

N° d'ordre :
N° de série :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Sciences biologique

Spécialité : biochimie



THEME

Contribution à l'étude de la qualité
Physico-chimique *et bactériologique* d'eau de zone
humide de la wilaya d'El oued
(CAS DE CHOTT MEROUANE)

Dirigé par :

M^{er} KIRAM Abdelrazak

Présenté par :

BEN ATTOUS Meriem

KEDDOUDA Zineb

LEGHDEMSI Sara

ZEGHOUE Amel

Année Universitaire: 2014/2015

Résumé

Le but de ce travail est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du chott Merouane.

Les analyses physico-chimiques (pH, température, conductivité électriques, turbidité...ect) sont effectuées grâce à l'utilisation de l'étalonnage et ainsi par différentes appareils spécialisées. Un autre pour la bactériologique, ont réalisé des analyses par la méthode de culture in vitro.

Nous avons trouvé que l'eau de chott Merouane est saline avec une température et conductivité élevé, la turbidité indique la présence des particules en suspension, aussi nous avons remarqué l'absence des germes bactériennes.

La qualité d'eau de ce chott est due à la condition climatique saharienne et la nature de sol de région de Oued Righ , elle est aussi liée au travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel.

Mot clé : Zones humides, chott Merouane, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

الهدف من هذا العمل هو تحديد الخصائص البكتريولوجية والفيزيوكيميائية لمياه شط مروان . التحاليل الفيزيوكيميائية (ph، الحرارة، الناقلية الكهربائية، العكارة.....الخ)، تقام بها عن طريق استعمال المعايرة وكذا بمختلف الأجهزة المتخصصة، والطريقة البيولوجية وذلك بالقيام بزراعة البكتيريا المخبرية.

توصلنا إلى نتائج: إن مياه شط مروان مالحة مع درجة حرارة وناقلية عالية . وجود جسيمات وكذلك نلاحظ غياب البكتيريا .

ويرجع ذلك إلى الظروف المناخية و نوعية المياه في الشط وطبيعة التربة الصحراوية لمنطقة واد ريغ، و يرتبط أيضا بمجرى المياه في المناطق التي تحتوي على الصخور المالحة.

إن كمية مياه الشط تتكون من شروط مناخية صحراوية وطبيعة التربة لمنطقة واد ريغ المرتبطة عن طريق الصخور المالحة المرتبطة بها .

الكلمات المفتاحية : منطقة رطبة ، شط مروان ، جودة فيزيوكيميائية ، جودة بكتريولوجية .

SOMMAIRE

Titre	Page
Introduction générale	
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Eau et zone humide	
I.1. Eau.....	2
I.1.1. Définition d'eau.....	2
I.1.2. Molécule d'eau.....	2
I.1.3. Propriété d'eau.....	3
I.1.4. Source d'eau.....	3
I.1.5. Cycle d'eau.....	5
I.1.5.1. Caractéristiques générales.....	5
I.1.5.2. Définition.....	5
I.1.6. Répartition d'eau sur la terre.....	5
I.1.7. Usage d'eau.....	6
I.2. Zone humide.....	7
I.2.1. Généralités sur zones humides.....	7
I.2.2. Définition de zone humide	7
I.2.3. Convention de Ramsar	8
I.2.4. Zones humides d'Algérie	8
I.2.5. Caractères de zones humides.....	9
I.2.5.1. Origine d'eau des zones humides.....	9
I.2.5.2. Sols et sédiments des zones humides.....	10
I.2.5.3. Cas particulier des zones humides côtières.....	10
I.2.5.4. Biocénose des zones humides.....	11
Chapitre II : Qualité d'eau	
II.1. Qualité physico-chimiques.....	14
II.1.1. PH (potentiel hydrogène).....	14
II.1.2. Température.....	14
II.1.3. Conductivité électrique	15
II.1.4. Dureté.....	15
II.1.5. Dosage des nitrites.....	15
II.1.6. Dosage de l'azote.....	15
II.1.7. Matière solide Dissoute Totale (TDS).....	16
II.1.8. Ion Calcium.....	16
II.1.9. Ion Potassium.....	17
II.1.10. Ion Sodium.....	17
II.1.11. Ion Magnésium.....	17
II.1.12. Ion Chlorure	17

II.1.13. Ion Sulfate.....	17
II.1.14. Indice de Langelier de saturation (LSI).....	18
II.1.15. Mesure des M.E.S (Matière en suspension)	18
II.1.16. Mesure de DCO (Demande Chimique en Oxygène).....	18
II.1.17. Mesure de DBO (Demande biochimique en Oxygène)...	18
II.2. Paramètres organoleptique de l'eau	19
II.2.1. Couleur.....	19
II.2.2. Odeur.....	19
II.2.3. Goût.....	20
II.2.4. Turbidité	20
II.3. Qualité bactériologique.....	20
II.3.1. Coliformes totaux	20
II.3.2. Coliformes fécaux.....	20
II.3.3. Streptocoque fécaux.....	21
II.3.4. Clostridium sulfito-réductrices.....	21
II.4. Maladies à transmission hydrique.....	21
Chapitre III : Pollution et Traitement d'eau	
III.1. Pollution d'eau.....	25
III.1.1. Définition	25
III.1.2. Types de pollution.....	26
III.1.2.1. Pollution physique.....	26
III.1.2.2. Pollution thermique	26
III.1.2.3. Pollution radioactive	26
III.1.2.4. Pollution chimique.....	26
III.1.2.5. Pollution organique.....	27
III.1.2.6. Pollution microbiologique et micropolluants.....	27
III.1.2.7. Pollution biologique.....	27
III.1.2.8. Pollution bactérienne	28
III.1.3. Origine de pollution.....	28
III.1.3.1. Pollution industrielle	28
III.1.3.2. Pollution domestique	28
III.1.3.3. Pollution naturelle	29
III.1.3.4. Pollution agricole	29
III.1.3.5. Pollution mécanique.....	29
III.1.4. Impact de pollution.....	29
III.1.4.1. Sur le milieu naturel.....	29
III.1.4.2. Sur l'économie.....	30
III.1.4.3. Sur la santé.....	30
III.2. Traitement des eaux.....	31
III.2.1. Prétraitement.....	31

DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	
Chapitre I : Matériel et méthodes	
I.1. Présentation de la région d'étude.....	36
I.1.1. Chott Merouane.....	36
I.1.2. Hydrologie du chott Merouane.....	37
I.2. Matériel et méthodes	38
I.2.1. Analyse d'eau.....	38
I.2.2. Matériel.....	40
I.2.2.1. Matériel d'échantillonnage.....	40
I.2.2.2. Matériel d'analyses physico-chimique.....	40
I.2.2.3. Matériel d'analyses bactériologique.....	41
I.2.3. Méthodes.....	41
I.2.3.1. Méthodes d'échantillonnage et prélèvements.....	41
I.2.3.2. Méthode d'analyses physico-chimiques.....	42
I.2.3.3. Méthode d'analyses bactériologies.....	45
Chapitre II : Résultat et discussion	
II.1. Résultat et discussion d'analyses physico-chimiques.....	51
II.2. Résultat et discussion d'analyses bactériologique.....	69
Conclusion générale	
Résumé	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé et mot-clés	

LISTE DES TABLEAUX

Nombre	Titre	Page
01	Les principales infections humaines transmissibles par l'eau (modifié d'après Leclerc et coll., 1982) EB: Eau de boisson	23
02	Résultat de Ph	49
03	Résultat de Température (C°)	50
04	Résultat des analyses Turbidité (TNU)	51
05	Variations de la conductivité dans les trois sites de prélèvement du chott Merouane	52
06	Résultat des analyses Salinité ‰	53
07	Valeurs d'analyse de TDS des sites d'étude dans le chott Merouane	54
08	Variations de concentrations de nitrites dans les sites d'étude	55
09	Variations de concentrations de Phosphates dans les trois sites d'étude	56
10	Fluctuations de quantité de résidus secs (mg/l) dans les trois sites de prélèvement	57
11	Variations de concentrations du calcium (mg/l) dans les trois sites d'échantillonnage	58
12	Fluctuations de quantité de Magnésium (mg/l) dans les trois sites de prélèvement	59
13	Valeurs de dureté totale enregistrées pour chaque site d'étude	60
14	Résultats d'analyse de concentration de chlorure (mg/l) dans les sites de prélèvement	61
15	Résultat des analyses titre hydrométrique (TH)	62
16	Variations de matière en suspension dissoute dans l'eau des sites d'échantillonnage	63
17	Résultats d'analyses bactériologiques effectuées dans les trois sites de prélèvement	64

LISTE DES FIGURES

Nombre	Titre	Page
1	Molécule d'eau	3
2	Cycle général de l'eau	6
3	Répartition de l'eau sur la terre	6
4	Pollution de l'eau	25
5	Chaîne de traitement	31
6	Localisation du chott Merouane	37
7	Source d'alimentation du chott Merouane	38
8	Site 1 : avant pompage	39
9	Site 2 : après pompage	39
10	Site 3 : au milieu de lac	39
11	Histogramme de variation de Ph	49
12	Histogramme de variation de Température	50
13	Histogramme de variation de Turbidité	51
14	Histogramme de variation de Conductivité	52
15	Histogramme de variation de Salinité	53
16	Histogramme de variation de TDS	54
17	Histogramme de variation de Nitrites	55
18	Histogramme de variations de Phosphates dans les trois sites de prélèvement	56
19	Histogramme de variation de Résidu sec	57
20	Histogramme de variations de concentrations du Calcium pour chaque site d'étude	58
21	Histogramme de variations de concentration de Magnésium dans les sites d'étude	59
22	Histogramme de variation de Dureté total	60
23	Histogramme de variation de teneur de Chlorures pour chaque site d'étude	61
24	Histogramme de variation de titre hydrométrique (TH)	62
25	Histogramme montre les variations de matière en suspension dissoute dans l'eau	63

Liste D'Abréviations

ADE : Algérienne d'Eau

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocresol

D/C : Double Concentration

EB : Etau de Boisson

ENASEL : L'entreprise Algérienne du sel

ERI : Eaux de Ruissellemen

LSI : Indice de Langelier de Saturation

MES : Matières En Suspension

MO : Matières Oxydables

MTH : Maladies à Transmission Hydrique

NEI : Norme de l'Eau d'Irrigation

NEP : Norme de l'Eau Potable

NPP : Nombre le Plus Probable

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

S/C : Simple Concentration

STEP: la Station d'épuration

TGEA : Glucose Tryptonée à l'Extrait d'Agar

UICN : l'Union International de la Conservation de la Nature

UTN : Unité de Turbidité Néphélométrie

VF : Viande Foie

Résumé

Le but de ce travail est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du chott Merouane.

Les analyses physico-chimiques (pH, température, conductivité électriques, turbidité...ect) sont effectuées grâce à l'utilisation de l'étalonnage et ainsi par différentes appareils spécialisées. Un autre pour la bactériologique, ont réalisé des analyses par la méthode de culture in vitro.

Nous avons trouvé que l'eau de chott Merouane est saline avec une température et conductivité élevé, la turbidité indique la présence des particules en suspension, aussi nous avons remarque l'absence des germes bactériennes.

La qualité d'eau de ce chott est due à la condition climatique saharienne et la nature de sol de région de Oued Righ , elle est aussi liée au travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel.

Mot clé : Zones humides, chott Merouane, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

Introduction générale

Les zones humides, espaces de transition entre la terre et l'eau, constituent un patrimoine naturel remarquable en raison de leur richesse biologique mais aussi des importantes fonctions naturelles qu'elles remplissent. Elles constituent, d'une part, de véritables réservoirs biologiques et génétiques en abritant des espèces végétales remarquables et menacées et la vie d'une multitude d'espèces d'oiseaux en dépend directement (SI BACHIR, 2006).

Pour l'homme l'eau présente environ 92% du plasma, 80% du tissu musculaire, 60% des globules rouges et aussi, c'est le composant majeur de la plus parts des autres tissus, elle est le milieu de dispersion pour plusieurs réactions chimiques et biochimiques, et avec une valeur nutritionnel nulle, elle est classée comme un corps chimique complexe dans ces constantes physiques et physico-chimiques (HACHMAOUI, 2014).

En fait, tous les êtres vivants vivent sur une planète « planète bleu » qui se distingue des autres planètes du système solaire par l'abondance de l'eau. L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (SARI, 2014).

En outre, la pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos belles réserves ; c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau périodiquement.

Le travail présent est pour but de rédiger un bilan des caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques des eaux du chott Merouane à travers des analyses spécifiques de chaque caractéristique.

Cette étude est répartie comme suit:

Une partie théorique où a parlé sur l'eau et sur les zones humides, ainsi on a présenté la pollution de l'eau et quelques méthodes de traitement.

Dans la deuxième partie, on a montré le matériel et les méthodes utilisées pour effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de L'eau, Les résultats et les discussions sont traitées ainsi quelques interprétations ont été présentées. A la fin, ce travail est clôturé par une conclusion.

I.1. Eau

I.1.1. Définition d'eau

L'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire et composé d'hydrogène et d'oxygène (H_2O). L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne) (AISSAOUI, 2012).

L'eau comme ressource naturelle est indispensable à la vie, qu'elle soit d'origine souterraine ou superficielle, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est nécessaire de leur appliquer un traitement, ne serait-ce qu'une désinfection dans le cas des eaux souterraines. L'eau que nous utilisons couramment est celle des lacs et des rivières, elle constitue seulement 1% de l'eau disponible sur terre. L'eau naturelle filtrée est en général une solution où on peut trouver :

- Des sels minéraux
- Des gaz en solution (O_2 / N_2 , CO_2 ...)
- Des substances organiques (GRAINI, 2011).

I.1.2. Molécule d'eau

Chaque atome d'hydrogène et celui d'oxygène mettent en commun chacun un électron pour former deux liaisons chimiques de forte énergie : « les liaisons de covalence ». Cet arrangement électronique confère à la molécule d'eau une grande stabilité chimique. La longueur de la liaison O—H est de $0,96 \text{ \AA}$.

La molécule d'eau se comporte comme un dipôle électrique, cette répartition des charges permet de comprendre certaines propriétés physico-chimiques (solvant-soluté), car cette propriété électrique est responsable du grand pouvoir dissolvant de l'eau vis-à-vis des composés ioniques comme certains sels, acides et bases (HACHEMAOUI, 2014).

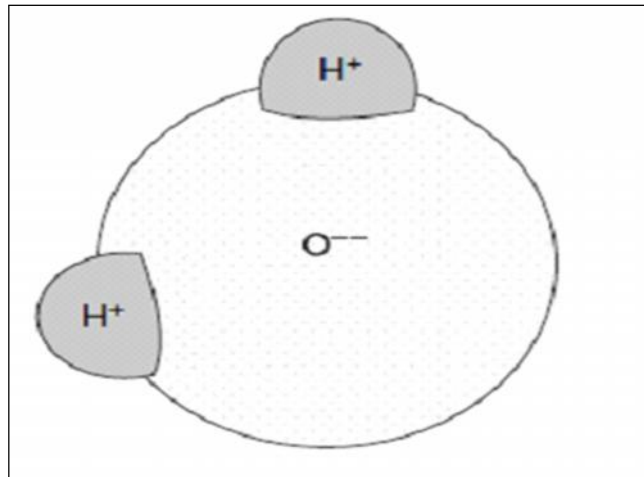


Figure 1: Molécule d'eau (HACHEMAOUI, 2014)

I.1.3. Propriétés d'eau

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes.

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. Selon Sari (2013), on peut la trouver sous trois formes:

- **État solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- **État gazeux** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.
- **État liquide** : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires.

I.1.4. Sources d'eau

✓ Eaux souterraines

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (SARI, 2013).

✓ Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement.

Les eaux de surface sont moins stables, et contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer désagréments olfactifs et gustatifs. Elles nécessitent un traitement physico-chimique parfois complexe dans des infrastructures importantes (SARI, 2013).

✓ Eaux des rivières

Selon Lahouel (2009), la qualité est soumise aux influences des pluies, à la nature géologique du bassin hydraulique, aux conceptions d'évaporation et aux chargements saisonniers de débit.

✓ Eaux des lacs

La constitution de l'eau des lacs change selon les saisons même quelques fois selon les jours, en fonction des conditions climatiques et de l'activité biologique. Les eaux des lacs sont plus pures vers le centre grâce à la décantation qui s'y produit ; elles se trouvent moins chargées que dans les rivières (LAHLOUEL, 2009).

✓ Eaux des mers

Le même auteur ajoute que l'eau de la mer est une solution complexe fortement minéralisée soit 33 à 37g/l de sels ; elle est caractérisée par sa température très variable en fonction d'éclairement solaire et des échanges de chaleur entre l'océan et l'atmosphère. Elle varie entre 1-9 °C dans la région polaire et +30 °C environ dans les régions tropicales.

✓ Eaux d'oueds

Un oued est un cours d'eau qui s'assèche à certaines périodes de l'année dans les régions arides et semi arides ; ses eaux sont chargées pendant les crues(LAHLOUEL, 2009).

I.1.5. Cycle d'eau

I.1.5.1. Caractéristiques générales

D'après Lahouel (2009), la chimie des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitues des terrains. Par échange à la surface eau atmosphère, Ces eaux se changent en gaz dissous (O_2 , N_2 , CO_2 ...).

I.1.5.2. Définition

L'eau, élément sous trois formes (liquide, l'état gazeux et solide), parcourt un cycle éternel.

L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (COULIBALY, 2014).

I.1.6. Répartition d'eau sur la terre

L'eau est de loin le liquide la surface, représentant un volume total estimé à $1,4 \cdot 10^3 m^3$.

Les mers et les océans. Les quatre cinquièmes des eaux et les glaciers et la quasi-totalité du cinquième restant est localisé dans des nappes phréatiques. L'eau indispensable à la survie des espèces vivantes terrestres, représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0,014% de l'eau totale.

C'est pourquoi, il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens de développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin de loin le liquide le plus abondant sur la terre dont elle recouvre les

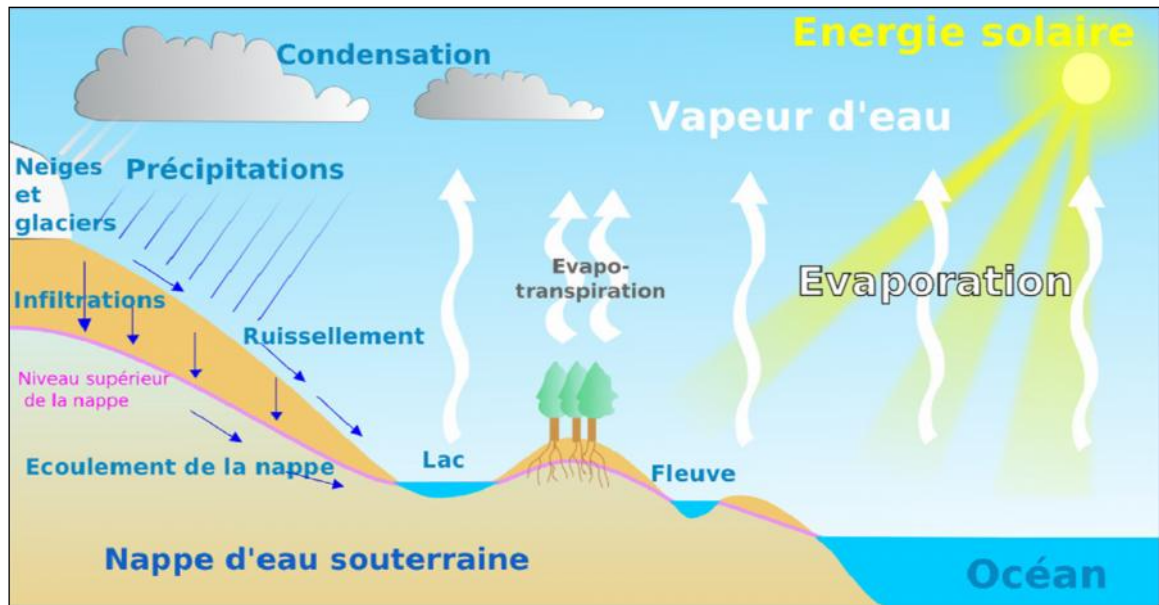


Figure 2 :Cycle général de l'eau (COULIBALY, 2014)

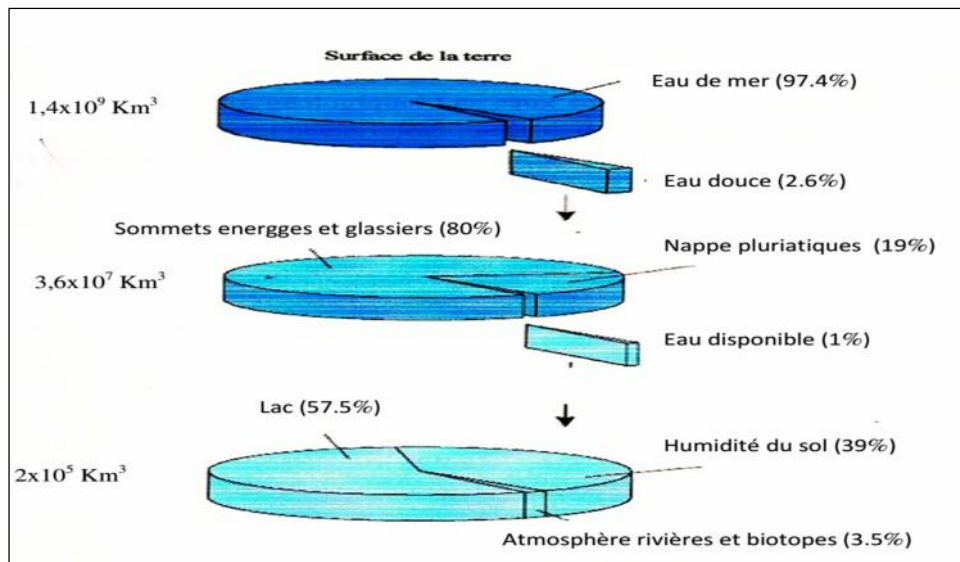


Figure 3: Répartition de l'eau sur la terre (SARI, 2013)

72% de la surface, représentant un volume total estimé à 1,4.109 Km³. représentent 97,4% de la totalité des eaux terrestres.

Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constitués par les sommets enneigés totalité du cinquième restant est localisé dans des nappes (SARI, 2013).

I.1.7. Usage d'eau

Selon Aissaoui (2012) l'usage de l'eau se divise en trois types

➤ Usage domestique

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 l par jour, n'en utilise que seulement 1% pour la boisson et 6% pour la préparation de la nourriture, les 93% restant sont consacrés aux bains-douches (39%) aux sanitaires divers (6%) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6%).

➤ Besoins agricoles

L'agriculture est une grande consommatrice de l'eau pour l'irrigation et l'élevage.

L'irrigation nécessite des volumes considérables. Un hectare de maïs consomme 20000 m³ d'eau pendant sa période végétative, et un hectare de riz 40000 m³ en moyenne.

➤ Besoins industriels

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple).

I.2. Zones humides

I.2.1. Généralités sur zones humides

Les zones humides sont omniprésentes dans notre planète, de la toundra aux régions tropicales. Elles couvrent à peu près une superficie de 4% à 6% de la superficie émergée de la planète – dont 2% sont des lacs, 30% des tourbières, 26% des fagnes, 20% des marécages, 15% des plaines d'inondation et 7% d'autres types (CHANCHOUNI, 2010).

I.2.2. Définition de zone humide

Ce dernier auteur ajoute que les zones humides sont des régions où l'eau est le principal facteur déterminant l'environnement et la vie végétale et animale associée. Elles se trouvent là où la nappe phréatique affleure ou est proche de la surface du sol, ou encore là où la terre est recouverte par des eaux peu profondes. Définissent les zones humides, dans une perspective écologique, comme étant des unités fonctionnelles de paysage s'inscrivant dans un gradient environnemental, dont une extrémité est constituée par les milieux terrestres typiques et l'autre par les milieux aquatiques d'eau profonde ou d'eau courante.

Les zones humides font partie des ressources les plus précieuses de la planète et, sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles arrivent en seconde position après les forêts tropicales (MOULAY MELIANI, 2011).

Elles sont essentielles du point de vue processus écologiques qui s'y déroulent mais, aussi pour leur richesse en espèces de faune et de flore. En fait elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant poissons et oiseaux migrateurs.

Ce sont des écosystèmes extrêmement productifs qui procurent gratuitement de nombreuses fonctions (rétention des polluants, recharge de la nappe souterraine, contrôle des inondations...) et de nombreux attributs à savoir la diversité biologique, la ressource en eau (MOULAY MELIANI, 2011).

I.2.3. Convention de Ramsar

La convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau, également appelée Convention RAMSAR. Du nom de la ville d'Iran où elle fut adoptée en 1971, est un traité intergouvernemental qui constitue le cadre de la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides. C'est le seul traité sur l'environnement de portée mondiale qui soit consacré à un écosystème particulier. Signée en 1971, la convention est entrée en vigueur en 1975 et compte actuellement 135 pays contractants et plus de 8 millions de kilomètres carrés de zones humides protégées.

Elle a pour mission de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des mesures prises au plan national et par la coopération internationale, comme moyens de parvenir au développement durable de ces écosystèmes dans le monde entier (BAHI, 2012).

I.2.4. Zones humides en Algérie

La position géographique stratégique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une diversité de ses zones humides :

- la partie Nord-est, la plus arrosée renferme les sites humides les plus importants dont les lacs d'eau douce, les marais, les ripisylves et les plaines d'inondation.

- la frange Nord-Ouest et les hautes plaines steppiques, dont le régime pluviométrique est moins important, se caractérisent par des plans d'eau salés tels que les chotts, les sebkhas et les dayas.
- Le Sahara renfermant des oasis, dayas, gueltas et des réseaux hydrographiques fossiles.

Les plus importantes zones humides se situent sur les deux voies de migration internationale de l'Atlantique Est passant par l'Afrique du Nord. La région de l'Oranie sur la voie Ouest qui passe par le Détroit de Gibraltar et la côté atlantique.

Celles du Nord Est et du Constantinois se trouvent sur la voie Est qui passe par la Sicile (Italie) et le Cap Bon (Tunisie).

Le pays occupe une position entre les deux grandes étapes de migration, et entre la Mer Méditerranée et le Sahara. De ce fait, les zones humides algériennes jouent un rôle de relais entre ces deux obstacles majeurs de la migration, mais aussi comme sites de nidification et d'hivernage (Chalabi, 1990).

Ledant et Van Dijk (1977) avaient classé les zones humides algériennes en cinq catégories géographiques et écologiques :

Les lacs d'eau douce et marais côtiers du nord-est (région d'El Kala), les lacs de barrage dans l'Atlas tellien (Chefia et Boughzoul), les bassins salés et les marais côtiers, salés et d'eau douce de l'ouest (Macta), la région constantinoise intermédiaire entre les marais oranais et les chotts du Sud et enfin les chotts des régions arides et désertiques.

Cette étendue couvre une grande diversité de paysages, d'habitats, d'écosystèmes et d'espèces d'où la singularité du pays sur le plan de la biodiversité (MOULAY MELIANI, 2011).

I.2.5. Caractères des zones humides

I.2.5.1. Origine d'eau des zones humides

L'eau est la clé du fonctionnement des zones humides et sa source principale est la pluie, ce qui explique que le climat joue un rôle essentiel dans la formation des zones humides. Cependant, une fois la pluie tombée, divers paramètres exercent une influence sur le devenir de cette eau, en particulier la topographie, le type de sol et la végétation. (SKINNER et *al.*, 1994).

I.2.5.2. Sols et sédiments des zones humides

Hormis leur influence sur l'importance relative des taux de ruissellement et d'infiltration de l'eau dans un bassin versant, les sols jouent un rôle fondamental dans le cycle des substances nutritives et influencent donc la croissance des végétaux. Il est par conséquent important de savoir de quoi sont formés les sols des zones humides. Nous avons vu que, dans tout bassin versant, l'eau de pluie qui tombe sur le sol peut s'infiltrer dans le sol, ruisseler ou s'évaporer. L'eau qui s'évapore est pure; en revanche, les eaux de ruissellement et d'infiltration se chargent en parcourant le sol de diverses substances qu'elles emportent en suspension ou qu'elles dissolvent. Le volume (ou la masse) des matériaux franchissant l'embouchure d'un fleuve au cours d'une année définit la charge annuelle de celui-ci; elle comprend:

- des substances hydrosolubles¹⁵ dissoutes;
- des sédiments maintenus en suspension par les agitations de l'eau en mouvement;
- des éléments de fond (sables, galets, blocs) que les eaux courantes traînent, roulent ou déplacent par sauts successifs.

Le dépôt de ces diverses substances contribue à la formation des sols des zones humides. Outre les substances minérales, les cours d'eau véhiculent également des substances organiques dont le dépôt joue un rôle essentiel dans la fertilisation¹⁶ naturelle des sols. (SKINNER et *al.*, 1994).

I.2.5.3. Cas particulier des zones humides côtières

La définition des zones humides adoptée par la Convention de Ramsar inclut des formations côtières (eaux côtières peu profondes, lagunes et vasières intertidales¹⁹) dont on trouve des exemples sur la majeure partie des côtes d'Afrique de l'Ouest (Banc d'Arguin en Mauritanie, lagunes côtières du littoral du Golfe de Guinée, etc.). Ces zones humides côtières sont situées à l'interface du continent et de l'océan et sont généralement alimentées à la fois par de l'eau de mer et par de l'eau douce, cette dernière provenant, comme nous l'avons vu, des cours d'eau, des précipitations et/ou des mouvements de la nappe souterraine.

Les caractéristiques des zones humides côtières, comme celles des zones humides continentales, sont affectées par un certain nombre de cycles qui jouent un rôle important dans la diversité de la flore et de la faune et dans le maintien du niveau de productivité. Les deux

facteurs qui revêtent une importance particulière pour ces écosystèmes sont:

- les mouvements d'eau, que l'on peut répartir en:

Mouvements d'eau douce, c'est-à-dire l'écoulement des cours d'eau. Le rythme saisonnier des apports annuels d'eau douce (saison des pluies/saison sèche) joue ici un rôle majeur, notamment dans les lagunes;

Mouvements d'eau salée (marées et courants);

- les mouvements et dépôts (sédimentation) de limon ou de sable entraînés par les déplacements d'eau. Ces processus expliquent la formation d'îles, de bancs de sable, de promontoires et de vasières, qui fournissent ensuite un environnement favorable à de nombreuses espèces animales et végétales (SKINNER et *al.*,1994).

I.2.5.4. Biocénose des zones humides

Les zones humides ne couvrent que 6,4% de la surface des continents, mais leur biodiversité est de première importance.

Comme tous les écosystèmes, les milieux humides jouissent d'une biocénose riche et diversifiées à l'intérieur et à l'extérieur de l'eau autour desquels s'établissent une ceinture de végétation halophile et une faune assez spéciale. Cette biocénose se divise en trois compartiments :

- **Les producteurs** sont les végétaux qui utilisent la lumière pour la photosynthèse, et consomment le gaz carbonique ainsi que les nutriments dissous dans l'eau comme l'azote et le phosphore. Les principaux sont les algues microscopiques de phytoplancton.
- **Les consommateurs** sont soit des herbivores stricts comme certaines espèces du zooplancton qui se nourrissent de phytoplancton, des invertébrés et poissons qui se nourrissent d'algues et d'autres végétaux fixés sur le fond, des espèces omnivores consommatrices de végétaux de zooplancton et d'autres invertébrés. En fin des espèces strictement carnivores comme certains gros poissons qui se nourrissent des plus petits, ou encore certains oiseaux et petits mammifères.
- **Les décomposeurs** sont des microorganismes capables de dégrader la matière organiques.

I.2.5.4.1. Faune des zones humides

Ces écosystème hébergeraient de 12 à 15% de la faune mondiale, dont, en milieu dulçaquicoles, 35 à 40% des vertébrés, et 40% des poissons ,100 % des amphibiens et 25 % des mollusques.

Les lacs et marais d'eau douce ou salée de bassin méditerranéen constituent non seulement des sites de reproduction et hivernage pour des oiseaux mais jouent également le rôle d'étapes pour un nombre plus important d'oiseaux qui s'y nourrissent et s'y reposent lors de leurs migrations annuelles entre l'Afrique et le nord de l'Europe et de l'Asie.

I.2.5.4.2. Flore des zones humides

La végétation est sans doute la composante de l'écosystème qui intègre le mieux les paramètres caractérisant les différentes zones humides : importance et durée de l'inondation, la chimie des eaux (salinité, pH, etc...). Elle traduit les conditions qui existent dans la zone humide à la fois sur le plan hydrologique et pédologie. Les espèces caractéristiques des zones humides peuvent être réparties dans trois grands types de végétaux :

- **Les hydrophytes** sont des plantes strictement aquatiques qui développent la totalité de leur appareil végétatif dans l'eau ou à la surface. Elles peuvent être flottantes (lenticilles d'eau), en surface (Nénuphars), entre deux eaux (Utriculaires) ou complètement submergées (Isoètes, Potamots, Zostères, Posidonies, Ruppies...).
- **Les hélophytes** sont des plantes enracinées dans un sol submergé une partie de l'année et qui développent un appareil végétatif aérien. Elles se rencontrent dans les plans d'eaux peu profondes comme les lagunes ou en bordure de plans d'eau. On parle aussi de plantes émergentes (Roseaux, Scirpes et joncs lacustres, Massettes,...).
- **Les halophytes** sont des espèces végétales qui tolèrent le sel et qui se développent plutôt dans des eaux salées ou saumâtres (Salicornes, Soudes, Obiones,...). Ces espèces subdivisées en halophytes strictes ou tolérantes sont surtout caractéristique des zones humides littorales proches de la mer. Vu l'importance des groupements végétaux qui concernent plus spécialement les zones humides du complexe de l'Ouest algérien, nous avons consacré une partie de ce chapitre pour les plantes halophiles (BAHI,2012).

II- Qualité d'eau

Afin de décrire les caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques, on a fait appel aux *Normes internationales pour l'eau potable* (Organisation mondiale de la santé) ; il convient en outre de consulter (CHARLES, 1967).

Une eau de consommation ne doit pas contenir de germes des maladies à transport hydrique, de substances toxiques ni de quantité excessive de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs, être limpide, incolore et ne posséder aucun goût ou odeur désagréable. En outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique, les recommandations de l'organisation Mondiale de la Santé (O M S) relatives à la qualité de l'eau de boisson (GRAINI, 2011).

II.1. Qualité physico-chimiques

II.1.1. pH (potentiel hydrogène)

Selon CHEICK TANDIA (2007), le pH (potentiel hydrogène) est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Le pH donne une indication de l'acidité d'une substance. Le pH représente la quantité de proton (H⁺) présents dans une solution, est compris entre 6.5 et 8.5 dans la plupart des eaux brutes et exprime si l'eau à réaction acide ou alcalin. L'intérêt de la mesure du pH, qui est un indicateur important dans la détermination de l'agressivité de l'eau vis à vis du ciment et des métaux, ainsi que pour la stérilisation de l'eau par le chlore.

II.1.2. Température

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C. L'élévation de la température s'accompagne d'une diminution de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface et d'une diminution de la solubilité des gaz, en plus cette augmentation de la température favorise l'autoépuration, et accroît la vitesse de sédimentation. La valeur requise pour la température ne dépasse pas 25 °C, car les eaux fraîches sont plus agréables que les eaux tièdes (BEDDIAF, 2013).

II.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique, C , d'une eau, est la conductance, c , d'une eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface, séparée l'une de l'autre par une distance de 1 cm. La conductivité est l'inverse de la résistivité R . (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.4. Dureté (Titre hydrotimétrique)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions de fer, d'aluminium, de manganèse et de strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (HACHEMAOUI B., 2014).

II.1.5. Dosage des nitrites

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^-) (CHEICK TANDIA, 2007).

Les nitrites sont répandus dans le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantité relativement faibles. Les nitrites non liées à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte des neiges. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites. Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.6. Dosage de l'azote

L'azote peut se présenter dans les eaux aussi bien sous forme minérale qu'organique. En général, s'agissant des eaux naturelles, ce sont les formes minérales qui sont de loin les plus importantes. Un certain nombre de termes doivent être précisés :

➤ **Azote total**

L'azote total comprend l'ensemble des formes azotées, aussi bien minérales qu'organiques (CHEICK TANDIA, 2007).

➤ **Azote KJELDAHL**

L'azote KJELDAHL correspond à celui qui se trouve sous la forme de composés azotés organiques et d'ammonium. Il ne comprend donc pas des composés oxydés de l'azote tels les nitrates et nitrites, ni certaines autres formes, oximes, hydrazine, hétérocycles. L'expression « azote KJELDAHL » trouve son origine dans le nom de celui qui a mis au point la méthode universelle utilisée pour doser les fractions azotées concernées (CHEICK TANDIA, 2007).

➤ **Azote minéral**

L'azote minéral est constitué par l'ammoniaque, les nitrites, les nitrates (CHEICK TANDIA, 2007).

➤ **Azote organique**

L'azote organique est essentiellement formé par des protéines, des polypeptides, de l'urée, des acides aminés. (CHEICK TANDIA, 2007)

➤ **Azote ammoniacal**

L'azote ammoniacal représente l'azote sous la forme NH_4^+ (CHEICK TANDIA, 2007).

II.1.7. Matière Solide Dissoute Totale (TDS)

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans unecoupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsuled'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.8. Ion Calcium

Le calcium est un élément principal dans le squelette (99%). Le calcium, élément essentiel de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.9. Ion Potassium

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants. Cette substance peut provenir des industries extractives (mines de sels de potasse), des usines d'engrais et des industries du verre et matériaux connexes (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.10. Ion Sodium

Ce métal, très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autres éléments chimiques (comme le chlorure de sodium NaCl). Le sodium est ingéré quotidiennement par l'eau et les aliments qui en représentent la principale source (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.11. Ion Magnésium

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones. (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.12. Ion 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 (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.13. Ion Sulfate

D'après CHEICK TANDIA (2007), les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant, les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles. En général, l'apport quotidien moyen de sulfate de l'eau potable, de l'air et de la nourriture est d'environ 500 mg, la nourriture étant la principale source. Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation.

II.1.14. Indice de Langelier de saturation (LSI)

La méthode la plus simple pour le calcul de l'agressivité de l'eau est la « méthode de Langelier ». Il a établi un indice, appelé « **indice de saturation** ou **indice de Langelier** ». L'eau est agressive si cet indice est négatif, elle est calcifiante si l'indice est positif et elle est à l'équilibre calcocarbonique si l'indice de saturation est nul (HACHEMAOUI, 2014).

II.1.15. Mesure des M.E.S (Matières En Suspension)

Les matières en suspension (MES) constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues). Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de la luminosité et abaisse la production biologique du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse (CHEICK TANDIA, 2007).

II.1.16. Mesure de la DCO (Demande Chimique en Oxygène)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies. Elle est d'autant plus élevée qu'il y a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La D.C.O. est mesurée en mg d'O₂/l. (TFYECHE, 2014).

II.1.17. Mesure de la DBO (Demande biochimique en Oxygène)

La demande biochimique en oxygène (D.B.O.) est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques. La détermination de la D.B.O. sert à évaluer la concentration des polluants organiques dans les entrées et sorties de station d'épuration biologique, c'est-à-dire à mesurer le rendement.

La mesure de la D.B.O.₅ est faite selon la méthode manométrique basée sur le principe du respiromètre de WARBURG au cours duquel la respiration de la biomasse est directement mesurée par un appareil. Un volume d'échantillon est placé dans des flacons à bouchon rodé (Cheick TANDIA, 2007).

II.2. Paramètres organoleptiques de l'eau

II.2.1. couleur

La couleur des eaux de surface ou des eaux souterraines, est due, généralement à des substances colorées d'origines variées :

- Substances humiques ou foliques provenant de la décomposition de la matière végétale.
- Algues pouvant donner une coloration variable en fonction des pigments qu'elles contiennent.
- Substances minérales, en particulier le fer et le manganèse dont les formes précipitées sont colorées.
- Rejets industriels, par exemple de teinturerie, pouvant aussi colorer l'eau. Bien qu'elle ne présente pas de risque bactériologique, la coloration de l'eau pose surtout un problème d'esthétique entraînant de nombreuses plaintes de consommateurs. De plus, une eau colorée est souvent riche en acides humiques et foliques qui interfèrent avec le chlore pour former des composés organo halogénés potentiellement dangereux pour les 20 santés humaines. La couleur d'une eau peut être mesurée par la méthode au platine-cobalt. Une coloration de 5 unités de platine-cobalt est déjà décelée par beaucoup d'utilisateurs (BEDDIAF, 2013).

II.2.2. Odeur

L'odeur peut être définie comme :

- ✓ l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- ✓ la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances.

(LEGUBE B, MERLET N *et al.*, 2009).

Une eau potable de bonne qualité ne doit pas contenir ni goût ni odeur désagréable. Le traitement de l'eau par le chlore est à l'origine de la plupart des problèmes organoleptiques en particulier la saveur. En dehors de la minéralisation, une saveur désagréable peut révéler la présence de molécules indésirables telles que la décomposition des algues, certaines matières plastiques utilisées pour les canalisations. Par contre, les odeurs peuvent provenir soit des produits chimiques soit des matières organiques en décomposition telles que les algues planctoniques. (BEDDIAF, 2013).

II.2.3. Goût

Le goût peut être défini comme :

- L'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche.
- la propriété des produits provoquant ces sensations (HACHEMAOUI, 2014).

II.2.4. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (HACHEMAOUI, 2014).

II.3. Qualité bactériologiques de l'eau**II.3.1. Coliformes totaux**

Selon HACHEMAOUI (2014), les coliformes totaux sont des bactéries en forme de bacilles, non sporulantes, Gram négative, aérobies facultatives et qui fermentent le lactose en 48 heures à 35 °C avec production de gaz. Les coliformes totaux ne sont pas nécessairement des bactéries originaires du système intestinal. Plusieurs bactéries qui font partie du groupe des coliformes totaux se retrouvent en fait sur les feuilles des arbres et sur toute autre forme de végétation. Donc, la présence de coliformes totaux ne veut pas dire à coup sûr que l'on se retrouve devant une contamination d'origine fécale.

II.3.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou thermo tolérants, est considéré. Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5 °C. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre (HACHEMAOUI, 2014).

II.3.3. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale. et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution. (HACHEMAOUI, 2014).

II.3.4. Clostridium sulfito-réductrices

Selon TFAYECHE (2014), elles ne sont pas seulement d'origine fécale, mais sont des germes ubiquistes, dont la présence dans l'eau est souvent révélatrice d'infiltration telluriques ou de matières organiques en putréfaction. Elles se rencontrent normalement dans les matières fécales humaines et animales, leurs spores peuvent survivre dans l'eau et l'environnement pendant plusieurs mois.

II.4. Maladies a transmission hydrique

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie car elle peut véhiculer en particulier un nombre de micro-organismes, bactéries, virus et parasites en tous genres qui y vivent et s'y développent les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants : diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissements. Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels) (SARI,2013).

- **Choléra** : Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (SARI,2013).

- **Fièvre typhoïde** : Fièvre d'origine bactérienne qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation .Cette maladie, qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1% des cas(SARI,2013).

- **Fièvre paratyphoïde** : Maladie d'origine virale, cliniquement semblable à la fièvre typhoïde. Le taux de mortalité est toutefois plus faible (SARI,2013).
- **Dysenterie** : Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements, dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20%(SARI,2013).
- **Diarrhées infectieuses**: Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort. La virologie des milieux hydriques Il est possible d'admettre avec Foliguet que les virus isolés des eaux ont des caractéristiques telles qu'ils peuvent être considérés comme une entité propre dénommée hydro virus.

Il est essentiel de bien différencier la notion de danger et la notion de risque. Le danger concerne les effets toxiques susceptibles d'être induits par un agent éventuellement toxique.

Le risque est la probabilité d'apparition de ces effets en fonction des conditions d'exposition au danger.

L'importance du milieu hydrique comme voie de transmission de maladies à virus est, en pratique, relativement difficile à cerner du fait, d'une part, de la sous-estimation des résultats des analyses virologiques dues au faible rendement des techniques analytiques d'extraction et de concentration des virus, d'autre part, des limites des méthodes épidémiologiques. En ce qui concerne la surveillance du milieu hydrique, celle-ci pour être efficace, devrait évoluer et être fondée non plus sur l'isolement des bactéries témoins de contamination fécale mais sur la mise en évidence d'un indicateur véritablement spécifique d'une contamination virale (SARI,2013).

Quelques bactéries pathogènes responsables d'infections d'origine hydrique. Parmi ces bactéries les plus connues sont les espèces du genre *Salmonelle* qui sont presque toutes pathogènes (responsables de fièvres typhoïdes ainsi que la gastroentérite). Ces bactéries pathogènes qui sont principalement amenées vers les eaux de surface par les rejets d'eaux usées domestiques et les rejets d'élevage, peuvent contaminer l'homme soit par consommation directe d'eau, soit lors d'un bain ou d'un contact avec des eaux à usage récréatif, soit par consommation d'aliments contaminés par l'eau. Cette dernière voie de transmission semble avoir une importance croissante; les produits de la mer, tels que fruits de mer et poissons, récoltés dans des zones microbiologiquement contaminées sont souvent mis en cause (SERVAIS et al.,1999).

Tableau 1 : Principales infections humaines transmissibles par l'eau (modifié d'après LECLERC et al., 1982)EB (BERNARD et al., 2003) .

	Agent responsable	Origine la plus fréquente
Sphère digestive		
Fièvres typhoïdes	<i>Salmonella typhi</i> (para A-B)	Coquillages, EB
*Gastro-entérites	<i>E.coli</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Shigella sp.</i> <i>Yersinia</i> <i>Compylobacter</i> <i>Giardia</i> <i>Cryptosporidium</i> Rotavirus	E.B.,Aliments crus, Baignades
*Choléra *Hépatites A et E	<i>Vibrio cholerae</i> Virus	E.B., aliments souillés, coquillages
Sphère respiratoire-ORL		
*Légionellose *Mycoses pulmonaires	<i>Legionella sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> Actinomycètes, Thermophiles	E.B., aérosolisées, compostage
*Affections ORL	Adénovirus Réovirus	Piscines, baignades
Sphère cutanéomuqueuse		
*Dermatomyose	Dermatophytes	Piscines
*Candidoses	<i>Candida albicans</i>	Baignades
*Leptospirose	Leptospirise	Baignades (eau douce)
*Suppurations bactériennes	Streptocoque hémolytique Groupe A <i>Staphylococcus</i> <i>Pseudomonas</i>	Piscines Baignades
*Dermatites	Furcocercaires	Baignades (eau douce)

III. Pollution et traitement d'eau

III.1. Pollution d'eau

III.1.1. Définition

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est l'interface entre l'air et le sol, subit donc aux dégradations de ces deux milieux. L'eau compte tenu de ses propriétés physico-chimique est trop souvent utilisée par l'homme comme un vecteur d'évacuation de la majorité de ses déchets, ainsi polluée, elle devienne un vecteur de pollution.

La pollution de l'eau est peut être observée à différents niveaux dont on cite:

- Les nappes ou les sources d'eaux par suite d'infiltration d'eaux usées (Fosses, latrines).
- Les eaux de surfaces: les fleuves; les rivières et les oueds qui sont rouilles par les déversements des eaux non traités.
- Les canalisations et les réseaux d'alimentations en eau (BENNANA, 2013).

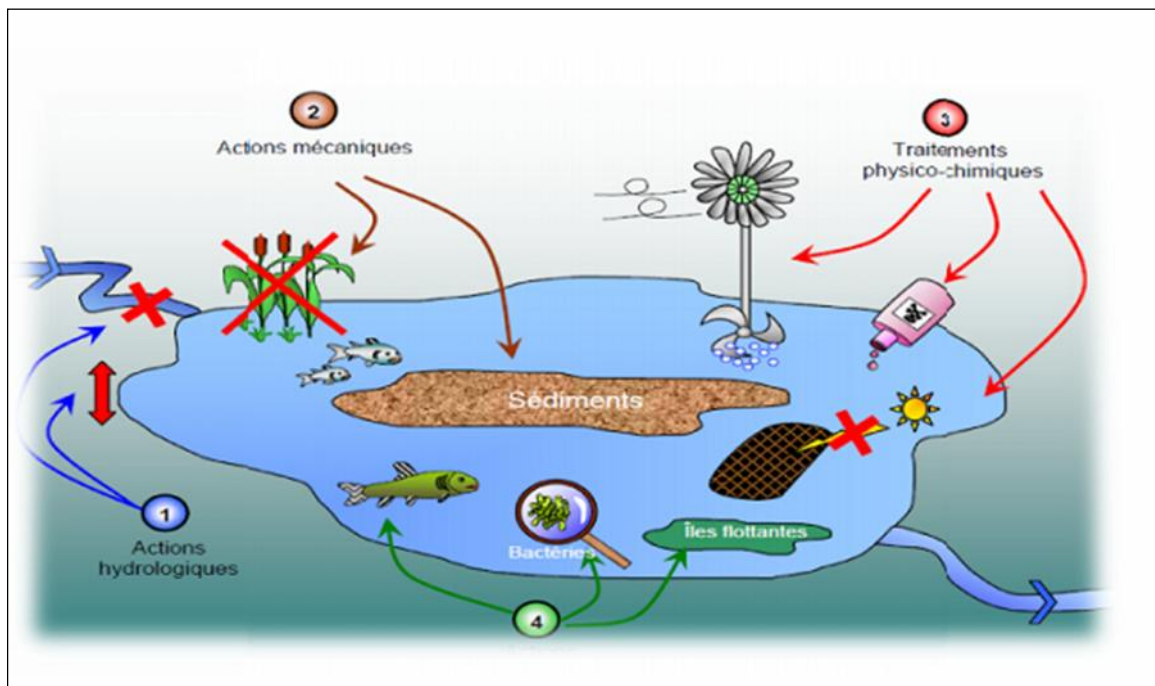


Figure 04 : Pollution de l'eau (BENNANA, 2013)

III.1.2. Types de pollution**III.1.2.1. Pollution physique**

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau; qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourds que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (BENNANA, 2013).

III.1.2.2. Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); ont une température de l'ordre de 70 à 80°C. Elle diminue jusqu' à 40 à 45°C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène (MEKHALIF, 2009).

En outre tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralenti la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favorisent le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique (MEKHALIF, 2009).

III.1.2.3. Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (MEKHALIF, 2009).

III.1.2.4. Pollution chimique

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autre sels, ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plu dangereuses.

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories: Les substances chimiques dites indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et les colorants et autre éléments toxiques (BENNANA, 2013).

III.1.2.5. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives (MEKHALIF, 2009).

III.1.2.6. Pollution microbiologique et micropolluants

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau industrie, utilisation domestique...) (MEKHALIF, 2009).

En outre, le terme « micropolluant » désigne un ensemble de substances qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation, sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités.

Les principaux micropolluants sont des métaux et des métalloïdes à base de mercure, cadmium, arsenic, plomb, chrome, sélénium, cuivre, thallium, etc. Ils comportent aussi des composés phénoliques, des organohalogénés (Lindane, DDT, PCB,...) des organophosphorés (parathion, malathion,...), certains hydrocarbures (HAP,...), des composés organotanniques ou encore des dérivés nitrates.

Hormis les métaux et les métalloïdes et certains hydrocarbures, la presque totalité des micropolluants sont des molécules de synthèse. Leur diffusion vers le milieu naturel peut se faire, entre autres, à partir des effluents industriels, de nature très diverses: industrie chimique, industrie des métaux, industrie papetière (synthèse d'organochlorés par blanchiment de la pâte au chlore), industrie textile (colorants), industrie de la tannerie (chrome), industrie du bois (phénols, crésols), ... etc (DAFFRI, 2008).

III.1.2.7. Pollution biologique

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme une simple moyenne de transport pour ces microorganismes. L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont: les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, virale ou parasitaire (BENNANA, 2013).

III.1.2.8. Pollution bactérienne

L'eau polluée peut contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites des maladies à transmission hydrique (MTH).

La plupart de ces pathogènes sont d'origine fécale car ils sont plus connus et faciles à rechercher et à dénombrer, et leur transmission dite oro-fécale.

Parmi les germes testés de contamination fécale qui se trouvent d'une façon presque constante dans les matières fécales humaines et animales appartiennent aux espèces suivantes:

- Coliformes: coliformes totaux et coliformes fécaux (E-coli)
- Streptocoques du groupe D: dite streptocoques fécaux.
- Clostridium-sulfio- réducteurs. (BENNANA, 2013).

III.1.3. Origines de pollution

III.1.3. 1. Pollution industrielle

Elles proviennent des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que :

- ✓ les hydrocarbures (raffinerie) ;
- ✓ les métaux (traitement de la surface) ;
- ✓ les acides, les bases, les produits chimiques divers (industries chimiques) ;
- ✓ l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- ✓ les matières radioactives (centres nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Il peut y avoir un effet toxique sur les organismes vivants, par l'accumulation de certains éléments dans les denrées alimentaires tels que les métaux et les pesticides (AISSAOUI, 2013).

III.1.3.2. Pollution domestique

Elles proviennent des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents. Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (AISSAOUI, 2013).

III.1.3.3. Pollution naturelle

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution (éruption volcaniques, etc.) (AISSAOUI, 2013).

III.1.3.4. Pollution agricole

GRAINI (2011) annonce que ce type de pollution s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. Les pollutions d'origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticides et engrais) et à l'élevage (lisiers et purins). Néanmoins, le problème de la pollution agricole est un peu différent, dans la mesure où cette source de pollution n'arrive qu'indirectement à la station. C'est le cas en particulier des engrais et pesticides qui passent d'abord à travers les milieux naturels (nappes phréatiques, rivières...). C'est aussi le cas des déchets solides issus des industries agro-alimentaires et des concentrations des élevages qui entraînent un excédent de déjections animales (lisiers de porc, fientes des volailles...) par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; celles-ci, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique.

III.1.3. 5 Pollution mécanique

Le même auteur ajoute que cette pollution résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES.

III.1.4. Impact de pollution**III.1.4.1. Sur le milieu naturel**

L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes.

Les modifications de température de pH, perturbent le développement normal de la faune et de la flore. Le rejet de matière organique entraîne une surconsommation d'oxygène par les micro-organismes et en prive d'autant les poissons. Les matières en suspension conduisent aussi au colmatage des branchies des poissons, les rejets d'azote et de phosphore favorisent l'eutrophisation des lacs (MOLETTA, 2011).

III.1.4.2. Sur l'économie

Il faut se rendre compte que dépolluer reste encore actuellement une activité de riches.

Personne ne peut nier l'absolue nécessité de prendre en compte notre environnement. En France comme dans les pays développés, à la plus part des collectivités et les industries prennent en charge leurs rejets.

En certaines périodes de l'année, la prolifération d'algues qui viennent s'échouer et pourrir sur les côtes de la Manche conduit à des nuisances qui perturbent fortement l'activité touristique de ces régions. Cette prolifération est attribuée aux rejets de polluants azotés et phosphorés locaux ou d'ailleurs. Le maintien de l'activité touristique implique l'élimination de ces nuisances. Ceci représente un coût et un manque à gagner important. Comme c'est souvent le cas, le secteur qui est à l'origine de la pollution n'est pas le secteur qui en subit les conséquences (MOLETTA, 2011).

III.1.4.3. Sur la santé

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues. Les parasitoses d'origine hydrique dominant très largement la pathologie des habitants du tiers monde :

- Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites).
- Filaires (maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides).
- Le choléra, du aux vibrions cholériques présent dans les eaux souillées.
- L'hépatite A (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées).
- Et les autres comme les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très grave chez le jeune enfant.

Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre. Ils présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leurs natures, pathologies qui peuvent être très graves, voir mortelles (MOLETTA, 2011).

III.2. Traitement des eaux

Selon SAYAH (2008), l'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les

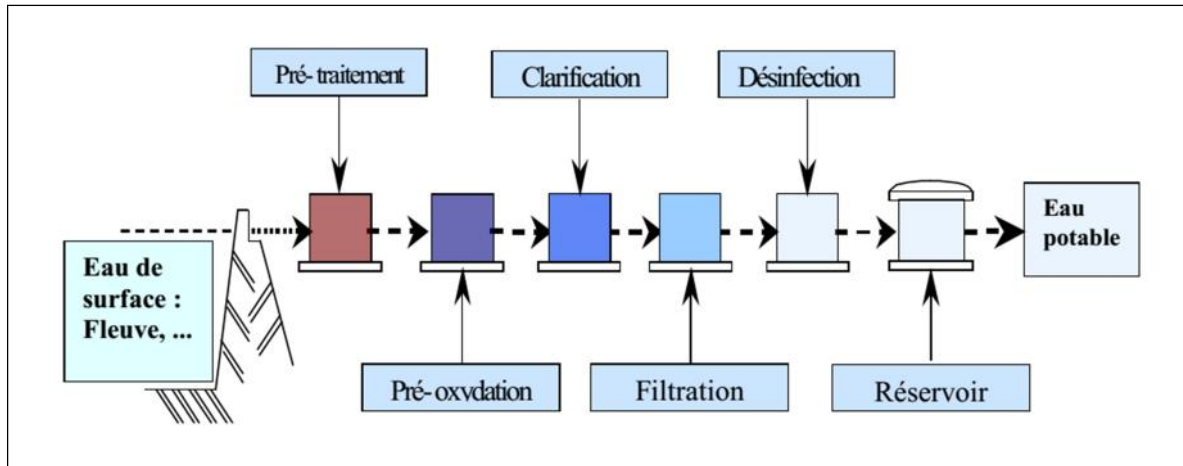


Figure 5 : Chaîne de traitement (SAYAH, 2008)

consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié.

III.2.1. Prétraitement

MEKHALIF (2009) signale que l'eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface. Ils sont principalement de deux types : le dégrillage et le tamisage. Le dégrillage protège les ouvrages avals de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement, et permet également d'évacuer les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution. Le tamisage permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage. Il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique par exemple.

On distingue classiquement trois grandes approches pour traiter les pollutions de l'eau d'origine physique et microbiologique :

•Clarification

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les Matières En Suspension (MES) d'une eau brute ainsi que la majeure partie des matières organiques. La clarification comprend les opérations suivantes: la coagulation, la floculation, la décantation

et la filtration. L'objectif consiste à agréger sous forme de floccs, les matières en suspension organiques et minérales et les substances colloïdales. Elles se décantent au fond du bassin de décantation ou elles sont régulièrement extraites. Par contre, l'eau surnageant est filtrée soit sur sable (éliminer les fins particules en suspension qui restent) soit sur charbon actif (afin d'éliminer en plus les couleurs et odeurs dues à la matière organique). Nous noterons qu'il existe d'autres procédés de décantation tels que la flottation, le lit de boue... (MEKHALIF, 2009).

- **Sédimentation**

Permet le dépôt de particules de matières présentes dans l'eau. Une fois déposées, ces particules de matières peuvent être retirées plus facilement, ainsi que les micro-organismes fixés sur ces particules. La sédimentation permet d'améliorer la qualité physique et microbiologique d'une eau (DÉSILLE, 2012).

- **Filtration**

Selon DÉSILLE (2012), elle permet, en faisant passer l'eau à travers un milieu poreux, de retenir les éléments solides (ainsi que les micro-organismes) dont la taille est supérieure aux trous du filtre (une taille en général de l'ordre du nano ou du micromètre). La filtration permet d'améliorer la qualité physique et microbiologique d'une eau.

- **Désinfection**

Le but de la désinfection est d'éliminer tous micro-organismes pathogènes présents dans l'eau. Au niveau de l'exploitant, les dangers liés à la présence de micro-organismes pathogènes dans les eaux distribuées sont multiples :

- Risque à court terme amplifié par le délai d'analyse qui est au minimum de 24 h.
- Gravité des maladies, qui peuvent être mortelles.
- Ampleur de la contamination qui peut aller jusqu'à plusieurs milliers de personnes.

Le principe de la désinfection est de mettre un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps dans une eau contaminée. Cette définition fait apparaître trois notions importantes : les désinfectants, le temps de contact, et la concentration des désinfectants (MEKHALIF, 2009).

Sédimentation, filtration et désinfection sont souvent présentées comme complémentaires: la sédimentation permet de retirer les plus grosses particules de matières, la filtration permet de retirer les particules de granulométrie plus fine qui n'ont pas sédimenté, et la désinfection permet de supprimer les micro-organismes qui subsistent suite aux procédés de

sédimentation et filtration. Ces trois traitements physiques et microbiologiques sont par ailleurs particulièrement pertinents au regard des enjeux spécifiques du traitement de l'eau à domicile. En effet, les sources de contamination entre le point d'eau et sa consommation (en d'autres termes pendant la collecte, le transport et le stockage à domicile) sont imputables de manière quasi-systématique à l'intrusion de matières en suspension (pollution physique) et de micro-organismes pathogènes (pollution microbiologique). Que ce soit pour la sédimentation, la filtration ou la désinfection, des technologies existent (plus ou moins simples et plus ou moins robustes selon les cas), qui peuvent se décliner avec des succès variables dans les foyers (DÉSILLE, 2012).

I. Matériels et méthodes utilisés

I.1. Présentation de la région d'étude

La région "Oued Righ" abrite plusieurs zones humides d'importance écologique internationale "site Ramsar" tels que: Oued Khrouf et Chott Merouane qui sont classés en 02/02/2001 (BOUAGUEL, 2013).

I.1.1. Chott Merouane

Chott Merouane est situé au Nord-est du Sahara septentrional (33°55'N et 06°10'E), qui fait partie administrativement de la Wilaya d'El-Oued et la Daïra d'El-Maghaire, situé à environ 9Km du chef-lieu de la daïra. Il est considéré comme la plus basse altitude du nord de l'Afrique (40m au-dessous du niveau de la mer). Ce chott est classé parmi les zones humides, d'importance internationale, avec une superficie de l'ordre de 333, 700 ha (Hacini, 2006*in* MERABET, 2011).L'eau est présente de façon continue dans ce chott qui permet l'hivernage des plusieurs oiseaux aquatiques dans la vallée d'Oued Righ. Il est classé site Ramsar depuis le 2 février 2001, il est exploité par l'entreprise algérienne du sel ENASEL pour l'extraction du sel de table. Cette zone humide reçoit, via l'Oued Khrouf, toute l'eau excédentaire issue de l'irrigation des palmeraies et les eaux usées de toutes les communes de la vallée, d'après les mesures ont été fait en 1994 par le ministère d'énergie et des mines algérien. Le Chott reçoit généralement un minimum de $6.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ durant le mois de juin et un maximum de $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ pendant le mois de décembre avec un volume moyen annuel d'origine des nappes souterraines de $62 \times 10^6 \text{ m}^3$ estimé par Eress (1972). (BOUAGUEL, 2013).

Cependant le chott Merouane est rattaché seulement à la wilaya d'El Oued, il est limité au nord et à l'est par la commune de Hamraia, au sud-est la commune de R'guiba (Sif El Menadi) et à l'ouest par la commune d'Oum El Thiour et la commune de M'ghaire (Nessigha et Dendouga). L'altitude de ce Chott est considérée comme la plus basse du nord d'Afrique, il atteint dans certain endroit 40 m au-dessous du niveau de la mer (DEMNATI, 2012).

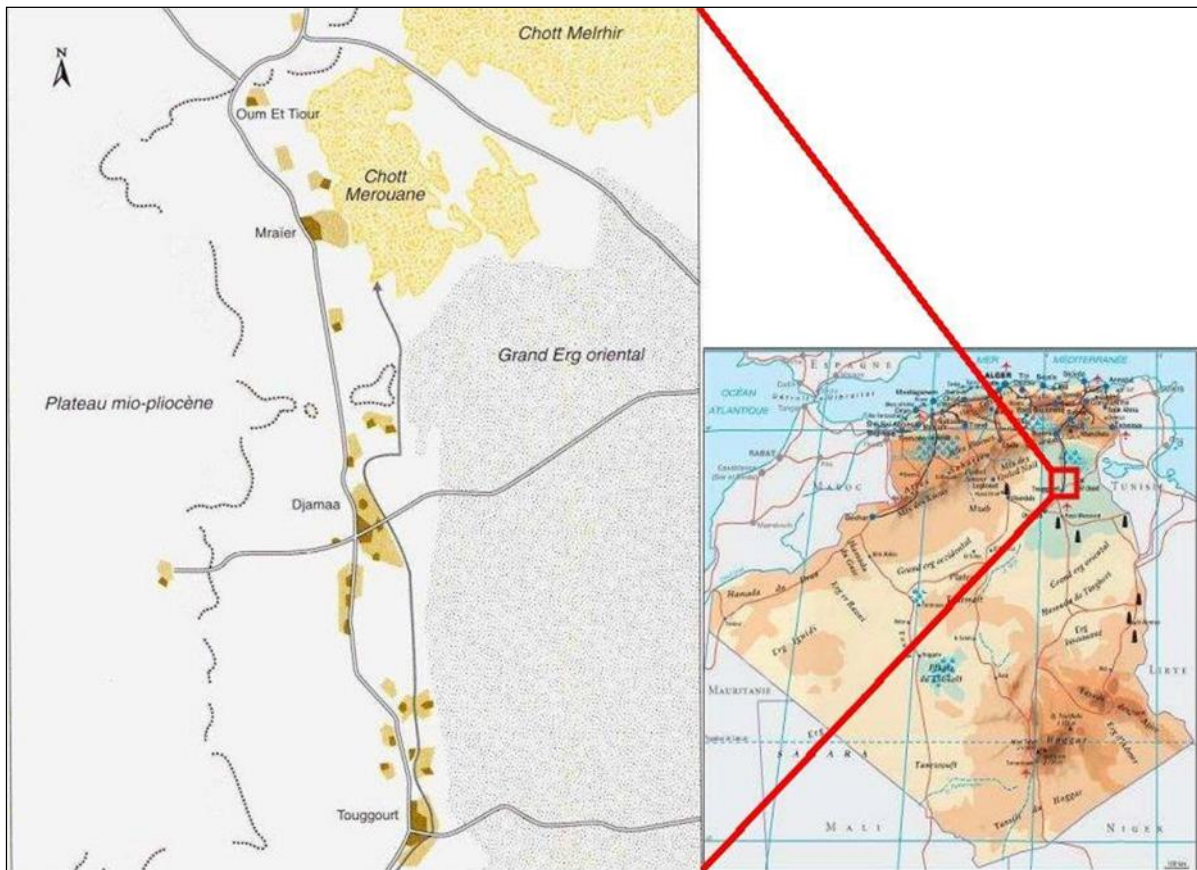


Figure 6 : Localisation du chott Merouane (KHANFER, 2013)

I.1.2. Hydrologie du chott Merouane

Le Chott est alimenté par trois principales sources d'eau à savoir le canal de Oued Righ qui draine aussi les eaux urbaines locales, des eaux souterraines provenant de l'aquifère du complexe terminal et des précipitations (DEMNATI, 2012).

Le canal a une longueur de l'ordre de 150 km draine les eaux jusqu'au chott Merouane. La quantité d'eau totale drainée par le canal de l'Oued Righ a été estimée à $131,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ durant l'année 1994 (Hacini et *al.*, 2009). Il est alimenté selon Ballais (2010) par les eaux de collecteurs urbains et des oasis. La part annuelle des eaux souterraines qui alimentent le chott Merouane a été estimé à $62 \times 10^6 \text{ m}^3$ (U.N.E.S.C.O., 1972). Tandis que l'apport des précipitations, selon Hacini et *al.* (2009), dans l'alimentation du Chott a été estimé par la station météorologique de Touggourt à un volume de $4,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (DEMNATI, 2012).



Figure7 : Source d'alimentation du chott Merouane (BENTIMA, 2014)

I.2. Matériel et méthodes

I.2.1. Analyse de l'eau

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques et bactériologiques de l'eau du chott Merouane.

Les analyses bactériologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE d'EL-OUED et la Direction de la Santé et la Population.

L'étude de qualité de l'eau de source comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage
- Analyse
- Interprétation

Dans notre travail, nous avons divisé le chott Merouane en 3 sites :

- Site 1 : avant pompage
- Site 2 : après pompage
- Site 3 : au milieu de chott



Figure 8 : Site 1 : avant pompage (BENATTOUS et *al* 2015)



Figure 9 : après pompage (BENATTOUS et *al* 2015)



Figure 10: Site 3 : au milieu de chott (BENATTOUS et *al* 2015)

I.2.2. Matériel**I.2.2.1. Matériel d'échantillonnage**

- pH papier
- thermomètre
- Flacons en verre de 250 ml stérilisés
- Bouteilles en plastique de 500 ml
- Pompe
- Glacière

Les échantillons sont pris dans des flacons en verre de 250 ml stérilisés, s'ils font objet d'une analyse bactériologique et pour l'analyse physico-chimique on utilise des bouteilles en plastique de 500 ml.

I.2.2.2. Matériel d'analyses physicochimiques**1. Matériel utilisés**

- Flacon de 500 ml .
- Ballons de 100 ml .
- Erlenmeyers.
- Cuvette de 10 ml ou 25 ml.
- Ciseaux et poires.
- Calotte et puisette .
- Agitateur magnétique.
- Baguette et papier hygiénique.
- Fioles en verre et plastique.
- Bechers de 50 ml.
- Burette de 10 ml ou 25 ml.
- Pipette de 2 ml.
- Plaque chauffante.
- Eprouvette de 50 ml.
- Barreau magnétique.

2.Appareillage

- Conductivimètre
- pH mètre
- Thermomètre
- HACH 2100N
- Spectrophotomètre UV-Visible.

3. Réactifs

- Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.
- Solution de chlorures à 71 mg/l.
- Sulfanilamide 40 g.
- H₂O distillée q.s.p 1000 ml.
- Blanc : 10ml d'eau à analyser.
- Solution d'E.D.T.A N/50(C₁₀ H₁₄ N₂ Na₂ O₈ 2H₂) : (0,01M).
- Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 %.
- Indicateur de murexide.
- Acide phosphorique 100 ml.
- Solution tampon (pH= 10) .
- Programme : 490.

- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine 2 g.
- Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique à 0.02N.
- Indicateur coloré Noir d'Eriochrom T (N.E.T).
- Échantillon : 10ml d'eau à analyser + pochette de réactif Phos ver 3.

I.2.2.3. Matériel d'analyse bactériologique

a. Petits matériel

- Tubes à essai
- Pipettes pasteur
- Boîtes de pétri stériles.
- Anse d'inoculation et support
- bain marié
- Portoir pour tubes à essai
- Plaquons stériles pour échantillons
- Pincés stériles
- Bec Bunsen

b. Milieux de culture

- Bouillon SFB D/C + Cystine (100 ml/flacon)
- Milieu de ROTHE (S/C) (10 ml/tube)
- Gélose au pourpre de bromocresol BCP (225ml/flacon)
- Gélose Viande foie
- Additifs de sulfite de sodium ;
- Additifs d'alun de fer.

I.2.3. Méthodes utilisées

I.2.3.1. Méthodes d'échantillonnage et prélèvements

1. Modes de prélèvements

La source coule à travers une pompe qui permet de remplir directement les flacons et les bouteilles.

La date, l'heure de prélèvement, la température de l'eau et le pH sont relevés sur site.

2. Transport des échantillons

On transportant les échantillons dans des glacières, on utilise des bouteilles avec eau de glace dont la température est comprise entre 4 et 6°C. Car la variation de cette dernière est susceptible de modifier la population bactérienne.

L'analyse doit être effectuée le plus vite possible.

I.2.3.2. Méthodes d'analyses physicochimiques

La caractérisation des eaux souterraines concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité), des ions majeurs et d'éventuels éléments traces.

La conductivité, la température et le pH permettent de définir les caractéristiques fondamentales de l'eau.

1- Température

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à l'oxymètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (°C).

2- Mesure du pH

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé. L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser.

3- Mesure de la conductivité

Elle est mesurée à l'aide d'un conductivimètre à l'électrode constitué de deux lames carrées de 1cm de coté en platine, on émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser.

4- Turbidité**Mode opératoire**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en (NTU).

5- Détermination des chlorures (Cl⁻)**Mode opératoire**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes de K₂C₂O₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec Ag NO₃ à 0,01 N jusqu'à coloration rouge brique.

Expression des résultats

$$\text{F.S : mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F \quad (F= 0.9)$$

6- Détermination du calcium (Ca²⁺)**Mode opératoire**

- Prendre 25 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter quelque grain du Murexide.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage violet.

Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 20 ml, la teneur en calcium est égal à :

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_{\text{E.D.T.A}} \times 16$$

7- Dosage des nitrites (NO₂⁻)**Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

Effectuer la lecture à 543 nm.

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

8- Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)**Mode opératoire**

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au bain marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 0.5 ml de la solution tampon (pH= 10) et 3 gouttes d'indicateur coloré (N.E.T), ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.

Expression des résultats

TH = (NEDTA X VEDTA) X 1000/VO en meqg.

TH : C'est le titre hydrométrique en meqg

(1 meqg = 5 °F)

NEDTA : Normalité d'EDTA ;

VEDTA: Volume d'EDTA ;

Vo : Volume de l'échantillon.

9- Dosage des ions magnésium

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne.

$$TH = TCa^{2+} + TMg^{2+} \longrightarrow TMg^{2+} = TH - TCa^{2+} \text{ (en mg/L)}$$

TH: Dureté totale ;

TCa²⁺: Dureté calcique;

TMg²⁺: Dureté magnésienne.

10- Mesure de TDS

On peut le mesuré a partir de l'application de l'équation suivant :

$$TDS = \text{conductivité} \cdot 0,64.$$

11-Salinité (‰)

On peut la déterminé en appliquant l'équation suivante :

$$\text{Salinité } \text{‰} = TDS/1000$$

12- Dosage de phosphate

Pour la mesure de dosage de phosphore, nous avons suivi la méthode de Rodier par Spectrophotométrie d'adsorption moléculaire.

13- la mesure de redus sec

On fait la mesure da redus sec par la méthode de filtration

14- la mesure de TH

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au bain marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 0.5 ml de la solution tampon (pH= 10) et 3 gouttes d'indicateur coloré (N.E.T), ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.

15- la mesure de matière en suspension

Mode opératoire

On pèse le papier filtre soit (M₁) mettre de dispositif de filtration en marche, le volume de la prise d'essai 100 ml. D'eau brute et on verse le tout sur le papier filtre mettre le papier filtre dans une étuve à (105 0,5)°C jusqu'à évaporation total de l'eau , refroidi dans le dessiccateur puis on pèse la 2^{ème} fois le papier filtre (M₂) mettre le papier filtre dans un creuset en platine taré, mettre le creuset dans un four (25 525)° pendant 2h on pèse le creuset (M₃)

Expression des résultats

$$\text{MES} = (M_2 - M_1) \frac{1000}{100}$$

I.2.3.3. Méthodes d'analyses bactériologie

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de Direction de la Santé et la Population d'EL-OUED, consistent à rechercher :

- Les *Germes totaux* ;
- Les *Coliformes totaux et fécaux* ;
- Les *Streptocoques fécaux* ;
- Les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

1. Recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux*

* comporte deux phases :

- phase de présomption.
- phase confirmative.

Test de présomption

Selon TFYECHÉ (2014),Le recherche se fait en bouillon de sodium (bouillon de Rothe) simple et double concentration.

On ensemence

- 1 flacon contenant 50 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau
- 5 tube de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau
- 5 tube de 10 ml de bouillon de Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau

Incuber à 37 C° pendant 48 h.

Expression des résultats

Les tubes présentent une louche microbienne considérée comme pouvant contenir un *streptocoque fécal*. Ils seront obligatoirement soumis en test confirmative.

2. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*

On utilise la gélose de VF (viande de foie) répartie en tubes de 22 à aissan de 20 ml par tube.

Dans la gélose fondue au bain-marie bouillant on ajout avant l'emploi :

- 0,4 ml de sulfite de soduim à 5%
- 4 gouttes alun de fer ammonical préparé aseptiquement

On repartie l'eau à analyser comme suit :

- 5 tubes à aisson de 10 ml d'eau chacun
- 5 tubes à aisson de 1 ml d'eau chacun
- On place les tubes au bain marie à 80 °C pendant 10 mn ; dans le but de détruire toutes les formes végétatives.
- On refroidit à 45 °C puis on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et 4 gouttes de sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes par la gélose viande foie;
- On mélange doucement, en évitant d'introduire les bulles d'air ;
- On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfito-réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible, Sinon on ferra une deuxième lecture après 48 heures ;

Expression des résultats

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium.

3. Recherche et dénombrement des coliformes et d'*Escherichia coli*

Elle est effectuée grâce à l'utilisation du lactose bouillé au propre de bromocrésole (BCPL). Tous les tubes sont munis de cloches de Durham pour décoller le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

On ensemence :

- 1 flacon de 50 ml de BCPL à double concentration avec 50 ml d'eau à analyser ;
- 5 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 5 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser ;

- On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48 heures (TFYECHE, 2014).

Expression des résultats

Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche (TFYECHE, 2014).

Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*E. Coli*.

On repique chaque tube de BPCL positif 2 à 3 gouttes par une anse bouclée ou une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ;

On incube à 44 °C pendant 24 heures ;

On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois :

- ✓ Un trouble avec un dégagement gazeux ;
- ✓ Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. Coli* Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs (TFYECHE, 2014).

4. Recherche et dénombrement des germes totaux

Selon TFYACHE(2014), on prend deux boîtes de pétri stériles et on note sur chaque boîte la date et la température d'incubation ;

- Près d'un bec benzène, on prélève 1 ml d'eau à analyser et on ensemence dans chaque boîte ;
- On fait couler la gélose préalablement fondue et refroidie à 45 °C ;
- On agite doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène;
- On incube une boîte à 37 °C pendant 48 heures et l'autre à 22 °C pendant 72 heures.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre des UFC par 1 ml.

I. Résultats et discussions

II.1. Résultats et discussions d'analyse physico-chimique

1. pH

Les résultats du pH enregistrés pour les trois sites de prélèvements et son moyen ainsi les valeurs du pH de l'eau potable et l'eau d'irrigation sont présentées dans le tableau 02 et histogramme 11.

Tableau 02 : Résultat de pH

Lieu du prélèvement \ Paramètre	Site I	Site II	Site III	moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Sur terrain	5	6	6	5.66	-	-
Au labo.	7.47	7.16	7.18	7.27	6.5 - 8.5	6.5-8.4

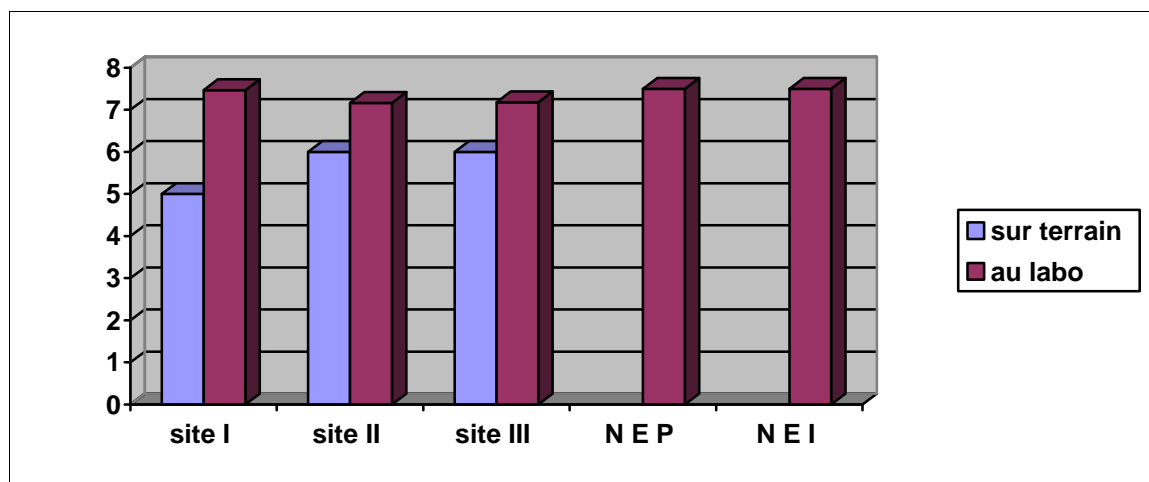


Figure 11: Histogramme de variation de pH

2. Description

Sur terrain, le pH de site I égale à 5. Il est inférieure au pH de site II et III. Où nous avons a signalé pH de l'ordre 6.

Au laboratoire, le pH de site I (pH=7,5) est supérieure que le pH de site II et III (pH=7,2). Malgré que le pH de site I est plus élevé, il est inférieure que la norme d'eau potable et d'eau d'irrigation.

3. Discussion

L'alcalinité d'eau du chott Merouane peut expliquer par la nature géologique des terrains traversés riche en carbonates et bicarbonates et l'effet tampon des eaux de drainages.

Le pH du chott Merouane est inférieure a celle calculée au chott Ain El-Bieda (7.98 - 9.04) (MERABET, 2011).

II.2. Température (C°)

Tableau 03 : Résultat de Température

Lieu du prélèvement / Paramètre	Site I	Site II	Site III	moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Sur terrain	20	19	21	20	-	-
Au labo	15.3	16.1	14.8	15.4	-	35 C°

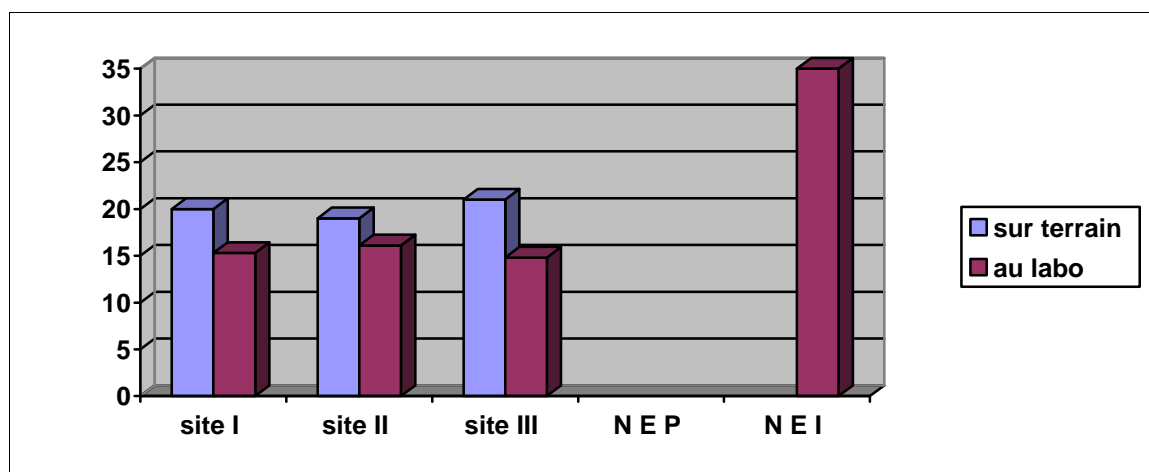


Figure 12: Histogramme de variation de Température

2. Description

Sur terrain la température presque identique dans notre trois sites de prélèvement, le site III est le plus chaud.

Au laboratoire, le site II possède le degré de température le plus élevé est élevé par rapport au site I et III. Malgré que la température signalée dans site II est élevé mais elle reste inférieure de celle de l'eau potable.

3. Discussion

La température du chott Merouane est liée à la nature et au climat de la région (le prélèvement se fait au Mars). La température du chott Merouane est inférieure à la température du chott Ain El-Bieda (MERABET, 2011).

II.3. Turbidité (TNU)

Les résultats des analyses effectuées sur la turbidité sont enregistrés au niveau de tableau 04.

Tableau 04 regroupe les valeurs de turbidité en fonction de sites d'échantillonnage et de l'eau potable.

Tableau 04 : Résultat des analyses de Turbidité

Lieu du prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Turbidité	9.82	8.6	9.8	9.50	5	-

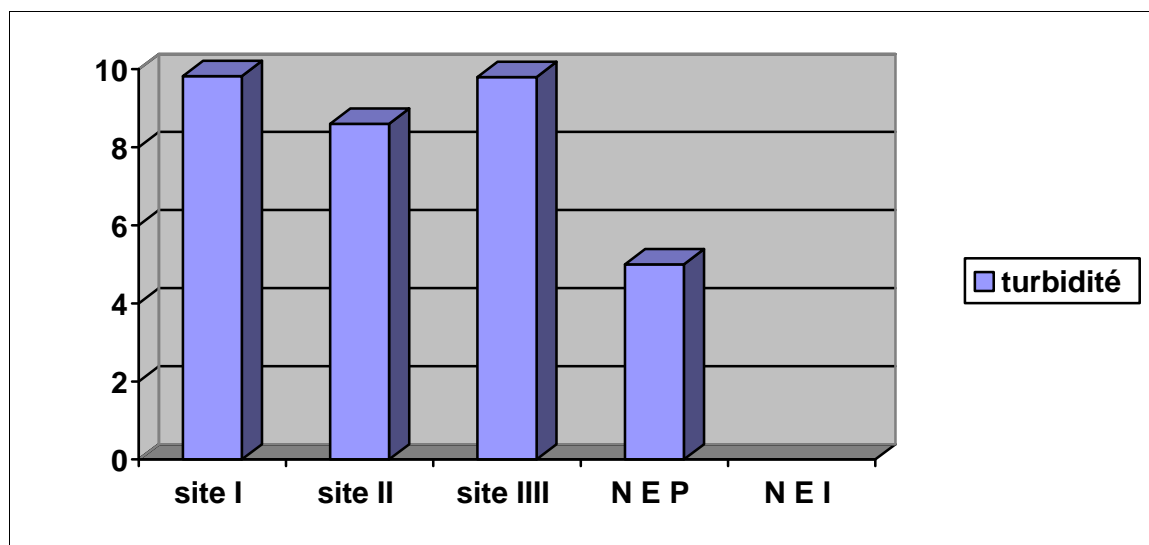


Figure 13: Histogramme de variation de Turbidité

2. Description

La turbidité de site II est inférieure à celle de site I et III. Ces derniers sites présentent des valeurs proches. Malgré que la turbidité de site II est inférieure que les deux autres sites mais elle est supérieure que le norme d'eau potable.

3. Discussion

La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...etc.).

II.4. Conductivité Electrique (mS/cm)

Les valeurs de la conductivité électrique sont mentionnées dans le tableau 05 et au niveau de figure 14.

Tableau 05 : Variations de la conductivité dans les trois sites de prélèvement du chott Merouane.

Lieu du prélèvement / Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Conductivité	175.7	38.2	40.5	84.8	-	12

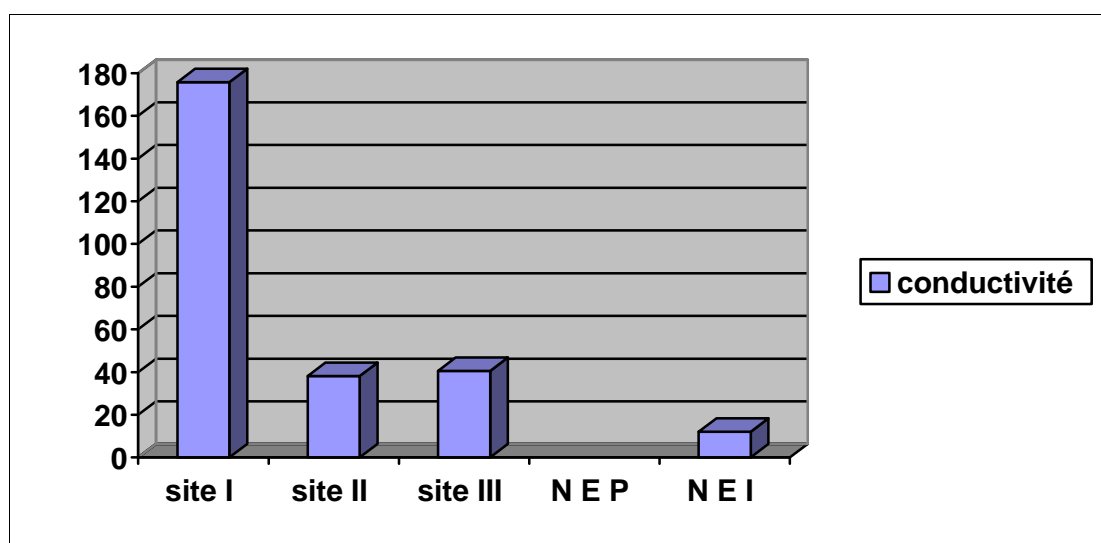


Figure 14: Histogramme de variation de Conductivité

2. Description

La conductivité de site I est plus élevée que les deux autres sites. Les valeurs de conductivité de site II et III sont proches. La conductivité de trois sites sont nettement plus supérieure que le norme d'eau d'irrigation.

3. Discussion

La conductivité est surtout due à la nature du terrain gypseux de la cuvette. Elle peut s'expliquer par l'élévation de la salinité ou bien la concentration des sels dissous dans l'eau. La conductivité de sites de prélèvement est supérieure que chott Ain El-Bieda (MERABET, 2011).

II.5. Salinité ‰

Tableau 06 : Résultat des analyses Salinité ‰

Lieu du prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Salinité ‰	0.11232	0.024448	0.02592	0.05422	-	0.001-0.0015

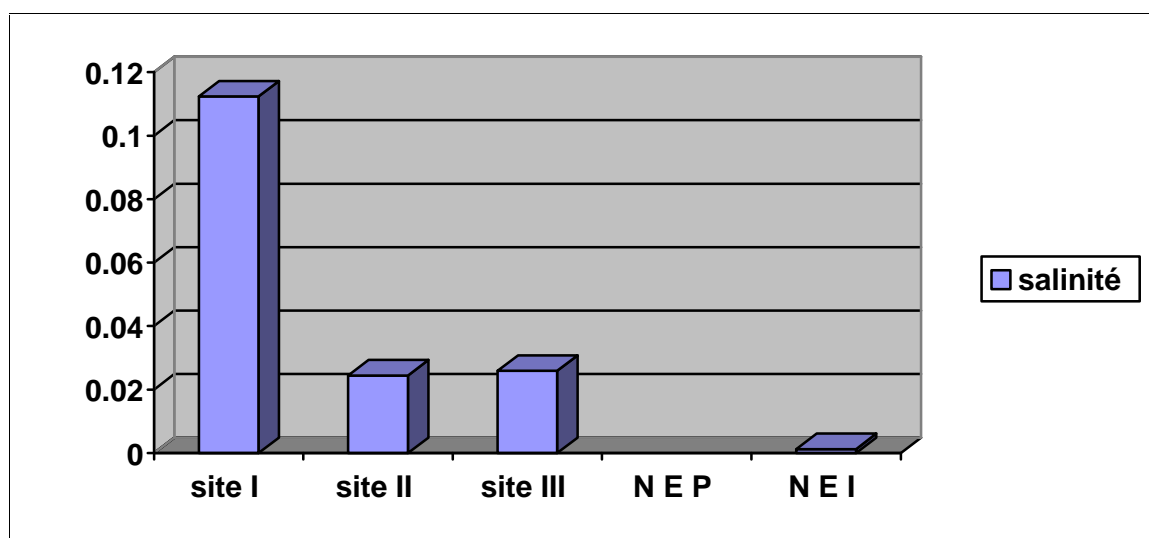


Figure 15: Histogramme de variation de Salinité

2. Description

La salinité signalée dans le site I est plus élevée que celle de II et III. Ces deux derniers présentent des valeurs sont proche. Malgré que la salinité de site II est inférieure que les autres sites, elle reste supérieure que la norme d'eau d'irrigation.

3. Discussion

Salinité de chott Merouane peut engendrée par des fortes températures et des fortes évaporations.

II.6. Taux de sels TDS (mg/l)

Les valeurs des analyses de TDS (mg/l) sont mentionnées au niveau de tableau 07 ainsi dans la figure 16 pour les sites de prélèvement et l'eau d'irrigation.

Tableau 07 : Valeurs d'analyse de TDS des sites d'étude dans le chott Merouane

Lieu du prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
TDS mg/l	112.32	24.448	25.92	54.229	-	7.68

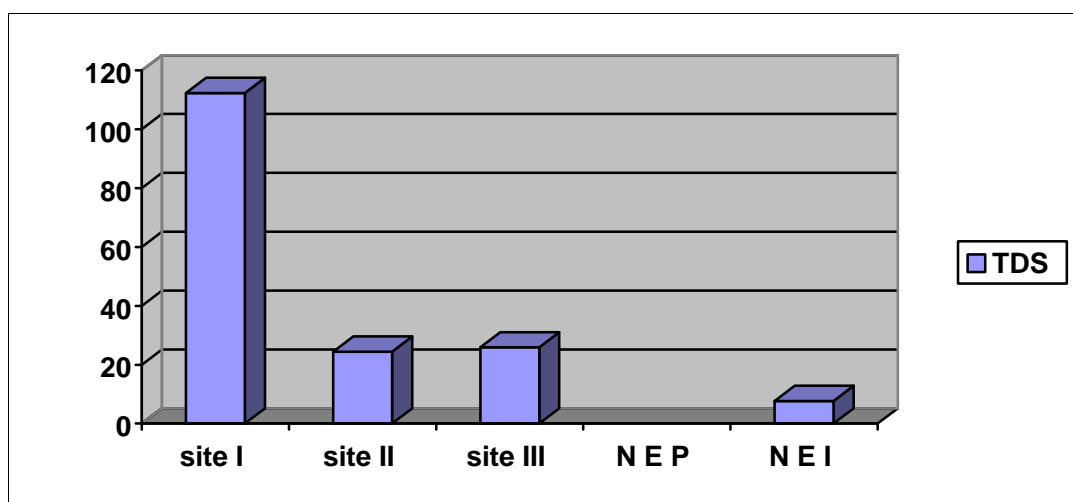


Figure 16: Histogramme de variation de taux de sels TDS

2. Description

Le TDS de site I est supérieur que les sites II et III qu'ils sont proches. Le TDS de trois sites est fortement supérieures que l'eau d'irrigation.

3. Discussion

Ces minéraux peuvent provenir d'un certain nombre de source naturelle autant que suite aux activités humaines. Elle peut aussi liée à la travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel. L'eau contient beaucoup de solides dissouts dus aux fortes quantités de calcium et magnésium dans le sol.

II.7. Nitrites (mg/l)

L'ensemble des résultats obtenus sur la concentration des nitrites (mg/l) sont présentés dans le tableau 08 et la figure 17.

Tableau 08 : Variations de concentrations de nitrites dans les sites d'étude.

Lieu du prélevement Paramètre	Site I	Site II	Site II	moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Nitrites (mg/l)	0.018	0.029	0.024	0.023	3	-

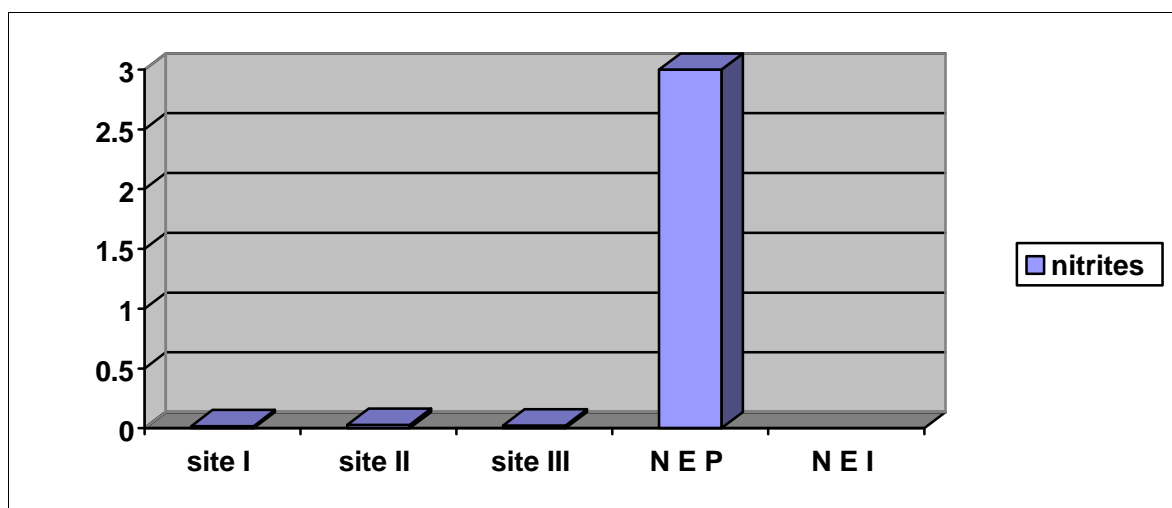


Figure 17: Histogramme de variation de Nitrites

2. Description

Les valeurs de trois sites sont proches entre eux mais restent plus inférieure que la norme d'eau potable.

3. Discussion

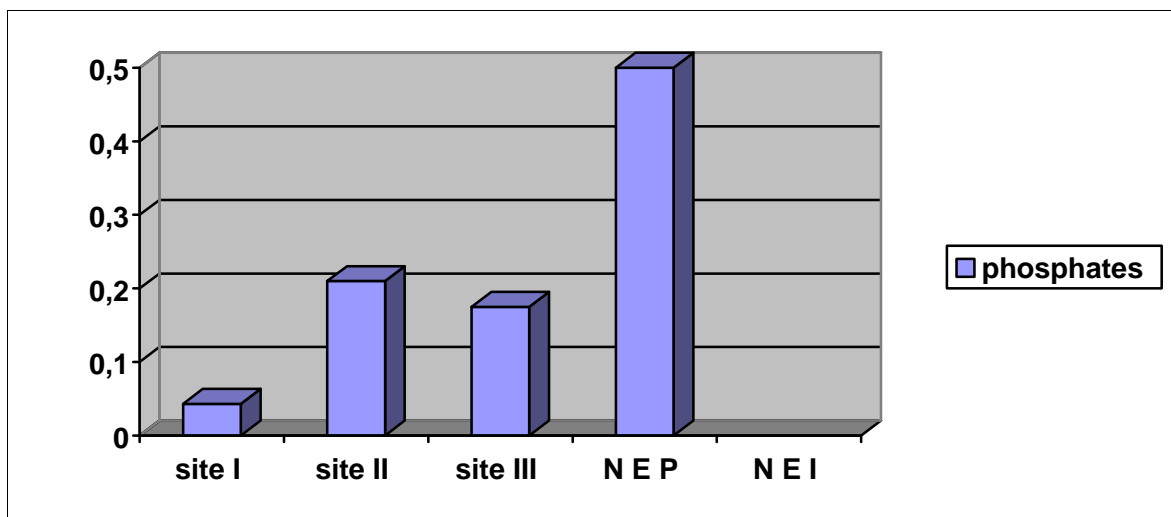
Les nitrites sont les indicateurs de pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates.

II.8. Phosphates (mg/l)

Pour les résultats obtenus sur la concentration des Phosphates (mg/l) sont regroupés dans le tableau 09 et la figure 18.

Tableau 09 : Variations de concentrations de Phosphates dans les trois sites d'étude.

Lieu du Prélèvement	Site I	Site II	Site III	moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Paramètre						
Phosphates mg/l	0.043	0.21	0.175	0.142	0.5	-

**Figure 18:** Histogramme de variations de Phosphates dans les trois sites de prélèvement

2. Description

On observe que la valeur de site II est inférieure que celles de sites I et III. Les valeurs de concentration de phosphate enregistrées dans les trois sites d'étude sont inférieures si l'on compare avec celle de l'eau potable.

3. Discussion

Le teneur de phosphate est un indice de pollution, ce n'est pas le cas de notre eau étudiée (0.5).

II.9. Résidu sec (mg/l)

Dans le tableau 10 et la figure 19, les résultats portent sur l'analyses de résidus sec (mg/l) sont mentionnés.

Tableau 10 : Fluctuations de quantité de résidus sec (mg/l) dans les trois sites de prélèvement.

Lieu du prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Résidu sec mg/l	375980	291300	378340	348540	2000	-

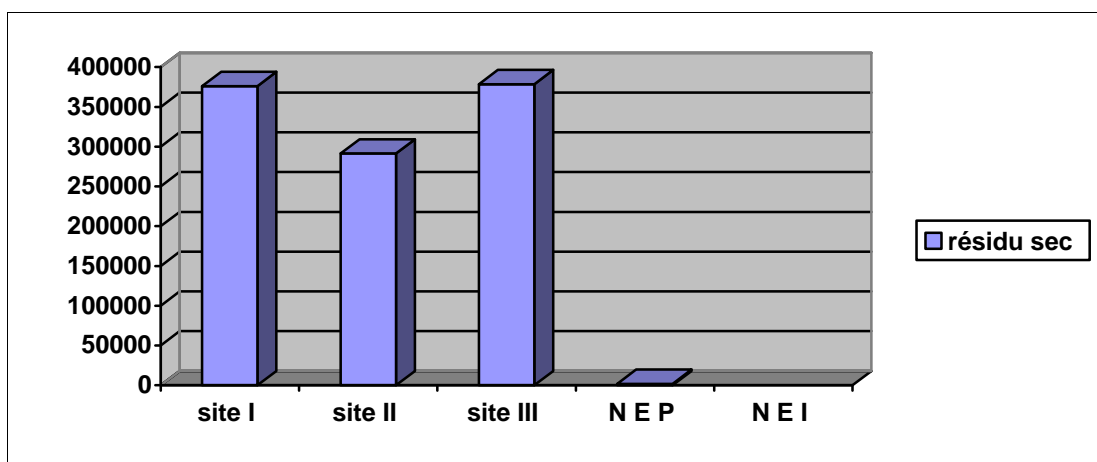


Figure 19: Histogramme de variation de Résidu sec

2. Description

La valeur de site I et III sont proches mais elle est supérieure à la valeur enregistrée dans le site II. Les trois sites d'étude présentent des valeurs de concentrations de résidus secs nettement supérieures que les normes conseillées pour l'eau potable.

3. Discussion

La valeur des résidus secs peut être liée à la nature de la couverture pédologique des deux cuvettes qui est caractérisés par une épaisse croûte salin entraîne une importante quantité des éléments résiduels. La quantité de résidu sec de chott Merouane est presque identique à la valeur signalée dans chott Ain El-Bieda (MERABET, 2011)

II.10. Calcium (mg/l)

Les valeurs de concentrations du calcium (mg/l) pour chaque site d'étude ainsi que pour sa moyenne sont mentionnés dans le tableau 11 et la figure 20.

Tableau 11 : Variations de concentrations du calcium (mg/l) dans les trois sites d'échantillonnage.

Lieu du Prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Calcium (mg/l)	208.416	212.424	380.76	267.2	-	-

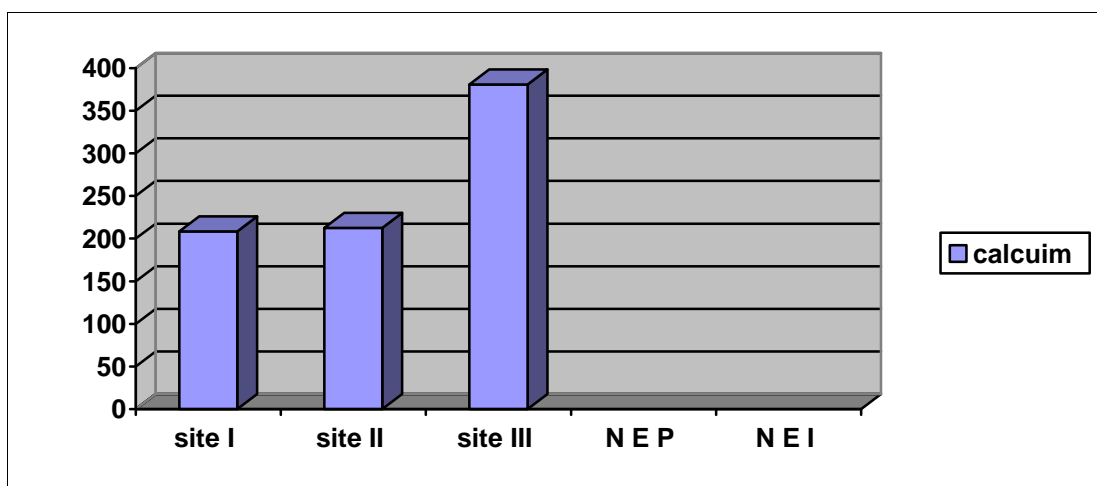


Figure 20: Histogramme de variations de concentrations du Calcium pour chaque site d'étude

2. Description

Dans les sites I et II, on a remarqué deux concentrations proches et inférieures à celle enregistrée dans le site III.

3. Discussion

L'origine du calcium est généralement les terrains traversés et les eaux d'alimentation. Plusieurs types des formations géologiques sont à l'origine du calcium parmi les quelles nous citons : les roches carbonatées et les roches gypseuses. Les roches carbonatées libèrent le calcium par l'attaque des eaux en présence de gaz carbonique (CO₂) et par dissolution dans le cas des roches gypseuses. La quantité de calcium du chott Merouane est inférieure à la quantité du chott Ain El-Biedab (MERABET, 2011).

II.11. Magnésium (mg/l)

Les résultats portant sur l'analyse Magnésium (mg/l) sont présentés dans le tableau et la figure suivants.

Tableau 12 : Fluctuations de quantité de Magnésium (mg/l) dans les trois sites de prélèvement.

Lieu du Prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Magnésium mg/l	6995.5546	6433.5335	6720.3325	6716.4735	-	-

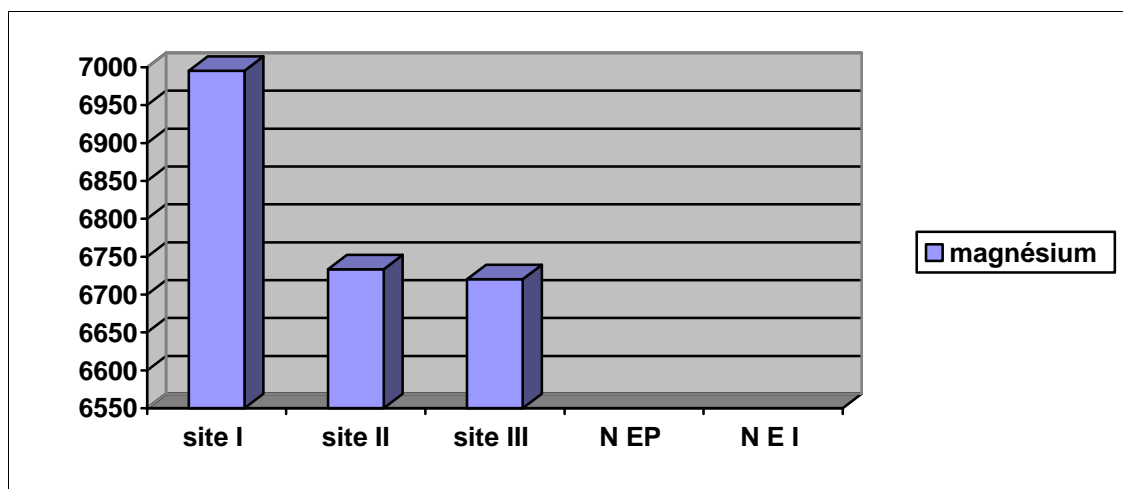


Figure 21: Histogramme de variations de concentration de Magnésium dans les sites d'étude

2. Description

Dans les trois sites d'étude, on a trouvé des valeurs proches malgré que la valeur de site I soit la plus élevée par rapport au site II et III.

3. Discussion

Le teneur de magnésium peut provenir de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite). Ou il peut provenir des formations salifères riches en magnésium « $MgSO_4$ ».

La quantité de magnésium du chott Merouane est inférieure de chott Ain El-Beida (MERABET, 2011).

II.12. Dureté totale mg/l $CaCO_3$

Les valeurs d'analyse de dureté totale sont détaillées dans le tableau 13 et la figure 22.

Tableau 13 : Valeurs de dureté totale enregistrées pour chaque site d'étude.

Lieu du prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Dureté total mg/l cac03	3355	3599	3660	3538	-	-

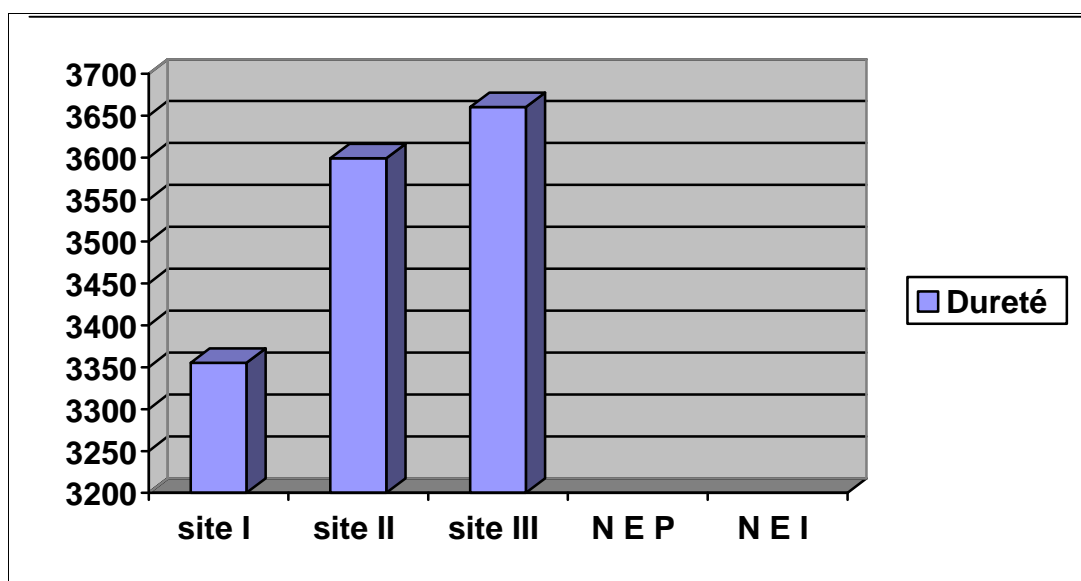


Figure 22: Histogramme de variation de Dureté total

2. Description

La comparaison des valeurs de dureté totale de trois sites montre que la valeur la plus élevée est enregistrée dans le site III ainsi que les deux valeurs de ce paramètre remarquées dans les sites II et III sont très proches.

3. Discussion

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium.

II.13. Chlorures (mg/l)

Les valeurs d'analyse de chlorure (mg/l) sont mentionnées au sein de tableau 14 et la figure 23.

Tableau 14 : Résultats d’analyse de concentration de chlorure (mg/l) dans les sites de prélèvement.

Lieu du Prélèvement / Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l’eau potable	Norme de l’eau d’irrigation
Chlorures mg/l	127630.8	74451.3	85087.2	95723.1	250	-

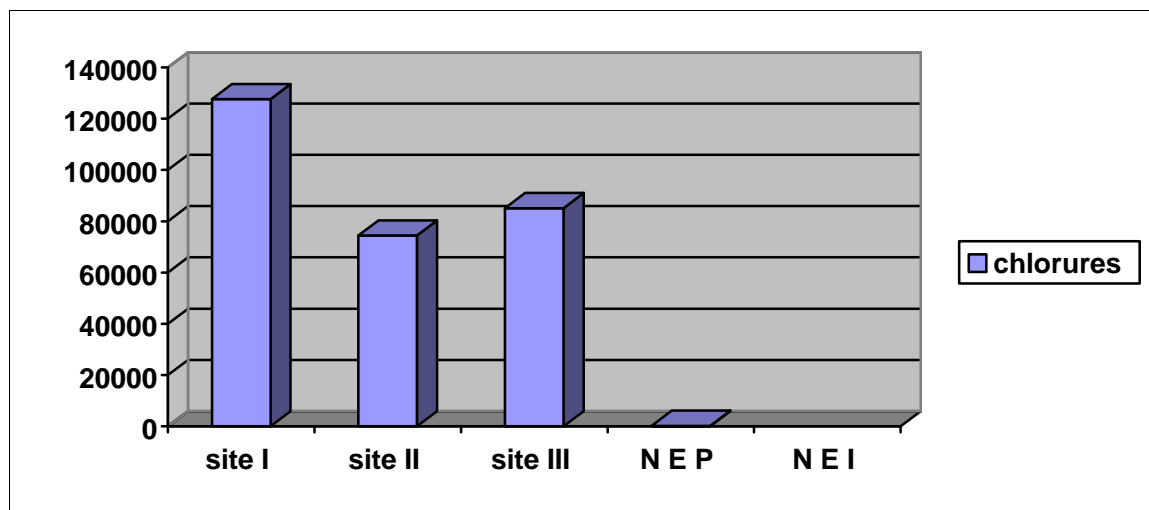


Figure 23: Histogramme de variation de teneur de Chlorures pour chaque site d’étude

2. Description

La valeur enregistrée dans le site I est très élevée par rapport au deux autres sites, II et III. Les trois valeurs signalées sont très fortement supérieure à celle de l’eau potable.

3. Discussion

L’élévation de chlorure dans cette région qui peu être liée principalement à la nature des terrains, provoquées par un lessivage superficiel en cas de forte pluie.

En outre, dans les zones urbaines et industrielles la pollution liée aux eaux usées (mine de potasse : 1Kg de potasse donne 3Kg de sels résiduaire, réalisation de stockages pétroliers, industries chimiques).

La concentration de chlorure dans chott Merouane égale au double de concentration dans chott Ain El Beida (MERABET, 2011).

II.14. Titre Hydrométrique (TH) (°f)

Dans le tableau ainsi la figure 24, les résultats d’analyses effectuées sur titre hydrotimétrique.

Tableau 15 : Résultat des analyses titre hydrométrique (TH)

Lieu du Prélèvement Paramètre	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
TH °f	29300	27000	28600	28300	50	-

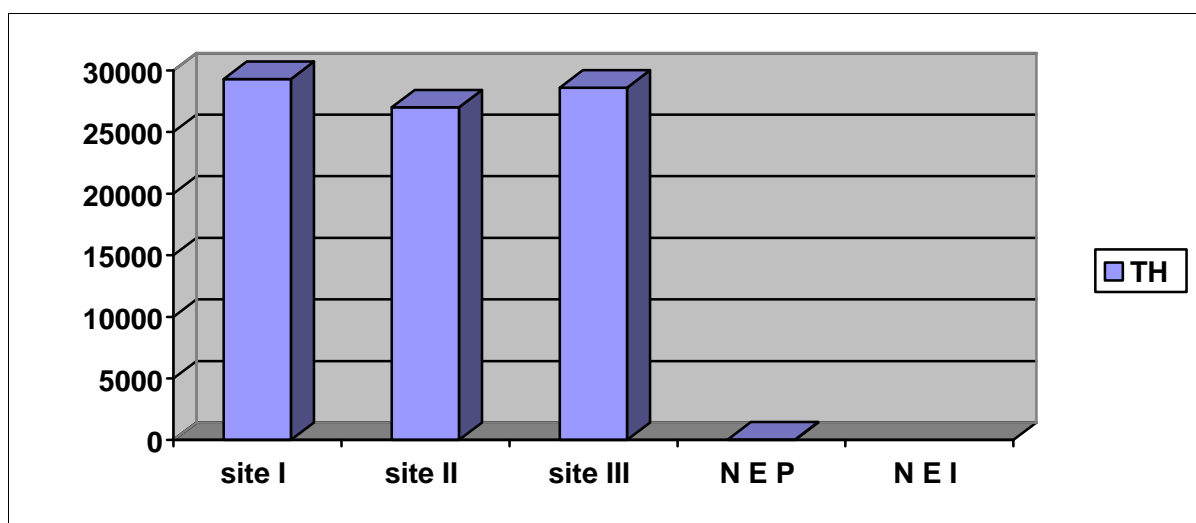


Figure 24 : Histogramme de variation de titre hydrométrique (TH)

2. Description

Les trois valeurs de TH mesurée dans les sites d'étude sont proches mais la valeur remarquable dans le site I reste la élevée dans les trois valeurs. On observe que les trois valeurs mesurées sont nettement supérieures à la valeur de l'eau potable.

3. Discussion

Le titre hydrométrique est due à la concentration des ions de calcium et magnesium

II.15. Matière En Suspension

Les résultats portant sur l'analyse de matière en suspension sont incérées dans le tableau 16 et la figure 25.

Tableau 16 : Variations de matière en suspension dissoute dans l'eau des sites d'échantillonnage.

Lieu du Prélèvement	Site I	Site II	Site III	Moyen	Norme de l'eau potable	Norme de l'eau d'irrigation
Paramètre						
Matière en suspension	8860	6500	7440	7600	-	-

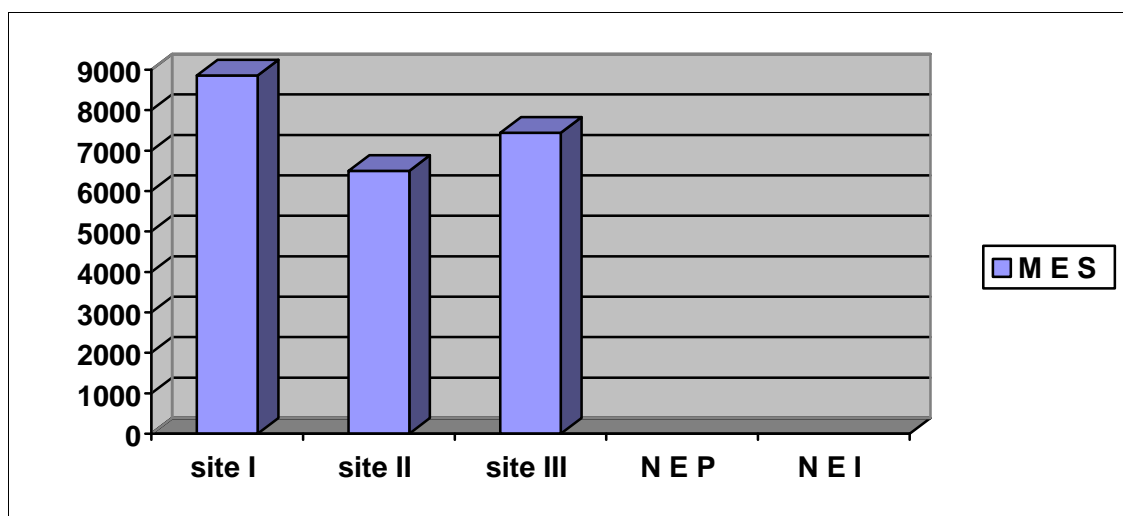


Figure 25 : Histogramme montre les variations de matière en suspension dissoute dans l'eau

2. Description

On observe que l'eau prélevée de site I est le plus chargé par la matière en suspension par rapport aux deux autres sites.

3. Discussion

L'élévation de MES témoigne d'une pollution à ces endroits par les activités anthropiques et de grandes parties par la richesse des bassins versants et des cuvettes par les éléments minéraux. Cependant ces teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration des rayons solaires, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique ; l'asphyxie des poissons, par colmatage des branchies. D'une façon générale, les matières en suspension interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'absorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes. En particulier, les argiles et les particules organiques ayant, une large surface d'adsorption constituent un support idéal pour les ions, les molécules diverses et les agents biologiques. De ce fait, ils peuvent constituer un vecteur pour la pénétration de ces produits dans l'organisme.

La quantité de matière en suspension (MES) dissoute dans l'eau du chott Marouane est élevée par rapport au chott Ain EL Beida (MERABET, 2011).

I.2. Analyses Bactériologiques

Les résultats portant sur l'analyse bactériologique sont présentés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Résultats d'analyses bactériologiques effectuées dans les trois sites de prélèvement.

Lieu du prélèvement Paramètre	Site 01	Site 02	Site 03
GermeS totaux c/ml	Absents	Absents	Absents
Streptocoques fécaux c/100ml	Absents	Absents	Absents
Clostridium sulifito réducteurs c/20ml	Absents	Absents	Absents
Coliformes totaux et fécaux.(E.Coli) c/100ml	Absents	Absents	Absents

2. Description

Les bactéries sont totalement absentes dans les trois sites.

3. Discussion

L'absence des germes bactériens dans le chott Merouane peut être due à la présence de prédateurs bactériens tels que les protozoaires, comme elle peut être liée aux rejets de produits toxiques d'origine salique et l'effet de la salinité. Cette dernière hypothèse est la plus susceptible.

Dans chott Ain El Beida il y'a aussi un manque de germes bactériens (MERABET, 2011).

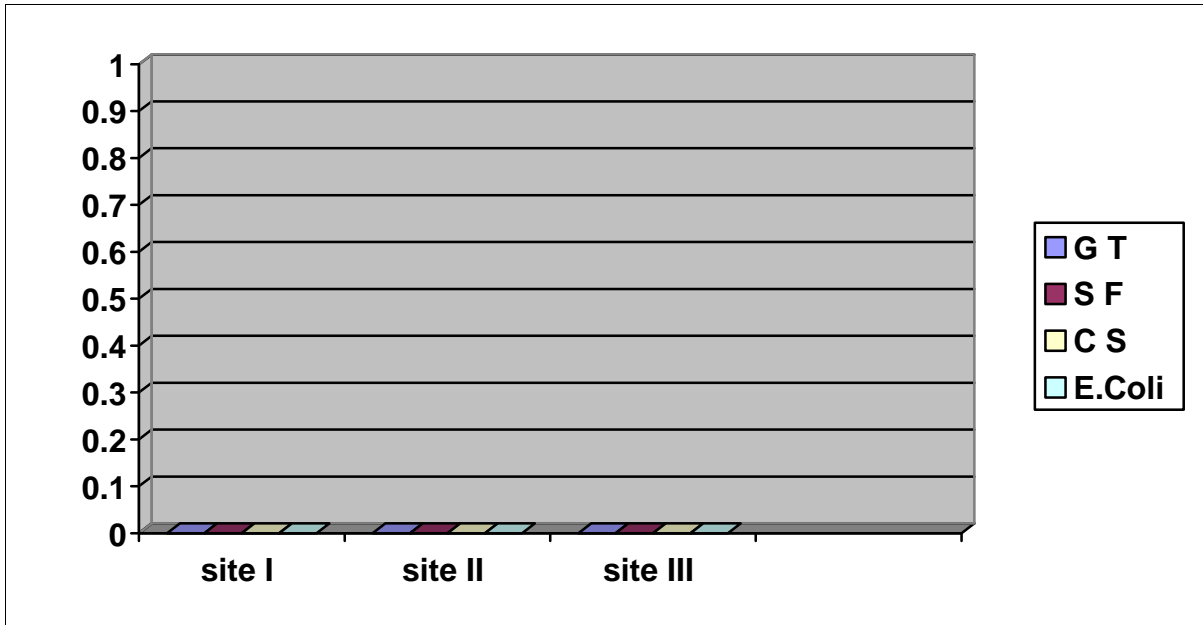


Figure 26: Histogramme de présence de bactéries

Conclusion générale

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique que physico-chimique et bactériologique. L'étude effectuée dans le cadre de ce mémoire est de but d'évaluer la qualité physique-chimique et bactériologique de l'eau de chott Merouane qui située dans la région de Oued Righ.

Les résultats ont montré que l'eau de site étudié est caractérisée par :

UnpH neutre varié entre 7.16 – 7.74 avec température de 14.8 – 16.1, l'eau est de turbidité élevé de l'ordre de 9.50 et conductivité forte de 84.8, l'eau de chott Merouane est saline, caractérisé par un concentration élevé des Cl , Mg , Ca .

Les résidus secs et la matière en suspension de valeurs très importantes dans ce chott qui sont liés à la nature de la couverture pédologique la région de Oued Righ.

Du point de vue bactériologique, les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution dans la période de prélèvement.

L'eau de chott Merouane n'est pas eau potable ni eau d'irrigation ,il est utiliser pour l'extraction de sels, il est déjàexploité par l'entreprise algérienne du sel ENASEL pour l'extraction du sel de table.

Recommandations

- Faite l'analyse de DCO
- Faite l'analyse de DBO

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AISSAOUI A., 2012** - évaluation du niveau de contamination des eaux de barrage humain Grouz de la région de oued athmania (wilaya de Mila) .Mém. Magister . Université de mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou .133 p.
2. **BAHI K., 2012** - Contribution à l'étude phytoécologique des zones Humides de la région d'Oran .Mém. Magister .Université d'Oran .153p.
3. **BDDIAF H., 2013** - La Qualité Des Eaux Sur Les Conduites De Réseau d'AEP De les régions (HMD-Touggourt). Mém.Master.Université kasdi Merbah Ouargla .19p.
4. **BENNANA M., 2013** - Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi Ben Abdellah . Mem.master .Université kasdi Ouargla . 46p.
5. **BENTIMA K., 2014** - Contribution à l'étude des vertébrés dans la région d'Oued Righ. Mem master. Université kasdi Ouargla .80p
6. **BOUAGUEL L., 2014** - Structure et écologie des Phœnicoptéridés dans l'éco-complexe de zones humides de l'Est algérien . Mém. Doctorat. Université Badji Mokhtar – Annaba.134 p.
7. **CHANCHOUNI H., 2010** - Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du ayata (la vallée de l'Oued Righ : Sahara septentrional algérien) . Mém. Magister . Univ. Kasdi Merbah. Ouargla .122 p.
8. **CHARLES R., 1967** - Technique et contrôle de traitement des eaux.Organisation mondiale de la santé. Série de monographies N°49.Genève .11-12 p.
9. **CHEICK TANDIA T., 2007** - Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût Centre collaborant de l'OMS. 2-11p .
10. **COULIBALY K., 2004** - Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des certains quartiers du district de Bamako .Mém. Diplôme d'Etat.Université de Bamako . 69 p.
11. **DAFFRI A., 2008** - Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine .Mém.Migester . Université Mentouri Constantine .79 p.
12. **DEMNATI F., 2013** - Biodiversité et Enjeux Socio-économiques des lacs salés (Chotts et Sebchas) d'Algérie. Cas du Chott Merouane et Melghir . Mém. Doctorat. Université Mohamed khider- Biskra .143p.

13. **DÉSILLE D., 2012** - Conservation et traitement de l'eau à domicile . Programme Solidarité Eau. 10-22p.
14. **GRAINI L., 2011** - Contrôle de la pollution de l'eau Par méthode acousto – optique .Mém. Magister . Universite Ferhat Abbas-Sétif .106 p.
15. **HACHEMAOUI B., 2014** - qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk tlata .Mém. Magister . Universite abou bekr belkaid Tlemcen . 66 p.
16. **KHANFER T., 2013** - Les ressources d'eau à Oued Righ : Contraintes, limites et conséquences sur le développement de l'agriculture de la région d'Oued Righ. Mém Master. Université kasdi Merbah -Ouargla . 85p
17. **LAHOUEL A., 2009** - Contribution à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques du lac témacine (Touggourt). Mém. Ingénieur . Univ. Kasdi Merbah-Ouargla . 62 p.
18. **LEGUBE B., Merlet N ., 2009** - L'Analyse de l'eau. Dunod. Paris. 35-39p.
19. **MEKHALIF F., 2009** - Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mém. Magister . Université du 20 Août 1955 SKIKDA . 158 p.
20. **MERABET S., 2011**- Etude comparative de deux systèmes aquatiques dans le Sahara septentrional (Chott Merouane et Ain El Beida), environnement et signes de dégradation. Mém Master. Université kasdi Merbah - Ouargla . 171p
21. **MOLETTA R., 2011** - L'eau, sa pollution, et son traitement . France. 9-13p.
22. **MOULAY MELIANI K., 2011** - Analyse de chronologie d'occupation de la zone humide dayet elferd par les oiseaux d'eau . Mém. Magister . Aboubekr Belkaid-Tlemcen . 119 p.
23. **SARI H., 2014** - Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen) . Mém. Magister. Université abou-bekr belkaid Tlemcen . 63p.
24. **SAYAH L., 2008** - Etude hydraulique du canal Oued Righ détermination des caractéristiques hydrauliques. Mém. Magister . Universite Kasdi Merbah- Ouargla . 95 p.
25. **SERVAIS P ., 1999**- Contaminations bactérienne et virale . Université libre de Bruxelles .

26. **SKINNER J., 1994** - Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales .
union mondiale pour la nature .245-251 p.
27. **TFYECHE L., 2014**-Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des
eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement. Mém. Master . Université kasdi
Merbah- Ouargla . 70 p.

Annexe 1 : Tab.1. qualité physique chimique de Léau de boisson (Coulibaly k , 2004)

Eléments	Valeurs indicatives en mg/l
Cuivre.....	1 mg/l
Cyanures.....	0,07 mg/l
Fluorures.....	1 ,5 mg/l
Manganèse.....	0,1 mg/l
Mercuré.....	0,001 mg/l
Nitrates.....	50 mg/l
Nitrites.....	3 mg/l
Ammoniac.....	15 mg/l
Plomb.....	0,01 mg/l
Chlore.....	5 mg/l
Couleur.....	15 UCV (Unité de couleur vraie)
Turbidité.....	5 UTN (Unité de turbidité néphélogométrie)
Aluminium.....	0,2 mg/l
Chlorure.....	250 mg/l
Dureté.....	-
Fer.....	0,3 mg/l
pH.....	6,5 mg/l
Sodium.....	200 mg/l
Sulfates.....	250 mg/l
Solides totaux en solution.....	1000 mg/l
Zinc.....	3 mg/l

Annexe 2 Tab.2.qualité bactériologie de Léau de boisson (Coulibaly k ,2004)

Organismes	Les valeurs indicatives	Remarque
A-/ Toutes les eaux destinées à consommation : - E. Coli ou bactéries coliformes - Thermotolérantes	0 0	Non détectables dans un échantillon de 100 ml
B-/ Eaux traitées à l'entrée du réseau de distribution : - E. Coli ou bactéries coliformes - Thermotolérantes - coliformes	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml
C-/ Eaux traitées dans le réseau de distribution : - E. Coli ou bactéries coliformes - Thermotolérantes - Coliformes totaux	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml Dans les installations importantes lorsqu'un nombre suffisant d'échantillons sont examinés, on ne doit pas trouver de coliformes dans 95 % des échantillons prélevés sur une période de 12 mois

Annexe 3 : Composition des milieux de culture

3-1 Milieux liquides

3-1 Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol (BCPL) Double Concentration (D/C) :

- L'extrait de viande de bœuf 2 g
- Peptone 14 g
- Lactose 10 g
- Pourpre de bromocrésol 1% 0,06 g
- Eau distillée 1000 ml
- PH = 6.9+/-0.2

Simple Concentration(S/C) :

- L'extrait de viande de bœuf 1 g
- Peptone de caseine 7g
- Lactose 5 g
- Pourpre de bromocrésol 1% 0,03 g
- Eau distillée 1000 ml
- PH = 6.9+/-0.2

Autoclavage pendant 15 min à 120°C

3-2 Milieu de Rothe

Simple Concentration(S /C) :

- Peptone de caséine 20 g
- Extrait de viande 1.5g
- Glucose 4 g
- Chlorure de sodium 4 g
- Phosphate dipotassique 2,7 g
- phosphate mono potassique 2,7 g
- Azide de sodium 0,2 g
- Eau distillée 1000 ml
- PH = 6.9+/-0.1

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

3-3 Gélose Viande Foie

-Base viande foie	20 g
-Glucose	0,75 g
-Amidon	0,75 g
-Sulfite de sodium	1,2 g
-Carbonate de sodium	0,67 g
-Agar-agar	11 g
-Eau distillée	1000 ml

Dissoudre les constituants, répartir en tubes ou en flacon, Autoclavage (15min à 120 °C)

Annexe 4 : Tab : Les normes d'eau potable de l OMS

Paramètres	OMS	Unités
Paramètres physico – chimiques		
Turbidité	5	FTU
Température	-	°C
Ph	6,5 à 8,5	Un. pH
Conductivité	-	µs/cm
Résidu sec	2000	mg/L
Chlorures	250	mg/L
Sulfates	400	mg/L
Calcium	-	mg/L
Magnésium	-	mg/L
Sodium	200	mg/L
Potassium	-	mg/L
Nitrates	44	mg/L
Nitrites	3	mg/L
Phosphates	0.5	mg/L
TH	50	°F
Fer	300	µg/L
Manganèse	-	µg/L
Cuivre	-	µg/L
Zinc	5000	µg/L
Fluorure	1500	µg/L (8-12°C)
MES	-	µg/L
Cadmium	5	µg/L
Chrome	50	µg/L
Plomb	50	µg/L
Chlore	50	mg/L
Dureté totale	-	°F
Minéralisation	50	mg/L

Annexe 5 : Tab: Normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation

Paramètres	Unités	Norme de l'eau d'irrigation
pH		6.5-8.4
Température	C°	35 C°
Conductivité	ms/cm	12
Turbidité	NTU	-
La salinité	‰	0.001-0.0015
TDS	mg/l	7.680
Nitrites	mg/l	-
Phosphates	mg/l	-
Résidue sec	mg/l	-
Calcium	mg/l	-
Magnésium	mg/l	-
Dureté total	mg/l	-
Plomb	mg/l	5
Cuivre	mg/l	2
Fluor	mg/l	1
Zinc	mg/l	2
Fer	mg/l	5
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	mg/l	518
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	mg/l	250
Matière en suspension	mg/l	-
TH	°F	-