



كلية العلوم والتكنولوجيا
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم
Université de Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
faculté des sciences et de la technologie



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

N°D'ordre :!..... /Gp/2023

Mémoire de fin d'étude Master Académique

Filière : Génie des procédés

spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Thème

**Etude comparative entre l'eau de
dessalement et quelques eaux potable au
sein de l'ADE Mostaganem**

-Présenté par :

1-AZREUG Zohra

2-LADJAL Amina

Soutenue le 24 /06/2023 devant par le jury composé par

Présidente : M^{me} MEKIBES Zohra Grade : MCB Université
Mostaganem

Examinatrice : M^{me} DRIOUECH Aouatef Grade : MCA Université Mostaganem

Encadrante : M^{me} BOUBEGRA Naima Grade : MCA Université Mostaganem

Année universitaire : 2022-2023

Dédicace

C'est avec un cœur plein de joie que je dédie ce modeste travail .

Aux deux bougies

Qui s'allument pour éclairer mon chemin :

Ma très chère mère exemple de courage, qui n'a pas cessée de

M'encourager et prier pour moi et qui représente pour moi la

Source de l'amour et de la tendresse.

Mon très cher père exemple de sagesse,

Qui a toujours cru en moi et mis tous ces efforts pour mon éducation

Et mon bien être et ma réussite.

A mes adorables frères et sœurs :

YOUCEF, ZINEB, FATIMA, NADJET.

A mon binôme ZOHRA.

A toute la famille ; LADJAL.

A toute la promotion 2022/2023.

AMINA

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A MA CHERE MERE

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A MON TRES CHER PAPA

Le symbole de ma droiture, de sa générosité, et sa tendresse. .Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consenti pour mon éducation.

A MES CHERS ET ADORABLES FRERES

Mohamed la prunelle de mes yeux, Younes mon petit frère que j'adore. Amal la douce et Ilham l'aimable que j'aime Profondément

A MES CHERS PETITS NEUVEUX ET NIECES

Roumaissa Assil, Mohamed Amine, Hafssa

Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous.

A MA GRANDE MERE

Qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur.

A MON CHER BINÖME Amina et à toute sa famille A toutes mes amies

Zohra

Remerciements

Avant tout, nous remercions DIEU qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de courage pour achever nos études. Tout d'abord nos respectueux remerciements à tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail.

Nous remercions chaleureusement notre encadreur BOUBEGUERA NAIMA de nous avoir orientés par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier aussi : Les membres de jury Mm Mekibes Zohra, Mm Driouech Aouatef d'avoir acceptés d'évaluer notre travail.

Nous ne manquerons pas de remercier M .BENDBISA MOHAMED, chef de laboratoire de l'ADE de Mostaganem. Sans oublier tous nos enseignants et toute la promotion GENIE DE PROCÉDES DE L'ENVIRONNEMENT 2022-2023 on vous remercie tous pour cette année et un grand merci à tous ce qui nous a aidés de près ou de loin.

ملخص

الماء مورد اساسي للحياة والاستهلاك اليومي و استخدامه يتطلب نوعية فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية ممتازة و لأجل هذا قمنا بدراسة مختلف المياه المستهلكة في مدينة مستغانم "مياه الصنبور, مياه الابار , مياه الينابيع والمياه التي تنتجها محطة سونكتار و التي تقوم بتحويل مياه البحر الى مياه عذبة عن طريق التناضح العكسي.

قمنا بتوفير هذه العينات لتحليلها وفق المعايير الجزائرية و توصيات منظمة الصحة العالمية .

كلمات مفتاحية: مياه الشرب, تحليه مياه, التناضح العكسي, الصفات الفيزيائية و الكيميائية و ميكروبيولوجية.

Abstract

Water is an essential resource for daily life and consumption and its use requires excellent physiological and bacteriological quality. For this reason, we studied the different waters consumed in the town of Mostaganem "tap water, well water, spring water and water produced by the desalination unit in Mostaganem (SONACTER) which converts seawater to fresh water by reverse osmosis.

We provided these samples for analysis in accordance with Algerian standards and WHO recommendations.

Keywords: Drinking water, Desalination, Reverse osmosis, Physic-chemical and bacteriological qualities.

Résumé

L'eau est une ressource essentielle pour la vie quotidienne et la consommation et son utilisation nécessite une excellente qualité physiologique et bactériologique. Pour cette raison, nous avons étudié les différentes eaux consommées dans la ville de Mostaganem "eau du robinet, eau de puits, eau de source et eau produite par l'unité de dessalement à Mostaganem(SONACTER) qui convertit l'eau de mer en eau douce par osmose inverse.

Nous avons fourni ces échantillons pour analyse conformément aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS.

Mots clés: Eaux potable, Dessalement, Osmose inverse, Qualités physico-chimiques et bactériologiques.

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I .1 : La répartition de l'eau sur terre	4
Figure I .2 : Cycle de l'eau dans la nature.....	5
Figure I .3 : l'eau de robinet.....	8
Figure I .4 : l'eau de source	8
Figure I .5 : l'eau minérale.....	9
Figure I .6 : l'eau de puits	9

Chapitre II :

Figure II.1 : Schéma général d'une installation de dessalement	15
Figure II.2 : Schéma général des différents procédés de dessalement	16
Figure II.3 : Principe de l'osmose inverse	17
Figure II.4 : Principe de fonctionnement de l'électrodialyse	18
Figure II- 5 : Schéma de principe d'un système d'évaporateurs multiples effets (MED)....	19
Figure II- 6 : Principe de fonctionnement d'un système par détentes étagées MSF	20
Figure II.7. Schéma de principe d'une unité d'évaporation de compression de vapeur	20

Chapitre III :

Figure III.1 : L'appareille Multi paramètre SL1000	30
Figure III.2 : L'appareille de turbidimètre (TL2300).....	31
Figure III.3 : Photo de DPD No 1	36
Figure III.4 : Photo de plaque chauffante.....	38
Figure III.5 : Photo de rampe de filtration	40
Figure III.6 : Photo de résultat présence des gaz+ trouble.....	41
Figure III.7 : Photo de Kovac.....	41
Figure III.8 : Photo de bain marin.....	43

Liste des tableaux

Tableau III.1 : Classification des eaux d'après leur pH	27
Tableau III.2 : Relation entre la conductivité et la minéralisation	29
Tableau III.3 : Les classes de turbidité de l'eau	31
Tableau III.4 : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium	32
Tableau III.5 : Détermination de CO_3^{2-} et HCO_3^- à partir TA et TAC.....	35

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : ALGERIENNE DES EAUX

OMS : ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE

OI: OSMOSE INVERSE

MSF: MULTI STAGE FLASH

MED : DISTILLATION A EFFET MULTIPLE.

MVC : DISTILLATION PAR COMPRESSION DE VAPEUR

EDTA: ACIDE ETHYLENE DIAMINE TETRAACITIQUE

DPD: DIETHYLENE-P-PHENYLENE-DIAMINE

TGEA: TRYPTONE GLUCOSE EXTRACT AGAR.

UFC/ML : UNITE FORMATRICE DE COLONIE PAR MILLILITRE

°F : DEGRE FRANÇAIS.

µS/ CM : MICRO-SIEMENCE PAR CENTIMETRE.

°C: DEGRE CELSIUS

NTU : UNITE DE TURBIDITE NEPHELOMETRIE

MG/L : MILLIGRAMME PAR LITRE.

V : VOLUME DE SOLUTION

TH : TITRE HYDROMETRIQUE

TA : TITRE ALCALIMETRIQUE SIMPLE

TAC : TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET

TH CA²⁺: TITRE HYDROMETRIQUE CALCIQUE

TH MG²⁺ : TITRE HYDROMETRIQUE MAGNESIENNE

PH : POTENTIEL D'HYDROGENE

Sommaire

Dédicace

Remerciements

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste Des Abréviations

Introduction général 1

Chapitre 1 : Généralités sur l'eau

I.1.Introduction 4

I.2.Définition de l'eau 4

I.3.Cycle de l'eau dans la nature 5

I.4.Différents états de l'eau 6

I.4.1. L'eau sous forme solide 6

I.4.2. L'eau sous forme liquide 6

I.4.3. L'eau sous forme gaz 6

I.5. Importance de l'eau 6

I.5.1. Pour la biodiversité 7

I.5.2. Pour l'homme 7

I.6. Différentes types de l'eau potable 7

I. 6. 1. Les eaux du robinet 7

I. I.6. 2. Les eaux de source 8

I.6. 3.Les eaux minérales 8

I.6. 4.Eaux souterraines (captage par puits) 9

I.6.5. eaux de dessalement..... 9

I.7.Normes algériennes.....	10
I.7.1.Paramètres physico-chimiques.....	10
I.7.2.Paramètres bactériologiques	11
I.8. Risques liés à la pollution des eaux	11
I.8.1. Maladies d'origine bactérienne	11
I.8.2. Maladies d'origine virale	12
I.8.3. Maladies d'origine parasitaire.....	12
I.8.4. Maladies liées à la présence de substance chimique dans l'eau.....	12
I.9.Conclusion	12

Chapitre II : Procédés de dessalement de l'eau de mer

II.1.Introduction	14
II .2.Définition de dessalement	14
II .3.Schéma général d'une installation de dessalement	14
II .4.Etapes de dessalement	15
II.4.1.L'alimentation en eau de mer	15
II.4.2Prétraitement.....	15
II.4.3.Installation de dessalement.....	15
II.4. 4. Le post-traitement.....	15
II .5.Différents procédés de dessalement	15
II.5.1.Les procédés à membranes.....	16
II.5.1.1. Osmose inverse	16
II.5.1.2.L'Electrodialyse.....	17
II.6.2. Les procédés à distillation	18
II.6.2.1.Distillation à simple effet	18

II.6.2.2.La distillation à effet multiple (MED)	18
II.6.2.3.La distillation a détentés étagées (Multi-Stage Flash distillation MSF).....	19
II.6.2.4.Distillation par compression de vapeur (MVC)	20
II.7.Problèmes techniques rencontrés en dessalement.....	20
II.7.1 La corrosion	20
II.7.2 .L'entartrage (Scaling).....	21
II.7.3. Le colmatage (Fouling)	22
II.8. Principaux avantages et inconvénients de dessalement.....	22
II.8.1.Avantages	22
II.8.2Inconvénients :	22
II.9. Le dessalement en Algérie	23
II.10. Conclusion	23

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1.Présentation de l'algérienne des eaux.....	25
III.1.1.La création de l'ADE.....	25
III.1.2.Le laboratoire.....	25
III.1.3-L'organisation de laboratoire centre Mostaganem (zone mascara)	25
III.2.Présentation des échantillons d'eau	25
III.1.1. Eau de source	25
III .1.2. Eau de robinet.....	26
III.1.3.Eau de puits	26
III.1.4-Eau de dessalement	26
III.3.les paramètres de l'eau potable :.....	26
III.3.1. Paramètres organoleptique :.....	26
III.3.2.1. La couleur.....	26
III.3.2.2. Le goût et odeur	27
III.3.2.les analyses physico-chimique.....	27

III.3.2.1. Potentiel Hydrogène (Ph)	27
III.3.2.2. Température.....	28
III.3.2.3. Conductivité	29
III.3.2.4. Turbidité	30
III.3.2.5. Dureté ou titre hydrométrique (TH).....	32
III.3.2.6. Dosage de calcium	33
III.3.2.7. Le magnésium Mg^{2+}	33
III.3.2.8. Le titre alcalimétrique	34
III.3.2.9. Mesure titre alcalimétrique complet TAC	35
III.3.2.10. Les chlorures	35
III.3.2.11. Contrôle du chlore résiduel	36
III.3.3. Les paramètres de pollution :	36
III.2.3.1. Nitrites (NO_2^-)	36
III.2.3.2. Nitrates (NO_3^-)	37
III.2.3.3. Ammonium : (NH_4^+)	38
III.3.4. Paramètres bactériologiques	39
III.3.4.1. Recherche des coliformes totaux	39
III.3.4. 2. Recherche de coliformes fécaux:	40
III.3.4.3. Recherche des streptocoques fécaux	41
III.3.4.4. Recherche des germes totaux.....	42
III.3.4.5. recherche des clostridium (sulfito-réducteurs):.....	42

Chapitre 4 : résultats et discussion

IV.1. Introduction.....	45
IV.2. Résultats et discussion	45
IV2.1. Physico-chimiques.....	45
IV.2.2. Paramètres de pollution	53
IV- Les Analyses bactériologiques.....	55

Introduction générale

Introduction générale

L'eau couvre la plus grande partie de la surface de la terre, avec un pourcentage qui est environ 71% pour cette raison on l'appelle la planète bleu, ou volume d'eau est estimée 1.4 milliard par Km cube

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des manders minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industriels et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tour les genres de pollution. Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable.

Une eau destinée à la consommation humaine est potable. Lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques. Susceptibles à plus long terme ou moins la santé des individus. Selon l'oms, chaque année 1.8 millions de personnes dont 30% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement meurent de maladies diarrhéiques (y compris du cholera), 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité. de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse.

De nombreuses régions de notre planète sont menacées par de graves pénuries d'eau. Face à ce problème majeur de notre siècle, le dessalement de l'eau de mer se présente comme un moyen industriel fiable de production d'eau douce auquel ont recours de nombreux pays tels que les Etats-Unis, l'Algérie, l'Espagne. Cette deuxième édition fait le point sur l'état actuel de l'art en ce domaine, dans une perspective à la fois technique et économique. Le procédé d'osmose inverse connaît un développement considérable, particulier à cause de sa faible consommation énergétique. Due à l'utilisation de nouveaux systèmes de récupérations d'énergie performants. Toutefois, le prétraitement de l'eau de mer nécessite une attention particulière si l'on veut éviter le colmatage des membranes

Pour réaliser notre mémoire nous avons suivi différentes étapes de dessalement et de traitement de l'eau issue de la station de dessalement SONACTER.

Cette eau est ensuite stockée dans le réservoir de la SEOR, ou nous avons eu accès au laboratoire d'analyse de la qualité des eaux.

Une fois l'eau est analysée, et ses paramètres physico- chimiques et bactériologique corrigés, elle sera distribuée sur le réseau de L'ADE

Le principal objectif de cette étude est Contrôle qualité de l'eau de boisson, et de donner un aperçu sur les normes de qualité des eaux de consommation

Outre l'introduction et la conclusion générale, notre travail s'articule autour de quatre chapitres dont :

- Le premier chapitre est consacré à rappeler quelque généralités sur les propriétés de l'eau potable
- le deuxième chapitre nous présenterons les différents procédés de dessalement et sont avantages et inconvénients.
- Dans le troisième chapitre nous citerons toutes le paramètres et les méthodes d'analyse (physiques, chimiques, bactériologique) de l'eau.
- Le quatrième chapitre sera consacré aux résultats qu'on a obtenu au sein de l'ADE que ce soit physico-chimique et bactériologiques ; nous mentionnerons également l'étude comparative que nous avons menée entre l'eau de dessalement, l'eau du robinet, l'eau de source et l'eau de puits.

Chapitre I :

Généralité sur l'eau

I.1.Introduction :

L'eau est un élément essentiel pour d'innombrables activités humaines. Dans certaines régions, telles que les régions arides et semi-arides, l'eau peut être rare ou de mauvaise qualité. Il estime que la demande croissante en eau due à l'activité humaine indique les limites de cette ressource naturelle. De plus, des facteurs naturels tels que la sécheresse et les restrictions géologiques affectent l'approvisionnement et la distribution de l'eau potable.

Il faut donc mesurer et analyser la quantité et la qualité des ressources en eau et trouver des moyens de gérer cette ressource pour assurer sa pérennité.

I.2.Définition de l'eau :

Bien que banale, incolore, inodore et sans saveur, l'eau est en même temps unique, fantasque et exceptionnelle. Malgré sa faible valeur nutritive, elle est l'élément essentiel de tout être vivant. Elle augmente de volume lorsqu'elle gèle, se gonfle plutôt que de diminuer comme la plupart des autres substances, se solidifie et flotte dans un milieu liquide..

La majeure partie de l'eau (97 %) se trouve dans l'océan (**Figure I.1**) et est trop salée pour être utilisée par l'homme. Les 3 % d'eau douce restante ne sont pas entièrement accessibles à l'homme. En fait, environ 68,3 % de celle-ci sont à l'état solide des glaciers et seulement 31,4 % sont à l'état liquide des eaux souterraines, des lacs d'eau douce, des rivières et des ruisseaux. Une petite partie de ces 31,4 % existe dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. [1].

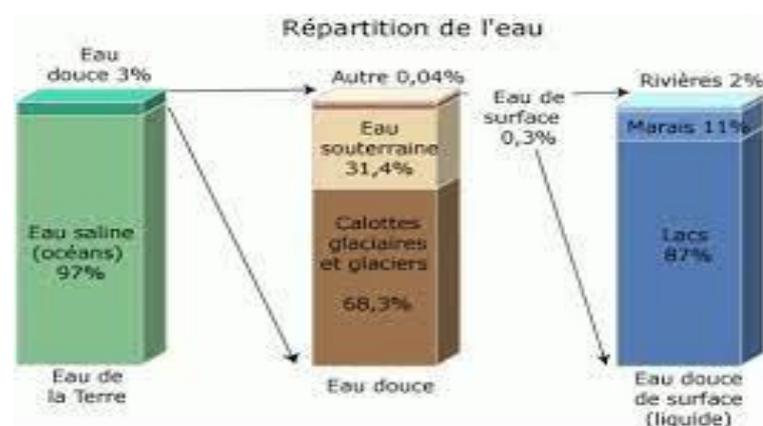


Figure I .1 : La répartition de l'eau sur terre [2]

I.3.Cycle de l'eau dans la nature :

Le cycle de l'eau fait référence au mouvement de l'humidité dans l'atmosphère. C'est l'élément de régulation climatique le plus important sur Terre. L'énergie produite par le rayonnement solaire évapore de grandes quantités d'eau des océans, des lacs et des zones humides. Une quantité considérable de vapeur d'eau est également libérée par les plantes. L'air humide, plus léger que l'air sec, monte et se refroidit dans l'atmosphère. La vapeur d'eau se condense alors sous forme de nuages et tombe sous forme de pluie ou de neige. Plus des deux tiers de l'eau qui tombe sur le sol s'évaporent à nouveau. Le reste s'accumule dans la neige et les calottes glaciaires, s'écoule dans la mer par les rivières ou s'infiltrate dans le sol et forme de l'eau. [3].

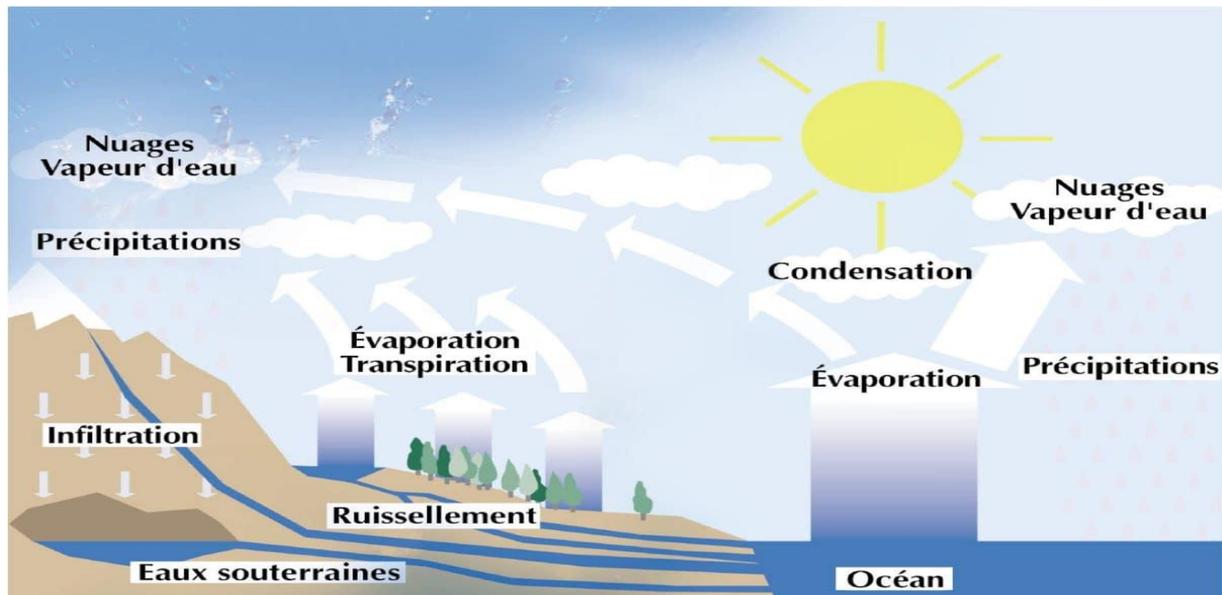


Figure I.2 : Cycle de l'eau dans la nature [4]

En résumé, il faut considérer les phénomènes suivants:

1.Évaporation :

Chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.[4]

2. Condensation :

au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages. [4]

3. Précipitations :

Les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle. [5].

4. Ruissellement :

La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence. [5].

I.4. Différents états de l'eau :

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états sous forme: solide, liquide et gazeuse.

I.4.1. L'eau sous forme solide :

Quand l'eau est inférieure à 0 °C, elle est solide. La banquise, située au niveau des pôles, les glaciers alpins, la neige sur laquelle on peut skier et le givre qui se forme sur les arbres en hiver. L'eau sur Terre est constituée de 2,1 % par les glaciers et les calottes glaciaires. [6].

I.4.2. L'eau sous forme liquide :

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les mers et les océans d'eaux salées. Ils représentent 97,2 % de l'eau sur Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide comprennent les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont fabriqués à partir d'eau douce. Les lacs et les rivières représentent 0,01 % de l'eau sur Terre et les eaux souterraines représentent 0,06 % de cette eau. [7].

I.4.3. L'eau sous forme gaz :

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à 0,001 % de l'eau de la Terre [8].

I.5. Importance de l'eau :

L'eau est indispensable. C'est une ressource vitale pour l'homme et le reste du monde vivant. Nos rivières, lacs, eaux côtières, eaux marines et eaux souterraines sont des ressources précieuses que nous devons protéger [9].

Toute société a besoin de l'eau pour développer son économie. Sans une quantité suffisante de cette richesse naturelle, aucune société dans le globe aujourd'hui ne peut prétendre prospérer ou même survivre [10].

I.5.1. Pour la biodiversité :

La biodiversité est principalement entretenue par l'eau dans tous les milieux .D'un point de vue botanique, les plantes sont principalement composées d'eau et elles absorbent l'eau et les sels minéraux du sol, avec lesquels elles peuvent assurer leur développement normal [11].

Chaque jour, le corps de l'animal doit remplacer une certaine quantité d'eau perdue par l'urine, la sueur et l'évaporation dans les poumons. [12].

I.5.2. Pour l'homme :

L'eau est indispensable au fonctionnement du corps humain, dont les réserves en eau doivent être alimentées en permanence pour ne jamais être déshydraté [13].

I.6. Différentes types de l'eau potable :

L'eau potable doit être exempte de micro-organismes pathogènes et Produits chimiques toxiques. De plus, il doit être clair, incolore et inodore ou odeur nauséabonde [14].

Les eaux potables destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations : [15]

- ✓ eaux de robinet
- ✓ eaux de source,
- ✓ eaux minérale.
- ✓ eaux de puits.
- ✓ eaux de dessalement.

I.6. 1.Les eaux du robinet :

L'eau du robinet, également connue sous le nom d'eau de distribution, est une eau potable qui peut être bue sans nuire à la santé. La composition des sels minéraux et le goût de l'eau du robinet varient. [16].



Figure I .3 :l'eau de robinet

I.6. 2.Les eaux de source :

Les sources se prêtent à l'abreuvement direct dans leur état naturel, car elles sont protégées des émissions des nappes phréatiques profondes et non contaminées ou de l'activité humaine (Fig. 4). Des analyses régulières sont effectuées pour maintenir une bonne qualité, mais aucune formule spécifique n'est requise. Pour éliminer les éléments instables tels que les gaz, le fer et le manganèse, l'eau de source ne doit pas être traitée que par aération, clarification et filtration. L'eau de source ne doit pas contenir le mot "minéral" ou ses dérivés, ni contenir d'éléments liés à sa composition [17]



Figure I .4 : l'eau de source

I.6. 3.Les eaux minérales :

Les eaux minérales sont des eaux souterraines aux propriétés particulières (Figure 5) ; leur pureté originelle, source unique, est protégée contre toutes les menaces de pollution et leur composition minérale permanente. Contrairement à l'eau du robinet et à l'eau de source, leurs concentrations en minéraux et oligo-éléments ne sont pas limitées, ce qui peut leur conférer

des propriétés thérapeutiques, et leur composition est stable dans le temps. L'avantage des eaux minérales est un nom commercial spécifique et une composition standard. De cette façon, le consommateur est sûr de la stabilité et de la composition de l'eau de la marque choisie. [18].



Figure I .5 : l'eau minérale

I.6. 4.Eaux souterraines (captage par puits) :

L'eau qui ne s'évapore pas et qui n'est pas renvoyée à la mer par le ruissellement s'infiltré dans les sols et sous-sols, où elle s'accumule et devient une nappe phréatique. Ces infiltrations dépendent de la porosité du sol et de la structure géologique (**Fig. 6**). L'infiltration et la rétention de l'eau dans le sol dépendent des propriétés du sol en question, notamment de la structure du sol qui permet la formation d'aquifères appelés nappes [11].

L'eau potable est principalement fournie à partir de la nappe phréatique. Ce sont les zones de chalandise les plus populaires. Ils vont de simples puits uniques à des forages très profonds qui permettent une production de masse. [15]



Figure I .6 : l'eau de puits

I.6.5. eaux de dessalement :

Le dessalement de l'eau (également appelé dessalage ou désalinisation) est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce. (Potable ou plus rarement en raison du coût, utilisable pour l'irrigation), à partir d'une eau saumâtre ou salée (eau de mer). En dépit du nom, il s'agit rarement de retirer le sel de l'eau, mais plutôt, à l'inverse, d'extraire de l'eau douce [20]

I.7. Normes algériennes :**I.7.1. Paramètres physico-chimiques :**

Paramètres	CMA	Effets indésirables
Chlore	0.2 – 0.6 Mg/l	<0.2 peu efficace sur la désinfection >1 ; peut entraîner des effets cancérogènes
PH	6.5 – 8.5	PH acide, corrosion des conduites PH basique diminue l'efficacité e la désinfection
Température	25°C	Basse, diminue l'efficacité du traitement ; Elevée, favorise la Croissance microbienne et la formation des THM
Turbidité	5 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Nitrates	50 mg/l	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Nitrites	0.1 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Ammonium	0,5 mg/l	Favorise le développement de certains bactéries génératrices de mauvais gout
magnésium	150 mg/l	Combiné au SO4 génère gout
Résidu sec	2000 mg/l	Gout désagréable
Calcium	200 mg/l	Entartrage des conduites
Dureté total	500 mg/l de CaCO ₃	Entartrage des conduites. Consommation excessive de savon
Chlorures	600 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
Fer	0.3 mg/l	Saveur désagréable Tache de linge et la plomberie, favorise le développement de bactéries

I.7.2. Paramètres bactériologiques:

Paramètres	CMA	Effet sur la santé et signification
Germes totaux	10/1 ml	Indicateur d'efficacité du traitement
Coliformes totaux et fécaux	0/100ml	Gastro-entérite infantile, contamination fécale récente
Streptocoques fécaux	0/100ml	contamination fécale récente
Clorstridium sulfitoréducteur	0/100ml	,contamination fécale ancienne

I.8. Risques liés à la pollution des eaux:

L'eau contaminée par les excréments est susceptible de transmettre les maladies gastro-intestinales. En effet la pollution fécale peut introduire dans l'eau de boisson des risques:

- A court terme lorsque les sources de pollution sont urbaines, il s'agit du déversement incontrôlé de teinture, des eaux domestiques Il peut arriver que ces eaux soient évacuées vers des puisards qui sont en communication directe avec la nappe.
- A moyen terme lorsque les sources de pollution sont industrielles Il peut s'agir des industries polluantes par leurs déchets
- A long terme avec le développement agricole, les produits utilisés dans le but d'améliorer les rendements agricoles. On peut citer : les engrais, les pesticides etc.... [21]

Les différents risques de l'eau sont : le risque d'ingestion ou risque directe risque de contact et le risque indirect. Le péril fécal pollue l'eau par les excréments dans les ressources aquatiques, directement lorsque celles-ci sont de surface (rivière, lac, ...) ou par infiltration de la nappe phréatique

La mauvaise gestion des eaux souterraines polluées peut causer un multiple nombre de maladie. [22]

I.8.1. Maladies d'origine bactérienne:

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladie d'origine bactérienne. On les cite avec les différents germes en cause:

- Le choléra (*vibrio cholerae*).
- La fièvre typhoïde et gastro-entérite
- Schigellose (*shigella spp*).
- La tuberculose (*mycobacterium tuberculosis*). [22]

I.8.2. Maladies d'origine virale :

Aux cotés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer :

- la poliomyélite
- les hépatites virales et entérovirus [22]

I.8.3. Maladies d'origine parasitaire :

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites exemples l'ankylostomose, la dracunculose, le téniasis etc.... [22]

I.8.4. Maladies liées à la présence de substance chimique dans l'eau :

La fluorose qui est due à une intoxication chronique par le fluor. Le saturnisme qui est l'ensemble des manifestations dues à une intoxication par le plomb.

L'hyperthyroïdie, et les méthémoglobines provoquent des troubles graves, par altération de l'hémoglobine du sang et formation de méta-hémoglobine toxique pouvant conduire à l'asphyxie et la mort s'il n'y a pas de traitement [23]

I.9. Conclusion :

L'eau est la nécessité la plus importante dans notre alimentation. L'eau potable est une eau qui peut être bue sans nuire à la santé. La législation sanitaire est l'épine dorsale du dispositif réglementaire de contrôle de la qualité de l'eau potable. Ce contrôle vous permet de vérifier la conformité aux normes d'eau potable. Cela permet aux différentes autorités d'être informées des risques de santé publique, garantissant ainsi la fiabilité et la sécurité des approvisionnements et des équipements.

Chapitre II :

**Procédés de dessalement de l'eau de
mer**

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 [20].

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 [2].

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 [20].

Mais les impacts de ceux-ci peuvent être sévères et significatifs, et leur impact sur l'environnement provient principalement du concentré (saumure) produit lors du processus de dessalement. A cela s'ajoute l'effet du repartage des produits chimiques utilisés dans ces procédés [24].

II .2.Définition de dessalement :

Le dessalement de l'eau (également appelé dessalage) est un processus qui permet de retirer le sel de l'eau salée ou saumâtre afin de la rendre potable après traitement. La technique de déminéralisation consiste à séparer les sels dissous dans l'eau et à éliminer l'excès des ions en solution causant une minéralisation excessive. L'élimination peut être obtenue grâce a des procédés variées de traitement des éléments constituant la solution saline, dont les plus répandus sont les sulfates, les chlorures et divers ions halogènes. [25].

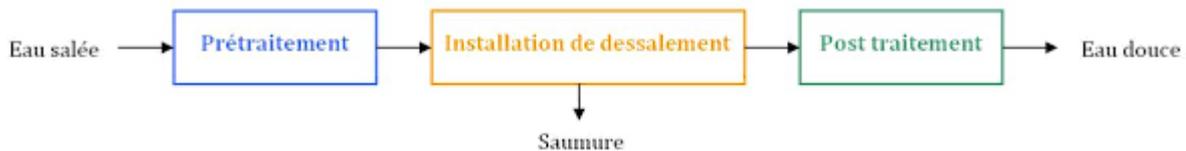
II .3.Schéma général d'une installation de dessalement :

Le processus de dessalement d'eau de mer se fait en quatre étapes :

- ✓ La captation de l'eau de mer
- ✓ Le prétraitement
- ✓ Les différents procédés de dessalement
- ✓ Le post-traitement ou minéralisation

Le taux de conversion est le rapport entre la quantité d'eau douce produite et la quantité d'eau salée prélevée [20].

Nous présentons ici la méthode de dessalement de l'eau de mer lorsque le processus d'osmose inverse est utilisé. (Figure II.1)



(Figure II.1) : Schéma général d'une installation de dessalement [20].

II .4.Etapes de dessalement :

Peu importe le processus de procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent quatre étapes :

II.4.1.L'alimentation en eau de mer : Ce dernier système permet d'obtenir une eau non trouble, ce qui allège le prétraitement.

II.4.2Prétraitement : Le rôle du prétraitement est d'améliorer la qualité de l'eau d'alimentation au moyen d'une filtration plus fine.

II.4.3.Installation de dessalement : a pour fonction de séparer les permis et les concentrés avec plusieurs techniques de dessalement

II.4. 4. Le post-traitement : En sortie de l'unité de dessalement, l'eau n'est pas potable car elle est déminéralisée. Le retraitement permet de rendre l'eau potable en deux étapes :

- 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 [26].

II .5.Différents procédés de dessalement :

Toutes les entreprises actuellement en activité utilisent deux grandes familles de procédés : le procédé de distillation (par évaporation) et le procédé de séparation membranaire, qui sont récents. (Figure II.2).

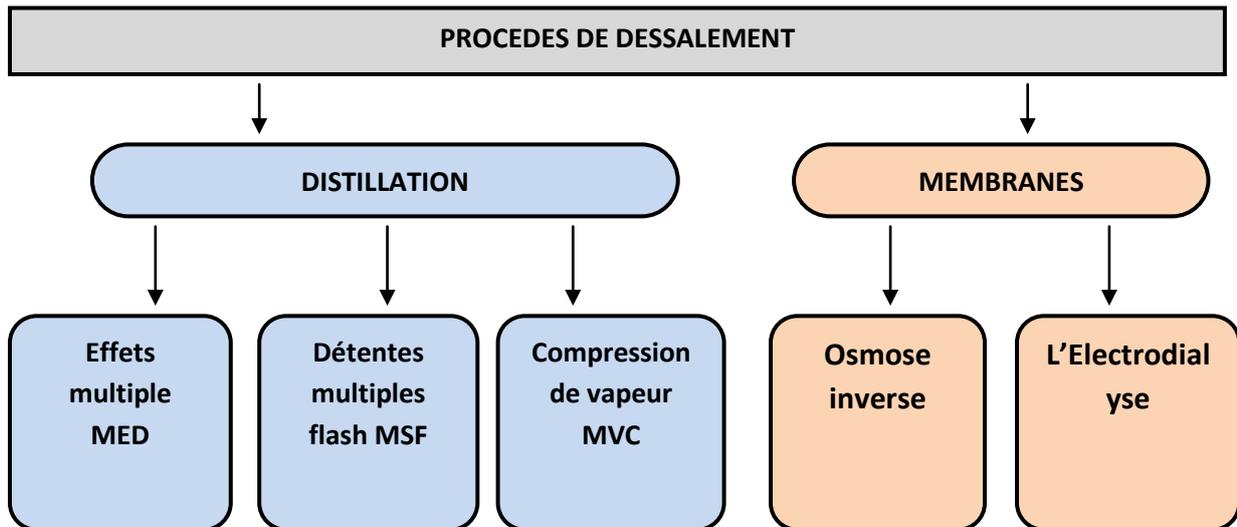


Figure II.2 : Schéma général des différents procédés de dessalement [27].

II.5.1. Les procédés à membranes :

Au lieu d'extraire l'eau douce de l'eau de mer par évaporation, il est envisageable de séparer l'eau et les sels dissous à travers des membranes sélectives. Il existe actuellement sur le marché deux modes d'utilisation de cette membrane. Ce sont l'électrodialyse et l'osmose inverse.

Une membrane est une fine interface physique qui contrôle le transfert d'espèces chimiques entre les deux milieux qu'elle sépare. Cette interface peut être homogène au niveau moléculaire, homogène en composition et en structure, ou elle peut être chimiquement et physiquement hétérogène, contenir des pores de taille finie ou contenir des couches superposées. Les membranes se présentent sous forme de membranes planes (feuilles), de membranes hélicoïdales, de tubes ou de fibres creuses, qui sont réalisées sous forme modulaire, associant un ou plusieurs éléments de base [28].

II.5.1.1. Osmose inverse :

Ces revêtements laissent passer l'eau mais pas le sel. Dans des conditions normales, lorsqu'une telle membrane est utilisée pour séparer deux solutions avec différentes concentrations de sel, l'eau passe d'une plus petite à une plus concentrée en sel. Ce processus, appelé osmose, est naturel. Cependant, si la pression totale dans le bac à sel est augmentée, il est possible d'inverser un peu le sens de l'eau douce, qui s'écoulera du côté sel vers le côté sel.

C'est le principe de l'osmose inverse. On détermine la pression qui sera nécessaire pour effectuer ce changement d'eau qui est une propriété de la solution appelée pression osmotique, qui augmente à mesure que la salinité de la solution augmente. De ce fait, la pression et donc la puissance de pompage nécessaire pour évacuer l'eau est supérieure à celle nécessaire pour évacuer l'eau saumâtre. Il est important de noter que les améliorations constantes des caractéristiques des membranes d'osmose inverse et les différentes méthodes de récupération d'énergie des saumures élevées dans les installations d'eau osmose ont fait de l'osmose inverse le système de choix [29].

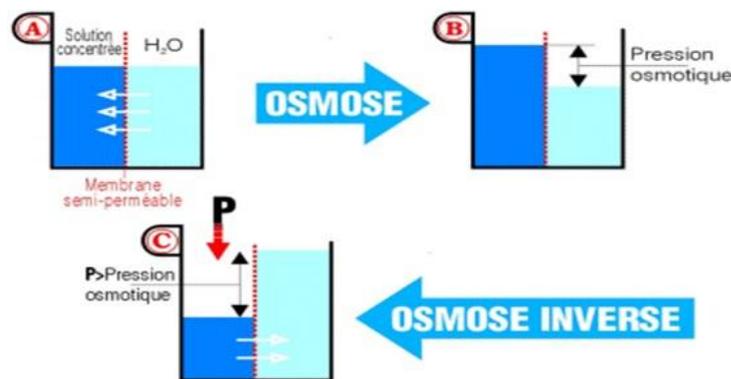


Figure II.3 : principe de l'osmose inverse [20].

II.5.1.2.L'Electrodialyse :

Les principes de l'électrolyse sont bien connus. Ions de sels dissous dans l'eau, tels que le chlorure.

Le sodium, par exemple, se déplace sous l'action d'un champ électrique généré par deux électrodes Faire tremper dans le liquide. Ions ou cations positifs (de Na^+) est attiré par l'électrode négative (ou cathode) et des ions négatifs (Cl^-) sont attirés vers le pôle positif.

En électrodialyse, les membranes filtrantes sont alternativement insérées ou imperméables

Les anions sont perméables aux cations, ou imperméables aux cations mais perméables aux anions.

Il en résulte une série de compartiments à forte concentration de sel et d'autres compartiments à faible concentration de sel [30].

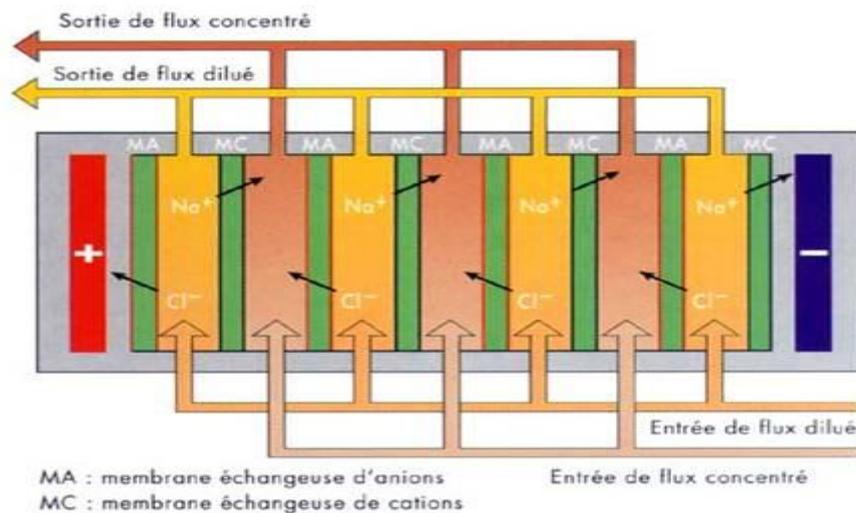


Figure II.4 : Principe de fonctionnement de l'électrodialyse [30].

II.6.2. Les procédés à distillation :

Le procédé par distillation reproduit le cycle naturel de l'eau puisqu'il consiste à chauffer de l'eau salée, et c'est la production de vapeur d'eau qui est à son tour condensée pour former de l'eau douce. Dans l'usine, l'eau est chauffée jusqu'à ébullition pour produire la quantité maximale de vapeur. Ce principe de dessalement très simple a été utilisé dès l'antiquité pour produire de très faibles quantités d'eau douce sur les bateaux. L'inconvénient majeur des procédés de distillation est leur consommation énergétique importante liée à la chaleur latente de vaporisation de l'eau. En effet, pour transformer 1 kg d'eau liquide en 1 kg d'eau vapeur à la même température il faut environ 2250 kilo Joules (si le changement d'état se fait à 100°C). Il existe Plusieurs techniques de distillation [31].

II.6.2.1. Distillation à simple effet :

Ce procédé est pratiqué depuis longtemps sur les navires, où les moteurs diesel émettent une grande quantité de chaleur récupérable. Son principe est simple : il reproduit le cycle naturel de l'eau. Dans une enceinte fermée, des serpentins de chauffage font bouillir l'eau de mer. La vapeur se condense au contact d'un deuxième serpentin alimenté en eau de mer froide. L'éjecteur (ou la pompe) évacue le gaz incondensable. L'unité de pompe électrique pompe l'eau condensée, puis l'eau de mer concentrée ou la saumure [32].

II.6.2.2. La distillation à effet multiple (MED) :

Le procédé est basé sur le principe de l'évaporation d'eau de mer partiellement préchauffée à une température de 70 à 80°C sous pression réduite. L'évaporation de l'eau s'effectue sur les surfaces d'échange contrairement au procédé précédent où elle était assurée par détente par paliers successifs. Le transfert de chaleur sur cette surface est assuré par la vapeur d'une chaudière ou l'eau chaude d'un récupérateur de chaleur. Ainsi la vapeur produite dans le premier effet est condensée dans le second effet avec une pression plus faible pour produire de l'eau douce, ainsi la chaleur de condensation qu'il produit peut évaporer une partie de l'eau de mer contenue dans le second effet, et ainsi de suite. L'énergie nécessaire à l'évaporation provient d'une source externe. Ainsi, la multiplication du nombre d'effets réduit la consommation unitaire (énergie/m³ d'eau douce produite) [31].

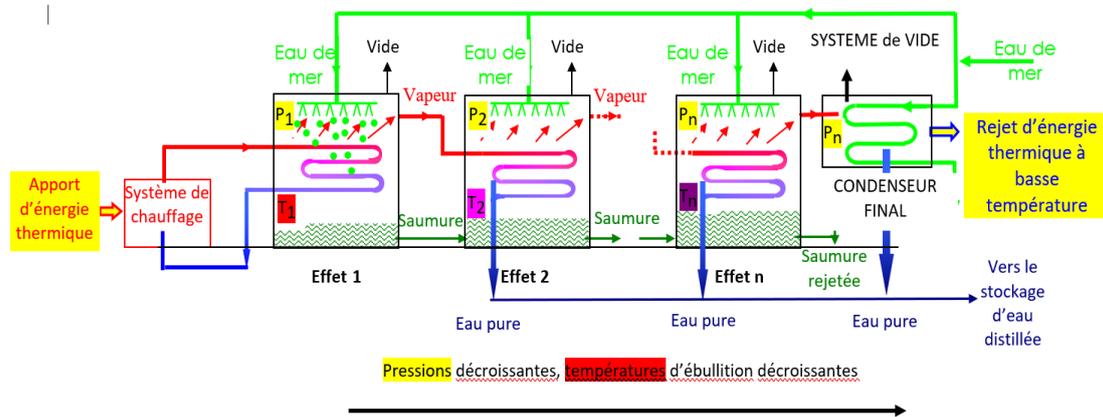


Figure II- 5 : Schéma de principe d'un système d'évaporateurs multiples effets (MED)[31]

II.6.2.3. La distillation à détonées étagées (Multi-Stage Flash distillation MSF) :

Ce procédé dit flash consiste à maintenir l'eau sous pression pendant toute la durée du chauffage ; lorsqu'elle atteint une température de 120 °C, elle est introduite dans une enceinte(ou étage) où règne une pression réduite. Il en résulte une vaporisation instantanée par détente appelée flash. Une fraction de l'eau s'évapore (**figure II.6**) puis va se condenser sur les tubes condenseurs placés en haut de l'enceinte, et l'eau liquide est recueillie dans des réceptacles en dessous des tubes. On peut trouver jusqu'à 40 étages successifs dans une unité MSF industrielle. L'énergie requise est principalement l'énergie thermique à fournir à la chaudière. Cette énergie peut être peu coûteuse si on récupère de la vapeur à basse pression à la sortie d'une turbine de centrale électrique. Il faut également fournir de l'énergie électrique pour les pompes de circulation de l'eau de mer [31].

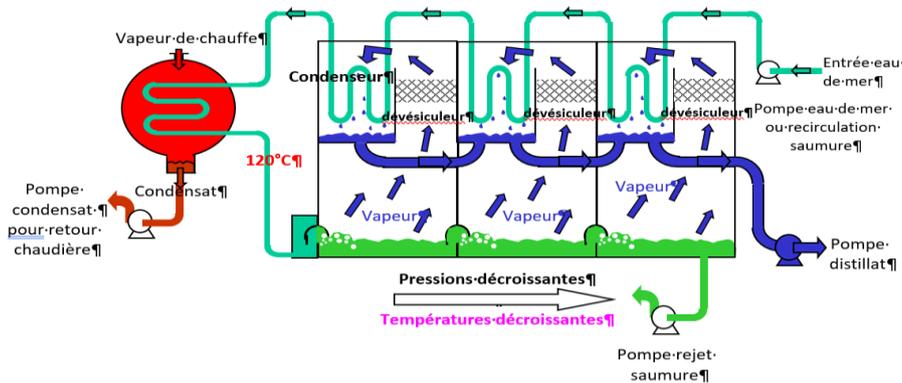


Figure II- 6 : Principe de fonctionnement d'un système par détentes étagées MSF [31].

II.6.2.4. Distillation par compression de vapeur (MVC) :

Au cours de ce processus, l'eau à dessaler est portée à ébullition dans une enceinte isolée thermiquement. La vapeur produite est aspirée par un compresseur qui élève sa température de saturation. Cette vapeur traverse ensuite un faisceau tubulaire et se condense en provoquant l'ébullition de l'eau salée [31].

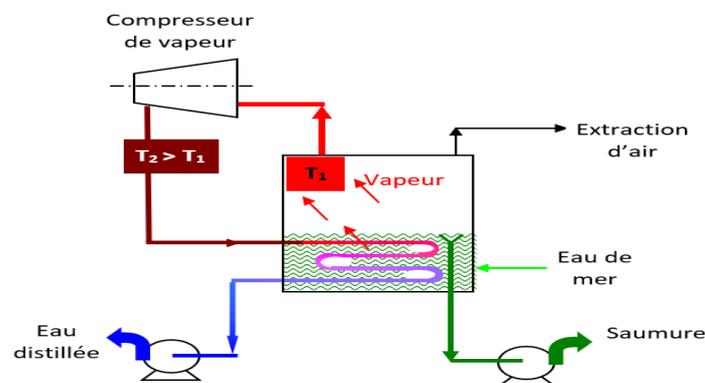


Figure II.7. Schéma de principe d'une unité d'évaporation de compression de vapeur [31].

II.7. Problèmes techniques rencontrés en dessalement :

Les problèmes rencontrés dans les différents procédés de dessalement sont principalement liés à l'utilisation de solutions salines concentrées ou à la production d'eaux agressives (excès de gaz carbonique par rapport à l'équilibre). Ce sont la corrosion, l'entartrage et le colmatage.

II.7.1 La corrosion :

La corrosion des matériaux par l'eau de mer est un phénomène important qui conditionne la durée de vie des installations, donc leur coût. Elle dépend d'un certain nombre de facteurs, comme :

- La teneur élevée en chlorures, la teneur en oxygène dissous, la présence de H₂S ;
- La présence de particules solides, de bactéries, d'organismes marins (algues) ;
- La conductivité. Cette dernière, très élevée en eau de mer, peut conduire à des effets galvaniques si les matériaux ne sont pas judicieusement choisis. L'utilisation dans le circuit haute pression d'osmose inverse d'aciers austénitiques ou ferritiques voire de titane (coût élevé) est recommandée malgré des surcoûts importants. Il en est de même pour les évaporateurs dans lesquels circulent de l'eau de mer à haute température.

La production d'eaux trop agressives par distillation ou par osmose inverse implique une remise à l'équilibre de ces eaux avant injection dans les réseaux d'eau potable et parfois une reminéralisation lorsque la teneur en sels dissous est insuffisante. Dans le premier cas, une simple neutralisation peut être suffisante par exemple à la chaux ou la soude, mais dans le second, l'ajout de chaux doit être combiné à celui de gaz carbonique [33].

II.7.2 .L'entartrage (Scaling) :

L'entartrage est un problème de sels minéraux qui a tendance à se former sur les surfaces d'échanges. Les dépôts sont constitués principalement par du carbonate de calcium (CaCO₃), de l'hydroxyde de magnésium (Mg(OH)₂) et du sulfate de calcium. Pour qu'il y ait dépôts de tartre sur une surface d'échange, deux conditions principales doivent être réunies

- **Une condition thermodynamique** : il faut que la limite de solubilité soit dépassée, c'est-à-dire qu'il y ait sursaturation.
- **Une condition cinétique** : il faut que la vitesse de déposition soit suffisamment rapide [8]. L'entartrage est lié à la formation de solides amorphes ou cristallisés qui est fonction de la température (diminution de la solubilité quand la température augmente) et de la composition de l'eau [33].

II.7.3. Le colmatage (Fouling) :

Les dépôts qui sont à l'origine du colmatage (fouling) des surfaces d'échange peuvent être classés en trois catégories :

► **Les dépôts minéraux**: qui correspondent au phénomène d'entartrage ou scaling constitués principalement par CaCO_3 , CaSO_4 , H_2O

► **Les dépôts organiques** : tels que les matières en suspension, les acides humiques et fulviques, les micro-organismes ainsi que les produits excrétés par les microorganismes (polysaccharides).

► **Les dépôts colloïdaux** : tels que la silice et les hydroxydes de fer, de manganèse d'aluminium... [34].

II.8. Principaux avantages et inconvénients de dessalement:

Le dessalement de l'eau présente des avantages mais quel que soit le procédé utilisé, il n'est pas sans inconvénients.

II.8.1. Avantages :

- Obtention de l'eau douce (potable) à partir d'une eau saumâtre ou eau de mer.
- Alimenter les villes et villages situés près d'une côte.
- L'amélioration de la qualité de l'eau distribuée.
- La sécurisation de l'alimentation en eau (potable ou industrielle) des différents consommateurs, car cette ressource n'obéit pas aux aléas climatique et elle permet donc de produire d'une manière permanente les quantités voulues [35].

II.8.2 Inconvénients :

- Le dessalement de l'eau de mer reste un moyen cher parmi toutes les méthodes de fabrication d'eau potable.
- Grande consommation d'énergie.
- Les installations de dessalement dégagent des gaz à effet de serre, ce qui provoque le réchauffement climatique.
- Elles détruisent les zones côtières.
- Le rejet de la saumure très concentrée en sel résultant du dessalement dans la mer [35].

II.9. Le dessalement en Algérie :

Comme d'autres pays méditerranéens, l'Algérie fait face à plus Énorme problème de politique de l'eau. Surcharge côtière, différence Entre zones rurales et urbaines, périodes de sécheresse et pollution accrue Autant de facteurs qui perturbent l'équilibre déjà instable de l'approvisionnement en eau.

L'Algérie a des ressources en eau très limitées, surtout dans le nord où vivent les habitants. Les trois quarts de la population.

Les installations de dessalement d'eau de mer entamées en 2002 font partie d'un projet d'alimentation en eau potable de la région côtière algérienne. A cet effet, la réalisation du projet va se traduire par la production du 57500 m³ /j répartis comme suit:

- Wilaya d'Alger : 12 stations pour un volume journalier de 30.000 m³.
- Wilaya de Boumérdes : 01 station pour un volume journalier de 5000 m³.
- Wilaya de Tipaza : 01 station pour un volume journalier de 5000 m³.
- Wilaya de Skikda : 04 stations pour un volume journalier de 10.000 m³.
- Wilaya de Tlemcen : 02 stations pour un volume journalier de 5000 m³.
- Wilaya de Tizi-Ouzou : 01 station pour un volume de 2500 m³ [36].

II.10. Conclusion :

Toutes les techniques de dessalement sont très intéressantes au vu de leurs performances et de leur rentabilité, notamment grâce aux innovations techniques des 10 dernières années qui ont déclenché une baisse de coûts de dessalement significative et une augmentation globale de la puissance des usines à dessalement. Rendre potable ces millions de km³ d'eau de mer a toujours été une perspective plaisante pour l'Homme et grâce à toutes ces nouvelles techniques, les procédés sont désormais rendus possible tout en étant rentables.

Malgré cela, on redoute maintenant que ces usines à dessalement nuisent trop gravement à l'Environnement.

Chapitre III :

Matériels et méthodes

III.1.Présentation de l'algérienne des eaux :**III.1.1.La création de l'ADE :**

Sous la tutelle du ministère des ressources en eau, l'Algérienne des eaux est un établissement public national à caractère commercial et industriel doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Elle a été créée suite à la réforme institutionnelle engagée par les pouvoirs publics en vue d'assurer une gestion rationnelle de la ressource en eau. C'est de cette réforme institutionnelle qu'un décret exécutif N°01-101 du 27 moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001 a officialisé la création de l'Algérienne des Eaux.

III.1.2.Le laboratoire :

Le service laboratoire ADE Mostaganem a été créé en 2005 dans le but principal d'assurer la qualité des eaux distribuées dans la wilaya de Mostaganem.

Le laboratoire d'analyses d'eau a pour but d'assurer la qualité d'eau destinée à la consommation allant du contrôle dans le réseau de distribution et réservoirs jusqu'au robinet des consommateurs. Pour cela, des prélèvements d'échantillons se font quotidiennement suivant un planning de sorties établi par monsieur le chef du laboratoire.

III.1.3-L'organisation de laboratoire centre Mostaganem (zone mascara) :

Le personnel est constitué de :

- Un chef de laboratoire
- Des chimistes pour les analyses physico chimiques
- Des biologistes pour les analyses bactériologiques

Le laboratoire de l'ADE contient deux salles, une salle pour les analyses physico chimique tandis que l'autre est dédiée pour les analyses bactériologiques.

III.2.Présentation des échantillons d'eau :**III.2.1.Eau de source :**

L'eau à été collectée au niveau de la commune de Mostaganem sur la route menant de port. L'eau de cette source est consommée dans la région. Le prélèvement a été effectué le 02/04/2023.

III.2.2.Eau de robinet :

L'eau de robinet à été collectée au niveau de le Chamouma de Mostaganem, cette commune est desservie par l'eau de dessalement de la station de la plage de Cheliff (ex SONACTER).

L'eau de dessalement traitée, est tout d'abord stockée au niveau de réservoir de le SEOR (Douar Izeb). Ensuite elle est distribuée par l'ADE, qui complète le traitement par ajout de d'hypochlorite de sodium (eau de Javel).

III.2.3.Eau de puits :

C'est une eau qui été collectée au niveau d'un puits a Mazagran, utilisé par les riverains pour leurs besoins en eaux potables, la date de prélèvement a été le 04/04/2023

III.2.4.Eau de dessalement :

Cette eau est issue de la station de dessalement de SONACTER. Tout d'abord, cette station prélève l'eau de la mer, le filtre des impuretés et des sels.

Ensuite, cette eau est traitée par OI et devient de l'eau pure. Enfin, l'eau est stockée dans une station SEOR et traitée pour la rendre potable.

III.3.les paramètres de l'eau potable :**III.3.1.Paramètres organoleptique :**

Ils consistent en la couleur et l'odeur, ils constituent souvent Les facteurs d'alerte pour une pollution.

III.3.1.1.La couleur :

L'eau potable n'est pas colorée, mais elle a de la couleur Généralement dû à la présence de substances colorées, qui proviennent principalement :

- Minéraux naturels, notamment le fer et le manganèse.
- Eutrophisation (augmentation du nombre d'algues et de plancton) et Décomposition de la matière végétale.
- Industrie chimique (imprimerie et industrie textile).

La décoloration de l'eau n'est pas recommandée, car elle amène toujours les gens à s'interroger sur sa couleur Potabilité, il faut l'enlever pour plaire à l'admission [37].

III.3.1.2. Le goût et odeur :

Toute eau destinée à la consommation doit être inodore. Par conséquent, toute présence d'odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition.[38]

III.3.2.Paramètres physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques font appel à un large éventail de techniques analytiques basées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes cibles (chromatographie, spectrométrie, etc.) ou encore sur leur propension à interagir avec des substances réactives spécifiques (doses complexes ou oxydoréductions).

III.3.2.1. Potentiel Hydrogène (pH) :

Le pH de l'eau est une mesure de l'acidité de celle-ci, c'est-à-dire de la concentration en ions hydrogène (H^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane "7" correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de "4" à "10" en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau (Rodier, 1984) [39]. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique. Le pH d'une eau potable doit se situer entre 6.5 et 8.5 (OMS, 1986) [14]. Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électrométrique avec électrode combinée selon la norme AFNOR. Cette méthode consiste à plonger dans l'échantillon, une électrode spécifique [7].

Tableau III.01 : Classification des eaux d'après leur pH [38]

pH < 5	Présence d'acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte. évaporation intense

➤ **Matériels et appareils :**

- Multi paramètre SL1000
- Bécher

➤ **Mode opératoire :**

- Allumer l'appareille (Figure III.1)
- Agiter l'échantillon doucement et verser 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher propre.
- Rincer la sonde avec de l'eau distillée puis avec de l'eau à analyser.
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- Enregistrer la valeur du PH qui est affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.
- Rincer la sonde.
- Arrêter l'appareil.

III.3.2.2. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH. De plus, la vitesse des réactions chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau [38]

➤ **Matériels et appareils :**

- Multi paramètre SL1000
- Bécher

➤ **Mode opératoire :**

- Allumer l'appareille (**Figure III.1**).
- Rincer la sonde avec de l'eau distillée puis avec de l'eau à analyser.

- Agiter l'échantillon doucement et verser 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher propre.
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- Enregistrer la valeur de la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.
- Rincer la sonde.
- Arrêter l'appareil.

III.3.2.3. Conductivité

La conductivité électrique d'une solution est sa capacité à conduire le courant électrique par les ions, sa mesure permet d'avoir très rapidement une idée sur la teneur de l'eau en sels dissous. [39]

Selon [40], la conductivité constitue un critère d'appréciation de la minéralisation globale d'une eau.

Tableau III.2 : Relation entre la conductivité et la minéralisation [41].

C = Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minéralisation
$C > 100$	Très faible
$100 < C < 200$	Faible
$200 < C < 333$	Moyenne
$333 < C < 666$	Moyenne accentuée
$C > 1000$	Elevée

➤ **Matériels et appareils :**

- Multi paramètre SL1000
- Bécher

➤ **Mode opératoire :**

- Allumer l'appareille (**Figure III.1**)
- Agiter l'échantillon doucement et verser 100 ml de l'eau à analysée dans un bécher propre.

- Rincer la sonde avec de l'eau distillée puis avec de l'eau à analyser.
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- Enregistrer la valeur de la conductivité électrique.
- Rincer la sonde.
- Arrêter l'appareil

Interprétation des résultats :

L'appareille Multi paramètre SL1000 (**Figure III.1**) affichera directement la valeur de la conductivité. La température et le PH



Figure III.1 :L'appareille Multi paramètre SL1000

III.3.2.4.Turbidité

La turbidité a pour origine la présence de matières en suspension qui donne un aspect trouble à l'eau. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée par la présence des matières en suspension fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Pour la sécurité du consommateur, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (unité de turbidité Néphélogométrique) [38]

Tableau III.3 : Les classes de turbidité de l'eau [38]

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

➤ **Matériels et appareils:**

- Turbidimètre
- Cellules de mesure

➤ **Mode opératoire :**

- Allumer le turbidimètre. (**Figure III.2**)
- Attendre 15 minutes, avant d'opérer.
- Rincer la cuvette avec l'eau ultra pure et la remplir avec 10 ml de l'eau à analyser.
- Nettoyer la cuvette et s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucunes tâches.
- Placer la cuvette dans le turbidimètre et appuyer sur lecture (mesure).
- La mesure est affichée sur l'écran.
- Rincer la cuvette.



Figure III.2:L'appareille de turbidimètre (TL2300)

III.3.2.5.Dureté ou titre hydrométrique (TH)

La dureté d'eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+ , K^+) et H^+ . Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO_3 par litre [42].

Tableau III.3 : Degré relatif de dureté de l'eau selon la quantité de carbonate de calcium [39].

Dureté (ppm CaCO_3)	Degré relatif de dureté
0-50	Très douce
50-100	Douce
100-200	Modérément douce
200-300	Dure
300 et plus	Très dure

➤ **Matériel et Réactif :**

- Burette
- Solution tampon NaOH .
- Solution d'EDTA.
- Erlenmeyer.
- Noir ériochrome T (N.E.T) indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire :**

-Prélever 100 ml d'eau à analyser et les verser dans un erlenmeyer

- ajouter 8 ml de la solution tampon NaOH ($\text{pH}=10$) et un peu de N.E.T.

-La solution se colore en rouge ou violet, à ce stade, un titrage par la solution d'EDTA (0.02N), sous agitation jusqu' au virage au bleu.

Les résultats sont exprimés par la formule suivante :

$$\text{TH} = (\text{V}_1 \times \text{N}_1 \times 1000) / \text{V}_2$$

□□□□□ : La normale de la solution EDTA.

□□□□□ : Volume en millilitres, de la solution EDTA.

□0 : Volume en millilitres d'échantillon

III.3.2.6. Dosage de calcium :

Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Sa présence en grande quantité peut être aussi due à la dissolution du gypse. La dissolution ou la précipitation du calcaire dépend de la teneur en CO₂ et du pH (équilibre calco-carbonique). Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de Ca²⁺. Il constitue un composant majeur de la dureté de l'eau

➤ Matériel et Réactifs :

- erlenmeyer.
- Burette.
- Solution de NaOH.
- Murexide (indicateur coloré).
- Solution d'EDTA 0.02 N.

➤ Mode opératoire :

- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
- Ajouter 4 ml de la solution NaOH (0.1 N) et une pincée de Murexide.
- Remuer soigneusement pour homogénéiser la solution une couleur rose apparaît.

III.3.2.7. Le magnésium Mg²⁺ :

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté d'une eau. À partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, donne un goût désagréable à l'eau. Comme le calcium, c'est un élément indispensable pour la croissance. Il joue le rôle

d'élément plastique dans l'os et dynamique dans les systèmes enzymatiques et hormonaux. Il est présent dans l'eau souvent à de forte concentration. [43].

➤ **Mesure de magnésium :**

Le magnésium peut être estimé par la différence entre la dureté de l'eau et le calcium exprimé en CaCO₃.

$$TH = D(Ca^{2+}) + D(Mg^{2+})$$

Donc la dureté magnésienne calculée par :

$$D(Mg^{2+}) = TH - D(Ca^{2+})$$

III.3.2.8. Le titre alcalimétrique :

Il permet de connaître la teneur en ions hydroxydes OH⁻ et la moitié de la teneur en carbonates CO₃⁻ et un tiers environ des phosphates présents [41]

➤ **Matériels et Réactifs :**

- Erlenmeyer.
- Burette.
- Solution d'acide sulfurique (H₂SO₄ 0,02 N)
- Solution de phénophtaléine 0.5%.

Mode opératoire :

- ✓ Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml,
- ✓ ajouter 1 à 2 gouttes de phénophtaléine
- ✓ Une coloration rose doit alors apparaître, dans le contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH < 8,3.
- ✓ Titrer et agiter avec la solution d'acide sulfurique jusqu'à décoloration complète de la solution, le cas contraire le TA est nul.

III.3.2.9. Mesure titre alcalimétrique complet TAC :

Le TAC mesure la teneur en hydrogénocarbonate, hydroxyde libre et en carbonate contenus dans l'eau. Cette détermination est basée sur la Neutralisation d'un certain volume d'eau par l'acide sulfurique (H₂SO₄) en présence de méthyle orange.

➤ **Matériel et Réactif :**

- erlenmeyer.
- Burette.
- Solution H₂SO₄.
- Méthyle orange.

➤ **Mode opératoire :**

- Prélevé 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml,
- ajouter 2 à 3 gouttes de méthyle orange, une couleur jaune doit alors se développer.
- Titrer avec la solution de H₂SO₄ de 0.02 N en agitant constamment, jusqu'au virage du jaune au jaune orange (pH= 4.3) de la solution.

Tableau III.5 : Détermination de CO₃²⁻ et HCO₃⁻ - à partir TA et TAC

Unité	TA=0	TA<TAC/2	TA=TAC/2	TA>TAC/2
OH	0	0	0	2TA
CO ₃ ²⁻	0	2TA	TAC	2(TA-TAC)
HCO ₃ ⁻	TAC	TAC-2TA	0	0

III.3.2.10. Les chlorure :

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable. [13].

➤ **Matériel et réactif :**

- Erlenmeyer.

- Burette.
- Solution de nitrate d'argent.
- Solution du chromate de potassium.

➤ **Mode opératoire :**

- Prélever 100 ml d'eau à analyser et les verser dans un erlenmeyer.
- Ajouter quelque gout de la solution du chromate de potassium à 10%.
- On remplit la burette par une solution de nitrate d'argent AgNO_3 (0,01N).
- La solution se colore en jaune à ce stade, un titrage par la solution nitrate d'argent sous agitation jusqu' au virage au rouge brique.

III.3.2.11. Contrôle du chlore résiduel

La méthode la plus facile et la plus rapide pour teste la présence de chlore résiduel est le test DPD (**Figure III.3**) en utilisant un comparateur colorimétrique.

Une pastille de DPD est ajoutée à un échantillon d'eau en rose, l'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur prédéterminée afin de déterminer la concentration en chlore



(**Figure III.3**) : photo de DPD No 1

III.3.3. Les paramètres de pollution :

III.3.3.1. Nitrites (NO_2^-) :

Les nitrites sont, généralement, assez largement présentes, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates. Elles proviennent d'une oxydation incomplète de la matière organique. Les

nitrites peuvent provoquer, dans certains, des phénomènes de méthémoglobinisation pouvant aller parfois jusqu'à l'asphyxie chez les bébés nourris au biberon (SAMAKE, 2002). [44]

➤ **Appareil et Réactifs:**

- Spectrophotomètre.
- Réactif 1 : réactif mixte.
- l'eau distillée

➤ **Mode opératoire:**

- Introduire 50 ml d'échantillon ;
- Ajouter 1 ml du réactif 1 et attendre au moins 20 min ;
- Effectuer parallèlement , un essai a blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les quantités du réactifs mais en employant même volume appropriée d'eau distillé ;
- L'apparition du couleur rose indique la présence du NO₂⁻.

➤ **La lecture :**

- Les résultats sont affichés directement par spectrométrie en mg/l.

III.3.3.2 Nitrates (NO₃⁻)

Les nitrates constituent la forme azotée la plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraine. Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. [45].

➤ **Appareil et Réactifs:**

- Réactif 1 : salicylate de sodium.
- Réactif 2 :hydroxyde de sodium
- Réactif 3 : acide sulfurique
- Réactif 4 :tartrate double K⁺ et Na⁺
- L'eau distillée
- Spéctromètre

➤ **Mode opératoire :**

- Par un pipette, on prélève 10ml eau d'échantillon dans bicher ;
- En ajoute 1ml de salicylate de sodium.
- En ajoute trois gouttes de NaOH 30%
- Puis, incubation à 90°C jusqu'à sèche (**Figure III.4**).
- Après séchage , ajouté 2ml acide sulfurique (reste 10 minute) ;
- Ensuite, ajoute 15ml d'eau distillé (reste quelque min) +15ml tartrate double K⁺ et Na⁺
- Laisser 10min, elles forment couleur jaune qui indique la présence de nitrate ;
- Effectuer parallèlement , un essai a blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les quantités du réactifs mais en employant même volume appropriée d'eau distillé ;



(**Figure III.4**) : photo de plaque chauffante

➤ **La lecture :**

- Les résultats sont affichés directement par spectrométrie en mg/l.

III.3.3.3. Ammonium : (NH₄⁺)

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution.. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution. [46]

➤ **Réactifs et Appareils:**

- Réactif 1 : réactif coloré homogénéisé.
- Réactif 2 : réactif de Dichloroisocyanurate de sodium.
- Spectrophotomètre

➤ **Mode opératoire:**

- Prendre 40 ml de l'échantillon + 4 ml du réactif 1 + 4 ml du réactif 2 et attendre 15min .
- L'apparition de la coloration bleu indique la présence de l'ammonium
- Effectuer parallèlement , un essai a blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les quantités du réactifs mais en employant même volume appropriée d'eau distillé ;

➤ **La lecture :**

Les résultats sont affichées directement par spectromètre en mg/l.

III.3.4.Paramètres bactériologiques:

L'analyse bactériologique de l'eau est indispensable afin de s'assurer de l'efficacité du traitement vis-à-vis des germes Parmi ces derniers on retrouve :

III.3.4.1.Recherche des coliformes totaux

Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins 48 h à 35 °C [47]

➤ **Mode opératoire:**

- filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration (**Figure III.5**) et par un filtre de 0.45um de pore.
- mettre le filtre sur le milieu TERGITOL
- incuber a 37°pendant 24 heures

➤ **1 ère lecture:**

- des colonies jaune orange, dénombrement des colonies et repiquage sur bouillon Vbl +cloche
- incuber a 37 pendant 24 heures.

➤ **2eme lecture:** résultat présence des gaz+ trouble.



Figure III.5 : photo de rampe de filtration

III.3.4.2. Recherche de coliformes fécaux:

Les coliformes fécaux (thermo-tolérants) – sous-groupe de bactéries coliformes qui fermentent le lactose à $44,5 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$ sous 24 heures, Proviennent des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud. La présence de ces bactéries dites pathogènes est très risquée pour la santé des humains et des animaux. La bactérie e-coli (*Escherichia coli*) appartient à cette catégorie de coliformes. L'absorption d'une eau infectée de coliformes fécaux peut entraîner des maladies très graves et, dans certains cas, peut causer la mort. Les premiers symptômes sont généralement de nature gastro-intestinale (nausées, vomissements et diarrhée). [48]

➤ **Mode opératoire**

- filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration et par un filtre de 0.45um de pore
 - mettre le filtre sur le milieu TERGITOL.
 - incuber a 44° pendant 24 heures.
- ##### ➤ **1 ère lecture:**
- Des colonies jaune orange, dénombrement des colonies et repiquage sur bouillon SCHUBERT+CLOCHE.
 - Incuber a 44° pendant 24 heures.
- ##### ➤ **2me lecture:** résultat présence des gaz+ trouble. (**Figure III.6**)

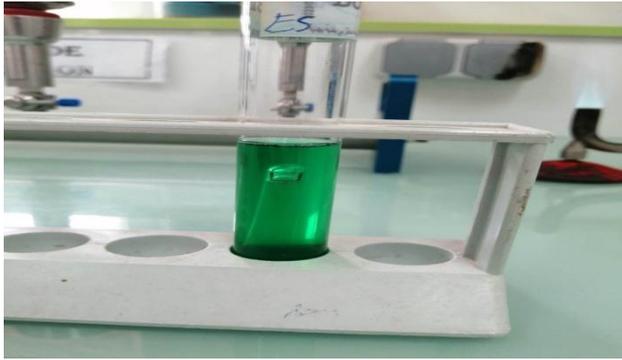


Figure III.6 : photo de résultat présence des gaz+ trouble.

- mettre des gouttes de kovacs (**Figure III.7**), résultat: couleur rouge.



Figure III.7 : photo de Kovacs

III.3.4.3. Recherche des streptocoques fécaux :

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène [49]

➤ **Mode opératoire:**

- filtrer 100 ml de l'échantillon avec la rampe de filtration et par un filtre de 0.45 um de pore.
- mettre le filtre sur le milieu SLANETZ ET BARTLEY.
- incuber a 37° pendant 24 heures.

- **1 ère lecture:** colonies rouge, dénombrement des colonies.
- mettre le filtre sur milieu BEA et incuber a 37° pendant 2 heures.
- **2 lecture:** points noir.

III.3.4.4. Recherche des germes totaux :

Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais, sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes dans les systèmes de dialyse. Ce paramètre permet de mesurer les conditions sanitaires de la distribution (stagnation de l'eau, entretien déficient, présence de nutriments...) et du résiduel de désinfection.

Une concentration en germe totaux trop importante peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique. Une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution. Les déterminations sont réalisées, d'une part, au niveau du traitement et, d'autre part, dans les réseaux de distribution. [50]

- **Mode opératoire :**

- poser 1 ml de l'échantillon sur le milieu TGEA après étaler l'eau sur toute la boîte.
- incuber a 37° pendant 24 heures.

- **résultat:**

- colonies blanche, dénombrement des colonies.

III.3.4.5. recherche des clostridium (sulfito-réducteurs):

En dehors des streptocoques fécaux et E. coli qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les clostridium sulfito-réducteurs représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, ils sont résistants aux conditions défavorables grâce à la sporulation, ils sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, Gram positif réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile [51]

- **Mode opératoire :**

- mettre 100 ml de l'échantillon dans un bain marie (**Figure III.8**), attendre jusqu'à ce que la température atteint 80°
- laisser l'échantillon pendant 10 minutes.
- sortir l'échantillon du bain marie et le mettre sous l'eau froide (choque thermique).
- filtrer l'échantillon avec un filtre de 0.2 um de pore.

- mettre le filtre a l'envers dans une boite pétri puis couler une gélose viande de foie.
- incuber a 37° pendant 24 heures.

➤ **résultat** : colonies noir, dénombrement des colonies



Figure III.8 : Photo de bain marin

Chapitre IV:

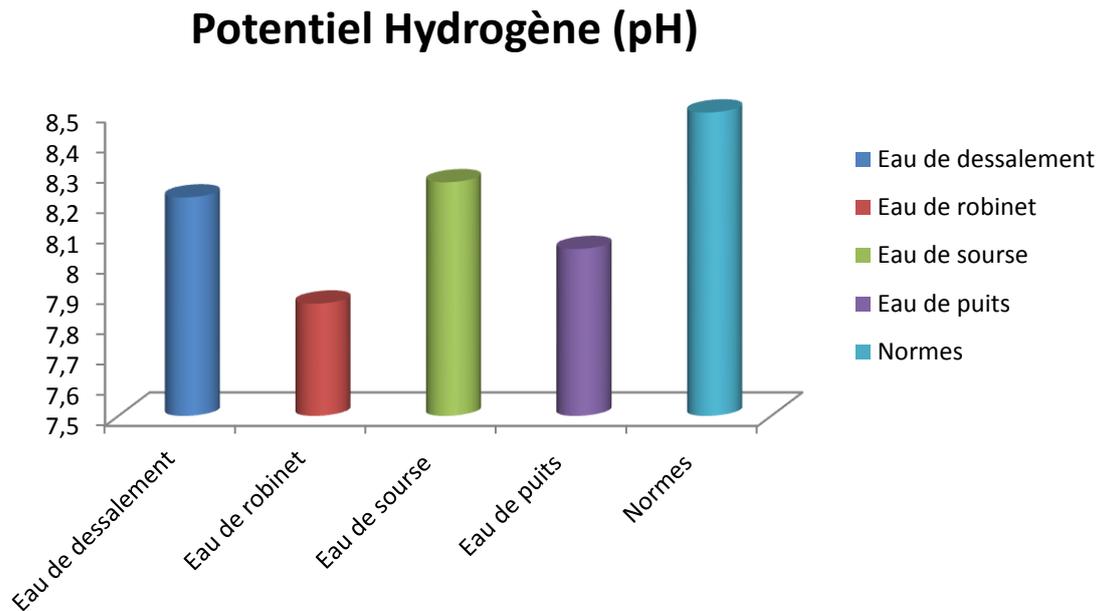
Résultats et discussion

IV.1.Introduction:

L'élément le plus crucial pour la survie et le confort de l'homme est l'eau. Pour cette raison, les normes de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine sont cruciales. Les autorités sanitaires et gouvernementales internationales et locales ont toujours porté leur attention sur ces conditions. Depuis sa création, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a examiné les normes de qualité de l'eau en raison de leur importance et de leurs effets sur la santé. Plusieurs lois ont également permis au gouvernement algérien de participer formellement à la mise en œuvre de ces conditions. Le décret exécutif n°11-125 du 22 mars 2011 a fixé les paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine. Nous avons effectué les analyses de qualité sur plusieurs types d'eau potable. Les résultats obtenus sont donnés dans les tableaux en annexe 1. La comparaison des différents paramètres nous ont permis de tracer les graphes pour chaque paramètre étudié et de comparer les résultats obtenus aux normes existantes. L'objectif de tous ces résultats est de comparer la qualité d'eau.

IV.2. Résultats et discussion :**IV.2.1.Paramètre physico-chimiques :****IV.2.1.1.Potentiel Hydrogène (pH) :**

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans même solution est une fonction linéaire de pH de celle-ci selon les lois de Nernst le potentiel de l'électrode est liée à l'activité des ions H^+ .

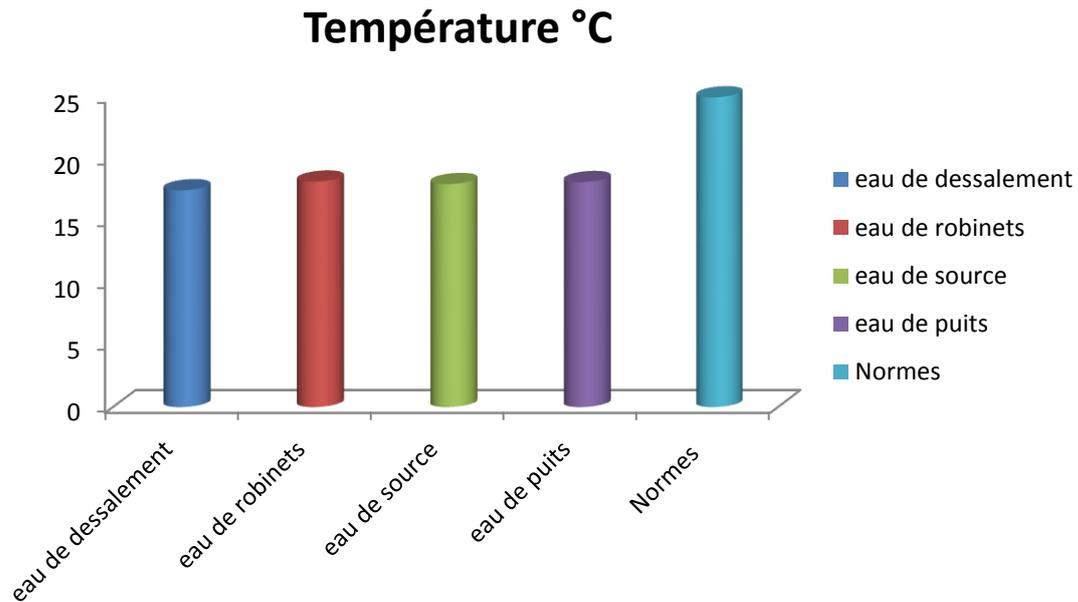


Les résultats obtenus montrent que toutes les eaux analysées ont un pH basique. L'eau de source présente le pH le plus élevé (pH=8.27).

Les résultats obtenus restent conformes à la norme Algérienne qui fixe les normes acceptables par le pH entre 6,5 à 8,5.

IV.2.1.2. Température :

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. L'unité utilisée dans le système international est le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Dans ce système, le paramètre de la température est très important dans la potabilité de l'eau. Les résultats obtenus montrent que toutes les eaux analysées ont une même température. La norme algérienne indique que la température est $>25^{\circ}\text{C}$.

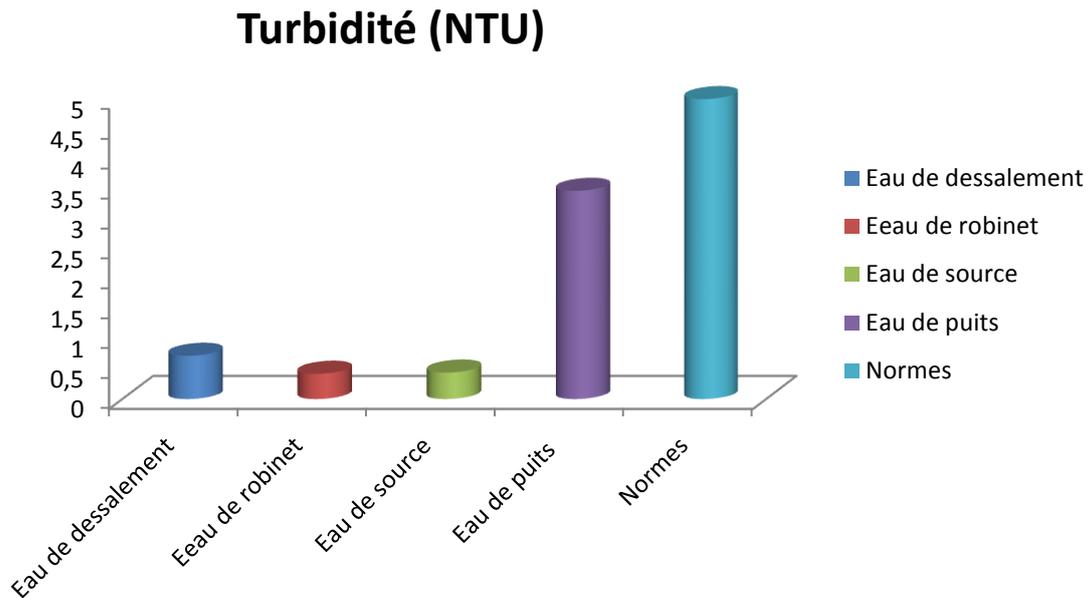


La température des eaux analysés est presque constante (oscille entre 17,5 et 18,15 °C).

Ces valeurs sont proches a celle recommandé pour les eaux potables a savoir une température de 25°C.

IV.2.1.3.Turbidité :

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en suspension d'origine minérale ou organique.



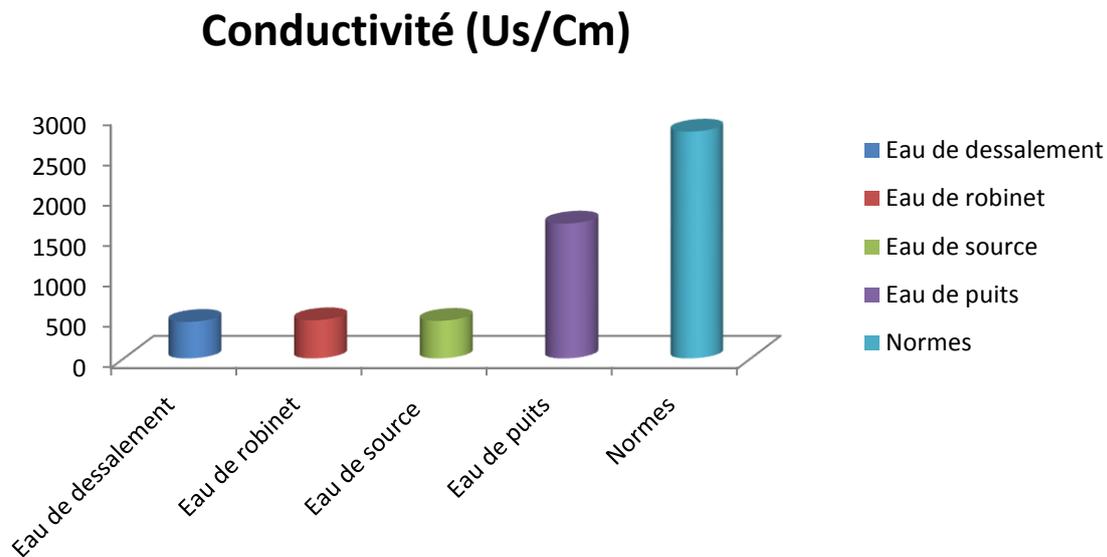
Les valeurs enregistrées du turbidimètre varient entre 0,72 NTU à 3,47 NTU.

L'eau de source a un turbidité élevée (3,47 NTU) par rapport aux les autres eaux analysés.

Les résultats obtenus restent conformes à la norme algérienne qui fixe la norme acceptable pour la turbidité à 5 NTU.

IV.2.1.4. Conductivité

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations,



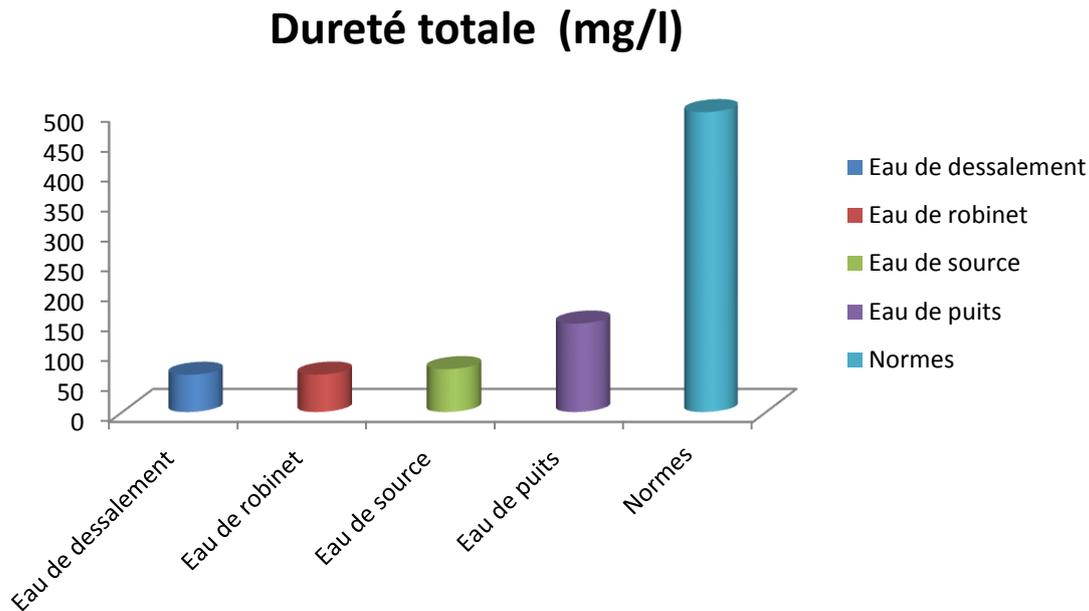
Les résultats se traduisent en micro-Siemens par centimètre (us/cm).

La valeur de conductivité électrique la plus élevée (1667,3 us/cm) ce qui traduit la richesse de cette eau en sels dissous pour l'eau de puits, et la conductivité moins élevée (451,7 us/cm) ce qui traduit la pauvreté de cette eau en sels dissous pour l'eau de dessalement .

Ceci montre que nos résultats sont conformes aux normes de potabilité .

IV.2.1.5. La dureté totale :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur liée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, etc... Présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}) étant généralement les plus abondants.



Les valeurs de la dureté totale pour les quatre prélèvements varient entre 62 mg/l pour l'eau de dessalement et 147,3 mg/l pour l'eau de puits .

Ce qui montre que l'eau de puits atteint une dureté totale élevée par rapport aux autres eaux analysés.

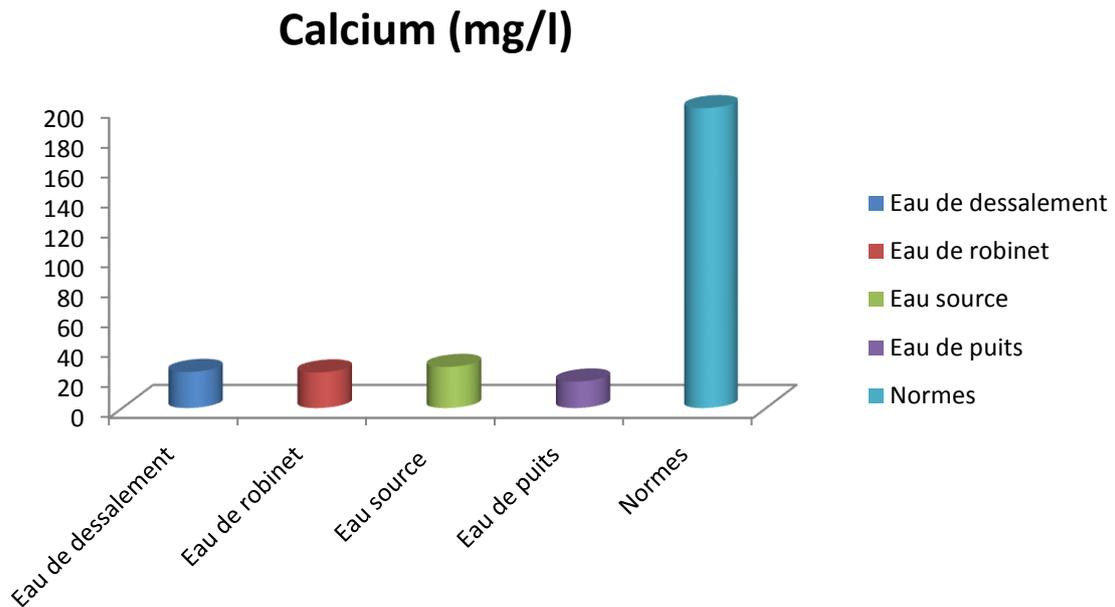
Les résultats obtenus répondent à la norme indiquée par la réglementation algérienne et celle de l'OMS (500 mg/l).

IV.2.1.6. Le titre alcalimétrique :

Pour la totalité des eaux étudiées le TA (titre alcalimétrique) est nul car leurs PH inférieur a 8,3 .Cela peut se traduire par l'absence des carbonates dans les eaux analysés conformément a la législation en vigueur .

IV.2.1.7. Calcium (Ca^+) :

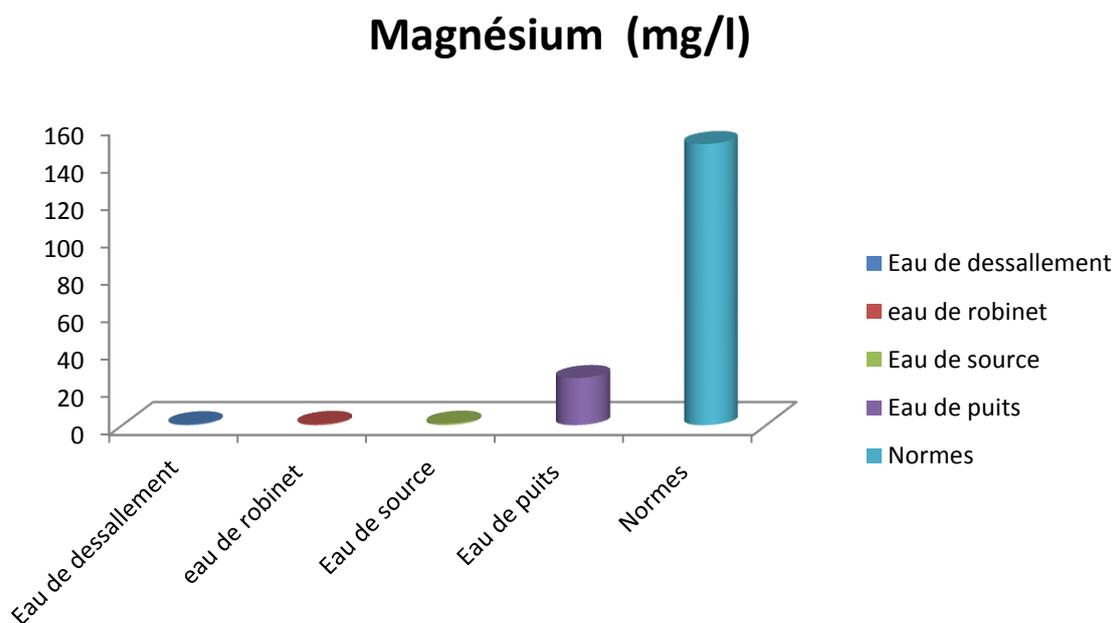
C'est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté, le calcium est généralement l'élément dominant. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates.



Les résultats obtenus montrent que les valeurs enregistrés comprise entre (17,63mg/l) pour l'eau de puits et 27,38 mg/l pour l'eau de source.

On remarque que la concentration d'ion Ca^{2+} de l'eau analysée très inférieurs a la norme algérienne qui indique 200 mg/l.

IV.2.1.8. Magnésium (Mg^{2+}) :



Nous remarquons que les valeurs extrêmes enregistrés sont comprises entre 0,48 mg/l pour l'eau dessalement et 25,11mg/l pour l'eau de puits.

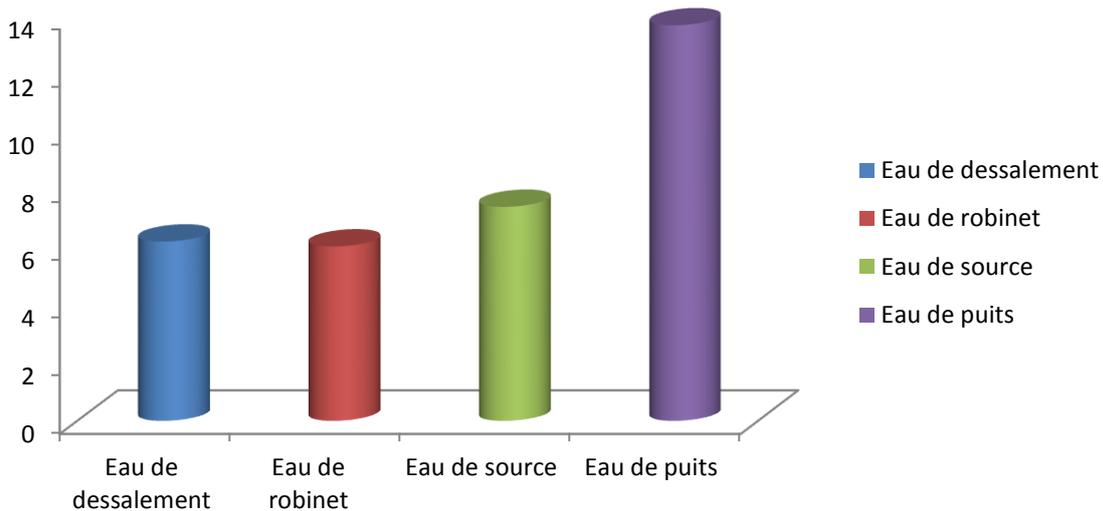
L'eau de puits contient des quantités élevées (25,11 mg/l) par rapport aux autres eaux.

D'une façon général on constate que les eaux analysés respectent la norme algérienne de 2011 qui fixe la teneur maximale en magnésium a 150 mg/l .

IV.2.1.9.Le titre alcalimétrique complet :

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau.

Titre alcalimétrique complet (F°)

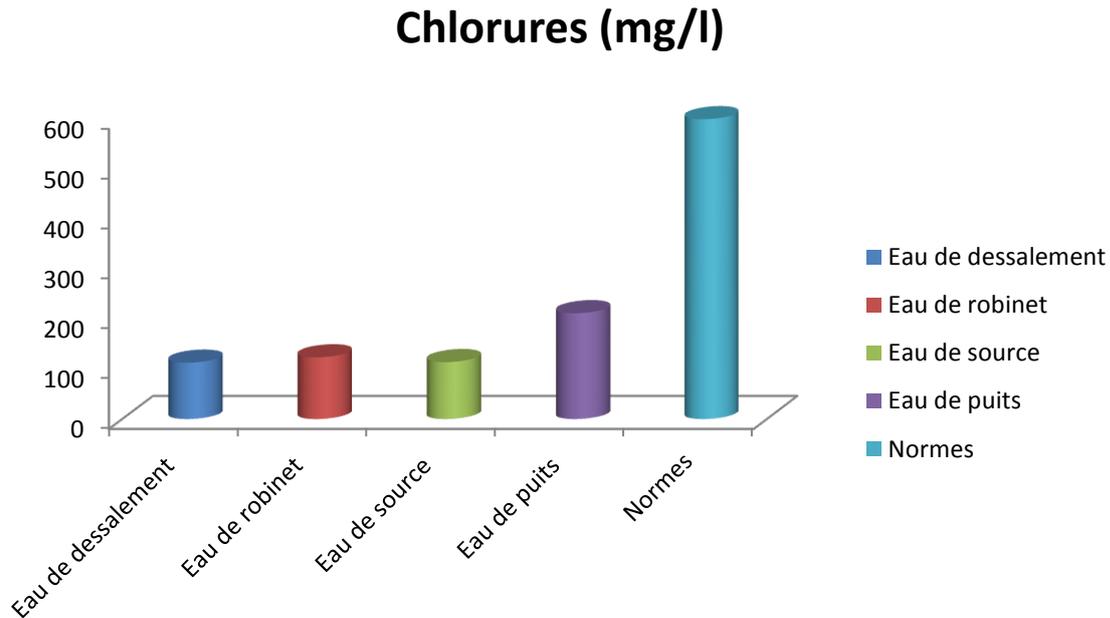


Nous remarquons que les valeurs enregistrées comprise entre (6,2 °F) pour l'eau de dessalement et 13,68 °F pour l'eau de puits.

L'eau de puits atteint une valeur élevée par rapport aux autres eaux.

IV.2.1.10.Les chlorure

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables, leur présence en quantité excessive dans l'eau la rend corrosive pour les réseaux de distributions et nocive pour les êtres humains et les plantes.



La teneur moyenne des eaux étudiées en chlorures est de 140,37 mg/l. Elle est comprise entre 112,72 mg/l pour l'eau de dessalement et de 211,58 mg/l pour l'eau de puits .

L'eau de puits contient des quantités élevées des chlorures par rapport aux autre eaux .

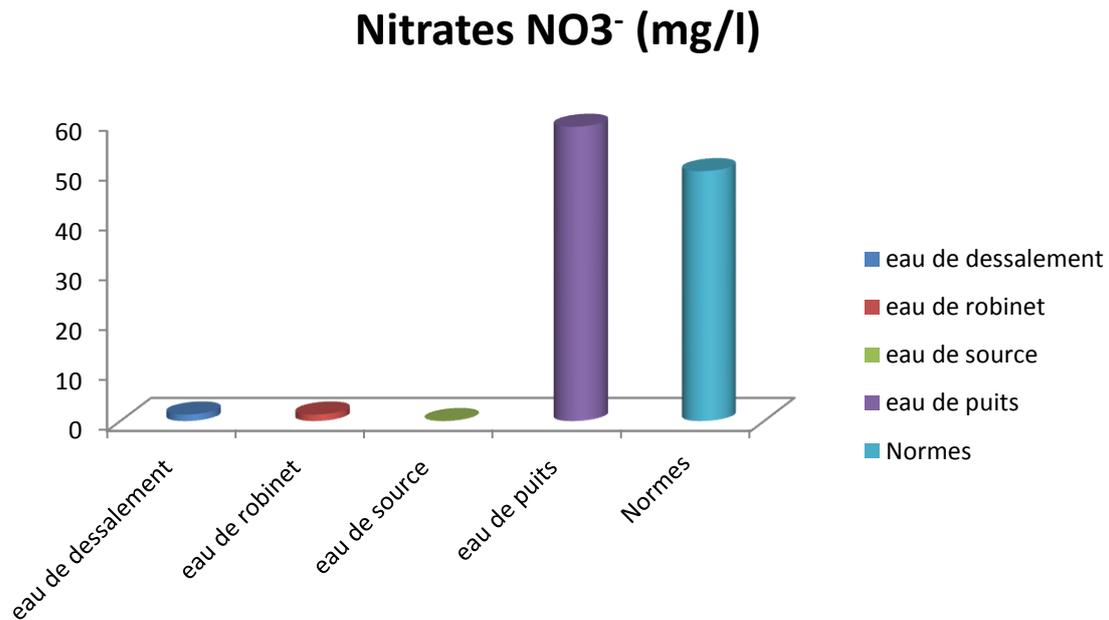
En général la teneur en chlorures dans des eaux étudiées reste conforme a la norme algérienne de 2011 qui fixe la teneur maximale en chlorures a 600 mg/l.

IV.2.2.Paramètres de pollution :

IV.2.2.1.Nitrates NO₃⁻ :

Les nitrates (autrefois nommés nitre, souvent synonyme de salpêtre) sont les sels de l'acide nitrique. La formule chimique de l'ion nitrate est NO₃.

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.



Les résultats obtenus montrent que les valeurs varient entre (0 à 58,88 mg/l) .Nous observons l'inexistence de ions de NO_3^- en eau de source.

L'eau de puits contient des quantités élevée 58,88 mg/l par rapport aux autres eaux.

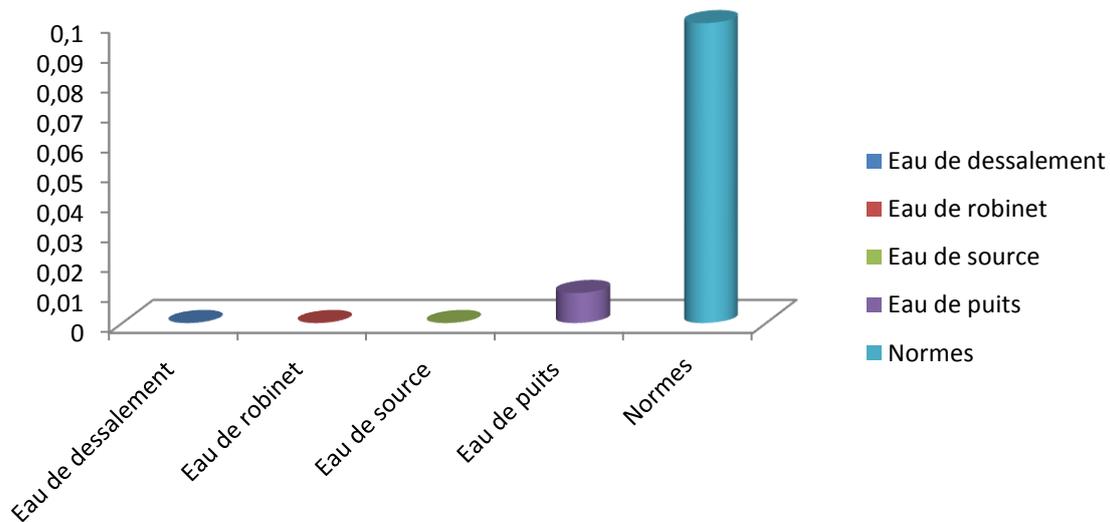
On admettent que tout les eaux analysés respectent les normes algériennes qui fixe la teneur en NO_3^- a 50 mg/l .

IV.2.2.2.Nitrites NO_2^- :

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 . La formule de l'ion nitrite est NO_2^-

La présence de nitrite dans l'eau, constitue un indice de pollution.

Nitrites NO₂⁻ (mg/l)



Les résultats Obtenus montrent que les valeurs enregistrés varient entre 0 à 0.01 mg/l. L'eau de puits atteint la valeur de 0.01 mg/l qui est élevée par rapport aux autres eaux analysés.

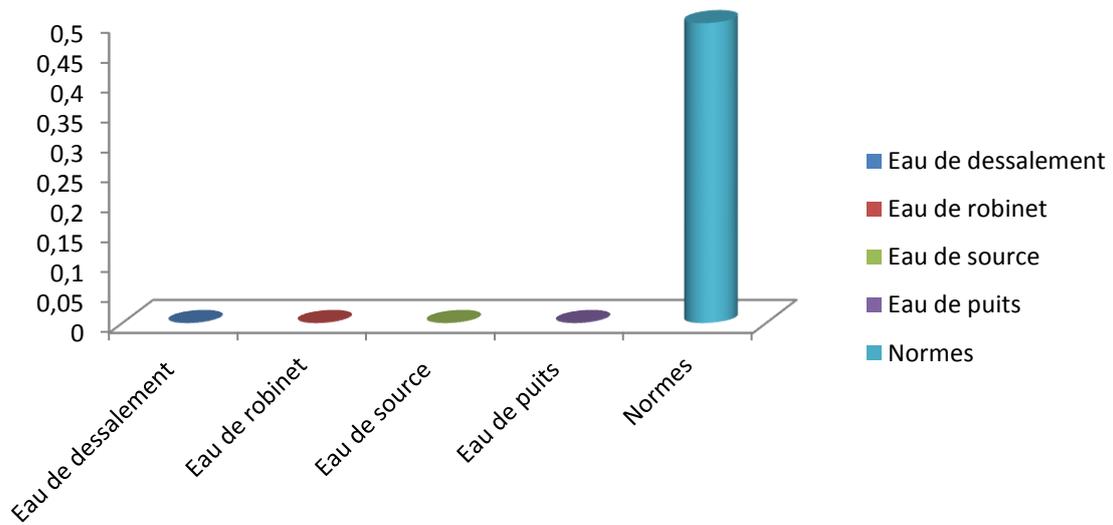
Les résultats obtenus restent conforme à la norme algérienne qui fixe les normes acceptables du nitrite à 0.1 mg/l.

IV.2.2.3. Ammonium NH₄⁺ :

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH₄⁺) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacque (NH₃).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniacque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température.

Ammonium NH₄⁺ (mg/l)

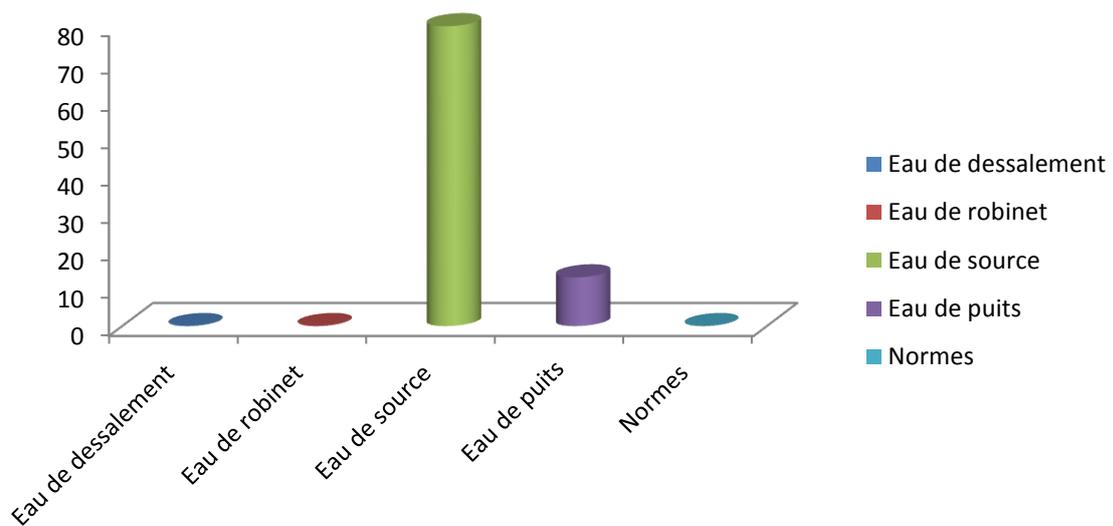


Les résultats obtenues montrent qu'il y a une inexistante des ions en NH₄⁺ dans tous les eaux analysés.

IV.2.3. Les analyses bactériologiques :

IV.2.3.1. Les coliformes totaux :

Coliformes totaux



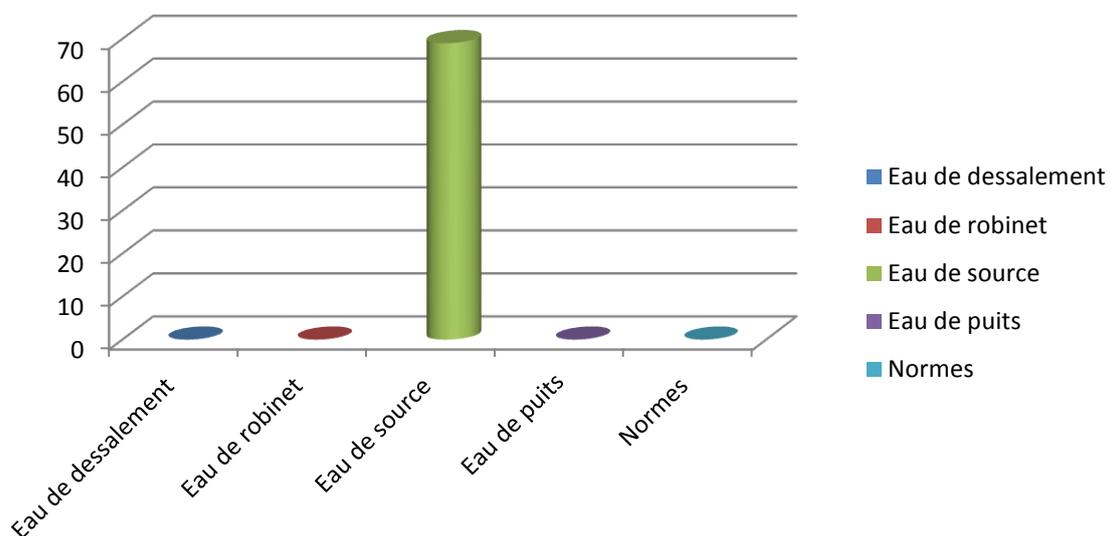
Les résultats d'analyses bactériologique des échantillons d'eau révèlent des charges bactériennes qui varient entre (0 UFC /100)ml pour l'eau de dessalement et (80 UFC / 100) ml pour l'eau de source .

L'eau de dessalement et l'eau de robinet sont conformes à la norme.

Pour l'eau de puits et l'eau de source ne sont pas conformes a la norme algérienne (UFC/100 ml <10), ils ont un nombre compris entre 13 UFC/100 ml pour l'eau de puits et 80 UFC/100 ml pour l'eau de source donc supérieur à la valeur admissible

IV.2.3.2.coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux



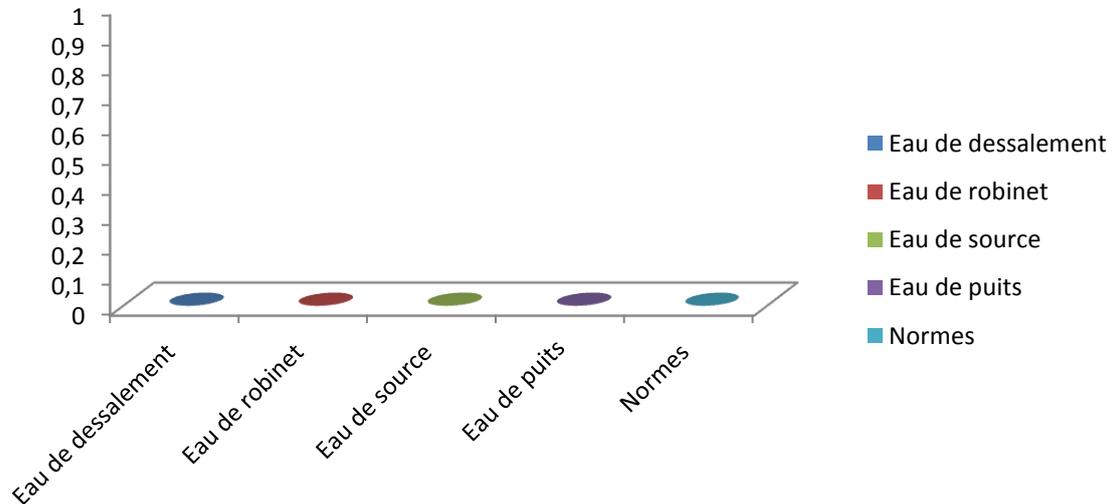
Le nombre des coliformes fécaux trouvés dans les échantillons d'eau analysés oscille de (0 UFC /100 ml) et (69 UFC /100ml).

Pour l'eau de dessalement il ya aucune présence des coliformes fécaux pendant tous les jours des analyses.

L'eau de source contient de (69 UFC /100 ml) par conséquent ne sont pas conformes à la norme algérienne (0 UFC /100 ml)

IV.2.3.3 Les streptocoques :

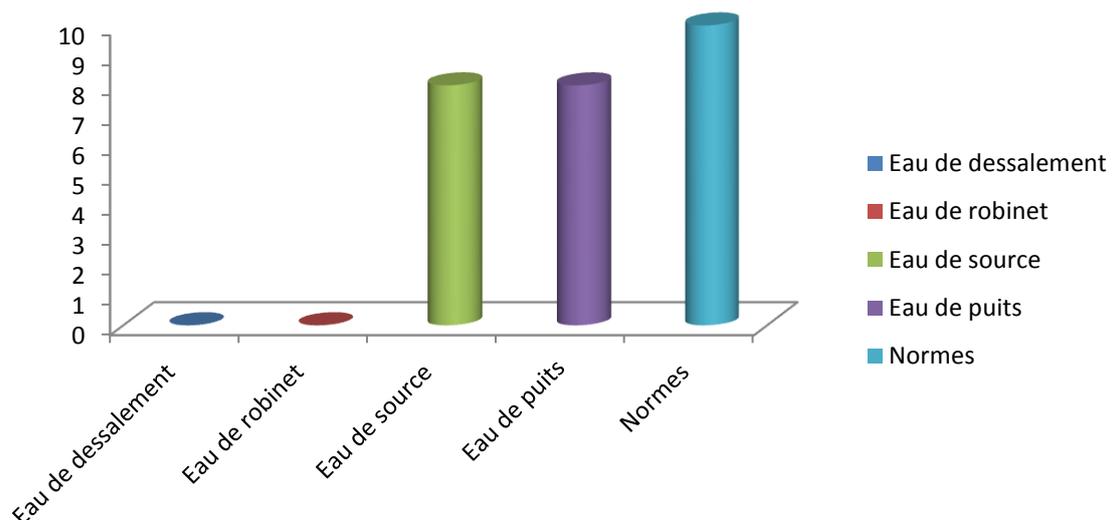
Les streptocoques



On remarque que tous les échantillons de l'eau analysé ont des valeurs nulles donc sont conformes a la norme algérienne (0 UFC/100 ml).

IV.2.3.4. Les germes totaux :

Les germes totaux



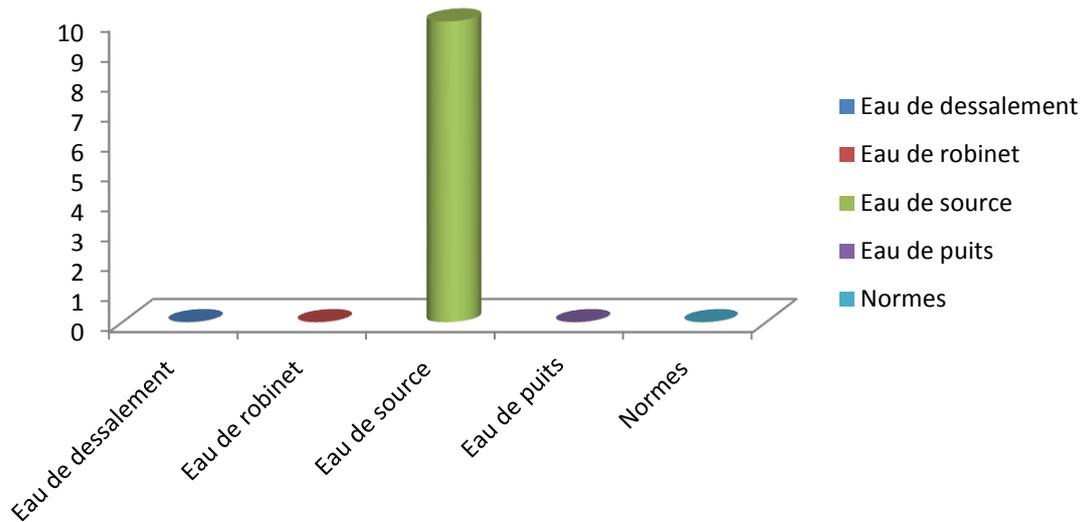
Le dénombrement des germes totaux (37°C) pour l'eau analysé montrée que les charges bactériennes sont varié entre (0 UFC/1 ml) et (8UFC/1ml).

Pour l'eau de dessalement et l'eau de robinet ont des valeurs nulles donc sont conformes a la norme algérienne (0UFC/1 ML)

Les échantillons (l'eau de puits et l'eau de source) ne conforme pas aux normes algériennes.

IV.2.3.5.Le clostridium sulfito-reducteur:

Le clorstdium sulfito-reducteur



Le dénombrement des spores de Clostridium sulfito-reducteur montrent que les échantillons ont des valeurs nulles ce qui correspond aux normes algériennes (0 UFC/100ml).

Pour l'eau de source a une valeur (10UFC/20ml) ce qui ne correspond pas aux normes algériennes.

Conclusion générale

Conclusion

Comme nous l'avons relevé au début de notre étude ,l'eau joue un rôle primordial dans la vie des êtres vivants car elle assure pour ces derniers la possibilité de mieux vivre sur la planète terre .

L'eau est L'un des éléments les plus abondants sur la terre .MAIS C'est aussi un fait que les ressources en eau potable sont considérablement réduits en raison de la consommation humaine dans le monde

La recherche d'une eau de bonne qualité de l'eau destinée à la consommation humaine est déterminée d'une part par la qualité des analyses physico-chimiques et bactériologiques qui est conforme aux normes algériennes et OMS et bonne pour la consommation humaine

L'eau que nous consommes est systématiquement traité avant d'arriver a nos robinet, mais cela n'empêche pas la présence. des risques de pollution existant à chaque étape de parcours de l'eau .Une eau potable ne doit pas porter atteinte à la santé de celui qui la consomme ;elle doit répondre a une série des critères et normes nationales et internationales de qualité physiques ,chimiques, et biologiques donc il est indispensable de procédés au contrôle de sa qualité .La négligence de ce contrôle provoquerait l'apparition de maladies à transmission hydrique chez la population en cas de consommation d'eau polluée.

A l'issue de cette étude qu'il a été porté essentiellement sur la comparaison entre la qualité des eaux de consommation ou on a étudié quatre sources différentes de l'eau potable ; eau de dessalement, eau de robinet, eau de puits et eau de source.

Cette l'étude a permis l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique sur des échantillons prélevés durant une période allant du mois d'avril 2023 au niveau de l'ADE de Mostaganem . Il ressort des résultats obtenus dans cette étude, que l'eau de dessalement conforme aux normes algériennes et OMS et bonne pour la consommation humaine.

Références bibliothèque

- [1] ASSOULINE J. et ASSOULINE S ;Géopolitique de l'eau. Nature et enjeu. Edition Studyrama , P-140 , 2007 .
- [2] VASCO R ; Nos ressources sont limitées, évitons de les gaspiller, Thème Cutline de Chris Peason, 2017.
- [3].Livre Bleu. Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. Belgique. BELGAQUA ;2em édition , 2002.
- [4]<https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau>
- [5] Chelli. L, et Djouhri. N ; Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant , Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie, 2013.
- [6] MEROUANI S. et BOUGUEDAH A ;Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla. Mémoire master : Université Kasdi Merbah Ouargla, P-59, 2013.
- [7] LAZHAR G ; Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique, Mémoire de magister , Université FERHAT ABBAS-SETIF,P- 106 , 2011.
- [8] PAUL, L ; Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. L'environnement pratique n°1005. Office fédéral de l'environnement, Berne.P- 44 , 2010.
- [9] CIFIQE ; Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'eau Qualité de l'eau 101, introduction aux microsystemes d'approvisionnement en eau potable Manuel version 1.1. 2011.
- [10] Comète Engineering ; Gestion Durable des ressources en eau , Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Tunisie. P-93, 2007.
- [11] Beneteaud, E. et Pujades ; L'eau, Académie Versailles,P-13, 2009.
- [12] Green Facts ; Ressources en eau, Schweizerische Eidgenossenschaft ,P-6 , 2014

- [13] Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ; L'eau et la santé - Directives de l'OMS sur la qualité de l'eau de boisson, Centre de documentation, P-13, 2003
- [14] O.M.S ; OMS, Directives de la qualité pour l'eau de boisson, 1986.
- [15] HLPE ; L'eau, enjeu pour la sécurité alimentaire mondiale , Rapport du Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition du Comité de la sécurité alimentaire mondiale, Rome ,2015.
- [16] Y. Olivaux; la nature de l'eau, Ed, Marco Pietteur, France ;P-563,2015.
- [17] A. Kettab ; Les ressources en eau en Algérie , stratégies, enjeux et vision, Désalination,P-25-33,2003.
- [18] M.Fricke, L. Grunhut, W. Van Der ; Classification of mineral water types and comparison with drinking water, 2003.
- [19] J. Hubert ; Quelles eaux de boisson faut-il consommer?. Progrès en urologie. 20 :806—809 ,2010.
- [20] A. Maurel ; Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce, 2 eme édition TEC&DOC ,P-286, 2006.
- [21] Craaq ; Guide de production des annuelles en caissettes 313 11- Peterson, H.G. Water quality and Micro-irrigation for Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr_e.htm, P-4, 2003.
- [22] BEKKOUCHE W ,BEY O , H ; Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux destinée a l'irrigation: cas de la commune de taghzout- el – Oued . Mém, Ing . Biochimie appliqué . Univ , D'EL-OUED ,P-7-8, 2014.
- [23] Anonyme ;Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation,P-131 ,2003.
- [24] A.Brahimi , H.Hamdi ;Contrôle de qualité et évaluation du processus de dessalement de l'eau de mer par la technique d'osmose inverse (station de dessalement de Bou Ismail W. Tipaza), Mémoire d'ingénieur, Université de SAAD DAHLEB DE BLIDA, Algérie, 2009/2010.

[25] Morvan G ; Les techniques de potabilisation de l'eau, dessalination, dessalement, traitement de l'eau saumâtre, 2006.

[26] Farid TATA-DUCRU .« dessalement de l'eau de mer : bilans des dernières avancées technologiques ; bilan économique ; analyse critique en fonction des contextes ».. comptecb@orange.fr. Janvier 2009

[27] SALOMON, J ; Le dessalement de l'eau de mer est-il une voie d'avenir?, Magazine de Géographie et Aménagement du territoire, paragraphe 1, Centre d'études de Géographie et Aménagement du Territoire,P- 237-262, 2012.

[28] ARZATE, A ; Procédé de séparation membranaire et leurs applications dans l'industrie alimentaire, Revue de littérature, Centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole inc, référence 642-RVL-0508,Saint-Norbert d'Arthabaska, 2008.

[29] Bushnak,A ; Évaluation des meilleures technologies disponibles pour le dessalement en zones rurales/locales , Rapport final, Gestion Intégrée Durable de l'Eau – Mécanisme de Soutien (SWIM – SM,2012.

[30] Dossier thématique - La Cité de la Mer - Technopole CherbourgNormandie / Avril 2012

[31] Viviane Renaudin ; «le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres»,CNRS, Nancy, article ,2003.

[32] P. DANIS, Dessalement de l'eau de mer, Techniques de l'ingénieur traité Génie des Procédés, J2700

[33] Degrémont Suez ; Mémento technique de l'eau. Rueil Malmaison, Degrémont, 2 tomes,P-171 , 2005.

[34] Alfa Arzate, Ph.D ;« Procédés de séparation membrane et leur application dans l'industrie alimentaire », Rang Lainesse Saint-Norbert d'Arthabaska Québec, P-142,2008

[35] Les perspectives du dessalement d'eau de mer. <http://www.wikiwater.fr>. Date de mise en ligne : mercredi 8 février 2012

[36] Bassnasse M ; Dessalement d'eau de mer , Etude de trois stations du littoral algérien, Université SAAD Dahleb (Blida), 14th International Soil Conservation Organization Conference, 2006.

- [37] DEGREMONT G ; Memento technique de l'eau , Tome 1. 9ème Edition, Cinquantenaire, Paris, P-592, 1989.
- [38] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R ; L'analyse de l'eau , Ed. Dunod, Paris, 9eme edition ,P-1526, 2009.
- [39] RODIER J ; L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, Ed. Bordas, Paris. P-228 ,1984.
- [40] Degremont G ; Memento technique de l'eau Tome I et II,ED. Cinquantenaire, Paris,P-155,1978.
- [41] Vierling E., 2008. Aliment et boissons: filière et produit. 3ème édition. Doin éditeur. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. France. 230p.
- [42] DEVILLERS. J, SQUILBIN. M, YOURASSOWSKY. C ; qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface, Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE ,l'eau à bruxelles , Fiche 2,2005.
- [43] Rodier J ; L'analyse de l'eau , eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8 ème éd. Ed. Dunod, Paris ,1996.
- [44] SAMAKE H. (2002). Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001 faculté de médecine. 58p.
- [45] Chapman D, Kimstach V ; Selection of water quality variables, Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, 1996.
- [46] Maraza Z ; Etude de l'effet de différents coagulants et adsorbants sur la qualité de l'eau potable de la station de Skikda, science de la matière ,Thèse doctorat, Université 20 Août 1955, Skikda, P-181,2015.
- [47] Desjardins R., 1997. Le traitement des eaux. Edition, l'école polytechnique de Montrieu, Canada, 304p.
- [48] Experteau (consulté le 04 juin 2023) : <https://experteau.com/services/analyse-bacteriologique.php>

[49] BERNE. F ; Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP, P-201, 1972.

[50] Potelom J-L. et Zysman K., 1998. Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la Lettre du cadre territorial, Paris.

[51] GREGORIO. C, PIERRE-MARIE. B, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté,P-356,2007 .

ANNEXES

Annexes :

1-les résultats des analyses :

Tableau 01 : les résultats d'analyse de l'eau de dessalement

Date		1 ^{er} jours	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jours	Moyenne
Paramètre organoleptique	Unité	/	/	/	/
Odeur	/	/	/	/	/
Gout	/				/
Paramètre physico-chimie	Unité	/	/	/	/
PH	/	8.28	8.15	8.25	8.22
Température	C°	15.5	18.5	18.5	17.5
Conductivité	Us/cm	440	44 6	469.2	451.7
Turbidité	NTU	0.91	0.76	0.5	0.72
Chlorure	Mg/l	112.18	105.58	120.4	112.72
Calcium	Mg/l	24.04	24.04	24.04	24.04
Magnésium	Mg/l	0.48	0.48	0.48	0.48
Dureté totale	Mg/l	62	62	62	62
Titre alcalimétrique	F°	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet	F°	6.2	6.2	6.2	6.2
Chlore résiduel libre	Mg/l	0.2	0.2	0.2	0.2
Paramètres de pollution	Unité	/	/	/	/
Ammonium (NH4 +)	Mg/l	0	0	0	0
Phosphore (PO4)	Mg/l	0.06	0.01	0.03	0.03
Nitrites (NO2 -)	Mg/l	0	0	0	0
Nitrates (NO3 -)	Mg/l	1.42	1.20	1.3	1.3
Paramètres bactériologiques	Unité	/	/	/	/
Coliformes totaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Coliformes fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Streptocoques fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Germes totaux	10/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Clostridium (sulfito-réductase)	0/20ml	ABS	ABS	ABS	ABS

Tableau 02 : les résultats d'analyse de l'eau de source

Date		1 ^{er} jours	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jours	Moyenne
Paramètre organoleptique	Unité	/	/	/	/
Odeur	/	/	/	/	/
Gout	/				/
Paramètre physico-chimie	Unité	/	/	/	/
PH	/	8.05	8.28	8.5	8.27
Température	C°	17.5	18	18.5	18
Conductivité	US/cm	454	462	480	465.3
Turbidité	NTU	0.39	0.40	0.54	0.44
Chlorure	Mg/l	112.5	115.02	114	113.84
Calcium	Mg/l	23.6	24.04	34.5	27.38
Magnésium	Mg/l	0.87	0.97	0.54	0.79
Dureté totale	Mg/l	63	64	87	71.33
Titre alcalimétrique	F°	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet	F°	7.4	6.2	8.6	7.4
Chlore résiduel libre	Mg/l	0.1	0.2	0.1	0.1
Paramètres de pollution	Unité	/	/	/	/
Ammonium (NH4 +)	Mg/l	0	0	0	0
Nitrites (NO2 -)	Mg/l	0	0	0	0
Nitrates (NO3 -)	Mg/l	0	0	0	0
Paramètres bactériologiques	Unité	/	/	/	/
Coliformes totaux	0/100ml	80	72	89	80
Coliformes fécaux	0/100ml	70	72	64	69
Streptocoques fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Germes totaux	10/100ml	07	10	8	8
Clostridium (sulfito-réductase)	0/20ml	11	9	12	10

Tableau 03 : les résultats d'analyse de l'eau de robinet

Date		1 ^{er} jours	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jours	Moyenne
Paramètre organoleptique	Unité	/	/	/	/
Odeur	/	/	/	/	/
Gout	/				/
Paramètre physico-chimie	Unité	/	/	/	/
PH	/	7.3	8.05	8.28	7.87
Température	C°	18	19	18	18.3
Conductivité	Uc/cm	475	480	462	472
Turbidité	NTU	0.39	0.48	0.4	0.42
Chlorure	Mg/l	135	120	115.02	123.34
Calcium	Mg/l	23.02	24.04	24.04	23.7
Magnésium	Mg/l	0.52	0.48	0.97	0.65
Dureté totale	MG/L	61	62	64	62.3
Titre alcalimétrique	F°	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet	F°	5.8	6.1	6.2	6.03
Chlore résiduel libre	Mg/l	0.1	0.2	0.2	0.1
Paramètres de pollution	Unité	/	/	/	/
Ammonium (NH4 +)	Mg/l	0	0	0	0
Nitrites (NO2 -)	Mg/l	0	0	0	0
Nitrates (NO3 -)	Mg/l	1.28	1.20	1.42	
Paramètres bactériologiques	Unité	/	/	/	/
Coliformes totaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Coliformes fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Streptocoques fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Germes totaux	10/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Clorstridium	0/20ml	ABS	ABS	ABS	ABS

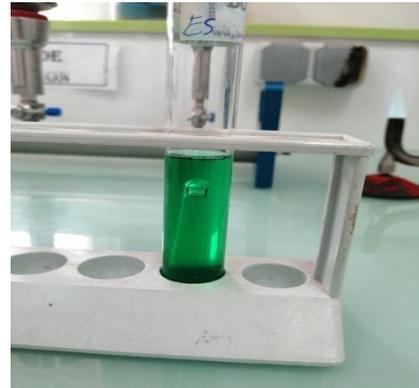
Tableau 04 : les résultats d'analyse de l'eau de puits

Date		1 ^{er} jours	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jours	Moyenne
Paramètre organoleptique	Unité	/	/	/	/
Odeur	/	/	/	/	/
Gout	/				/
Paramètre physico-chimie	Unité	/	/	/	/
PH	/	8.19	7.88	8.10	8.05
Température	C°	17	18	19.5	18.16
Conductivité	US/cm	1710	1612	1680	1667.3
Turbidité	NTU	4.83	2.57	3.02	3.47
Chlorure	Mg/l	215.84	205.9	213	211.58
Calcium	Mg/l	18.03	17.23	17.63	17.63
Magnésium	Mg/l	25.03	24.79	25.52	25.11
Dureté totale	Mg/l	148	145	149	147.3
Titre alcalimétrique	F°	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet	F°	13.28	14.28	13.5	13.68
Chlore résiduel libre	Mg/l	0.1	0.1	0.1	0.1
Paramètres de pollution	Unité	/	/	/	/
Ammonium (NH ₄ +)	Mg/l	0.01	0	0	0
Nitrites (NO ₂ -)	Mg/l	0.01	0.02	0.01	0.01
Nitrates (NO ₃ -)	Mg/l	64,22	57,02	55,4	58,88
Paramètres bactériologiques	Unité	/	/	/	/
Coliformes totaux	0/100ml	12	15	11	13
Coliformes fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Streptocoques fécaux	0/100ml	ABS	ABS	ABS	ABS
Germes totaux	10/100ml	8	10	5	8
Clostridium (sulfito-réductase)	0/20ml	ABS	ABS	ABS	ABS

2-Photos des résultats bactériologie :

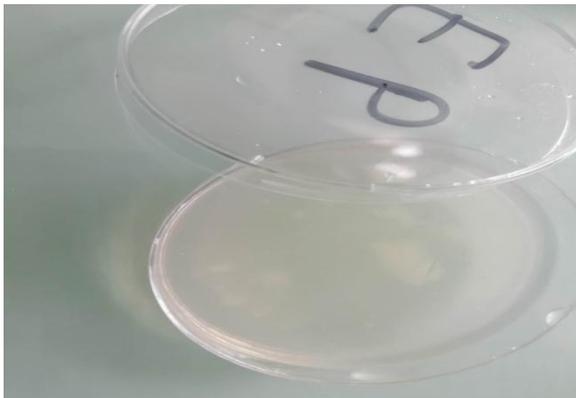


**Photo 01 :résultat des coliformes totaux
de**

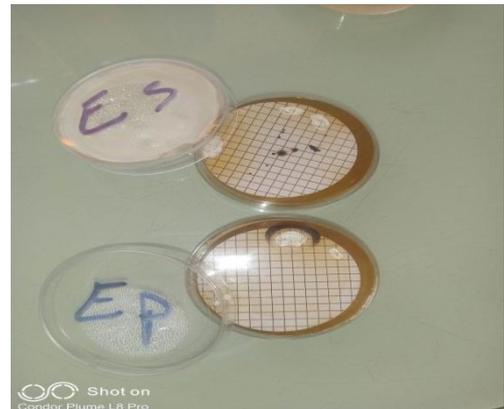


**photos 02 : résultats de confirmation
de l'eau de source.**

coliformes totaux.



**Photos 03 : résultat des germes totaux
de l'eau de puits**



**photos04 : résultats des clostridium
(sulfito-réducteurs)**

Annexes 2 :**1.réactifs des analyses des paramètres de pollution :****1.1.Nitrite****❖ Réactif Mixte:**

- Sulfanilamide C₆H₈N₂O₂S 40 g.
- Acide orthophosphorique 100 ml.
- dichlorhydrate de N-(Naphtyl-1) diamino-1,2 éthane 2 g.
- Eau distillée 1000 ml.

Nb : préparer cette solution chaque mois.

1. 2.Nitrate :**❖ Réactif 1 :**

- Salicylate de sodium..... 0,5g
- Eau distillée.....100ml

❖ Réactif 2 :

- Hydroxyde de sodium NaOH30g
- Eau distillée100ml

NB : préparer cette solution chaque jour

Réactif 3 : acide sulfurique concentré.

❖ Réactif 4 :

- Hydroxyde de sodium NaOH.....400g
- Tartrate double de sodium et potassium60g
- Eau distillée.....1000ml

NB : conserver dans un flacon en polyéthylène

1.3. Ammonium :

❖ Réactif 1 : coloré homogénéisé.

- citrate de trisodique di hydrate 130 g.
- Salicylate de sodium C₇H₅NaO₃ 130 g.
- Nitroprussiate de sodium 0.97 g.
- Eau distillée 1000 ml

❖ Réactif2 : Dichloroisocyanurate de sodium

- Acide dichloroisocyanurate di-hydraté..... 2 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH)..... 32 g.
- Eau distillée 1000 ml.

2. Réactifs des analyses bactériologiques:

2.1. Recherche de coliformes fécaux:

❖ **Bouillon de Schubert :**

- Tryptophane.....0,2
- Acide glutamique.....0,2
- Sulfate de magnésium.....0,7
- Citrate de sodium.....0,5
- Sulfate d'ammonium.....0,4
- Chlorure de Sodium..... 2
- Peptone.....10
- Mannitol.....7,5
- Phosphate disodique.....4
- Phosphate monopotassique.....0,6

pH final : 7,4 ± 0,2

2.2. Recherche de coliformes fécaux :

❖ **Réactif de Kovacs :**

- Paradiméthylaminobenzaldehyde.....5 g
- Alcool iso-amylque.....75 ml
- Acide chlorhydrique.....25 m

2.3. Recherche des clostridium (sulfito-réducteurs):

❖ Gélose viande-foie :

- Base viande-foie.....30
- Glucose.....2
- Amidon.....2
- Agar.....11

2.4.Recherche des germes totaux :

❖ TGEA (Gélose tryptone glucose agar) :

- Tryptone..... 5g
- Extrait de viande.....3g
- Glucose.....1g
- Gélose.....15g

Annexes 3:

Journal officiel de la république algérienne n° 18 23 mars 2011 paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine.

ANNEXE

PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

Tableau 1 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercuré	µg/l	6
Nickel	µg/l	70	
Plomb	µg/l	10	
Sélénium	µg/l	10	
Zinc	mg/l	5	

8		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18	18 Rabie Ethani 1432 23 mars 2011
ANNEXE (suite)			
GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	µg/l	0,2
	fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (11,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) pérylène, indéno (1,2,3-cd) pyrène.		
	benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01
	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés extraits au CCl ₄	µg/l	10
	Phénols	µg/l	0,5
	Benzène	µg/l	10
	Toluène	µg/l	700
	Ethylbenzène	µg/l	300
	Xylènes	µg/l	500
	Styrène	µg/l	100
	Agents de surface réagissant au bleu de méthylène	mg/l	0,2
	Epychlorehydrine	µg/l	0,4
	Microcystine LR	µg/l	0,1
	Pesticides par substance individualisée - Insecticides organochlorés persistants, organophosphorés et carbamates, les herbicides, les fongicides, les P.C.B. et P.C.T	µg/l	0,1
	à l'exception de aldrine et dieldrine		0,03
	Pesticides (Totaux)	µg/l	0,5
	Bromates	µg/l	10
	Chlore	mg/l	5
	Chlorite	mg/l	0,07
	Trihalométhanes (THM) (Total)		
Chloroforme, Bromoforme, Dibromochlorométhane, Bromodichlorométhane	µg/l	100	

ANNEXE (suite)

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques (suite)	Chlorure de vinyle	µg/l	0,3
	1,2 - Dichloroéthane	µg/l	30
	1,2 - Dichlorobenzène	µg/l	1000
	1,4 - Dichlorobenzène	µg/l	300
	Trichloroéthylène	µg/l	20
	Tetrachloroéthylène	µg/l	40
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequerel/l	100
	Uranium	µg/l	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCO ₃	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	