %, 35 %
- Eau distillée 100 ml

c. Mode Opératoire :

-Prélever 10 ml d'eau à analyses ;

-Ajouter 1ml de solution tampon (PH =9,5 à 10) et quelques gouttes d'indicateur coloré ;

-Verser la solution d'EDTA jusque 'au virage du rouge vieux au bleu ;

-Soit V le volume de solution d'EDTA versé.

d. Les Normes suivies par le laboratoire du complexe :

Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	< 0,1
L'eau déminéralisée	Traces

- **Magnésium :**

-Introduire 50ml d'eau à analyser dans une erlenmeyer ;

-Ajouter la solution d'hydroxyde d'ammonium et quelque gouttes d'indicateur coloré murexide ;

-Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage de la couleur bleue ;

-Notre le volume consommé

d. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

❖ **L'eau distillée :**

Composant	Limites de tolérance
Calcium	0,1 ppm max
Magnésium	0,2 ppm max

IV. 2.2.3 Alcalinité

L'alcalinité se rapporte au montant total de bases de l'eau exprimé en (mg/l) de carbonate de calcium équivalent. Une base est une substance qui libère les (OH) une fois dissoute dans l'eau. Dans la plupart des eaux, ces bases sont principalement des ions de carbonates (CO_3) et ions de bicarbonates (HCO_3).

Ces ions fonctionnent comme des amortisseurs (effet tampon) de l'eau, ils protègent l'eau contre les changements soudains du PH.

Les eaux de faible alcalinité (<20mg/l) sont mal protégées contre le changement de pH. Elle est déterminée par un titrage d'acide fort. (3)

a. Principe :

-Le Titre Alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

-Le Titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et bicarbonates.

-Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilue, en présence d'un indicateur coloré. [5]

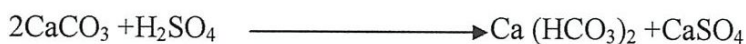
b. Réactifs :

-Acide H₂SO₄ N/50 ;

-Indicateur de PH : le phénol phtaléine et le méthyle orange.

1. Titre Alcalimétrique (TA) :

C'est le premier point de neutralisation à pH =8,3 caractérisé par le passage de phénolphtaléine du rose à l'incolore, il correspond à la neutralisation des bases libres (soudes, chaux) et la demi-neutralisation des carbonates (passage des carbonates aux bicarbonates), les réactions sont les suivantes :

**❖ Mode Opératoire :**

-Prélever 100mL d'eau à analyser dans un erlenmeyer ;

-Ajouter 1 à 2 gouttes de phénol phtaléine ;

-Une coloration rose doit alors se développer ;

-Dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH est inférieur à 8,3 ;

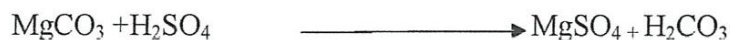
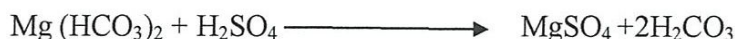
□ Verser ensuite doucement l'acide à l'aide d'une pipette en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

2. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

C'est le deuxième point de la neutralisation à pH=4,5 par le passage de méthyle orange du jaune pâle à l'orange, il correspond à la neutralisation des bicarbonates présents initialement.

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

Les réactions sont les suivantes :



❖ Mode Opérateur :

-Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration ;

-Ajouter 2 gouttes de méthyle orange ;

-Titre de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune orange ; Matière

S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé ou rose orange.

c. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

❖ L'eau distillée :

Composants	Limites de tolérances
TA	Traces
TAC	Traces

IV. 2.2.4 Détermination du Total Fer dans l'Eau :

a. Principe :

Le fer dans l'eau sort à l'état dissout, à l'état complexe ou bien à l'état de suspension, la forme très facilement même s'il est à l'état ionique il se transforme à l'état en suspension suivant le changement de condition et il se dépose autour des parois, par conséquent, en tenant compte de ces caractéristique ,il faut procéder à acidifier un échantillon en ajoutant préalablement de HCl concentré pour éviter l'hydrolyse du total de Fer c'est-à-dire pour que

ce dernier soit à l'état ionique .

Le fer converti à l'état d'ion réagit avec le TPTZ pour produire un complexe chélate d'une couleur violet.

La mesure de l'absorption de la couleur donne la teneur en T. Fe la mesure s'effectue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 600 nm

b. Mode Opérateur :

- 100 ml dans un erlenmeyer ;
- Ajouter 8ml de HCL Concentré ;
- Evaporation sur bain sable (30 à 40 ml) ;
- Refroidissement (repos) transvasé dans une fiole de 100 ml ;
- Ajouter 2 ml d'acétate d'ammonium à 50 % ;
- Ajouter 5 ml de TPTZ ;
- Ajuster avec l'eau distillée jusqu'à trait de fiole de 100 ml ;

Laissé reposer de 10min

c. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	0 - 0,04
L'eau déminéralisée	0 - 0,02

IV.2.2.5 Dosage du chlorure (Cl⁻) :

a. Principe :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de AgNO₃ en présence de chromate de potassium suivant la réaction :



La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de teinte rouge caractéristique de chromate d'argent d'après la réaction :



Les chlorure sont dosés en milieu nature par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. [6]

b. Réactifs :

-Solution de chromate de potassium à 10%

-Solution de nitrate d'argent N/10

c. Mode Opérateur :

-Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer ;

-Ajouter 2 à 3 gouttes de solution de chromates de potassium ;

-Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 mm

d. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

❖ L'eau distillée :

Composant	Limites de tolérances
Cl ⁻	Max 2,6

IV .2.2.6 Détermination du Cu⁺⁺ :

a. Principe :

Cette analyse permet de déterminer la concentration du cuivre dans l'eau.

Après avoir converti ce dernier à l'état ionique et ajuster le PH avec une solution tampon d'acétate d'ammonium à 50 %, le cuivre donne avec une solution de zinc un complexe chélate bleue.

b. Réactifs :

-Acide tartrique

-Acétate d'ammonium à 50%

-Solution zincon

c. Mode Opérateur :

- 100 ml d'échantillon dans un Erlenmeyer ;
- Ajouter 8ml de HCL concentré ;
- Evaporation jusqu'à en volume (20 à 40 ml) ;
- Refroidissement puis transférer dans les fioles à 100 ml ;
- Ajouter 2 ml d'acide tartrique ;
- Ajouter 25 ml d'acétate d'ammonium à 50 % ;
- Ajouter 0,2 ml de solution de zincon ;
- Ajuster le volume jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée ;
- Laisser reposer de 10 minutes

d. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

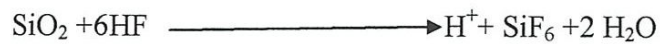
Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	0,01 - 0,03
L'eau déminéralisée	0 - 0,007

IV.2.2.7 Détermination de la Silice :

Cette analyse permet de déterminer la concentration de la silice présente dans l'eau. La silice se dissout facilement dans la vapeur surtout lorsque le PH est bas. La silice se transforme dans le surchauffeur et sur les ailettes des turbines en tartes dures et entraîne un désordre de fonctionnement et provoque un faible rendement énergétique. La silice soluble réagit avec le molybdate d'ammonium pour produire le jaune de molybdène dans un milieu acide, après avoir ajusté le PH avec l'acide tartrique, ce dernier réagit avec l'acide 1-amino-2-Naphtol 4 sulfonique pour former un complexe chélate bleu ; dont la concentration est mesurée de l'adsorption au spectrophotomètre à une longueur d'onde égale à 815 nm.

a. Principe :

Cette méthode permet le dosage de la somme silices ionique + silice colloïdale.



Le système HF- H₂ si F₆ – H₂O comporte un azéotrope benillant à 112°C on ne devra donc jamais chauffer à une température supérieure à 100°C on sans peine de perdre la silice !!!! Par évaporation particulier lors de l'attaque l'orsque la silice se trouve a l'état si F₆² en décomplexe en présence du réactif molybdique par l'acide borique H₃ BO₃ en milieu H₂SO₄ 2 à 3,5w (PH =1,5) complexe Phephe et arsenimelyldates sont détruits et le complexe si licimolyddate est réduit par l'acide 1amin 2 napftal-4

Sulfurique la coloration bleue est proportionnelle à la concentration en ions siO₃

b. Réactifs :

- Acide tartrique 10%
- Molybdate d'ammonium à 10%
- Acide 1amin 2 napftal-4 sulfonique

c. Mode Opérateur :

- 50ml d'échantillon dans une fiole de 100ml en plastique ;
- Ajouter 2ml de HCL ;
- ajouter 4 ml de molybdate d'ammonium à 10% ;
- Ajouter 10 ml d'acide tartrique à 10% ;
- Ajouter 4 ml acide 1amin 2 napftal-4 sulfonique ;
- Ajouter jusqu'à 100 ml d'eau distillée ;

Laisser reposer 10 min

d. Les normes suivies par le laboratoire du complexe :

Composant	Limites de tolérance
L'eau distillée	0 - 0,01
L'eau déminéralisée	Traces

Chapitre V



Résultat D'Analyse et

Contrôle

V. Les résultats d'Analyses :

V.1 Les Analyses physiques :

V.1.1 Mesure du PH :

➤ L'eau distillée :

COMPOSANT \ JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
H	6,6	6,8	7,5	6,9	7,8	6,6	7,3

➤ L'eau déminéralisée :

COMPOSANT \ JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
H	6,7	6,5	7,3	7,1	7,6	6,8	7,2

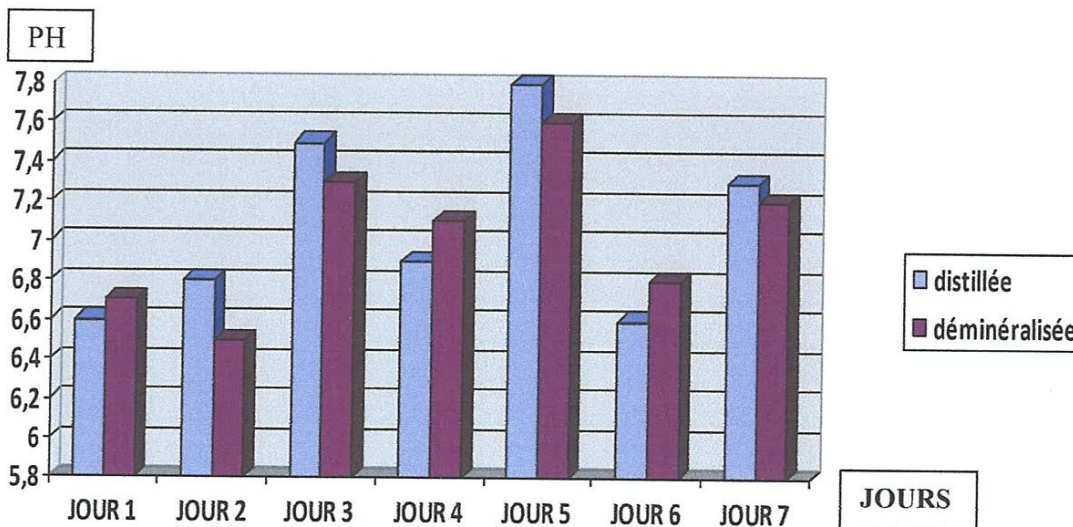


Figure.1 : Variation de PH

V.1.2 Mesure de la conductivité électrique :

➤ Expression des Résultats :

La conductivité électrique de l'eau est donnée par l'expression :

$$\text{Conductivité } (\mu\text{s/cm}) = [\text{conductance (s/m)}/K$$

Où : k est la constante d'étalonnage de la cellule.

➤ L'eau distillée :

COMPOSANTS JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
Conductivité (s/cm)	5,6	7,6	6,4	8,5	8,3	6,3	6,9

➤ L'eau déminéralisée :

COMPOSANTS JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
Conductivité (s/cm)	0,16	0,24	0,28	0,22	0,25	0,13	0,29

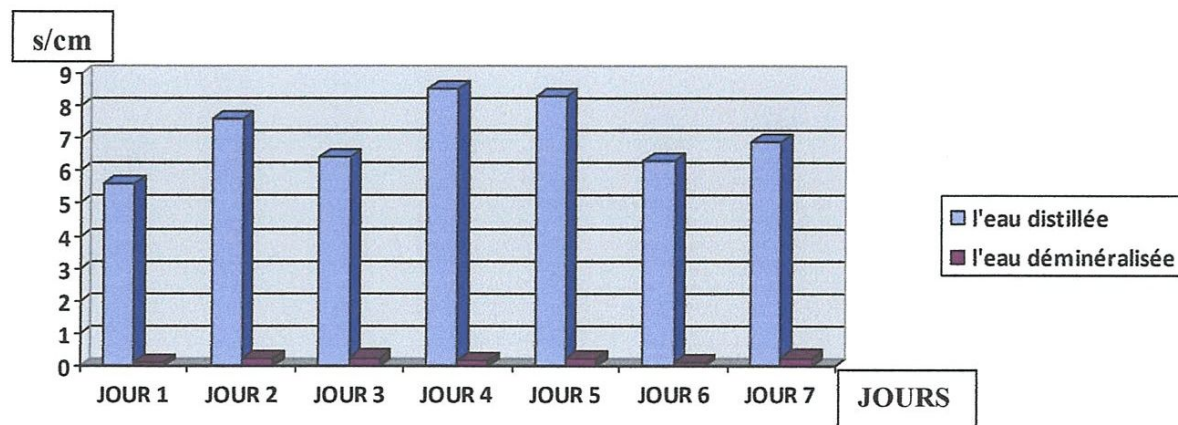


Figure.2 : Variation de la conductivité

V.2 Les analyses chimiques :

V.2.1 Dosages du Titre Hydrotimétrique (TH) :

➤ Expression des résultats :

$$[\text{TH (mg/l)}] = V \text{ (ml)} \cdot 10$$

Où : V : volume d'EDTA en ml

$$\text{TH meq/l} = [\text{Ca}^{+2}] \text{ meq/l} + [\text{Mg}^{+2}] \text{ meq/l}$$

$$[\text{Ca}^{+2}] \text{ meq/l} = [\text{Ca}^{+2}] \text{ (mg/l)} / 20$$

$$[\text{Mg}^{+2}] \text{ meq/l} = [\text{Mg}^{+2}] \text{ (mg/l)} / 12,1$$

➤ L'eau distillée :

COMPOSANTS JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces

➤ L'Eau Déminéralisée :

COMPOSANTS JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces

V.2.2 Dosages du calcium et du magnésium :

➤ Expression des résultats :

$$[[\text{Mg}^{+2}] \text{ mg/l}] = (V_2 - V_1) \cdot F \cdot 4,8$$

Où : V₂ : volume titré de calcium et magnésium

V₁ : volume titré de calcium

F : facteur $F = 12,5 / (V^{\text{EDTA}})$; $F = 0,98$

➤ L'eau distillée

COMPOSANTS JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
Ca ⁺⁺ (ppm)	0,05	0,07	0,03	0,08	0,05	0,07	0,06
Mg ⁺⁺ (ppm)	0,08	0,07	0,17	0,16	0,07	0,15	0,09

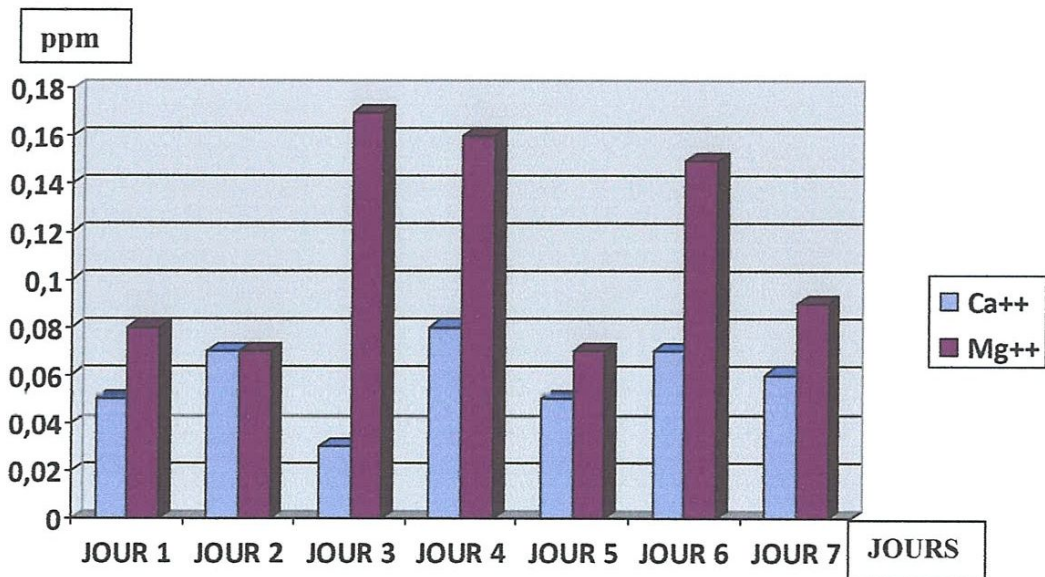


Figure.3 : Variation de la dureté de calcium et magnésium

V.2.3 Détermination de l'alcalinité TA/TAC :

➤ Expression des résultats :

$$[\text{TAC } (^{\circ}\text{F}) = V_{\text{H}_2\text{SO}_4} - 0,5]$$

Où: $V_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ (N/50) en ml

Remarque :

Le degré français ($^{\circ}\text{F}$) = 10 mg / l

Exemple:

$$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 15 \text{ ml}$$

TAC °F = 15- 0, 5= 14, 4°F=145 mg/l

➤ L'eau distillée :

COMPOSANTS / JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
TA	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces
TAC	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces

V.2.4 Dosage du Total Fer dans l'Eau :

➤ Expression des résultats :

T.Fe = [abs*K*1000]/volume d'échantillon (ppm)

Remarque :

1 ppm = 10^{-6} mg/kg

➤ L'Eau distillée :

COMPOSANT / JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
Fe (ppm)	0,19	0,20	0,32	0,25	0,40	0,35	0,32

➤ L'eau déminéralisée :

COMPOSANT / JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
Fe (ppm)	0,12	0,22	0,18	0,15	0,32	0,25	0,15

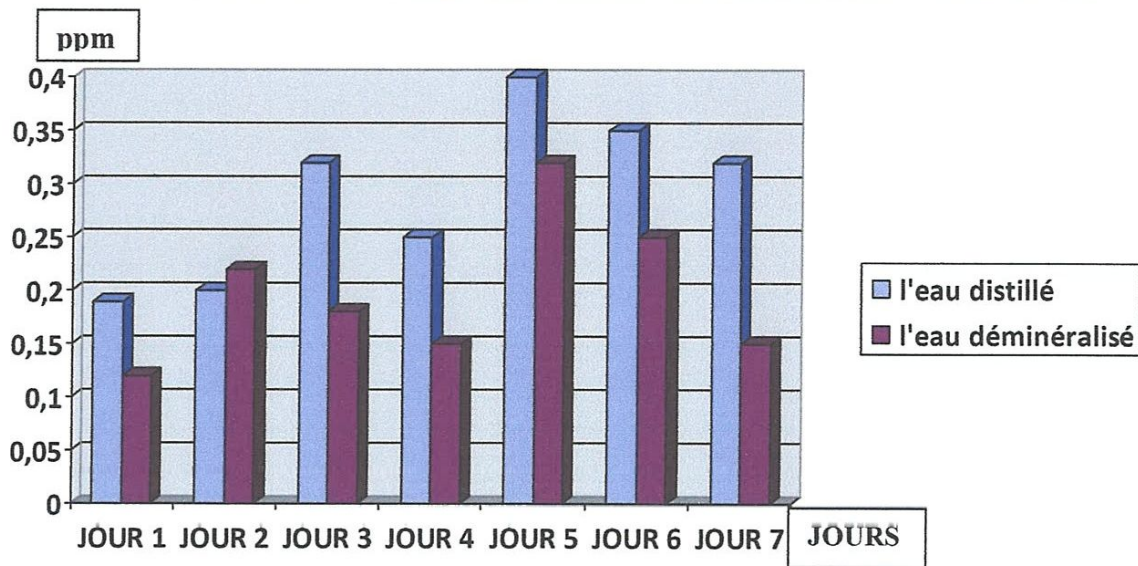


Figure.4 : Variation du Total de Fer dans l'eau

V.2.5 Dosage des chlorures (Cl⁻) :

➤ Expression des résultats :

$$[[CL] \text{ (mg/l)} = V \text{ (ml)} \cdot 14,2]$$

Où : v : volume de nitrate d'argent utilisé

➤ L'Eau distillée :

COMPOSANT	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
JOURS							
Γ (ppm)	1,8	2,2	1,6	2,4	1,7	1,8	1,4

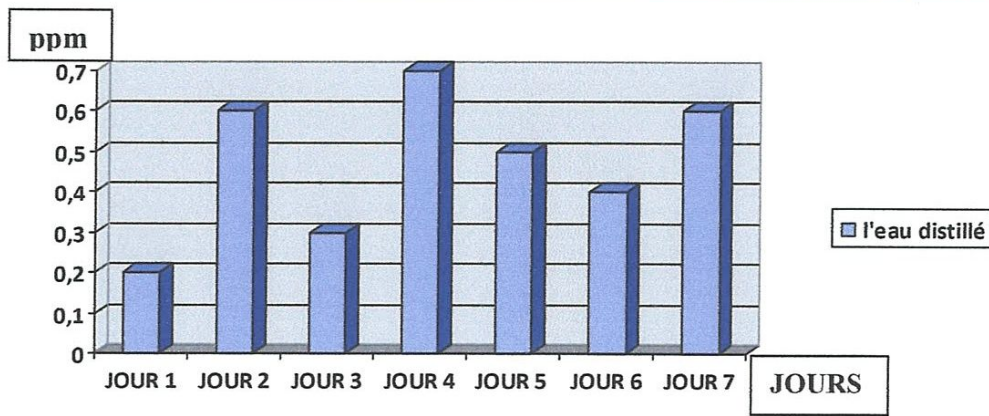


Figure.5 : Variation de chlorure dans l'eau distillée

V.2.6 Dosage du cuivre dans l'eau (Cu⁺⁺) :

➤ Expression des résultats :

$$Cu^{++} = [abs * K * 1000] / \text{volume d'échantillon} \quad (\text{ppm})$$

➤ L'eau distillée :

COMPOSANT \ JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
T.Cu (ppm)	0,2	0,6	0,3	0,7	0,5	0,4	0,6

➤ L'eau Déminéralisée :

COMPOSANT \ JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
T.Cu (ppm)	0,12	0,34	0,22	0,48	0,25	0,34	0,26

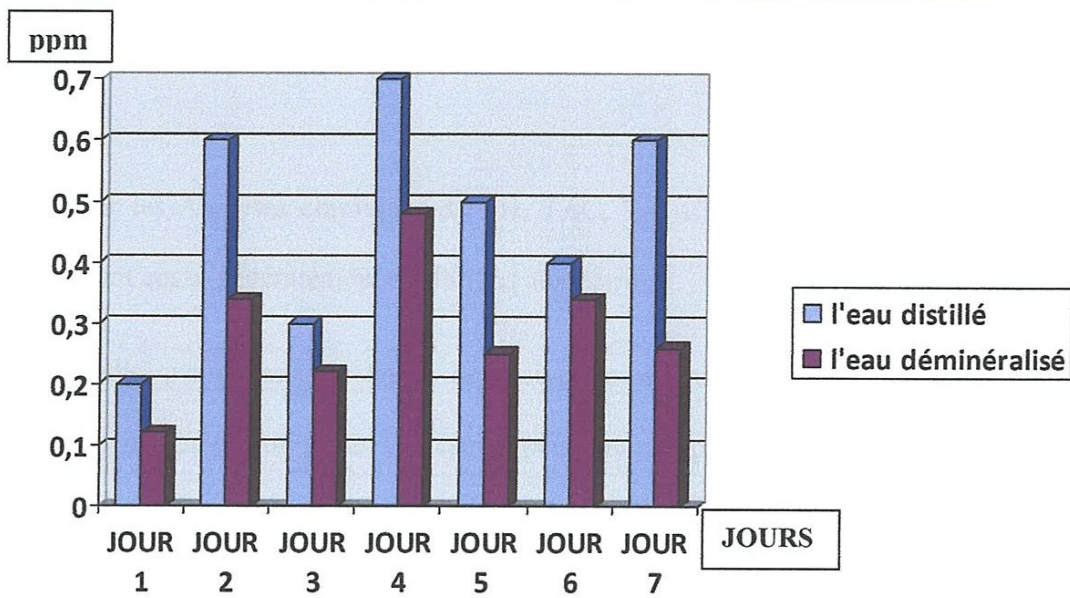


Figure.6 : Variation de cuivre dans l'eau

V. 2.7 Dosage de la silice (SiO₂) :

➤ L'eau distillée :

COMPOSANT / JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
SiO ₂	Traces	traces	traces	Traces	traces	traces	traces

➤ L'Eau déminéralisée :

COMPOSANT / JOURS	JOUR 1	JOUR 2	JOUR 3	JOUR 4	JOUR 5	JOUR 6	JOUR 7
SiO ₂	Traces	traces	traces	Traces	traces	traces	traces

V.3 Interprétations Des Résultats:

D'après les résultats D'analyse, et en les comparants avec les normes que le laboratoire suit, on peut tirer les conclusions suivantes :

Conclusion Générale :

Notre travail a été réalisé au niveau de notre unité d'affectation ; (Unité de dessalement de l'eau de mer) du complexe CP1K,SKIKDA.

Il nous a permis sa maîtrise du mode de travail se déroulant dans l'unité d'affectation à travers le suivi de procédé complet de traitement des eaux de mer.

Ce suivi a été réalisé en faisant des analyses de l'eau traitée c'est-à-dire après la distillation et la déminéralisation.

A la lumière des résultats obtenus on a pu tirer les conclusions suivantes :

Les résultats d'analyse physique (PH, conductivité et Température) sont conformes aux normes.

Pour les Analyses chimiques de TH, TAC, TA, Chlorure, Magnésium, Calcium, et silicium, sont aussi généralement conformes aux normes

Tandis que le taux de Fer et de Cuivre est légèrement élevé dans les deux eaux produites au niveau du complexe. Ce résultat peut être interpréter comme suit :

L'élévation de la concentration du Cuivre est causée par la corrosion des parois de la tuyauterie, elle est nommée malachite $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$

L'élévation du Fer dans l'eau distillée est causée par la corrosion des parois de la tuyauterie, elle est nommée rouille.

Donc au niveau de notre unité d'affectation, l'unité de dessalement de l'eau de mer, le problème rencontré est la corrosion au niveau du complexe. Nous proposons quelques solutions pour éviter le problème de corrosion comme: le réglage de problème de fuite, et la couverture externe des conduites.

Annexe

Présentation du complexe cprK

1. Historique:

Le complexe CPIK, a été conçu et réalisé suite aux signatures de trois contrats importants: le premier contrat qui porte sur la réalisation du complexe a été signé avec la société japonaise TOYO-ENGINEERING COMPANY, et ceci le 07 octobre 1971. le second contrat porte sur la réalisation de l'unité polyéthylène basse densité , celui-là a été signé le 09 octobre 1971, avec la société italienne SNAMPROGETTI .le troisième contrat porte sur la réalisation de l'installation de prise d'eau de mer ,il a été signé avec la société espagnol DRAGADOS l'unité polyéthylène ,le lancement des travaux a été fait fin 1972).

Pour ce qui est de la partie génie civil du projet, elle a été conduite par la société INCISA.

Le démarrage des différentes unités, s'est effectué suivant l'ordre chronologique, ainsi:

Septembre 1977 : démarrage de l'unité « UTILITES ».

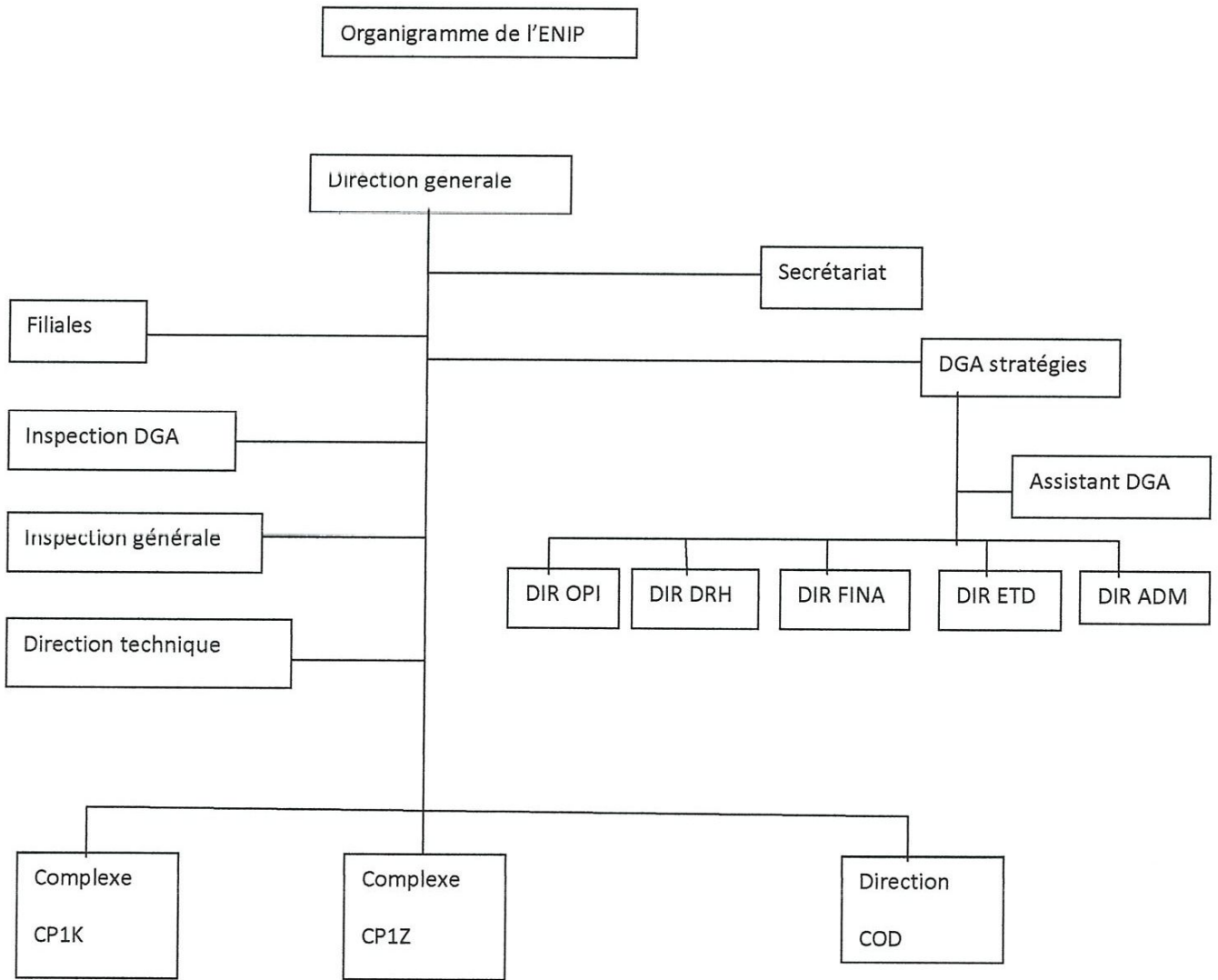
Novembre 1977 : démarrage de l'unité «éthylène ».

Février 1978 : démarrage des unités : « clore-soude », « VCM », « PVC ».

Avril 1981 : démarrage de l'unité « polyéthylène la mise en œuvre du complexe a nécessité : 80 000m³ de béton, 5000 tonnes d'acier (pour le génie civil), 7000 tonnes de charpentes métallique, 5000tonnes d'équipements montés, et plus de 4000 personnes pour la construction, ce qui donne une idée de l'ampleur du complexe et des efforts qu'a nécessité son installation.

2. Présentation de l'entreprise ENIP :

L'entreprise nationale des industries pétrochimique ENIP est structurée suivant l'organigramme ci-dessous :



3. Situations, Objectifs du complexe CPIK :

Le complexe des matières plastique de SKIKDA, (CPIK), est implanté au sein de la zone industrielle de SKIKDA, (comportant le GPL, GNL, RA1K.).

Ce complexe avec ses différentes unités (rassemblée sur un même lieu),

Occupe une superficie de 51 hectares, et implanté par rapport aux autres complexes de la zone industrielle, de la manière suivant :

Le complexe CPIK, a pour objectif de produire du PVC (polychlorure de vinyle), du polyéthylène basse densité, de la soude caustique et de l'hypochlorite de sodium, qui seront destinés aux secteurs de la transformation, quant à l'excédent d'éthylène (matière première du polyéthylène), il était prévu pour l'exportation, cette option a laissé place à une nouvelle stratégie, qui consiste à augmenter la capacité de production d'éthylène pour pouvoir alimenter la nouvelle société POLYMED, pour la polyéthylène haute densité à hauteur de 130 00 T/an. Pour cela la capacité de production d'éthylène devra passer de 120 000 T/an

4. Principales installation, et relations entre les unités du CPIK :

Dans ce paragraphe on essayera de passer en vue, les principales installations (unité) qui Constituent le complexe, et de voir les relations qu'entretiennent ces unités entre-elles.

Le complexe comprend des installations générales, des utilités ainsi que des unités de production [1]

4. a. Unité éthylène :

Cette unité a pour but de produire d'éthylène C_2H_4 à hauteur de 120 000 T/an (en craquant de l'éthane 150 000), cette production sera destinée à produire du PVC et du polyéthylène dans leurs unités respectives. Cette unité comprend 4sections :

- Section Craquage ;
- Section Compression ;

- Section purification ;
- Section stockage ;

4. b. Unité polyéthylène basse densité (PEBD) :

Cette unité a pour but de produire du polyéthylène bas densité par polymérisation d'éthylène. La production est 48 000 T/an à partir de 50 000T/an d'éthylène. Cette unité comprend 3sections :

- Section compression ;
- Section réacteur ;
- Section extrusion ;

4. c. Unité VCM (mono chlorure de vinyle) :

Cette unité produire VCM à partir de l'éthylène à hauteur de 40 000 T / an. Cette production représentera la matière première à l'unité PVC. L'unité VCM comprend 5sections :

- Section chlorurations de l'éthylène ;
- Section oxychlorure réaction de l'éthylène ;
- Section Purification de L'EDC (déchlorure d'éthylène) ;
- Section craquage de l'EDC ;
- Section purification du VCM ;

4. d. Unité PVC (polychlorure de vinyle) :

A partir de 40000 T /an, de (VCM), cette unité produit 35000 T /an de PVC .Le PVC est obtenu par polymérisation du VCM, l'unité PVC comprend 3 sections :

- Section de polymérisation ;
- Section de séchage ;
- Section de récupération ;

4. e. Unité chlore soude :

Cette unité a pour but de produire de la soude NaOH (40000 T /an) et du chlore (36000 T/an). Une partie du chlore produit est envoyée à l'unité et le reste est liquéfié.

La soude caustique est concentrée et déshydratée pour être vendue sur le marché sous forme solide ou pastille, l'unité compose des sections suivantes :

- Section de dissolution et de purification du sel ;
- Section d'électrolyse ;
- Section de déchloration de la saumure ;
- Section de filtration et de concentration de NaOH ;
- Section de séchage et de compression du chlore gazeux ;
- Section de liquéfaction du chlore ;

Références bibliographiques

- [1] Documentation du complexe CP1K
- [2] A. Maurel de dessalement des Eaux de mer et des eaux saumâtres, TEC et DOC Lavoisier. 2006.
- [3] [www.wikipedia.org/wiki/épuration des eaux](http://www.wikipedia.org/wiki/épuration_des_eaux).
- [4] Manuel du procédé de dessalement de l'unité Eau.
- [5] Manuel de contrôle des analyses, document de l'unité d'épuration des eaux.
- [6] J. Raider, l'Analyse de l'eau- eaux naturelles- eaux résiduaires- eau de mer, Dunod, 1990.