



République algérienne démocratique et populaire

Université Akli Mohand Oulhadj

BOUIRA



Institut de Technologies

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme
de Licence professionnalisant en :

Génie Chimique

THÈME :

**OPTIMISATION DU PRETRAITEMENT
PHYSICO-CHIMIQUE
(COAGULATION-FLOCCULATION) DE
DESSALEMENT PAR OSMOSE INVERSE**

Réalisé par

Mokhtar OUKACI

Encadré par

DR Ibtissem BELGACEM

Année : 2017 / 2018

Sommaire

Remerciements

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction général 1

Chapitre I. Positionnement du problème et présentation de l'entreprise

Introduction 3

I.1. Positionnement du problème 3

I.2. Présentation de l'entreprise 3

I.2.1. Shariket Kahraba Hadjret En Nouss (SKH) 3

I.2.2. Organigramme d'entreprise 5

I.2.3. Plan de la centrale 6

I.3. Situation géographique 7

I.4. Caractéristiques de l'eau de mer 8

I.5. Processus du dessalement appliqué dans la station du dessalement Hadjret En Nouss 8

Chapitre II. Etat de l'art et définitions fondamentale sur le procéder de dessalement par principe d'osmose inverse

II.1. Introduction 9

II.2. Dessalement des eaux de mer et des eaux saumâtres 9

II.2.1. Bref aperçu historique 9

II.2.2. Schéma général d'une installation de dessalement 10

II.2.2.1. L'alimentation en eau de mer 10

II.2.2.2. Le prétraitement 10

II.2.2.3. Installation de dessalement 11

II.2.2.4. Le post-traitement 11

II.2.3. Différents procédés de dessalement 11

II.2.4. Les avantages et les inconvénients de dessalement 12

II.2.4.1. Les avantages 12

II.2.4.2. Les inconvénients 12

II.3. Osmose inverse 12

II.3.1. Principe de l'osmose inverse 13

II.3.1.1. Qu'est-ce que l'osmose? 13

II.3.1.2. Qu'est-ce que l'osmose inverse ?	13
II.3.1.3. Pression osmotique.....	14
II.3.2. Eléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse	16
II.3.3. Les avantages et inconvénients de l'osmose inverse	16
II.3.3.1.Les avantages	16
II.3.3.2.Les inconvénients	16
II.4.Conclusion	17

Chapitre III. Résultats et discussions

III.1.Introduction.....	18
III.2.Coagulation et floculation.....	18
III.2.1. Coagulation	18
III.2.2. Floculation	18
III.3. Méthode et analyse	19
III.3.1.Matériel et produits	19
III.3.2.Préparation des solutions	19
III.3.3.Mode opératoire	20
III.3.3.1.Prélèvement.....	20
III.3.3.2.Le jar test.....	20
III.3.3.3 Le principe	20
III.4.Résultats et commentaires.....	21
• III.4.1.Liste des tableaux.....	21
• III.4.2.Récapitulatif des meilleurs résultats	32
III.5.Conclusion	33

Conclusion générale 34

Référence bibliographique

REMERCIEMENTS

Je remercie le Dieu le tout puissant de m'avoir accordé la santé et le courage d'arriver au terme de ce travail.

J'exprime mes vives reconnaissances à Mme BELGACEM Ibtissem, pour ses conseils, sa disponibilité et sa patience dont elle m'avait bénéficié tout au long de ce travail.

Je remercie également Mr PACHANE MOHAMED chef de laboratoire qui m'a orienté et m'a

conseillé, je tiens à lui exprimer ma sincère gratitude et mon profond respect.

Mes remerciements pour Mr Boubeker et Mr Mourade l'équipe de laboratoire de SNC LAVALIN et Mr Hendi Mhamed de service maintenance.

Je remercie sincèrement ceux qui ont, de près ou de loin contribué à la réalisation de ce mémoire, fruit de mon premier pas dans l'univers de la recherche.

Enfin, Je remercie sincèrement mes parents et tous mes amis qui m'ont encouragé.

OUKACI Mokhtar

ملخص

التناضح العكسي لديه ميزة القدرة على العمل في درجة الحرارة المحيطة و إنتاج مياه ذات جودة جيدة ومستمرة مهما كانت اختلافات جودة مياه الخام.

في دراستنا نقدم عرضاً حول تقنيات التحلية. ثم نظرة عامة على التناضح العكسي ومبدأها وخطوتها مع الحسابات اللازمة وهي اختبار جار لحماية تركيبنا.

Résumé

L'osmose inverse présente l'intérêt de pouvoir fonctionner à température ambiante et de Produire une eau de qualité bonne et constante quelles que soient les variations de la qualité de l'eau brute.

Dans notre étude on fait un la présentation de la connaissance générale sur les techniques de dessalement. Apre je fais un vue générale sur l'osmose inverse et son principe et leur étape avec ces calcule nécessaire de jar test pour protège notre installation.

Liste des figures

Figure I.1. Vue aérienne de la station Hadjret Enouss	4
Figure I.2. Organigramme de l'entreprise3	5
Figure I.3.Maquette de la station.5	7
Figure I.4. Vue Google Map de la Central de Hadjret ennous5	7
Figure II.1: Schéma général d'une installation de dessalement [8].	10
Figure II.2. Phénomène de l'osmose [38]	13
Figure II.3. Procédé de l'osmose inverse	14
Figure II.4. Séparation en phase liquide par perméation à travers une membrane [11].	14
Figure II.5. Pression osmotique [10].	15
Figure II.6.Éléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse [7].	16
Figure III.1. Agitation des solutions	20
Figure III.2. Jar test	21
Figure III.3. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N1	22
Figure III.4. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N2	23
Figure III .5. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N3	24
Figure III.6. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N°4	25
Figure III.7. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N°5.	26
Figure III.8. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N6	27
Figure III.9. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N7	28
Figure III.10. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N8	29
Figure III.11. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N9	30
Figure III.12. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N10.	31
Figure III.13. Turbidité initial et final et leur volume des coagulants.	32

Liste des tableaux

Tableau I.1. Caractéristique de l'eau de mer (Conditions de base du site).	8
Tableau III.1 : liste des Matériel et produite.....	19
Tableau III.2. Essai N1	21
Tableau III.3. Essai N2	22
Tableau III.4. Essai N3	23
Tableau III.5. Essai N°4.	25
Tableau III.6. Essai N°5	26
Tableau III.7 : Essai N°6	27
Tableau III.8 : Essai N°7	28
Tableau III.9 : Essai N°8	29
Tableau III.10 : Essai N°9.	30
Tableau III.11 : Essai N°10.	31
Tableau III.12 : Essai N°10.	32

Introduction générale

L'eau est une substance essentielle à la survie et au développement de l'humanité. Mais que va devenir cette fragile ressource ?

L'eau est très abondante sur terre, elle recouvre 73% de sa surface, la grande majorité est essentiellement de l'eau de mer (97 %) ou de la glace (2 %) et donc impossible à consommer directement [1].

L'eau douce, facilement disponible (lacs, fleuves, certaines eaux souterraines), ne représente que 0,07 % de la ressource totale soit environ 1 million de km³. Mais, la répartition de cette eau est très inégale [2].

En effet seulement 10 pays se partagent à eux seuls 60 % des réserves d'eau douce alors que 29 autres (principalement en Afrique et au Moyen-Orient) sont au contraire confrontés à des pénuries d'eau douce. Dans ces pays, 650 millions de personnes souffrent du manque d'eau, dont 1,6 millions décèdent chaque année des conséquences du manque d'eau. On estime qu'en 2050, 2,5 milliards de personnes souffriront du manque d'eau à cause de l'évolution de la démographie et de l'augmentation des consommations en eau [1].

Au plan mondial, la question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante. Le constat unanimement partagé est simple : déjà précaire dans certaines régions du globe, la situation ne pourra qu'empirer dans les années à venir. Le formidable essor démographique que va en effet connaître notre planète dans les vingt-cinq prochaines années va nécessairement s'accompagner d'une explosion de la consommation en eau et d'une dégradation de sa qualité. Cela risque de mettre gravement en péril l'approvisionnement en eau douce d'une grande partie de l'humanité et par voie de conséquence d'aggraver les conflits entre pays voisins ayant des ressources communes.

Le dessalement des eaux saumâtres et, à fortiori, de l'eau de mer, procure une solution séduisante à cette problématique. C'est pourquoi le marché du dessalement est d'ores et déjà en pleine expansion avec une progression 7% par an [3], d'autant que 70% de la population mondiale vit à moins de 70 km des bordures maritimes.

Le dessalement de l'eau de mer est connu depuis l'Antiquité et constitue une solution fiable utilisée par de nombreux pays côtiers notamment au Moyen-Orient. Deux grandes familles de procédés sont utilisées désormais pour le dessalement de l'eau de mer : les procédés thermiques de distillation qui se sont fortement développés à partir de la fin des années 1940 et les procédés membranaires qui ont vu le jour à la fin des années 1960. En dessalement, le principal procédé membranaire est l'osmose inverse (OI) qui représente à l'heure actuelle 53 % des capacités mondiales d'eau produites par dessalement et a ainsi dépassé les procédés de

distillation depuis 2001.

L'osmose inverse présente l'intérêt de pouvoir fonctionner à température ambiante et de produire une eau de qualité bonne et constante quelles que soient les variations de la qualité de l'eau brute. Le taux de rejet de sels peut être supérieur à 99 %. Un inconvénient de l'OI est qu'elle nécessite des pressions opératoires très importantes. En raison de la variation induite de la pression osmotique, la pression opératoire augmente avec la salinité de l'eau ce qui empêche l'utilisation de l'OI à de très fortes concentrations en sels [4].

Dans cette optique, une étude est menée en vue d'explorer le principe des Procédés de dessalement de l'eau de mer par Osmose inverse, ce travail a été préparé au niveau de la société **Shariket Kahraba Hadjret Enouss (SKH)**, dans le cadre d'un stage de fin d'étude.

Le présent mémoire est articulé comme suit :

Dans le premier chapitre, la problématique générale est exposée dans un premier temps. Une partie du chapitre est dédiée à la présentation de l'entreprise

Dans le deuxième chapitre, on rappellera quelques définitions nécessaires à la compréhension du problème.

La première partie du chapitre, est consacrée à la présentation de la connaissance générale sur les techniques de dessalement.

La deuxième partie est une étude théorique sur la filière de dessalement de l'eau de mer par le procédé d'osmose inverse.

Le troisième chapitre est dédié à la présentation des résultats de cette étude ainsi que leurs discussions.

La conclusion se veut être un résumé des apports de ce travail et des suggestions pour des compléments qui devraient permettre une meilleure compréhension de certains points qui demeurent peu clairs.

Chapitre I. Positionnement du problème et présentation de l'entreprise

Introduction

Le dessalement de l'eau de mer s'impose, dans un certain nombre de pays du par tour méditerranéen en situation de stress hydrique, comme une option pour sécuriser l'alimentation en eau potable des populations des villes côtières, compte tenu de l'accroissement rapide de la demande en eau dans les secteurs de l'agriculture et de l'industrie.

I.1.Positionnement du problème

L'Algérie dispose de ressources naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. A l'exception des eaux fossiles du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles sont principalement situées dans le Nord du pays. 90 % de la totalité des écoulements superficiels se trouvent sur la région littorale, les 10 % restant se partageant entre les Hauts Plateaux et les bassins sahariens. La demande globale en eau a considérablement et rapidement augmenté. Multipliée par 4 au cours des quarante dernières années, elle dépasse actuellement plus de la moitié du volume des ressources potentiellement mobilisables. La part que prend l'alimentation en eau potable s'est considérablement accrue en volume et en proportion. De 16 % de la consommation globale en 1975, elle est passée à 35 % actuellement. L'alimentation en eau potable a acquis une nette priorité par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau. La nécessité de dessaler l'eau de mer se fait de plus en plus pressante.

Face à ces défis vitaux, l'Algérie est lancée depuis peu, mais de façon intense, dans le dessalement de l'eau de mer. Cette solution s'est imposée afin de faire face à ces besoins grandissants, mais aussi pour atténuer la pression sur les ressources locales. Par conséquent, l'Algérie s'est fixée un objectif de réaliser 13 stations de dessalement de l'eau de mer, d'une capacité de 2.260.000 m³/jour.

I.2. Présentation de l'entreprise

I.2.1.Shariket Kahraba Hadjret En Nouss (SKH)

Qualifié de «plus important projet de l'industrie électrique qui soit engagé en Algérie», par le PDG de Sonelgaz, la centrale de Hadjret En nous produira 1.227 MW. Huit partenaires sont engagés dans le montage contractuel de ce projet et sont, en même temps, actionnaires dans la Société Kahraba Hadejeret En Nouss (SKH, Spa). Il s'agit de Sonatrach (10%), Sonelgaz (10%) et Algerian EnergyCompany (AEC - société mixte Sonatrach / Sonelgaz qui détient 29% dans SKH) pour la partie algérienne, ainsi que SNC Lavalin et Mubadala pour la partie étrangère. SNC Lavalin (Canada) et Mubadala (Emirats Arabes Unis), regroupés au sein de la société mixte dénommée Algerian Utilities International Limited (AUIL), détiennent 51% de SKH. A ces compagnies, il faut

ajouter trois banques publiques, BEA, BNA et CNEP, qui apportent 70%, soit 578 millions dollars US (mUSD) sur les 826 mUSD du montant global du projet. 248 mUSD (30% de l'investissement) sont apportés par les actionnaires de SKH à hauteur de 121,5 mUSD (49%) par Sonatrach-Sonelgaz et AEC, et 126,5 mUSD (51%) par l'AUIL (SNC Lavalin et Mubadala). Cette dernière partie représente l'investissement direct étranger, soit l'équivalent de 15,31% du montant total du projet de la centrale électrique de Hadjret-En Nous. Le prix de vente du kWh arrêté contractuellement est de 1,898 DA (l'équivalent de 2,566 cents de dollar US) dont 1,750 DA pour la production d'électricité et 0,148 DA pour la partie combustible (gaz naturel). Il est précisé que ce prix est révisable à la baisse comme à la hausse selon le taux de change DA/dollar US et autres mesures réglementaires, taxes et impôts. L'énergie produite par cette nouvelle centrale représente environ 20 % des approvisionnements en 2008 en énergie de l'Algérie. Cette réalisation constitue donc un moteur économique supplémentaire important pour l'économie du pays. A noter que la durée du contrat liant SKH à Sonelgaz est de 20 ans à partir de la mise en service de la centrale de Hadjret En Nous.



Figure I.1. Vue aérienne de la station Hadjret En Nous

I.2.2. Organigramme d'entreprise

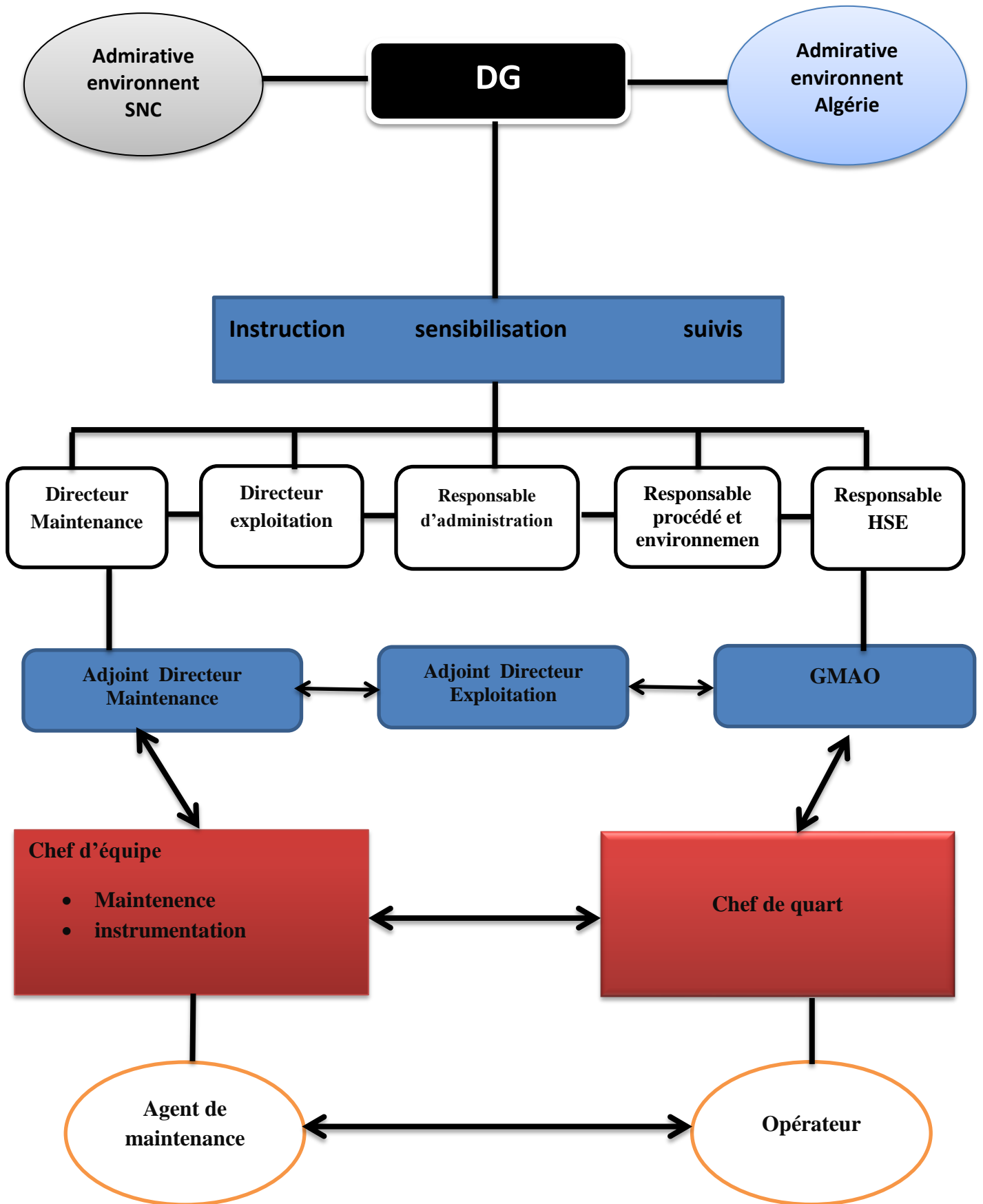


Figure I.2. Organigramme de l'entreprise

I.2.3. Plan de la centrale

La figure I.3. représente une maquette de la centrale.

- 1) Turbine à gaz, turbine à vapeur et générateur –tranche1.
- 2) Turbine à gaz, turbine à vapeur et générateur –tranche2.
- 3) Turbine à gaz, turbine à vapeur et générateur –tranche3.
- 4) Chaudière de récupération de chaleur –tranche1.
- 5) Chaudière de récupération de chaleur –tranche2.
- 6) Chaudière de récupération de chaleur –tranche3.
- 7) Chaudière auxiliaire.
- 8) Transformateurs principaux.
- 9) Bâtiments électriques.
- 10) GIS poste électrique.
- 11) Lignes d'évacuation 400 kV.
- 12) Poste de détente et comptage du gaz.
- 13) Station de pompage d'eau de circulation.
- 14) Salle électrique de la station de pompage de l'eau de mer.
- 15) Brise-siphon.
- 16) Poste de dessalement et déminéralisation.
- 17) Refroidisseur d'eau.
- 18) Réservoir de stockage d'eau dessalée.
- 19) Réservoir de stockage d'eau déminéralisée.
- 20) Réservoir d'eau de service et d'eau incendie.
- 21) Réservoir d'entreposage du gasoil non-traité.
- 22) Réservoir d'entreposage du gasoil traité.
- 23) Station de pompage et dessalage du gasoil
- 24) Groupe électrogène de lancement.
- 25) Bâtiment administratif et d'entretien.



Figure I.3. Maquette de la station.

I.3. Situation géographique

La société SKH située au nord-ouest de la wilaya de Tipaza, à 40 kilomètres de là et à environ 102 kilomètres d'Alger. Il est bordé au nord par la mer Méditerranée et à l'est et à l'ouest par les villes de Sidi Ghilas et Hadjret En Noss.



Figure I.4. Vue Google Map de la Central de Hadjret En nous

I.4. Caractéristiques de l'eau de mer

Les caractéristiques de l'eau de mer faisant l'objet du dessalement sont présentées dans le Tableau I.1. Il s'agit des conditions de base pour entamer l'opération de dessalement.

Tableau I.1. Caractéristique de l'eau de mer (Conditions de base du site).

Paramètre	Unité	Condition de base de site du site la station de Hadjret En Nous
Température	C°	24
Les solides dissous total	g/L	40.074
Les matières en suspension	g/L	0.004
Chlore	g/L	22.0289
Calcium	g/L	1.047
Sulfate	g/L	2.978
Magnésium	g/L	1.545
Sodium	g/L	11.472
Potassium	g/L	0.583
Bicarbonate	g/L	0.130
pH		8.2

I. 5. Processus du dessalement appliqué dans la station du dessalement Hadjret En Nous

Le processus du dessalement d'eau de mer comporte quatre étapes principales :

- La captation de l'eau de mer
- Le prétraitement
- L'osmose inverse
- Le post-traitement

Dans le cadre de notre étude nous sommes intéressés à la partie N3 du processus, en l'occurrence l'osmose inverse.

**Chapitre II. Etat de l'art et définitions
fondamentale sur le procédé de
dessalement par principe d'osmose inverse**

II.1.Introduction

Dans de nombreuses régions du monde, les sources d'eau douces sont inexistantes ou deviennent insuffisantes au regard de la croissance démographique ou de la production industrielle. Le dessalement de l'eau est un processus qui permet d'obtenir de l'eau potable ou de l'eau douce à partir d'une eau saumâtre ou d'eau de mer [5]. Il peut remédier à la pénurie d'eau et pourrait donc contribuer à remédier à son manque, qui fait obstacle à l'amélioration des niveaux de vie et au développement des secteurs qui en dépendent [6]. Le dessalement peut être effectué grâce à différentes technologies plus ou moins coûteuses mais reste une activité énergivore. Les techniques les plus utilisées sont la distillation et l'osmose inverse. Elles sont depuis de nombreuses années à un stade d'exploitation industrielle [7].

II.2. Dessalement des eaux de mer et des eaux saumâtres

II.2.1. Bref aperçu historique

Le dessalement de l'eau est considéré comme une technique aussi ancienne que la terre elle-même, en effet, le cycle naturel de l'eau, qui consiste à une évaporation à partir des océans et des mers suivie d'une condensation de la vapeur ainsi formée donnant de l'eau douce qui tombe sous forme de pluies et de chutes de neige, est considéré comme le plus grand système de dessalement sur terre. Par ailleurs, il semble que l'homme ait connu ce phénomène depuis fort longtemps. En effet, on trouve dans l'Évangile quelques indications sur « l'échange d'ions », lorsqu'on a utilisé le bois pour adoucir l'eau. Plus tard, Aristote cite dans son livre « Météorologie » que si l'on place un récipient en terre, fermé dans l'eau de mer, l'eau qui rentre dans ce récipient est de l'eau douce suite à la séparation des sels. Quelques traces remontant au 4^{ème} siècle, prouvent également que l'homme connaissait à l'époque le principe de la distillation pour obtenir de l'eau de boisson. Au 7^{ème} siècle, Jaber ibn Hayane énonça quelques règles de la distillation, mais le premier travail scientifique publié est celui d'Ibn Mansour Moaffak ibn Ali Adaoui vers la fin du 9^{ème} siècle. Quant à la première station rudimentaire, il semble qu'elle soit construite sur la plage de Tunis en 1650. En 1883, on signala la construction d'une station de dessalement par distillation solaire au Chili, à Saint Salinas. La première station industrielle de capacité 2400 m³ par jour a été construite en 1930 dans une des îles Hollandaises. Ces procédés de distillation se sont développés à travers le temps, et particulièrement au XIX^{ème} siècle à la suite de l'invention de la machine à vapeur. Durant la deuxième guerre mondiale, ces procédés ont connu une véritable révolution. A partir des années cinquante, de nouveaux procédés ont fait leur apparition, il s'agit de méthodes qui ne nécessitent pas un changement d'état de l'eau salée pour la dessaler, mais plutôt par une séparation dans la même phase par l'intermédiaire de membranes [7].

II.2.2. Schéma général d'une installation de dessalement

On peut diviser une installation de dessalement en 4 postes principaux:

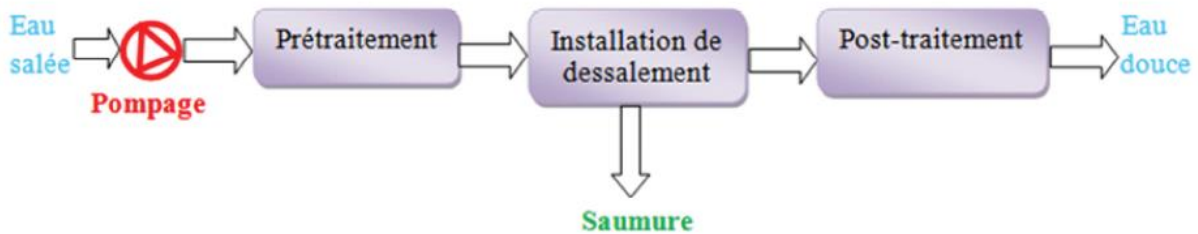


Figure II.1: Schéma général d'une installation de dessalement [8].

II.2.2.1.L'alimentation en eau de mer

Peut s'effectuer soit par prise directe, soit par puits côtiers. Ce dernier système permet d'obtenir une eau non turbide, ce qui soulage les prétraitements [6]. Dans le cas où l'eau provient de la mer via une prise d'eau à ciel ouvert, le système comprendra les têtes de prises d'eau, les conduites d'acheminement des têtes de prises d'eau vers les puits de prises d'eau, la station de pompage dans le puits et les conduites à terre, du puits à l'installation de prétraitement. Les têtes de prises d'eau doivent être correctement situées afin d'éviter l'aspiration de matériaux flottants ou de sédiments, pour garantir une alimentation suffisante en eau salée [7].

II.2.2.2.Le prétraitement

La salinité, les matières en suspension ainsi que les matières organiques des différents océans ou mers du globe sont très variables. Les systèmes de prétraitement de l'eau de mer avant dessalement ont pour but d'éliminer les matières en suspension et le plancton qui sont susceptibles de colmater les installations de dessalement [7].

Les techniques de prétraitement de l'eau de mer sont :

Chloration : Bloque la prolifération des organismes vivants. Evite l'obstruction des conduites.

Filtration : Protège les pompes et assure le bon fonctionnement des pulvérisateurs.

Antitartre : La distillation favorise la précipitation du carbonate de calcium qui se dépose sur la paroi des échangeurs et réduit le transfert de chaleur [7].

II.2.2.3. Installation de dessalement

C'est le système qui retire les sels de l'eau brute (eau saumâtre ou eau de mer). Ce système peut être un «système membranaire », un « système thermique » ou « un autre système ». Le choix de la meilleure technologie de dessalement peut dépendre de la géographie, de l'environnement, de la maturité de la technologie, de l'eau brute et de la qualité de l'eau produite, de la disponibilité des technologies, de l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'installation disponible, de la capacité des opérateurs à faire fonctionner cette technologie, des coûts, ... etc [6].

II.2.2.4. Le post-traitement

Permet de potabiliser l'eau en 2 étapes (en sortie de l'unité de dessalement, l'eau n'est pas potable car elle est déminéralisée).

Correction de la corrosivité : le traitement consiste à ajouter du $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou du CaCO_3 .

Désinfection finale : bien que certains procédés (osmose inverse) retiennent tous les microorganismes, il est nécessaire d'assurer une désinfection à la sortie de l'usine [5].

II.2.3. Différents procédés de dessalement :

Les différents procédés de dessalement peuvent être classés en trois grandes familles :

- 1) Les procédés faisant intervenir un changement de phase :
 - Evaporation.
 - Congélation.
- 2) Les procédés de permutation sélective à travers une membrane :
 - Transfert d'ions sous l'action d'un champ électrique (électrodialyse).
 - **Transfert d'eau sous l'action d'un gradient de pression (osmose inverse).**
- 3) Les procédés chimiques :
 - Échange d'ions.
 - Extraction par solvant [7].

Parmi les procédés précités, la distillation et l'osmose inverse sont des technologies dont les performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés dans le marché mondial du dessalement. Les autres techniques n'ont pas connu un essor important dans le domaine à cause de problèmes liés généralement à la consommation d'énergie et/ou à l'importance des investissements qu'ils requièrent [7]. Cette technique sera par la suite développée dans la section **II.3** du présent chapitre.

II.2.4. Les avantages et les inconvénients de dessalement

II.2.4.1. Les avantages

Le dessalement de l'eau de mer présente de nombreux avantages :

- D'une part, il peut s'avérer très utile dans les situations d'urgence, lorsque les réserves d'eau ont subi des infiltrations d'eau salée, à la suite, par exemple, de marées salines, comme cela s'est produit récemment avec les tsunamis en Asie.
- D'autre part, l'irrigation à base d'eau dessalée est bénéfique pour l'environnement car elle permet une salinisation réduite du sol.

II.2.4.2. Les inconvénients

Le dessalement de l'eau de mer apporte une réponse aux besoins d'eau douce. Toutefois, quel que soit le procédé utilisé, il n'est pas sans inconvénients :

- Besoins énergétiques importants.
- Emploi de produits chimiques pour nettoyer les membranes.
- Traces de métaux lourds échappés des installations.
- Aucun lé gislation spécifique concernant la potabilité de l'eau issue de ces traitements.
- UN volume d'eau produit insuffisant comparé au volume d'eau de mer prélevé.
- La dégradation de l'environnement marin due à l'extraction et au rejet d'eau avec une quantité de sels très élevée (rejet des concentrât).

II.3. Osmose inverse

Au début du XXe siècle, s'inspirant de la nature osmotique des parois cellulaires, des chercheurs avaient avancé l'idée de l'utilisation d'une membrane pour séparer le sel de l'eau de mer. Dans les années 1960, des chercheurs américains et japonais, qui avaient développé des membranes semi-perméables à des fins industrielles, se rendirent rapidement compte que ces mêmes membranes pourraient être utilisées pour dessaler l'eau de mer.

Dans la nature, l'osmose est un phénomène essentiel aux équilibres biologiques. Mais le procédé industriel est qualifié d'«osmose inverse» car, à l'aide d'une forte pression P (Supérieure à la pression osmotique), de l'ordre de 80 bars, on force l'eau salée à passer du compartiment le plus concentré en sel au compartiment d'eau douce. Comme les deux compartiments sont séparés par une membrane, le compartiment d'eau douce s'enrichit en fait en eau douce. Dans la réalité, si on avait laissé faire la nature, sans imposer ni membrane ni pression, l'eau douce se serait chargée en sel et l'eau salée se serait diluée [9].

L'osmose inverse utilise des membranes denses qui laissent passer l'eau et arrêtent tous les sels. Cette technique est utilisée pour :

- Le dessalement des eaux de mer.
- Le dessalement des eaux saumâtres.
- La production d'eau ultra pure.
- La production d'eau de process [10].

II.3.1.Principe de l'osmose inverse

II.3.1.1. Qu'est-ce que l'osmose?

L'osmose est basée sur le principe fondamental de l'équilibre. Lorsque deux liquides contenant différentes concentrations de solides dissous sont mis en contact, ceux-ci se mélangent jusqu'à uniformisation des concentrations. Lorsque ces deux liquides sont séparés par une membrane semi-perméable (laquelle laisse passer les liquides tandis que les solides dissous restent dans leur compartiment), le liquide contenant la plus faible concentration de solides dissous va traverser la membrane pour aller dans le liquide contenant la plus forte concentration de solides dissous. Après un temps donné, le niveau de l'eau sera plus élevé d'un côté de la membrane. La différence de hauteur est appelée pression osmotique [13].

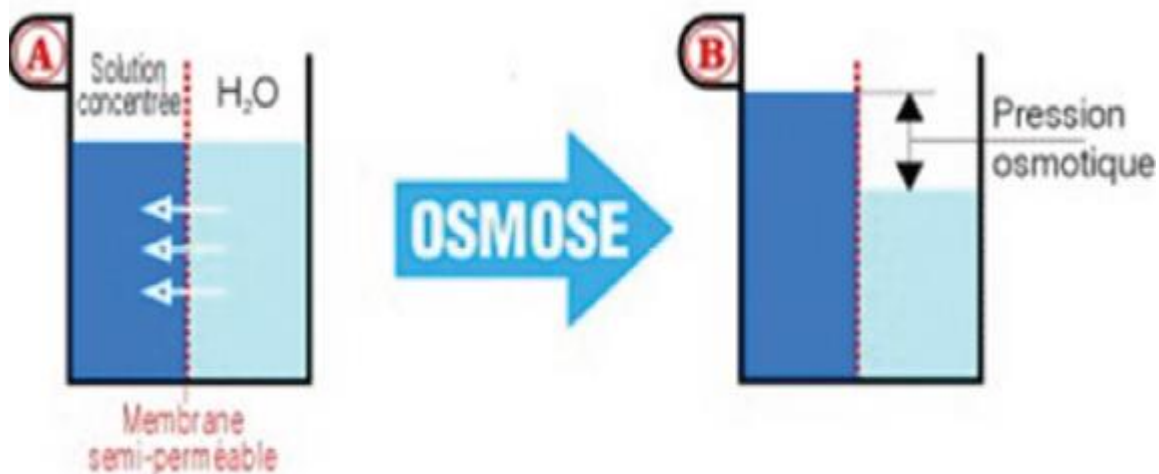


Figure II.2. Phénomène de l'osmose [38]

II.3.1.2. Qu'est-ce que l'osmose inverse ?

L'osmose inverse consiste à faire passer l'eau au travers des membranes semi-perméables, sous l'effet de la pression différentielle de la solution concentrée vers la solution diluée. Le taux d'élimination est exprimé en pourcentage de la salinité totale, la réduction de salinité de l'eau saumâtre est supérieure à 92% contre plus de 98,5% pour l'eau de mer [12].

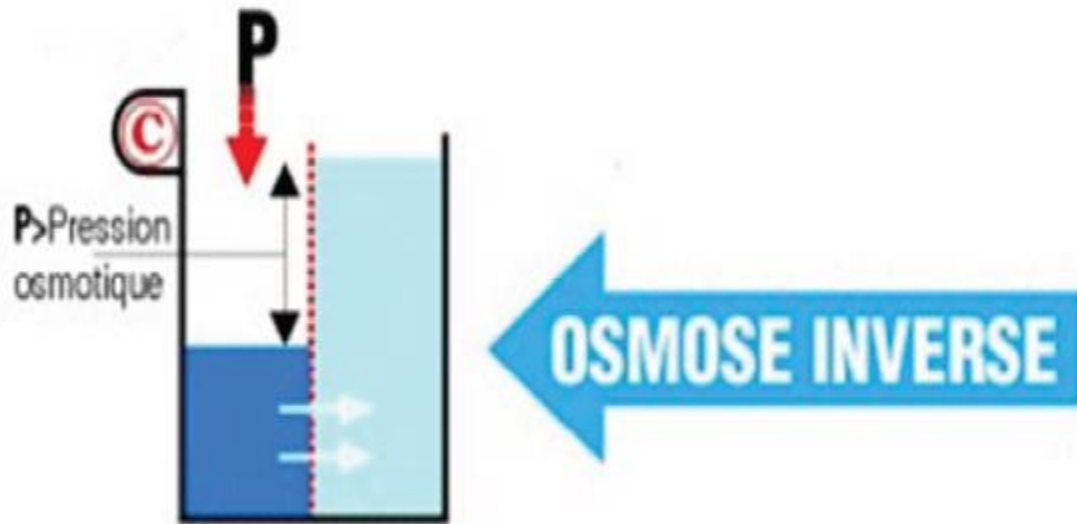


Figure II.3. Procédé de l'osmose inverse

L'écoulement s'effectue en continu tangentiellement à la membrane.

- Une partie de la solution à traiter (débit Q_0) se divise au niveau de la membrane en deux parties de concentrations différentes:
- Une partie qui passe à travers la membrane ou perméat (débit Q_p)
- Une partie qui ne passe pas à travers la membrane, appelée concentrât ou retentât (débit Q_c), et qui contient les molécules ou particules retenues par la membrane [12].

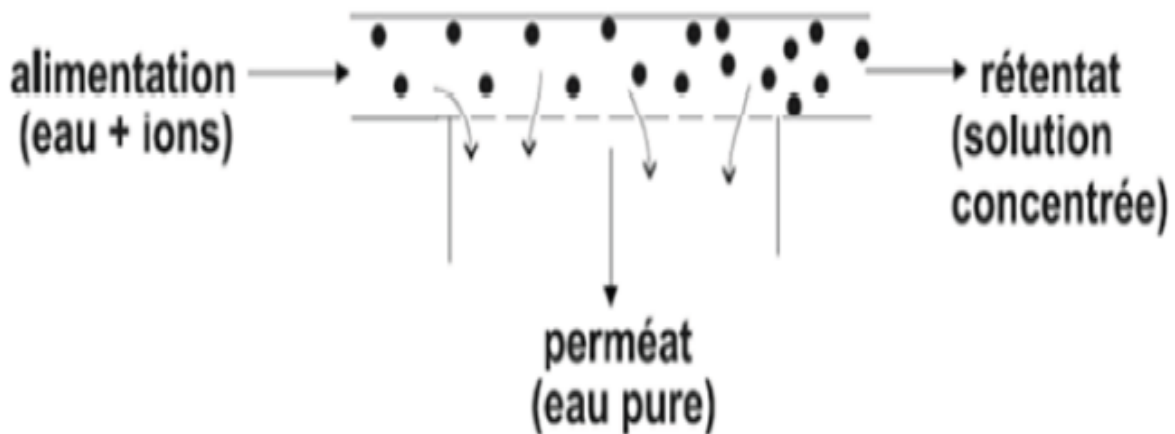


Figure II.4. Séparation en phase liquide par perméation à travers une membrane [11].

II.3.1.3. Pression osmotique

La pression osmotique peut être calculée par la loi de Van 't Hof qui exprime que la pression osmotique exercée par un soluté est égale à la pression que ce corps aurait exercé dans l'état gazeux parfait dans le même volume (V) et à la même température (T). Si le soluté est dissocié en i ions, la pression osmotique sera i fois supérieure [11].

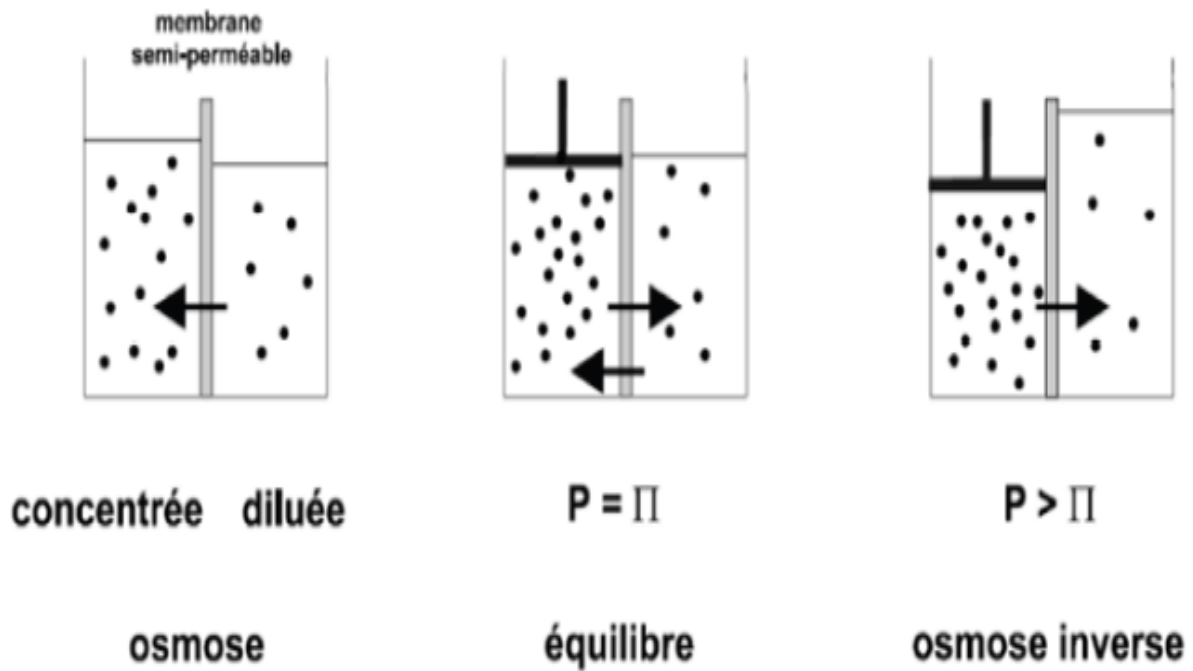


Figure II.5. Pression osmotique [10].

La pression osmotique d'une solution est proportionnelle à la concentration en solutés :

Avec :

$$\Pi = i . C . R . T$$

Π : Pression osmotique (bar)

i : Nombre d'ions dissociés dans le cas d'un électrolyte

C : Concentration molaire (mol. L⁻¹)

R : Constante des gaz parfaits (0,082 L.bar.mol⁻¹K⁻¹)

T : Température absolue (K)

Dans le cas d'une solution saline, la pression osmotique peut être, en première approximation estimée à 0.7 bar par gramme/litre de salinité :

$$\Pi = 0.7 C$$

II.3.2. Eléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse

Les éléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse sont schématisés sur la figure II.5.

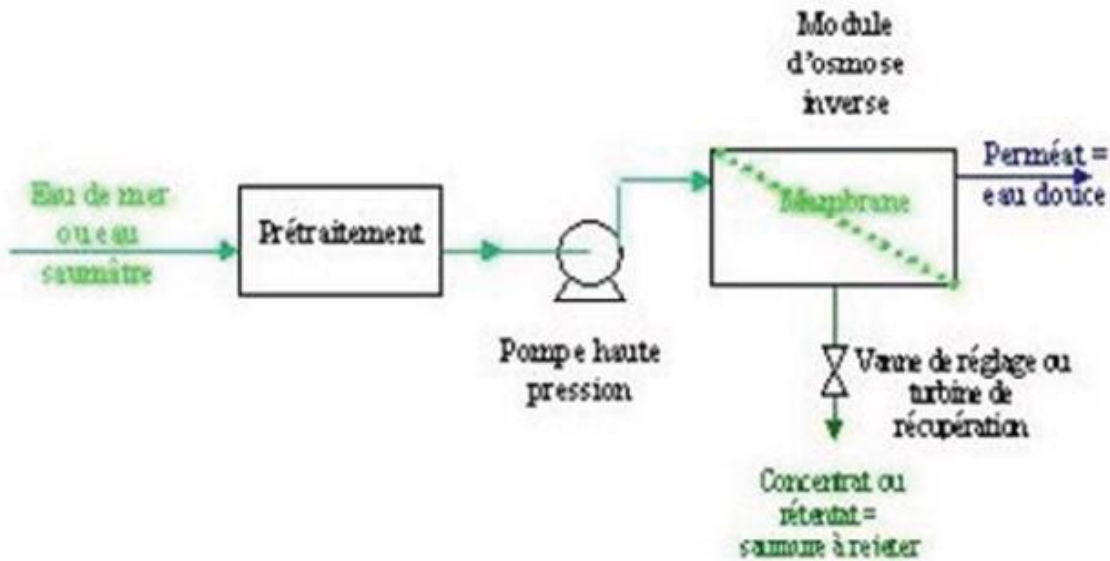


Figure II.6.Éléments constitutifs d'une unité d'osmose inverse [7].

II.3.3. Les avantages et inconvénients de l'osmose inverse

II.3.3.1. Les avantages

- Un taux de conversion élevé (supérieur à 55%).
- Une consommation spécifique d'énergie basse (3 à 5Kwh/m³).
- Une flexibilité par rapport à la variation de la demande en eau.
- Un coût d'investissement relativement bas.
- Une durée de mise en œuvre réduite [7].
- Après l'osmose inverse on obtient une eau très pure possédant des mesures bio électroniques parfaites pour la santé, pratiquement identiques qu'à celles des eaux de sources les plus naturelles.
- pH légèrement acide de 6.6 (idéal pour la digestion, l'assimilation des aliments et rééquilibre de pH du sang généralement trop toxique).
- Résistivité élevée 20000 à 30000 ohms, ce qui permet une parfaite élimination des toxines par les reins [10].

II.3.4.2. Les inconvénients

Malgré les avantages, il y a aussi des inconvénients comme:

- Sensibilité à la variation de la qualité d'eau brute et surtout aux pollutions.
- Nécessité d'un personnel qualifié.

- Exploitation relativement difficile surtout au niveau du prétraitement.
- Un coût de maintenance élevé dû aux frais de renouvellement des membranes d'une durée de vie ne dépassant pas 7 ans à présent [10].
- la perte de cinq litres d'eau pour un litre d'eau osmosé car la membrane doit être continuellement nettoyée.
- Comme l'eau est déminéralisée,
- l'eau perd tous ses minéraux y compris les minéraux bénéfiques comme certains alcalins, notamment le calcium et le magnésium. Il est donc préférable.

II.4.Conclusion

Le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse est à l'heure actuelle un procédé majeur pour la production d'eau potable dans les pays souffrant d'une pénurie d'eau douce.

L'objectif principal de cette technique est l'élimination des sels, des matières organiques et des microorganismes présents dans l'eau de mer.

Les avantages de l'osmose inverse sont sa simplicité de mise en œuvre et son faible coût énergétique par rapport au dessalement thermique [11].

Cependant, ce procédé possède encore des limitations. La principale limitation est due à la pression de travail qui doit être appliquée pour vaincre la pression osmotique. Cette pression.

osmoïque est d'autant plus importante que la concentration en sels augmente ce qui limite les taux de conversion pouvant être obtenus avec l'osmose inverse.

Chapitre III. Résultats et discussions

III.1.Introduction

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Ces particules, qui peuvent rester en suspension dans l'eau durant de très longues périodes, peuvent même traverser un filtre très fin. Par ailleurs, du fait de leur grande stabilité, elles n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres.

Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation ; ce dernier est un procédé de traitement physicochimique d'épuration de l'eau, utilisé pour le traitement d'eau potable ou le traitement d'eau usée. Son principe repose sur la difficulté qu'ont certaines particules à se décanter naturellement : les colloïdes.

III.2.Coagulation et floculation

La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique qui facilite l'agglomération des fines particules (colloïdes) contenues dans l'eau afin de former un floc qui pourra facilement être filtré de l'eau.

Les effluents (eaux résiduaires) doivent être traités avant rejet ou réutilisation de l'eau. La coagulation-floculation contribue à l'élimination des composés des effluents et rend ainsi possible une séparation de l'eau et des particules.

III.2.1. Coagulation

La coagulation est un phénomène qui sert à déstabiliser les colloïdes en diminuant l'énergie de répulsion. Pour permettre l'adhésion des particules, il faut donc vaincre la barrière énergétique de répulsion alors augmentant l'énergie cinétique des particules, il faudrait augmenter l'agitation des particules par élévation de température, ce qui est impossible pour les volumes d'eau à traiter.

III.2.2. Floculation

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact avec les autres provoqués par la différence de vitesse entre ces particules. Il formé des floccs bientôt augmentation de la taille et de devenir la plus grand taille est plus facile que séparer plus tard.

III.3. Méthode et analyse

III.3.1. Matériel et produits

Tableau III.1 : liste des Matériel et produit

Matériel	Produits
<ul style="list-style-type: none"> - Pro pipete - -Récipient de 10 litre - PH mètre, Turbidimètre. - Matériels courants de laboratoire (fiolle, pipette, bécher, erlenmeyer, etc...). - Hôte. - Filtre sable de 200 cm³. - Papier 	<ul style="list-style-type: none"> - FeCl₃ - Polymère - L'eau distillée

III.3.2. Préparation des solutions

Chlorure ferrique (FeCl₃)

Préparation d'une solution de FeCl₃ pour 1000 ppm à partir d'une solution mère de 40% et densité =1,38 donc

$$1380 * 0.4 \rightarrow 552 \text{g/mL}$$

$$552 \text{g} \rightarrow 1000 \text{mL}$$

$$1 \text{g} \rightarrow x$$

$$\mathbf{X=1,81 \text{mL}}$$

Polymère

Préparation d'une solution de polymère anionique à partir d'une solution mère de 50% et Densité=1,16

$$\text{Ou } 1160 * 0,5 \rightarrow 580 \text{g/mL}$$

$$\text{On } 580 \text{g} \rightarrow 1000 \text{mL}$$

$$1 \text{g} \rightarrow X$$

$$\mathbf{X=1,72 \text{mL}}$$

III.3.3. Mode opératoire

III.3.3.1. Prélèvement

Nous remplira un récipient de 10L avec l'eau de mer (dans la conduite avant injection des coagulants) litre après 2quelle minutes de l'ouverture du robinet pour éviter les résidus des matières en sensbension dans la conduite et d'avoir des résultats variable.

III.3.3.2. Le jar test

Jar test est une manipulation qui permet déterminer efficacité des doses de coagulant et polymère injecter, par plusieurs essais, à la fin de accéder à la concentration optimal.

III.3.3.3. Le principe

-On remplit 6 béchers de 1L avec l'eau de mer, a laid d'un pH mètre et turbidimètre on mesure le pH et la turbidité et on note dans le tableau.

-à l'aide d'une pipette on prélève 6 volumes de chlorure ferrique et 6 volumes de polymère (les volumes sont différents) et on les injecter dans les bécher.

- on Agite à 150 tr/min. Pendant 3 minutes, puis agitation lente pendant 15 minutes à 40 tr/min. Cette vitesse plus lente évite de casser les floccs déjà formés tout en permettant un mélange pour favoriser leur polymérisation (figure).

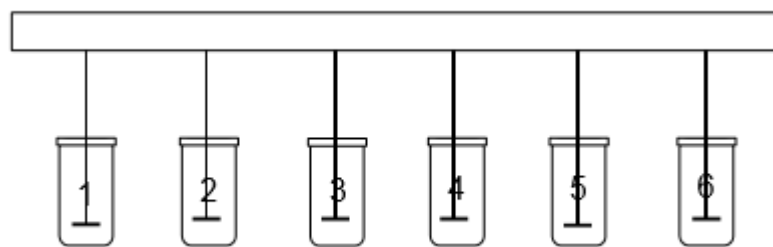


Figure III.1. Agitation des solutions

-On laisse les béchers décanter pendent 30 min.

-Le faite que nos échantillons décanté on les passe tout doucement dans filtre à sable après on mesure leurs Ph et turbidité.

Et on noter dans le tableau de mesures

Remarque

Nous refaire l'expérience a déférant dose jusqu'à la détermination grossière de la quantité optimale de coagulant et polymère à utiliser pour niveau turbidité petite

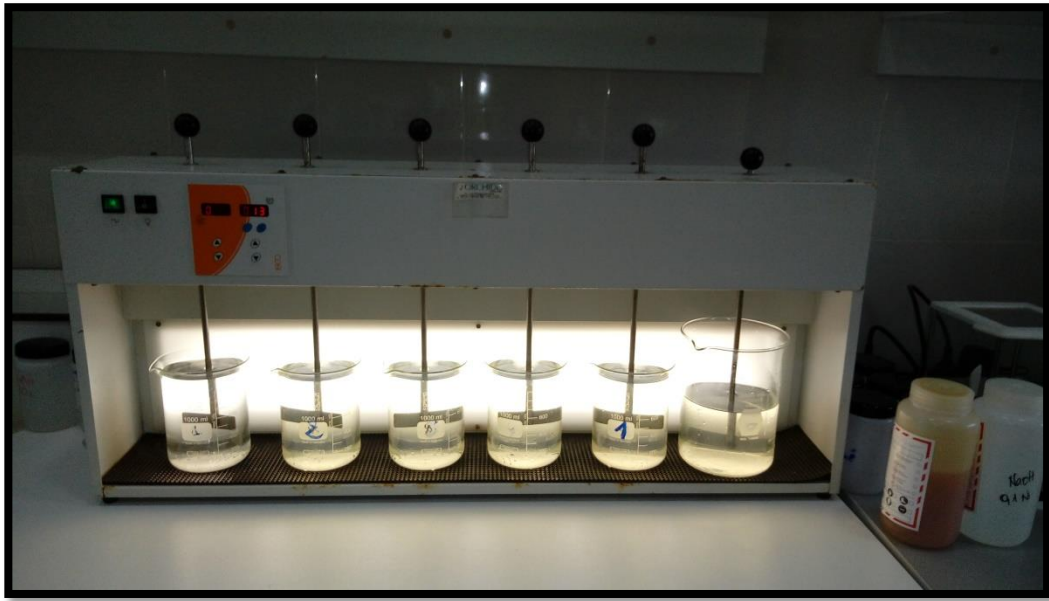


Figure III.2. Jar test

III.4. Résultats et commentaires

III.4.1. Liste des tableaux

Essais N° :1

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl_3 varié dans les mêmes conditions avec l'absence totale de polymère (Tableau N°2).

Tableau III.2. Essai N1

T (C°)	18.5					
pH	8					
turbidité Initie(FNU)	2.75					
Polymère mL	0	0	0	0	0	0
FeCl_3 mL	1	2	3	4	5	6
Turbidité final(FNU)	1.36	1.62	1.30	1.01	1.5	1.03
pH	8.10					

Le graphe de la turbidité final en(FNU) varie en fonction des volumes de FeCl_3 de 1.03 à 1.5 FNU pour les valeurs optimales de 1.01 et 1.03 FNU pour les volumes de 4et 6 mL.

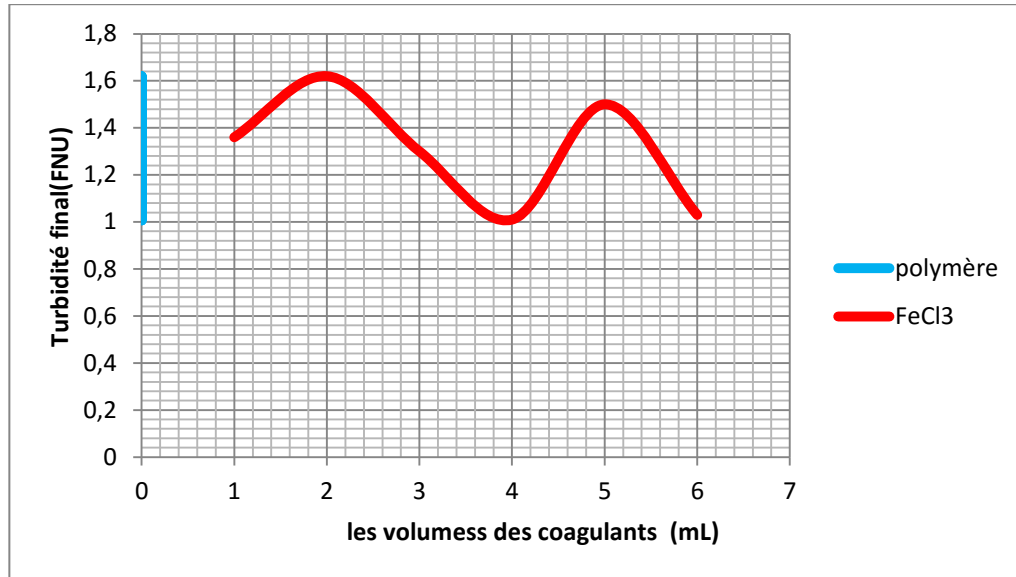


Figure III.3. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N1

Essai N° :2

Dans cet essai on injecte des volumes de polymère varié, dans les mêmes conditions avec une fixation de FeCl₃ à 5mL et laisse 1^{er} cas nul (sans injection) (Tableau N°3).

Tableau III.3. Essai N2

T de (C°)	18					
pH	8.5					
turbidité Initie(FNU)	2.75					
Polymères	0	0.5	1	1.5	2	2.5
FeCl ₃ mL	0	5	5	5	5	5
Turbidité final (FNU)	2.12	1.21	1.15	1.08	0.98	1.06
pH	9.94	7.95	7.93	7.93	7.92	7.90

D'après le graphe représenté sur la figure 4:

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de polymère de 2.12 à 0.98 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 2.75 à 0.98FNU correspondent une variation de polymère et fixation de FeCl₃.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 5mL de FeCl₃ et 2mL de polymère.
- Dans le cas (1^{er} cas) d'absence des coagulants la turbidité restée haute a 2.12FNU.

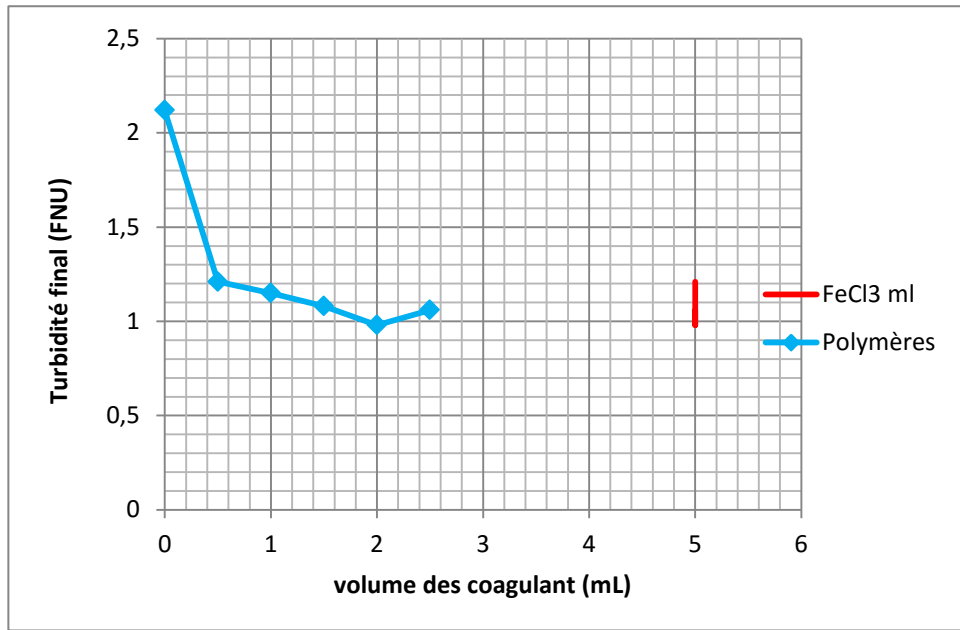


Figure III.4. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N2

Essai N° : 3

Dans cet essai on injecte des volumes de $FeCl_3$ et de polymère varié, dans les mêmes conditions avec une absence de $FeCl_3$ dans le cas N°4 et de polymère dans le cas N°5 et une égalité de volume dans le dernier cas (Tableau N°4).

Tableau III.4. Essai N3

T de l'eau(C°)	17.3					
pH	8.42					
turbidité Initie(FNU)	3.35					
Polymère mL	7	8	9	10	0	10
$FeCl_3$ mL	3	2	1	0	10	10
Turbidité final (FNU)	0.4	2.25	1.44	1.50	1.30	1.98
pH	8.43	8.44	8.47	8.50	8.29	8.17

D'après le graphe représenté sur la figure 5:

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl_3 et de polymère de 2.25 à 0.4 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 3.35 à 0.4FNU correspondent une variation de FeCl_3 et de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 7mL de polymère et 3 mL de FeCl_3 .
- Nous ne pouvons pas étudier le phénomène coagulation-floculation avec la variation de deux solutions à la fois.
- Dans le cas absence de un des deux solutions ou leurs égalité n'avons pas un bon résultat.

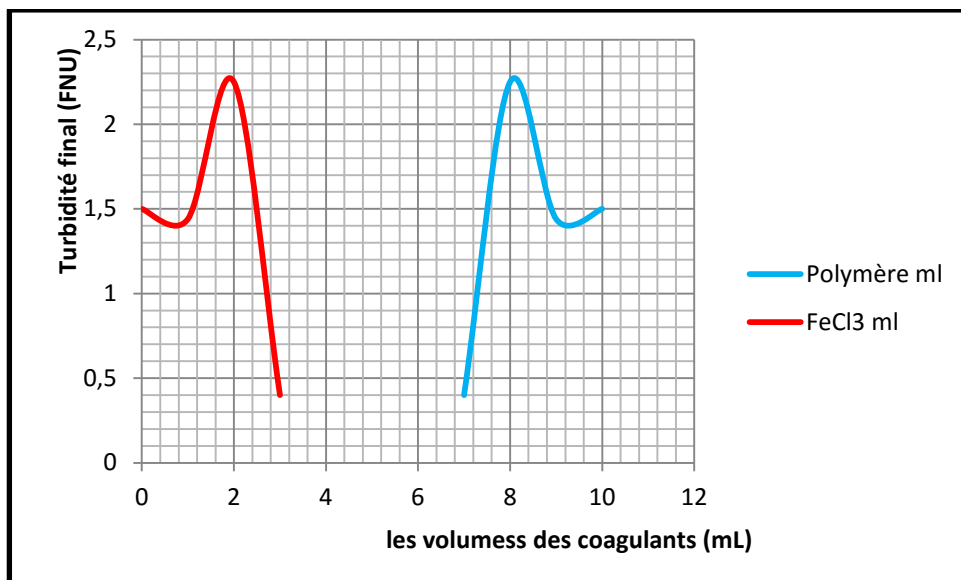


Figure III .5. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N3

Essai N°: 4

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl_3 varié, dans les mêmes conditions avec une fixation de polymère à 5 mL (Tableau N°5).

Tableau III.5. Essai N°4.

T (C°)	18.06					
pH	8.05					
turbidité Initie(FNU)	3.5					
Polymère mL	5	5	5	5	5	5
FeCl_3 mL	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Turbidité final (FNU)	1.12	1.74	1.58	1.32	1.36	2.80
pH	7.77	7.88	7.85	7.8	7.82	7.9

D'après le graphe représenté sur la figure 6:

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl_3 de 2.80 à 1.12 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 3.5 à 1.12 FNU correspondent une variation de FeCl_3 et fixation de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 5mL de polymère et 0.1mL de FeCl_3 .
- Dans le cas de volume FeCl_3 inférieur à polymère nous n'avons pas un bon résultat.

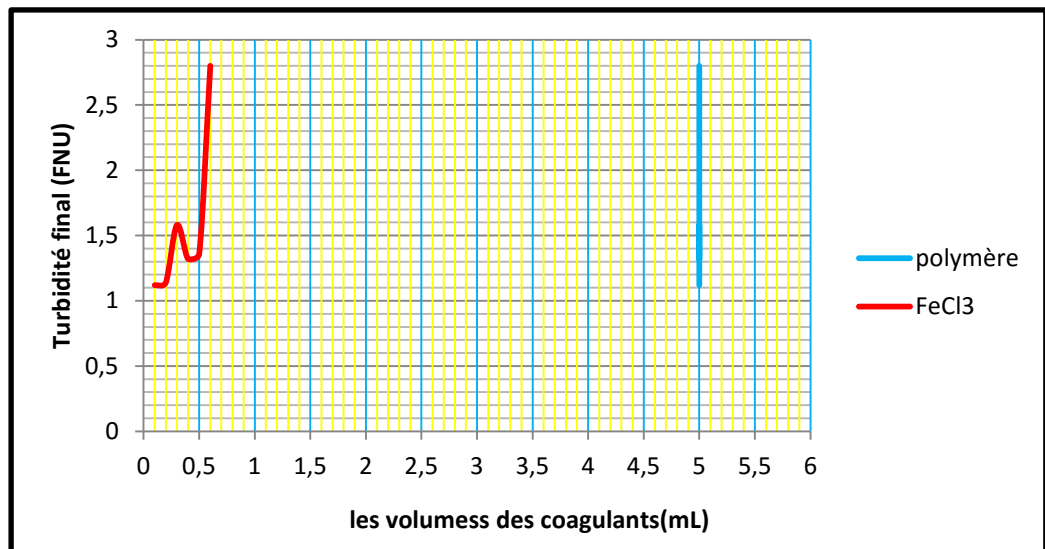


Figure III.6. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N°4

Essai N°: 5

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl_3 et de polymère varié, dans les mêmes conditions (Tableau N°6).

Tableau III.6. Essai N°5

T de l'eau(C°)	17					
pH	8.38					
turbidité Initie(FNU)	3					
Polymère mL	2.5	3	3.5	8.5	4.5	5
FeCl_3 mL	5	5.5	6	6.5	7	7.5
Turbidité final (FNU)	1.40	2.5	1.91	1.80	2.22	1.9
pH	8.12	8.15	8.12	8.18	8.16	8.16

D'après le graphe représenté sur la figure 7:

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl_3 et de polymère de 2.5 à 1.4 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 3 à 1.4FNU correspondent une variation de FeCl_3 et de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 2.5mL de polymère et 5 mL de FeCl_3 .
- Dans le cas de volume FeCl_3 supérieur à polymère avec 2.5mL nous n'avons pas un bon résultat.

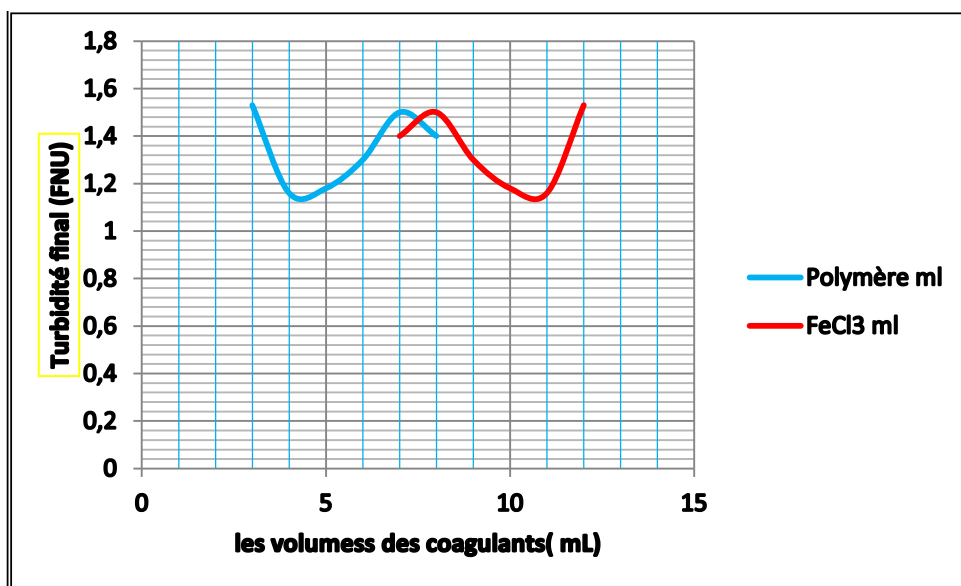


Figure III.7. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N°5.

Essai N°: 6

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl_3 et de polymère varié, dans les mêmes conditions (Tableau N°7).

Tableau III.7 : Essai N°6

T de l'eau(C°)	19.3					
pH	8.52					
turbidité Initie(FNU)	4.8					
Polymère mL	0.5	1	1.5	2	2.5	3
FeCl_3 mL	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Turbidité final (FNU)	2.75	1.76	1.40	1.3	1.12	1
pH	8.48	8.48	8.45	8.42	8.39	8.40

D'après le graphe représenté sur la figure N°8 :

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl_3 et de polymère de 2.75 à 1FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 4.8 à 1 FNU correspondent une variation de FeCl_3 et de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 3 mL de polymère et 4.5 mL de FeCl_3 .

Dans le cas de volume FeCl_3 supérieur à polymère avec 1.5mL nous n'avons pas un bon résultat.

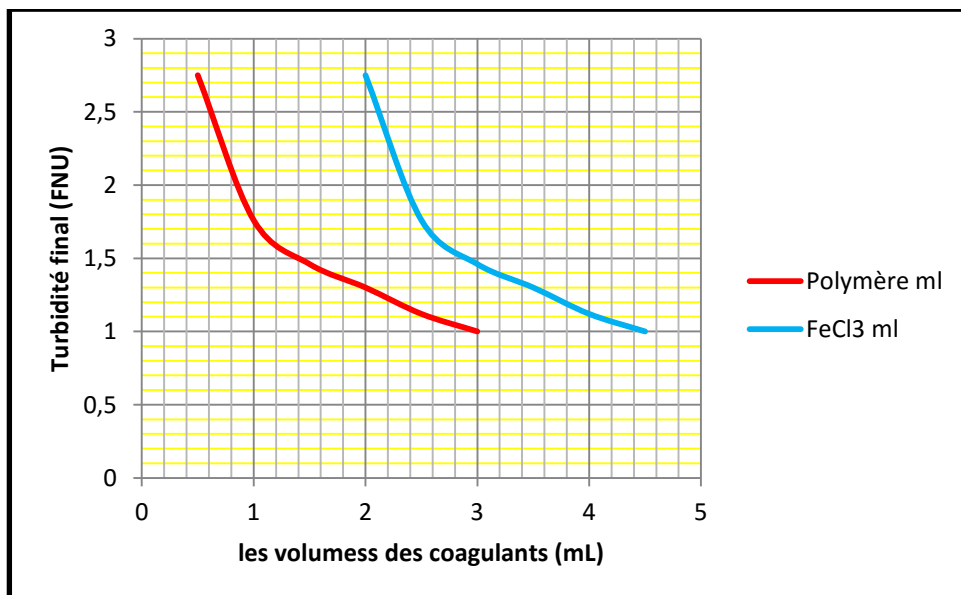


Figure III.8. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N6

Essai N° :7

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl_3 et de polymère varié, dans les mêmes conditions (Tableau N°8).

Tableau III.8 : Essai N°7

T de l'eau(C°)	17					
pH	8.49					
turbidité Initie(FNU)	7.42					
Polymère mL	1	2	3	4	5	6
FeCl_3 mL	9	8	7	6	5	4
Turbidité final (FNU)	0.52	0.4	0.35	0.38	0.4	0.3
pH	8.26	8.2	8.22	2.25	8.32	8.35

D'après le graphe représenté sur la figure N°9 :

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl_3 et de polymère de 0.52 à 0.3 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 7.42 à 0.3 FNU correspondent une variation de FeCl_3 et de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité est 6mL de polymère et 4 mL de FeCl_3 .

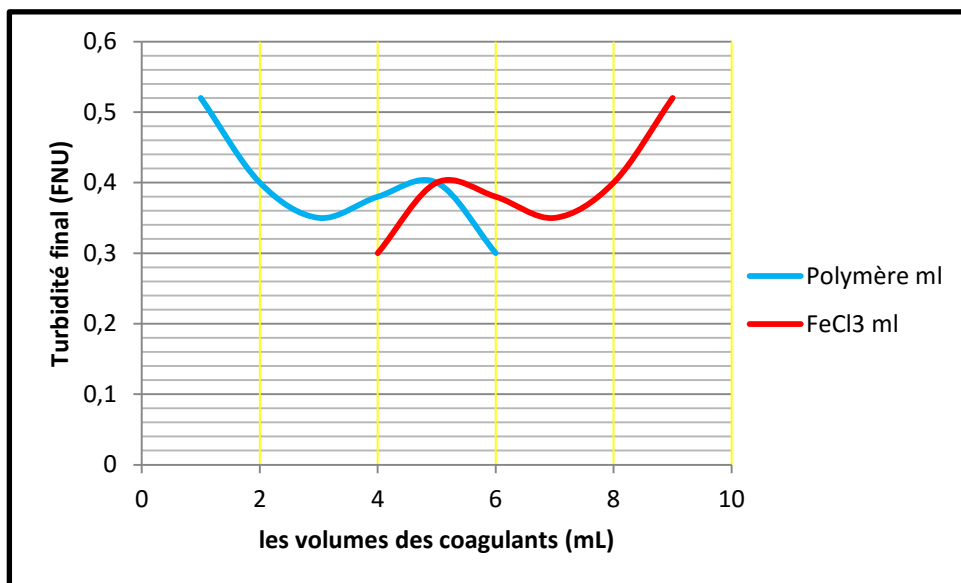


Figure III.9. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N7

Essai N°8

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl₃ varié, dans les mêmes conditions avec une fixation de polymère à 0.5mL (Tableau N°9).

Tableau III.9 : Essai N°8

T de l'eau(C°)	16.5					
pH	8.41					
turbidité Initie(FNU)	13					
Polymère mL	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FeCl ₃ mL	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Turbidité final (FNU)	0.71	0.6	0.62	0.55	0.4	0.28
pH	8.46	8.38	8.41	8.39	8.37	8.35

D'après le graphe représenté sur la figure N°10 :

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl₃ de 0.71 à 0.28 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 13 à 0.28 FNU correspondent une variation de FeCl₃ et fixation de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité (0.28FNU) est 0.5mL de polymère et 3.5mL de FeCl₃.

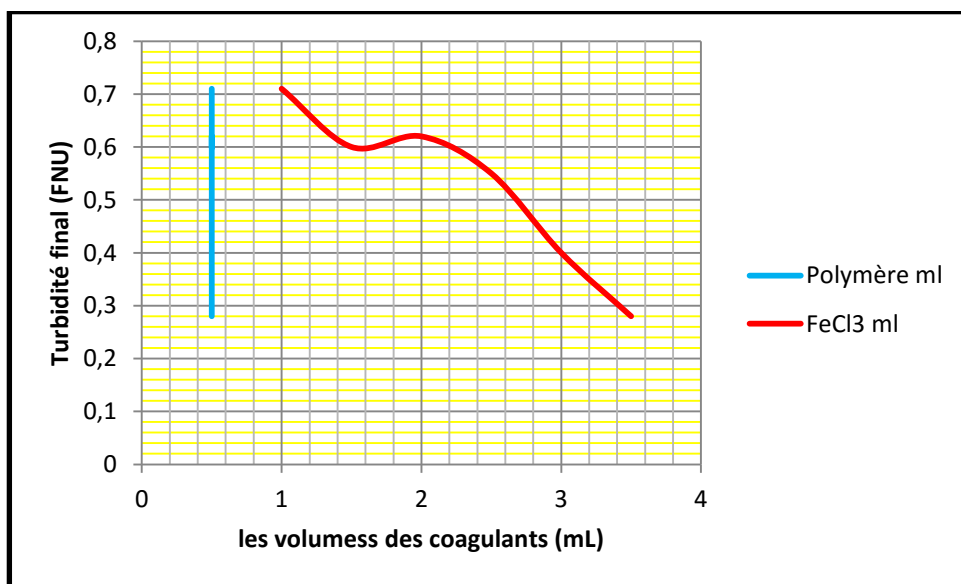


Figure III.10. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N8

Essai N° :9

Dans cet essai on injecte des volumes de FeCl₃ varié, dans les mêmes conditions avec une fixation de polymère à 0.5 mL (Tableau N°10).

Tableau III.10 : Essai N°9.

T de l'eau(C°)	18					
pH	8.43					
turbidité Initie(FNU)	18					
Polymère mL	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FeCl ₃ mL	4	4.5	5	5.5	6	6.5
Turbidité final (FNU)	0.85	0.65	0.40	0.46	0.34	0.45
pH	8.46	8.42	8.37	8.36	8.33	8.31

D'après le graphe représenté sur la figure N°9 :

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de FeCl₃ de 0.85 à 0.34 FNU.
- La turbidité diminue de valeur initial de 18 à 0.34FNU correspondent une variation de FeCl₃ et fixation de polymère.
- Les volumes optimal pour une bas turbidité (0.34FNU) est 0.5mL de polymère et 6mL de FeCl₃.
- Les valeurs de turbidité sont proches donc l'augmentation de volume FeCl₃ ne donne rien.

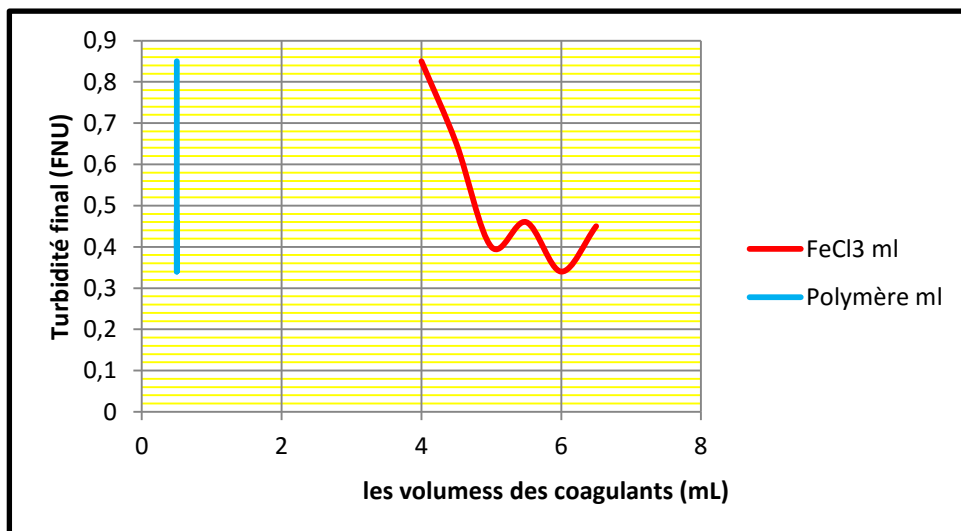


Figure III.11. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N9

Essai N° :10

Dans cet essai on injecte des volumes de polymère varié, dans les mêmes conditions avec une fixation de FeCl_3 6 mL (Tableau N°11).

Tableau III.11 : Essai N°10

T de l'eau(C°)	19.					
pH	8.63					
turbidité Initie(FNU)	3.40					
Polymère mL	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1
FeCl_3 mL	6	6	6	6	6	6
Turbidité final (FNU)	0.36	0.36	0.4	0.38	0.3	0.35
pH	8.38	8.42	8.44	8.43	8.43	8.45

D'après le graphe représenté sur la figure N°12 :

- La turbidité finale en (FNU) varié à la fonction des volumes de polymère de 0.4 à 0.3 FNU.
- La turbidité démontre de valeur initial de 3.4 à 0.3FNU correspondent une variation de polymère et fixation de FeCl_3 .
- Les volumes optimal pour une bas turbidité (0.3FNU) est 0.9 mL de polymère et 6mL de FeCl_3 .
- Les valeurs de turbidité sont proches donc l'augmentation de volume polymère >1 ne donne rien.

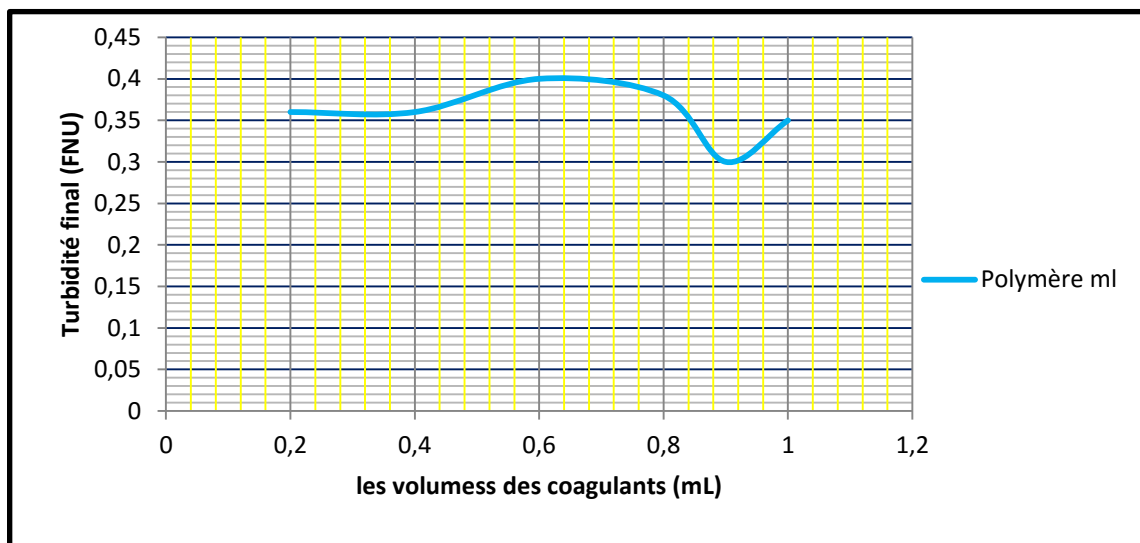


Figure III.12. Variations des volumes des coagulants en fonction de turbidité –Essai N10.

III.4.2. Récapitulatif des meilleurs résultats.

Dans ce tableau on récapitule les meilleurs résultats parmi les cas que nous avons traités (sur les 10 essais).

Tableau 12: des meilleurs résultats de pratique

Turbidité initial FNU	2.75	3.35	4.8	13	18	7.42	3.40
Polymère mL	2.5	7	3	0.5	0.5	6	0.9
FeCl ₃ mL	5	3	4.5	3.5	6	4	6
Turbidité final (FNU)	1.06	0.4	1	0.28	0.34	0.3	0.3

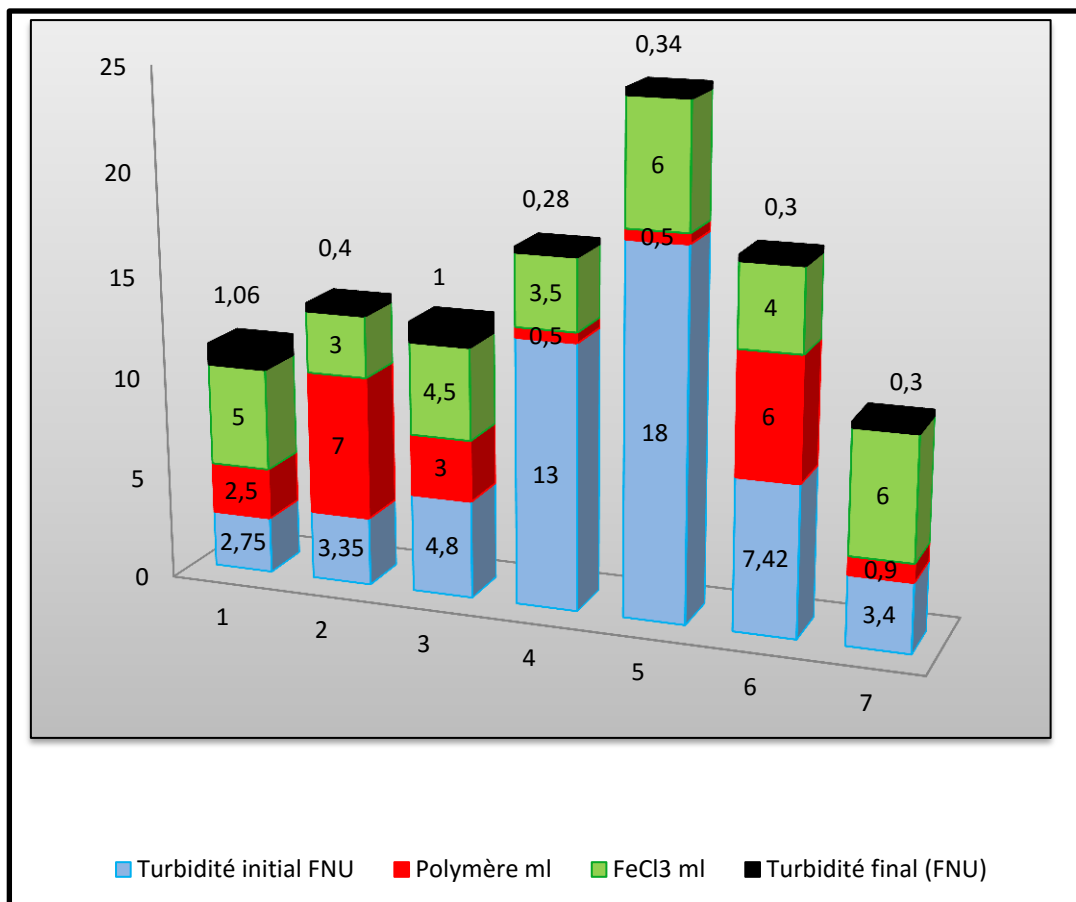


Figure III.13. Turbidité initial et final et leur volume des coagulants.

III.5. Conclusion

Dans la présente étude nous avons utilisé le jar test qui est basé sur plusieurs essais pour atteindre les volumes optimal de FeCl_3 et polymère au niveau de notre station pour réduire la turbidité maximal tout en tenant compte de l'optimisation des produits.

Dans le cadre de notre projet, différents cas ont été étudiés :

- Nous injectons des volumes de FeCl_3 avec élimination de polymère, nous constatons une diminution de turbidité, cette condition entraîne l'absence de polymère qui l'élément principale responsable de neutraliser les colloïdes en augmentant de manière significative la force ionique du milieu.
- Dans le cas de l'élimination de FeCl_3 on remarque le résultat avec le 1^{er} donc le chlorure ferrique a pour but la déstabilisation des colloïdes chargées négativement et ainsi favoriser leur agglomération qui conduit à une décantation plus rapide.
- Dans ce cas on utilisant la même quantité de coagulant et de polymère, nous avons remarqué que la turbidité demeure supérieur à 1FNU, ce cas nous amène a constaté que le volume de coagulant doit être supérieur à celui du polymère
- Dans le dernier cas étudié nous avons injecté des volumes supérieurs à 6mL, une diminution de turbidité avec bon résultat ont été observés.

Finalement, Nous proposons un récapitulatif des différents résultats développés dans ce chapitre :

- La présence de coagulant et de polymère à la fois est essentielle pour avoir une bonne neutralisation des matières en suspension donc grand floc et bonne séparation.
- La quantité de polymère doit être de (0 à 1) mL et le FeCl_3 de (1 à 5) mL.
- L'utilisation de grandes quantités de produits peut modifier les charges des ions donc un changement dans le potentielle, ce dernier provoque une diminution dans le floculions.
- L'agitation est un phénomène essentiel pour augmenter la surface de contact ente les molécules donc augmentation dans floculation.

Conclusion générale

Le dessalement des eaux de mer et des eaux saumâtres par le procédé d'osmose inverse est une solution qui a prouvé son intérêt pour subvenir au besoin en eau potable dans certaines régions qui souffrent d'une pénurie d'eau douce.

Le procédé d'osmose inverse est une technique de filtration membranaire. Ce procédé permet l'élimination des sels et des substances organiques présentes dans l'eau à traiter ainsi qu'une partie des virus et des bactéries.

Principaux résultats

- La présence de coagulant et de polymère à la fois est essentielle pour avoir une bonne neutralisation des matières en suspension donc grand floc et bonne séparation.
 - La quantité de polymère doit être de (0 à 1) m/L et le FeCl_3 de (1 à 5) m/L.
 - L'utilisation de grandes quantités de produits peut modifier les charges des ions donc un changement dans le potentielle, ce dernier provoque une diminution dans le floculions.
 - L'agitation est un phénomène essentiel pour la floculation
-

Perspectives

Sur la base de ces travaux de terrain et analyses de laboratoire au niveau de la station de 'Hadjret Enouss', il serait intéressant de souligner les perspectives suivantes :

- Recommander la réalisation d'un bassin de décantation juste après l'étape d'injection chimique, ce bassin permet d'augmenter la surface de contact entre particules, et ainsi la diminution de la turbidité et également la quantité des produits chimiques utilisés. Chose qui permet l'amélioration de la qualité d'eau produite et l'optimisation du cout du procédé.
- Prévoir et investir pour des méthodes green process.

Références bibliographique

- [1] <http://dessalement.wordpress.com>.
- [2] T. Tahri, A. Bettahar, M. Douani, S.A. AbdulWahab, H. AlHinai, Y. AlMulla : « Dessalement de l'eau de mer par l'énergie solaire en vue de l'irrigation d'une serre agricole »
- [3] HALLOUFI Ouahid (2010) : « Etude de la performance d'un distillateur solaire par un système de pré- chauffage solaire de l'eau saumâtre ». Mémoire présente pour l'obtention du diplôme de magister en Génie Climatique, université MENTOURI CONSTANTINE.
- [4] Jean-Pierre Méricq (2009) : « Approche intégrée du dessalement d'eau de mer : Distillation membranaire sous vide pour la réduction des rejets salins et possibilités de couplage avec l'énergie solaire ». Thèse en vue de l'obtention du DOCTORAT de l'université de TOULOUSE France.
- [5] N. NOUREDDINE et N. HASSINI : « Impact environnemental de la station de dessalement de Brédéah (Algérie) : entre le légal et le réel » .Université d'Es-Sénia, Oran.
- [6] MAALEJ Mohamed (2002) : « Le dessalement de l'eau dans le monde arabe (perspectives d'utilisation des énergies renouvelables) ». Organisation Arabe pour l'Education, la Culture et les Sciences ALECSO. Tunis.
- [7] Farid TATA-DUCRU (2009) : « Dessalement de l'eau de mer : bilan des dernières avancées technologiques ; bilan économique ; analyse critique en fonction des contextes ». Agence Française de Développement. 5, rue Roland Barthes, PARIS. FRANCE.
- [8] BUSHNAK Adil: « Évaluation des meilleures technologies disponibles pour le dessalement en zones rurales/locales ».version 2, Projet financé par l'Union européenne.
- [9] Jean-Marc BERLAND et Catherine JUERY (2002) : « Les procédés membranaires pour le traitement de l'eau ». Office International de l'Eau SNIDE <http://www.fndae.fr/documentation/PDF/fndae14.pdf> consulté le 21/01/2013.
- [10] Chatkaew TANSAKUL (2009):« Procédés hybrides à membranes pour le prétraitement d'eau de mer avant dessalement par osmose inverse ». Thèse en vue de l'obtention du DOCTORAT, université de TOULOUSE France.
- TAHRAOUI DOUMA. N (2010) : « Qualité des eaux de mer après dessalement au niveau de la station de dessalement de la ville de Ténès, Chlef. Impact de dessalement sur l'environnement (milieu aquatique) ». Département du Tronc Commun Technologie, université Hassiba Benbouali Chlef, ALGERIE
- [11] Henri Boyé (2008): « Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée ». Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire,France.
- [12]
- [13] BOUTRIAA Abdelouahab (2009) : « Effet des paramètres de fonctionnement sur les performances d'un distillateur solaire ». Mémoire présente pour obtenir le diplôme de Magister en Physique, université MENTOURI de CONSTANTINE.