

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique**

CENTRE UNIVERSITAIRE D'EL-OUED

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADIMIQUE

Domaine : Sciences et technique

Spécialité : génie des procédés

Option : génie des procédés

Présenté par : BOUHAMED Mouna et DIA Ouahida

Thème

**Filtration et traitement de l'eau de forage
(Zone El-Oued) par les techniques
membranaires**

Soutenu le 28 juin 2010

Devant le jury composé de :

Mr	ROUAHNA Nour Eddine	MA (B)	président
Mr	OUCIF KHALED M.Tayeb	MA (B)	examineur
Mr	FADEL Ammar	MA(B)	Rapporteur

2009-2010

Sommaire

Introduction

générale.....	1
---------------	---

Partie théorique

Chapitre I : L'eau dans la nature

Introduction.....	2
-------------------	---

I-1-Notion de l'eau	2
---------------------------	---

I-2-Différents états de l'eau.....	2
------------------------------------	---

I-3-Cycle de l'eau dans la nature.....	2
--	---

I-4-Classification des eaux.....	3
----------------------------------	---

I-4-1- les eaux de pluie	3
--------------------------------	---

I-4-2- l'eau de surface	3
-------------------------------	---

I-4-3-Les eaux souterraines.....	4
----------------------------------	---

I-4-4-Les eaux de mer.....	4
----------------------------	---

I-5-Les propriétés de l'eau.....	4
----------------------------------	---

I-5-1-propriétés chimiques.....	4
---------------------------------	---

I-5-2-Propriétés bactériologiques	5
---	---

I-5-3-Propriétés physiques.....	6
---------------------------------	---

I-6-Importance d'eau dans la vie.....	7
Chapitre II : présentation de la zone d'El-Oued.....	8
II-1-Cadre géographique.....	8
II-2-Climatologie de région.....	8
a) Température.....	8
b) Pluviométrie.....	8
c) L'Humidité relative.....	8
d) Les Vents.....	9
II-3- Hydrogéologie.....	9
a) Nappe Phréatique.....	9
b) Nappe du Complexe Terminal.....	9
c) Nappe du Continental Intercalaire.....	9
II-4-Le problème des eaux dans la wilaya d'El-Oued.....	9
Chapitre III : Méthode de traitement de l'eau.....	10
Introduction.....	10
III-1- Méthode de traitement.....	10
III-1-2-Traitement physique	10
III-1-1-Traitement chimique	11
III-1-3-Traitement biologique.....	11
III-1-4-Généralités sur les méthodes classiques dans le traitement des eaux	11
III-1-4-1-coagulation.....	11
III-1-4-2-floculation.....	12
III-1-4-3-décantation.....	12
III-1-4-4- filtration classique.....	12

III-1-5-Utilisation les techniques membranaires modernes dans le traitement des eaux.....	12
III-1-5-1-Définition.....	12
III-1-5-2-Caractéristiques des membranes.....	12
III-1-5-3-Généralités sur les différentes techniques membranaires utilisées pour le traitement des eaux.....	13
III-1-5-3-1- Micro filtration	13
III-1-5-3-2- Ultra filtration	13
III-1-5-3-3- Nano filtration	13
III-1-5-3-4- Osmose inverse	14
III-1-6-Le problème majeur des techniques membranaires (Le colmatage).....	15
III-1-7-Comparaison entre la méthode conventionnelle de traitement d'eau et la séparation par membrane.....	16

Partie expérimentale

Chapitre IV : Production d'eau potable par la technique membranaire (osmose inverse).....	17
--	-----------

Présentation.....	17
--------------------------	-----------

IV -1-Définition d'eau potable.....	17
-------------------------------------	----

IV-2-Utilisation la technique membranaire (Osmose inverse) dans le traitement des eaux.....	17
---	----

IV-3-Les appareils.....	19
-------------------------	----

IV-3-1-Pompe.....	19
-------------------	----

IV-3-2-Multi-media filtre.....	19
--------------------------------	----

IV-3-2-1-Filtre à sable.....	19
------------------------------	----

IV-3-2-2- filtre à charbon.....	19
IV-3-3- membrane.....	20
IV-3-4-Filtre changeable.....	21
IV-3-5-Filtre à neutralité.....	21
IV-3-6-Désinfection.....	22
IV-3-6-1-Stérilisation d'eau par UV.....	22
IV-3-6-2-Stérilisation d'eau par le chlore.....	22
IV-4-Les étapes de traitement par osmose inverse.....	23
▪ Prè-traitement.....	23
▪ Phase de pompage.....	23
▪ Phase de séparation par la membrane.....	23
▪ Étape de stabilisation après traitement.....	24
IV-5-Contrôle de la qualité d'eau dans cette station.....	26
IV-5-1-Les analyses dans le cas prétraitement.....	27
IV-5-2-Les analyses dans le cas après traitement.....	27
IV-6-Interprétation des résultats d'analyse.....	27
Conclusion générale.....	29

Dédicace

A ma chère Mère, ma lune dans les nuits, mon bonheur et ma joie qui s'est sacrifié pour me l'espoir dans la vie. Elle était contribué énormément à la réalisation de ce travail

A celui qui a su me donner l'espoir et le courage nécessaire pendant mon long trajet d'étude, à vous mon chère père, je vous estime fort ainsi que je vous aime.

A ma chère grande mère

A mon chère grand père

A mes très chères sœurs et tout la famille

A toute la promotion de Génie des procédés 2010

Remerciements

Avant tout, louange à dieu qui nous a aidés pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos profonde gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur, Mr fadel Ammar d'avoir bien voulu nous encadrer pour avoir suivi avec intérêt et pour son support scientifique et moral pendant toute la durée du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté de faire part à la critique de notre travail.

Nos cordiaux remerciements vont à tout le personnel (chef et travailleurs) de station d'HADJ Bachir (NORD AFRIQUE).

Nous remercions vont aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Introduction générale:

L'eau est la substance la plus répandue sur la terre, elle recouvre trois quarts de la surface du globe terrestre, elle est considérée comme la matière la plus importante pour l'existence de l'homme.

L'eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé, afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites, à ne pas dépasser, pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Notre sujet consiste à étudier les différents procédés de traitement qui permettent de traiter une eau pour la rendre potable, qui parmi ces procédés, il y a des techniques très modernes qui donnent une bonne qualité, qu'on appelle les techniques membranaires.

Ce travail est divisé en deux parties essentielles:

La première présente une étude bibliographique sur les eaux dans la nature, présentation de la région d'EL Oued et des généralités sur les techniques classiques de traitement d'eau, mais en alternatives les technologies membranaires sont développées ces dernières années principalement dans le traitement d'eau potable, cette technologie de séparation fine permet une séparation très poussée.

La seconde est réservée à l'étude expérimentale sur la technique membranaire (osmose inverse) dans le traitement des eaux pour produire l'eau potable.

Enfin, une conclusion générale a été donnée en insistant sur les résultats obtenus et perspectives à entreprendre.

Chapitre I : L'eau dans la nature

Introduction :

L'eau est très présente sur notre planète. Ainsi vue de l'espace, la terre apparaît bleue. Les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70%). La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km^3 sous forme liquide, solide ou vapeur. Cependant, la majeure partie de l'eau (97 %) est contenue dans les océans, est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme. dans ce chapitre nous expliquons sur le cycle de l'eau dans la nature, différents états et aussi les caractéristiques physique, chimique et bactériologique.

I-1-Notion de l'eau: [1]

L'eau, indispensable à la vie. L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur la terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus.

I-2-Différents états de l'eau:[2]

Comme pour la plupart des corps, l'eau peut se présenter sous trois états ou phases : **solide** (glace), **liquide** (eau proprement dite), et **gazeux** (vapeur d'eau) Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau-glace, glace-vapeur, eau-vapeur, selon les conditions de température et de pression.

I-3-Cycle de l'eau dans la nature : [3], [12]

Sur les 1.34 milliards de Km^3 d'eau qui contient notre planète : 97%, sous forme d'eau salée dans les océans, 2.4% constituent les glaciers polaires et 0.6% forme les fleuves, les rivières, les lacs et les nappes souterraines.

Sous l'effet de rayonnement solaire, l'eau superficielle s'évapore et se condense sous forme de nuage puis restituée sur terre par des précipitations.

Une partie de cette eau est prélevée par les êtres vivants pour assurer leurs suivre, puis rejette sous divers formes. Tandis que l'autre partie s'infiltre dans le sol le long des pentes jusqu'aux cours d'eau.

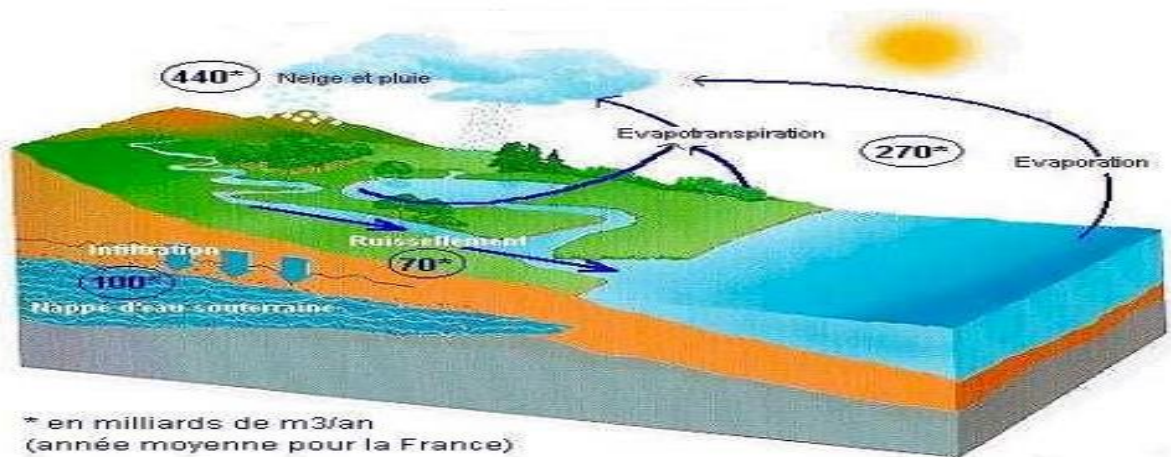


Figure 1 : Cycle de transformation de l'eau dans la nature.

I-4-Classification des eaux :

Pour satisfaire les besoins des villes et industrie on dispose des eaux de différentes origines, sont des eaux de bonne qualité, elles sont saturées d'oxygène et d'azote:

I-4-1-les eaux de pluie:[4]

Sont des eaux de bonne qualité, elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous comme les sels de magnésium (Mg) et calcium (Ca), présent dans l'atmosphère, en raison de sa teneur en dioxyde de carbone CO_2 .

I-4-2-l'eau de surface : [5]

Les eaux de surface comprennent les eaux courantes (cour d'eau: rivières canaux) et les eaux stagnantes ou plans d'eau (lacs retenues de barrage, étangs....).

Il existe trois types des eaux de surface:

- Les eaux de la nature.
- Les eaux de source.
- Les eaux minérales.

I-4-3-Les eaux souterraines : [4]

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution, Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont : turbidité faible, contamination bactérienne faible, dureté souvent élevée concentration élevée de fer et de manganèse.

I-4-4-Les eaux de mer: [4]

Les eaux de mer sont caractérisés par leurs concentrations en sel dissous c'est ce qu'on appelle leur salinité, la salinité de la plus part des eaux de mer varie de 33000à37000 mg/l.

I-5-Les propriétés de l'eau :

I-5-1-propriétés chimiques: [3], [6]

▪ Composition et structure de la molécule d'eau

L'eau c'est un corps incolore inodore et insipide. Composé de la combinaison de 2 atomes d'H et un atome d'O. Bien que la formule H_2O soit relativement simple, il existe de très nombreuses combinaisons possibles des éléments hydrogène et oxygène qui comportent chacun plusieurs isotopes.

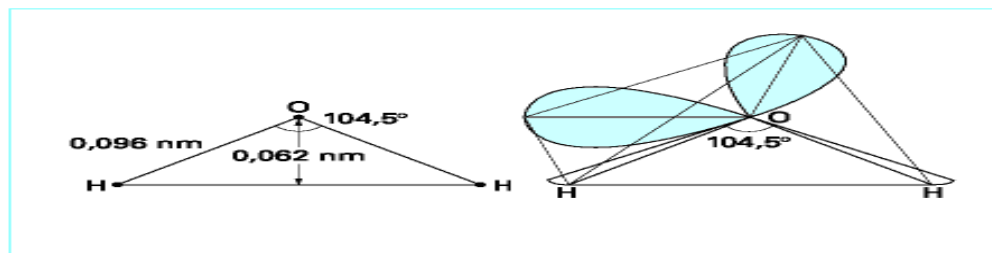


Figure 2: géométrie de la molécule d'eau.

Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'associations possibles entre les molécules d'eau; il donnera lieu à bien des anomalies physiques que nous signalons brièvement.

La molécule d'eau est constituée d'un édifice électronique stable, qualitativement semblable au néon, qui cependant ne réalise pas un équilibre électrique parfait.

En effet, à cause de l'électronégativité marquée de l'oxygène, et de sa tendance à accaparer les deux électrons d'hydrogène, il s'ensuit une déformation de la structure à l'origine des caractéristiques géométriques essentielles de la molécule d'eau, qui est dissymétrique et conforme au schéma angulaire de la (figure 2).

Du point de vue électrique, cela se traduit par un caractère polaire de la molécule d'eau (figure 3), présentant un moment électrique permanent, qui permet d'expliquer les extraordinaires, pour ne pas dire aberrantes, propriétés de l'eau, qui font qu'elle n'a pas les caractéristiques d'un liquide parfait.

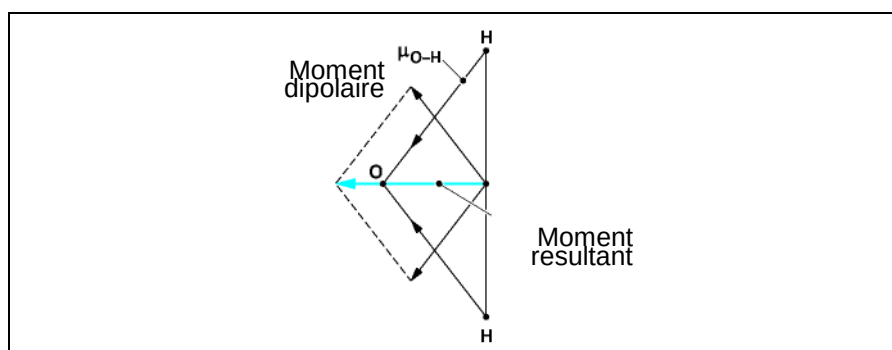


Figure 3 : Polarité de la molécule H₂O et des liaisons O-H.

I-5-2-Propriétés bactériologiques: [3], [6], [7]

La propriété physicochimique de l'eau ainsi que sa possibilité de dissoudre les gaz, les matières organiques et minérales ont fait de l'eau un milieu favorable pour la multiplication et croissance de plusieurs micro-organismes, virus champignon et bactéries.

I-5-3-Propriétés physiques : [3], [6], [7]

Les valeurs des principaux constants physiques de l'eau sont rassemblées dans le tableau 1.

<u>Eau liquide</u>	
Température d'ébullition sous 60 mmHg (101325Pa).....	100°C
Capacité thermique massique à 15 °C.....	4.1868 j-1
Enthalpie de vaporisation à 100 °C.....	2252.5 j-1
Conductivité thermique à 20 °C.....	5.98MW.cm-1 23.8M.cm80
Résistivité	1.33300
Permittivité relative à20 °C.....	1g (par définition)
<u>Eau solide</u>	
Température de fusion.....	0°C (par définition)
Capacité thermique massique	3.09 j-1
Enthalpie de fusion sous 760mmhg (101325.02 Pa).....	333.27 j-1 877.128 Pa
Tension de vapeur à 0 °C.....	1.30907
Indice de réfraction pour la raie D.....	0.91649
<u>Eau vapeur</u>	
Conductivité thermique à 100°C.....	0.231MW.cm-1
Densité par rapport à l'air.....	0.62337
Indice de réfraction pour la raie D à 100 °C	1.00259

Tableau 1: propriétés physiques de l'eau.

I-6-Importance de l'eau dans la vie : [6]

L'eau constitue 65% du poids de l'être humain, soit 80% de son sang, 75% dans son crâne 20% dans ses os et 80% dans ses muscles les besoins journaliers différent en fonction de plusieurs paramètres notamment les conditions climatiques et la qualité de l'eau, néanmoins elle restent de l'ordre de 150-250 L/ jour et même 350 L/ jour .

Chapitre II : Présentation de la zone d'El-Oued

II-1-Cadre géographique : [8], [9]

La wilaya d'El Oued est située au Nord-Est du Sahara Septentrional, elle s'étend sur une superficie de 44.586 km² avec une population de plus de 500.000 habitants donnant ainsi une densité de 12 hab/km². La topographie se distingue par une importante dénivelée entre la ville d'El-Oued et d'El-Méghaier respectivement de 75 m et -6 m.

CARTE GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA D'EL OUED



Figure4: carte géographique représente la région d'El Oued Souf (Encarta, 2005).

II-2-Climatologie de région:[8], [10]

Le Climat de la région est de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver frais et doux.

a) Température: la température peut atteindre 46°C en été, et entre 5°C et 21°C en hiver. Néanmoins nous remarquons un micro climat au niveau de Oued Righ, vu l'immensité de la palmeraie qui modifie relativement les paramètres climatique.

b) Pluviométrie: la wilaya d'El Oued est caractérisée par des irrégularités dans le temps et dans l'espace. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée dans la wilaya d'El Oued est de l'ordre de 50mm.

c) L'Humidité relative: l'Humidité relative varie entre 26 et 70 %, selon les saisons.

d) Les Vents: Les vents ont une direction Est - Nord-est sont les plus fréquents avec une vitesse moyenne de 45km/h.

II-3-Hydrogéologie : [11]

Du point de vue hydrogéologie, la wilaya d'El Oued est représentée par deux systèmes acquièrent, à savoir: le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire. Ces deux systèmes sont surmontés par une nappe libre appelée nappe phréatique.

a) Nappe Phréatique

Elle existe au niveau de toute la wilaya, constituée essentiellement par des formations sableuses et sa profondeur peut atteindre 40m, cela varie d'une zone à une autre.

b) Nappe du Complexe Terminal

Le complexe terminale dans la région existe sous forme de trois nappes , Les deux premières correspondent aux nappes des sables d'âge mio-pliocène et Pontien, la dernière est celle des calcaires d'âge sénono-Eocène.

c) Nappe du Continental Intercalaire

Le Continental Intercalaire, occupe l'intervalle stratigraphique entre la base du Trias et le sommet de l'Albien. Sa profondeur varie entre 1600 et 2000m, peut atteindre 2220m cas de D4 F9 Forage « AGID » situé à Méghaier. L'épaisseur utile peut atteindre 900 m.

Cet aquifère est à ce jour capté pour l'alimentation en eau potable des agglomérations ainsi que pour l'irrigation des périmètres agricoles.

II-4-Le problème des eaux dans la wilaya d'El-Oued : [9]

Les résultats d'analyse d'eau de différents forages situés dans la wilaya d'El-Oued, montrent :

-La teneur en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} est très élevée donc l'eau est très dure.

-L'eau de ces forages contient le fluor avec un taux très élevé par comparaison à la valeur normale, qui peuvent causer une maladie durable appelée la fluorose dentaire.

Chapitre III : Méthode de traitement de l'eau

Introduction :

L'initiative pour l'amélioration de la qualité de l'eau de surface (IAQES) a été financée par l'entente Canada Saskatchewan sur le plan vert en agriculture dans le but de rechercher des solutions abordables et fiables aux problèmes de qualité de l'eau des exploitations agricoles des prairies. L'une des manières d'obtenir de l'eau de bonne qualité et sans danger pour la consommation domestique (boisson et cuisine) consiste à utiliser un système domestique de traitement de l'eau.

Aucun processus de traitement de l'eau ne peut s'appliquer de façon universelle. Chaque procédé comporte des limites et est généralement combiné à plusieurs autres systèmes pour fournir une eau d'une qualité appropriée compte tenu de l'approvisionnement disponible.

La qualité de l'eau prend en considération:

- les caractéristiques générales de quelques systèmes domestiques de traitement de l'eau.
- la nécessité d'appliquer un traitement suivant le principe des « barrières multiples » afin de garantir la nocuité de l'eau.
- l'importance d'analyser la qualité de l'eau.
- les exigences générales de fonctionnement et d'entretien.

III-1-Méthode de traitement :

III-1-1-Traitement physique : [13]

Le procédé de traitement de l'eau le plus répandu est le procédé physique de filtration. Par exemple, les filtres au sable permettent d'enlever les grosses particules présentes dans l'eau. Les filtres au charbon actif granulaire (CAG) filtrent les particules de l'eau et adsorbent les matières organiques dissoutes et autres contaminants. La capacité d'adsorption d'un filtre au CAG est limitée; celui-ci est « usé » ou « épuisé » lorsque le

charbon ne peut plus adsorber les contaminants. Le charbon favorise également la croissance des bactéries et insectes, ce qui risque de compromettre le fonctionnement du filtre et la qualité de l'eau. Pour ces raisons, il est recommandé de remplacer le charbon dès que sa capacité d'adsorption est épuisée. Ces techniques de filtration sont communément utilisées pour les sources d'eau de surface, et elles doivent être suivies d'une stérilisation afin de fournir une eau potable sans danger.

III-1-2-Traitement chimique:[13]

L'oxydation: si les eaux brutes contiennent beaucoup des matières organiques, ou encore de l'ammoniac NH_3 , de fer ou du manganèse, une étape d'oxydation préalable est nécessaire. Elle permet d'éliminer plus facilement ces substance au cours de l'étape suivante dite de clarification on utilise pour cela un oxydant comme le chlore ou l'ozone.

III-1-3-Traitement biologique :[13]

Les procédés biologiques de traitement de l'eau sont fréquemment utilisés dans les petites et grandes stations municipales de traitement d'eau en Europe et deviennent de plus en plus intéressants pour les stations de traitement nord-américaines. Les procédés biologiques reposent sur la vie biologique existante dans l'eau. Ils consistent à optimiser dans l'eau les conditions favorables au développement de l'activité biologique souhaitable dans le groupe de filtration. Ce procédé est conçu pour éliminer par biodégradation les éléments indésirables, comme les matières organiques dissoutes, le fer ou l'arsenic. De plus, certains procédés biologiques sont censés « régénérer » la capacité d'absorption du charbon épuisé.

III-1-4-Généralités sur les méthodes classiques dans le traitement des eaux:

III-1-4-1-coagulation: [7], [14]

La coagulation est la déstabilisation des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique coagulant.

III-1-4-2-floculation: [7], [15]

C'est l'agglomération des particules déstabilisées en micro floc et ensuite en flocons plus volumineux que l'on appelle floc. On peut rajouter un autre réactif appelé flocculant ou adjuvant de floculation.

III-1-4-3-décantation: [14]

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente de MES et colloïdes (rassemblés sous forme de floc après un étape de coagulation floculation).

III-1-4-4- filtration classique: [4]

La filtration est un procédé physique destiné à clarifier un liquide qui contient des matières solides en suspensions en faisant passer à travers un milieu poreux, les solides en suspension ainsi retenus par le milieu poreux accumulent: il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

III-1-5-Utilisation des techniques membranaires modernes dans le traitement des eaux :

III-1-5-1- Définition :[16]

Les membranes sont des matériaux synthétiques qui servent de tamis très fin pour produire une petite quantité d'eau traitée en rejetant un grand volume d'eau de mauvaise qualité.

III-1-5-2-Caractéristiques des membranes : [16]

Les membranes possédant des propriétés intrinsèques, tel que le seuil de coupure, la charge électrique du pore et de la surface, ainsi que la taille du pore qui influent sur leurs interactions avec les solutés et par conséquent sur la qualité de séparation.

III-1-5-3-Généralités sur les différentes techniques membranaires utilisées pour le traitement des eaux :[13]

Il y a quatre principaux procédés membranaires qui sont utilisés pour produire de l'eau potable: MF, UF, NF et OI. Ces procédés sont tous des procédés où la force motrice de transport à travers la membrane est un gradient de pression. Comme cela est expliqué ci-dessous, les membranes de MF, de UF, de NF et d'OI diffèrent par leur structure poreuse et donc par la taille des particules et des molécules qui peuvent être retenues.

III-1-5-3-1-Micro filtration:[7], [13]

Ce procédé de séparation solide-liquide met en œuvre des membranes dont les diamètres de pores, des bactéries et indirectement des colloïdes et de certains ions après fixation de ces derniers sur des plus grosses particules obtenues par complexation, précipitation ou de pores sont compris entre 0,1 et 10 μm . Il permet donc la rétention des particules en floculation.

III-1-5-3-2-Ultra filtration : [7], [13], [16]

L'ultrafiltration utilise des membranes microporeuses dont les diamètres de pores sont compris entre 1 et 100 nm. De telles membranes laissent passer les petites molécules (eau, sels) et arrêtent les molécules de masse molaire élevée (polymères, protéines, colloïdes). Pour cette raison, cette technique est utilisée pour l'élimination de macro solutés présents dans les effluents ou dans l'eau à usage domestique, industriel (électronique) ou médical.

III-1-5-3-3-Nano filtration : [13], [16]

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

III-1-5-3-4-Osmose inverse : [7], [13], [16]

L'osmose inverse utilise des membranes denses qui laissent passer l'eau et arrêtent tous les sels. Le phénomène d'osmose est un phénomène qui tend à équilibrer la concentration en solutés de part et d'autre d'une membrane semi-perméable. Le phénomène d'osmose est un phénomène naturel courant, notamment à travers les membranes cellulaires.

La membrane semi-perméable laissera passer le solvant (le soluté ne passe pas) pour équilibrer la concentration. La différence de concentration crée une pression, appelée pression osmotique. Pour inverser le passage du solvant et augmenter la différence de concentration, il faut appliquer une pression supérieure à la pression osmotique.

La figure suivante permet de situer les différentes techniques par rapport à la taille des pores des membranes et des pressions utilisées et par rapport à quelques exemples connus des composés présents dans les eaux. En général, un procédé comprend plusieurs opérations. Pour cela, Le terme d'opération membranaire est plus approprié que celui de procédé membranaire.

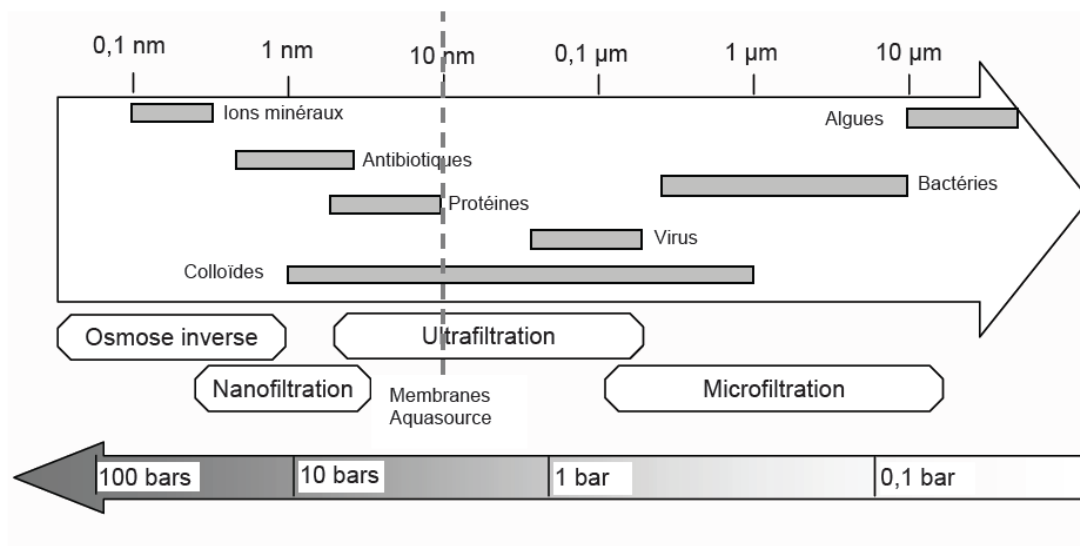


Figure 5 : Rétention des différents types de solutés selon le procédé membranaire – pression d'utilisation.

III-1-6-Le problème majeur des techniques membranaires (Le colmatage): [16]

La présence des colloïdes, des ions et la matière organique dans l'eau peut provoquer le colmatage des membranes, qui est le problème majeur dans l'application de la technologie membranaire

❖ définition:

Le colmatage peut être défini comme l'ensemble des phénomènes qui interviennent dans la modification des propriétés filtrantes d'une membrane. Il s'agit de phénomènes physiques, chimiques, biologiques, se produisant à l'interface membrane- solution ou dans le volume poreux, dont la conséquence est une **obstruction de pores** entraînant à la fois des variations de perméabilités et de sélectivité. Le colmatage des membranes engendre la diminution du flux du perméat, causé par l'accumulation de certains composés sur la surface, ou dans la matrice de la membrane.

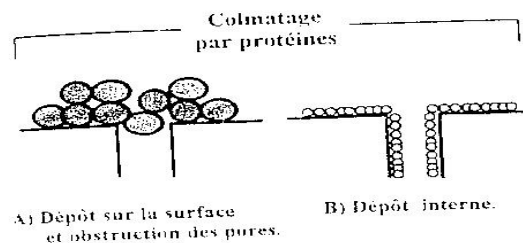


Figure6: Les différentes formes du colmatage.

III-1-7-Comparaison entre la méthode conventionnelle de traitement d'eau et la séparation par membrane:

Les techniques membranaires	Les méthodes classiques de traitement d'eau
❖ L'investissement est très faible. ❖ Le système est très simple et l'installation est plus petite. ❖ Les bactéries sont enlevées de l'eau et pas seulement inactivées. ❖ Le système est propre, et n'a pas d'effet négatif sur l'environnement. ❖ La microfiltration donne une bonne qualité d'eau (goût et odeur nul). ❖ Le système minimise l'utilisation des produits chimiques (chloration pour la protection microbienne). ❖ La turbidité d'eau d'alimentation n'affecte pas sur la qualité d'eau filtrée.	❖ Le système est très compliqué et l'installation est très grande. ❖ Une large utilisation des produits chimiques (sont des méthodes physico-chimiques). ❖ La qualité d'eau produite est indésirable (mauvais goût causé par la matière organique). ❖ Les bactéries ne sont pas enlevées mais inactivées par l'eau de javel. ❖ La boue produite est riche en produits chimiques (Al...) donc à des effets négatifs sur l'environnement, et diffuse une odeur indésirable.

Tableau 2: présentation des avantages des techniques membranaires et des inconvénients des méthodes classiques dans le traitement des eaux.

Chapitre IV : Production d'eau potable par la technique membranaire (osmose inverse)

Présentation:

Fondée Direction Afrique du Nord d' Hadj Bachir, l'eau propre en Juin du 2005. Et les 12 mineurs ont été actifs au cours des 3 stations de purification de l'eau.

- La station initiale 15000 m³/h
- La deuxième station 25000 m³/h
- La troisième station 13000 m³/h

Ils comprennent également les analyses de laboratoire d'eau et de conduire une analyse de l'eau une fois et au moins un jour.

A été créé ainsi un forage de profondeur de 288 m, équipé d'une capacité de pompe de 470m³/h, le niveau statique est 33.6m et le niveau dynamique est 36m , où les pompes à eau sont stockées dans un réservoir d'une capacité de 150000 m³.

IV-1-Définition d'eau potable : [11]

L'eau potable est l'eau propre à la consommation humaine et à qui s'applique toutes les caractéristiques qui lui sont spécifiques et qui sont mentionnées dans norme standard.

IV-2-Utilisation la technique membranaire (osmose inverse) dans le traitement des eaux: [22]

❖ Définition:

L'osmose inverse est un procédé qui a pour but la production d'eau déminéralisée destinée à divers usages dans le milieu industriel ou chez les particuliers.

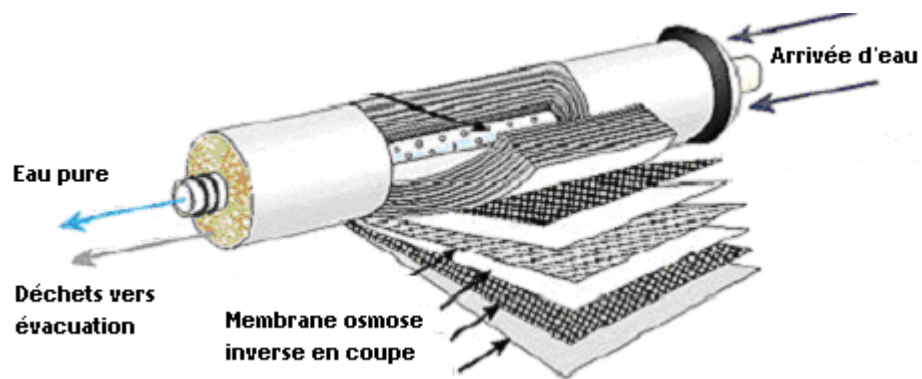


Figure7: le procédé d'osmose inverse

L'eau par osmose inverse est idéale. Sont ainsi éliminés totalement ou en quasi- totalité, nitrates, pesticides, bactéries, microbes, amiante, herbicides, calcaire, mercure, plomb, et autres métaux lourdsLa membrane osmose inverse permet la filtration la plus fine; aucun autre filtre n'atteint ce niveau. Cette qualité de filtration est possible dans la mesure où la membrane est en bon état de fonctionnement.

❖ Principe de l'osmose inverse:

Pression osmotique: l'osmose est le transfert de solvant à travers une membrane sous l'effet d'un gradient de concentration. Si on considère un système à deux compartiments séparés par une membrane semi sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes, l'osmose se traduit par un flux d'eau dirigée de la solution diluée vers la solution concentrée.

Mécanisme diffusionnel: en osmose inverse les transferts de solvant et de soluté se font par solubilisation - diffusion: toutes les espèces moléculaires (soluté et solvant) se dissolvent à travers la membrane et diffusent à l'intérieur de celle-ci comme dans un liquide sous l'action d'un gradient de concentration et de pression. Le transfert ne dépend donc plus de la dimension des particules mais de leur solubilité dans le milieu membranaire. Les séparations sont donc d'origine chimique et sont liées au pouvoir solvant de la membrane.

IV-3-Les appareils:

IV-3-1-Pompe:

L'unité de pompage: L'objectif est de pomper l'eau du puits de profondeur 288 m, avec une pompe à haute pression vers un réservoir de stockage pour précipiter les impuretés.



Figure 8: Pompes.

IV-3-2-Multi-media filtre:

IV-3-2-1-Filtre à sable: ce sont des grands tubes, où la filtration se fait sur une couche de sable pour éliminer les impuretés et la matière en suspension.

IV-3-2-2-Filtre à charbon: Ce sont des colonnes contenant une couche de carbone, l'eau brute passe par cette couche pour éliminer le chlore, car le chlore a un effet négatif sur les membranes.

Le charbon activé haute performance (HAC) peut-être utilisé pour une multitude d'applications pour le traitement de l'eau pour la réduction du chlore, du goût et odeurs.



Figure 9: Multi-media filtre.

IV-3-3- membrane : C'est un tissu qui compose de 400 couches de nature acide humiques, les pores de ces membranes allant de 10 angströms à 100 microns, ces membranes permettent d'éliminer les sels dissous.



Figure 10: Membrane.

IV-3-4-Filtre changeable : Est un dispositif utilisé pour ajuster le pH de l'eau souvent environ 5 à 7.5. Il ajuste le pH par d'échangeuse d'ions.

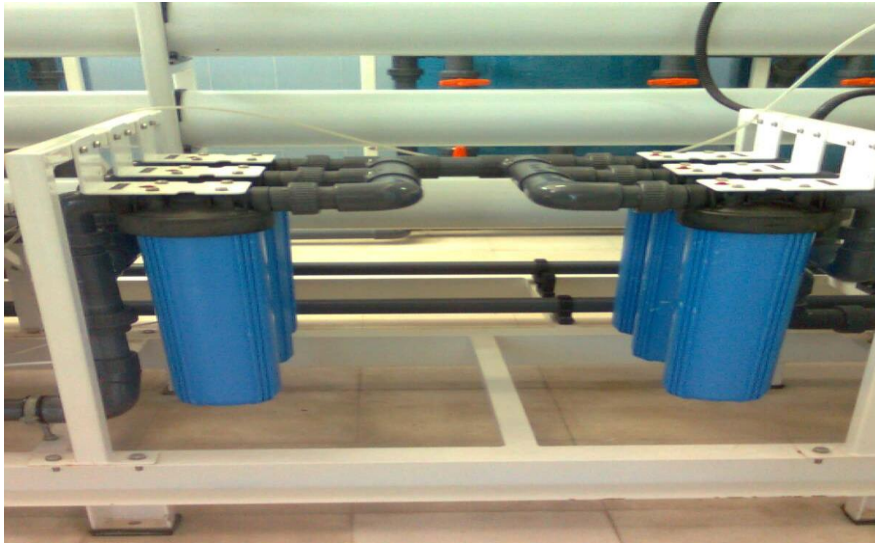


Figure 11: Filtre changeable.

IV-3-5-Filtre à neutralité: est un grande colonne, comporte des résines échangeuse d'ions et cations, ce dernière donne les ions (CaCO_3 , CaO) d'eau filtre.



Figure 12: Filtre à neutralité.

IV-3-6-Désinfection:

IV-3-6-1-Stérilisation d'eau par UV : c'est un procédé de désinfection connu, basé sur un principe purement physique, détruisant les micro-organismes susceptibles de provoquer des maladies. Le traitement s'effectue par l'effet germicide des rayons ultraviolets sur les microbes, virus, bactéries et champignons.



Figure 13: appareil de stérilisation d'eau par UV.

IV-3-6-2- Stérilisation d'eau par le chlore : Le chlore est un désinfectant puissant, traditionnellement utilisé pour le traitement de l'eau potable municipal.

- Le chlore donne un goût caractéristique à l'eau.
- Certains dérivés chlorés sont dangereux
- L'installation nécessite le transport et le stockage de produit toxique.
- L'efficacité du chlore dépend du pH de l'eau.



Figure 14:appareil de stérilisation d'eau par le chlore.

IV-4-Les étapes de traitement par osmose inverse:

- **Prè-traitement:** est transformé en une eau d'alimentation en conformité avec les conditions de travail des membranes et d'être libre de matières en suspension par:
 - Multimedia Filtre
 - Cartridge Filtre
 - Adjustementle pH
- **Phase de pompage:** dans cette étape de pompage des effluents traités au niveau de pression initial approprié pour les membranes et par la proportion de sel dans l'eau brute.
- **Phase de separation par la membrane:** dans cette étape, les membranes d'osmose inverse perméent de séparer les sels dissous sur l'eau filtre, ces sels va rajettés.

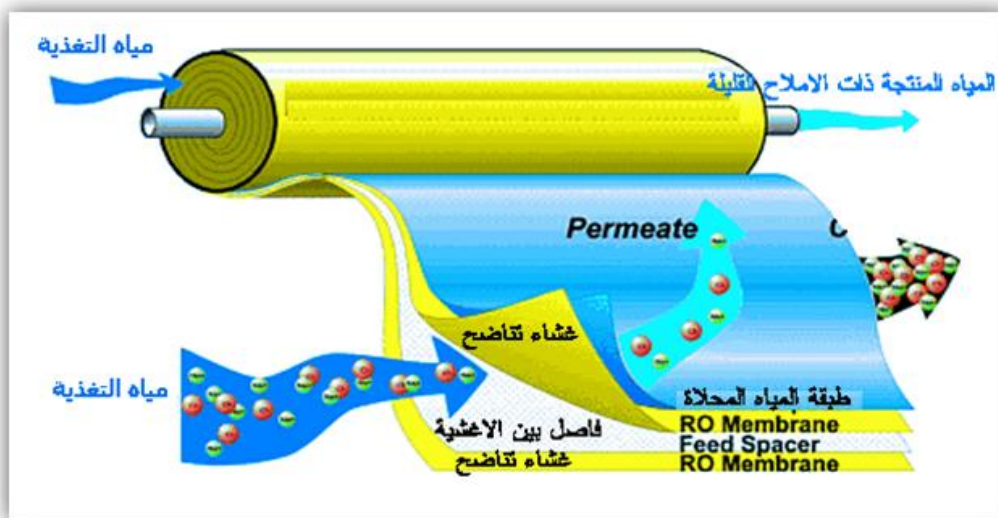


Figure 15: schéma présente l'opération d'osmose inverse.

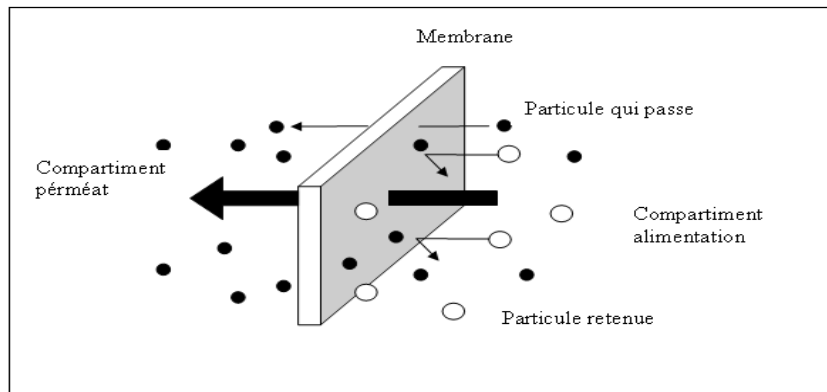


Figure 16: Membrane sélective (adapté après Malleval et al., 1996).

- **Étape de stabilisation après traitement:** après la filtration d'eau de forage par l'osmose inverse on doit stabiliser le nombre d'Hydrogène (ajustement de pH) environ 5 à 7.5, et ensuite on strélise l'eau par le chlore pour inactive les virus et les bacterises.

IV-5-Contrôle de la qualité d'eau dans cette station:

Dans ce travail, on a mesuré les paramètres physicochimiques suivantes:

- **pH:** Le pH de l'eau traduit son acidité ou son alcalinité par sa concentration en anhydride carbonique lié minéralisation totale. C'est un facteur déterminant de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des canalisations et de l'action du chlore lors de la désinfection pour ces raisons, les normes préconisent un pH compris entre (6.5 -8.5). **[19]**
- **Totale des Solides Dissous (TDS):** la précipitation Totale des Solides Dissous (TDS). Le chiffre TDS indique les milli grammes par litre des solides présents dans l'eau. **[20], [21]**
- **Dureté ou hydrotimétrie (TH):** La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, manganèse. **[19]**
- **Titre alcalimétrique (TA):** Permet de connaître la teneur hydroxyde (OH^-), la moitié de la teneur en carbonates CO_3^{-2} et un tiers environ des phosphates présentes. **[21]**
- **Titre alcalimétrique complet TAC:** Correspond à la teneur en OH^- , CO_3^{-2} , HCO_3^- pour des pH inférieurs à 8.3, la teneur en ions OH^- et CO_3^{-2} est négligeable ($\text{TA} = 0$). dans ce cas, la mesure du TAC correspond au dosage des bicarbonates seuls. les bicarbonates sont dosés par un acide fort en présence d'un indicateur coloré. **[20], [21]**

IV-5-1- Les analyses dans le cas prétraitement:

Déterminations	Résultats	Normes	Méth.Utilisées
PH à 25°C	7.8	6.5----8.5	NA 751/90
TH (Dureté)	1444	<50 °F	NF T90-003
TDS (Total des Sel Dissous)	1682 mg/l	/	J, Rodier
TA (Alcalinité Composite)	0°F	/	Iso 9963-1
TAC (Alcalinité Total)	116 °F	≥2.5 °F	Iso 9963-1

Tableau3: résultats des analyses prétraitement.

IV-5-2-Les analyses dans le cas après traitement:

Déterminations	Résultats	Normes	Méth.Utilisées
PH à 25°C	7.65	6.5----8.5	NA 751/90
TH (Dureté)	5.9	<50 °F	NF T90-003
TDS (Total des Sel Dissous)	235 mg/l	/	J, Rodier
TA (Alcalinité Composite)	0 °F	/	Iso 9963-1
TAC (Alcalinité Total)	2.1 °F	≥2.5 °F	Iso 9963-1

Tableau4: résultats des analyses après traitement.

IV-6-Interprétation des résultats d'analyse:

D'après les résultats d'analyse physico-chimique obtenus, nous avons remarqué que :

- ❖ Les valeurs de pH entre (6.97-7.53) et ces valeurs en accord avec les valeurs normales.
- ❖ Le taux des sels dissous est très élevé.
- ❖ La turbidité est faible (inférieur à 5 NTU) à cause de l'absence de la matière en suspension.

- ❖ Le titre alcalimétrique simple (TA) est nul donc l'eau ne contient pas des hydroxydes et des carbonates.
- ❖ Le titre alcalimétrique complet (TAC) est très élevé à cause de la quantité importante des bicarbonates dans l'eau.
- ❖ La dureté total TH est très élevé par comparaison avec la valeur normale, à cause de la quantité importante de calcium et magnésium dans l'eau.

Conclusion générale:

Les techniques classiques de traitement des eaux (coagulation – floculation-décantation-filtration sur sable, stérilisation) présentent plusieurs inconvénients :

- ✓ Mauvaise coagulation/floculation.
- ✓ Mauvaise décantation donc colmatage rapide des filtres.
- ✓ Consommation des réactifs chimiques.
- ✓ Boues à gestion difficile polluantes de l'environnement.
- ✓ Production d'organochlorés cancérigène de mauvais goût.

Et pour ce la les techniques membranaires remplacent les techniques précédentes.

Dans notre sujet on a étudié la possibilité de produire l'eau potable par les nouvelles techniques membranaires (Micro filtration- Ultra filtration - Nano filtration - Osmose inverse) .La nano filtration et l'osmose inverse sont très importantes dans les dernières années dans le traitement des eaux salées comme dans notre région El-Oued car ces eaux caractérisent par un taux élevé en sels, le fluor par exemple, ce dernier qui provoque des maladies très dangereuses sur la santé de l'être humain.

Finalement on a fait quelques analyses sur les eaux de la région El-Oued, et on a trouvées des résultats très efficaces de cette technique membranaire (osmose inverse).

Les annexes

***Les tableaux:**

- Tableau1: propriétés physiques de l'eau.
- Tableau2: présentation des avantages des techniques membranaires et des inconvénients des méthodes classiques dans le traitement des eaux.
- Tableau3: résultat des analyses prétraitement.
- Tableau4: résultat des analyses après traitement.

***Les figures:**

- Figure 1 : Cycle de transformation de l'eau dans la nature.
- Figure 2: géométrie de la molécule d'eau.
- Figure 3 : Polarité de la molécule H₂O et des liaisons O-H.
- Figure 4 : Polluants rencontrés dans les eaux et principales technique pour les éliminer.
- Figure 5: Rétention des différents types de solutés selon le procédé membranaire – pression d'utilisation.
- Figure 6: Les différentes formes du colmatage.
- Figure7: le procédé d'osmose inverse.
- Figure 8: Pompes.
- Figure 9: Multi-media filtre.
- Figure 10: Membrane.
- Figure 11: Filtre changeable.
- Figure 12: Filtre à neutralité.
- Figure 13: appareil de stérilisation d'eau par UV.
- Figure 14: appareil stérilisation d'eau par le chlore.
- Figure 15: schéma présente l'opération d'osmose inverse.
- Figure 16: Membrane sélective (adapté après Malleviale et al. 1996).

- Figure 17:schéma décrit les étapes de traitement l'eau par l'osmose inverse.

***Les abréviations:**

NTU: Néphélémétrie Turbidité Units

MES: Matière En Suspension

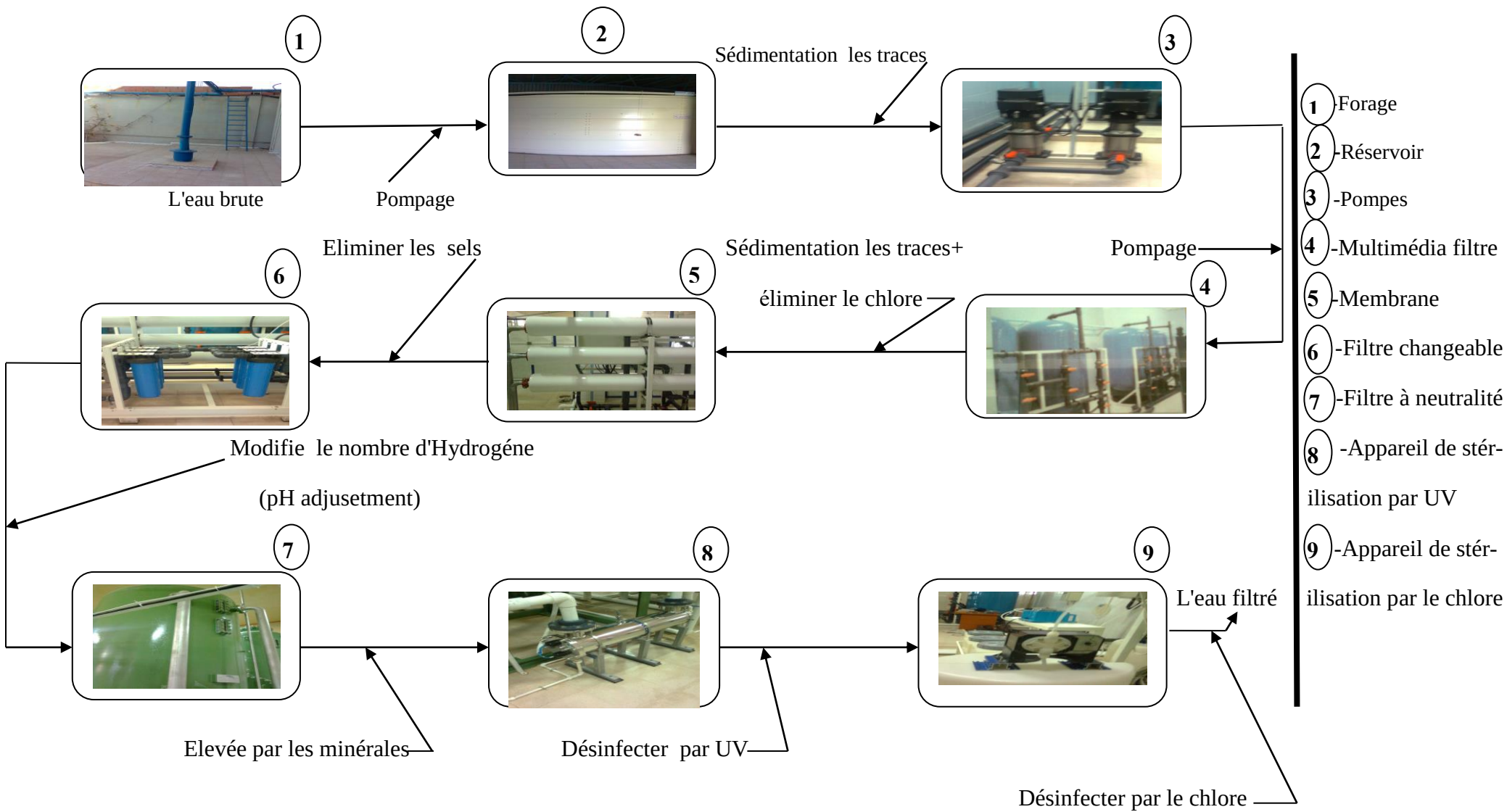


Figure 17:schéma décrit les étapes de traitement l'eau par l'osmose inverse

Références bibliographiques

- [1]-<http://www.wikipédia.com>, 24-05-2010
- [2]-Jean-Claude Boeglin, Propriétés des eaux naturelles, Techniques de l'Ingénieur, nance, p 4-6.
- [3]-Le conseil supérieur de la pêche (CSP), dont les missions comprennent l'information et l'appui. Technique aux administrations concernant les milieux, les espèces et les activités halieutiques.
- [4]-RAYMOND DESJARDINS, «le traitement de eaux» paris 1987.
- [5]-
http://www.ifen.fe/donness_essentielles/eau/ressources_en_eau/les_eaux_de_surface.htm ,
12-05-2010
- [6]- L'appui aux services chargés de la police de l'eau, l'évaluation et la gestion des ressources et les études du fonctionnement des nappes.
- [7]-Mohaned-Saïd OUALI (professeur), (05/2001), cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux.
- [8]- Cherad.H, impacts environnementaux de la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la region d'Oued souf, Mémoire de fin d'étude, CU d'El Oued, p.2-10.
- [9]- Adnane Moul-Zineb et R .Abdelhamid Ghendouz, Etude isotopique et hydro chimique de la remontée des eaux de la nappe phréatique de la région de oued-souf, rapport final de synthèse.
- [10]- S.benhamiaa, rapport de synthèse sur la remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région d'oued-souf, étude de synthèse.
- [11]- Code de l'environnement.
- [12]-ZELLA Lakhdar, SMADHI Dalila, l'eau la gouvernance et l'ethique, (10/2006).
- [13]- [http://www. Ademe .FR/partenaires/boues/pages/f14.htm](http://www.Ademe.FR/partenaires/boues/pages/f14.htm), 06-06-2010.
- [14]- F.EDELINE, «l'épuration physico chimique des eaux (théories et technologie) Edition entièrement revue et complétée. 4^e
- [15]- DEGRMONT, «Mémento technique de l'eau- tome1 », édition : DEGREMONT - 1989.

- [16]- FADEL AMMAR, Traitement des eaux potables par des procédés membranaire – Etude expérimentale et modélisation, Université FARHAT ABBAS, Sétif 2005-2006 « Thèse de magister »
- [17]- MANAA ZOUBIR, FADEL AMMAR, production d'eau potable par micro filtration, Université FARHAT ABBAS –Sétif 2001-2002. « Thèse d'ingénieur ».
- [18]- Maxime Pontié, Les techniques séparatives pour l'environnement, Paris 2001.
- [19]- Baabda A, Caractérisation des eaux destinées à la consommation humaine, module : chimie des eaux, PG Ouargla,2007-2008.
- [20]- <http://www.pureprofrance.fr/quelle-eau-boire.htm> ,04-06-2010
- [21]- Mme Ladel, (1999), Contrôles des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation. Mémoire, Université Tizi Ouzou, p. 6-10.
- [22]- Mme DEROUICHE, traitement des eaux de process dans l'industrie pétrolière, école boumerdes UFR drilling production et réservoir engineering.

Résumé:

Les inconvénients des techniques classiques de traitement des eaux ont aidé à la découverte de nouvelles techniques qui ont connu un développement considérable surtout ces temps.

Dans ce sujet, on aborde la possibilité de produire des eaux potables à travers son traitement aux tissus synthétique et l'importance de ces dernières en niaiserie de qualité et de quantité surtout à oued souf que ses eaux se caractérisent de forts pourcentages de sel, de fluor et la turbidité, et qui peuvent causer de graves maladies.

Enfin, nous avons fait des analyses avant et après traitement et nous sommes parvenus à prouver la nécessité de ces techniques dans la production des eaux potables.

Mots clés: traitement des eaux, purification, les membranes, eau potable.

ملخص:

إن سلبيات التقنيات الكلاسيكية لمعالجة المياه ساعدت على اكتشاف التقنيات الحديثة والتي شهدت تطورا كبيرا خاصة في الأونة الأخيرة.

ولقد تطرقنا في هذا الموضوع إلى إمكانية إنتاج مياه صالحة للشرب من خلال معالجتها بتقنيات الأغشية الاصطناعية وأهمية هذه الأخيرة خاصة بمنطقة وادي سوف والتي تمتاز مياهها بنسب عالية لكل من: الأملاح, الفلور, القساوة ... والتي قد تتسبب في أمراض خطيرة . وفي الأخير أجرينا بعض التحاليل لهذه المياه قبل وبعد المعالجة ووصلنا إلى نتائج تؤكد ضرورة هذه التقنية لإنتاج مياه صالحة للشرب .

مفاتيح الكلمات : معالجة المياه, تصفية, أغشية اصطناعية, ماء صالح للشرب.