

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 – سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955 – SKIKDA



Faculté des sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de
Master

Filière: Science Biologique

Option : Ecotoxicologie animale

Intitulé :

Caractérisation physico-chimique et biologique de l'eau de trois sites
(El ghedir, Salah bouchaour, Ramdan djamel) destinées à l'irrigation

Présenter par:

- ❖ Djerddire Nezha
- ❖ Khettaf Sara insaf
- ❖ Metatla Rahma
- ❖ Toufouti Bouchra

Membre de jury:

- | | | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| ✓ Boucetta Sabrine
grade MCA | Président | Université 20 aout 1955-skikda |
| ✓ Nassar Meryem
grade MCA | Directeur de
mémoire | Université 20 aout 1955-skikda |
| ✓ Fekkrache Fadil
grade MCA | Examineur | Université 20 aout 1955-skikda |

Année universitaire : 2021/2022



Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le Tout Puissant, c'est grâce à lui ce travail a été réalisé. Et aussi à vous, prophète Mohammed (Que la paix soit sur vous), nous adressons nos sincères salutations pour tout ce que vous avez donné à l'humanité.

Nous remercions particulièrement Dr Nasser M. pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour ses compétences qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

Nous tenons aussi à remercier très vivement le laboratoire de l'ONND (observation national de l'environnement et du développement durable) de la wilaya de Skikda pour ces collaborations actives au cours de la réalisation de ce travail.

Nous s'adressons également à nos enseignants de faculté science de la nature et de vie de notre université 20aout 1955.

Nos profonds remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin étude.

Enfin, nous désirons remercier nos familles et nos amis et camarades qui nous ont apporté leur soutien incessant pendant toute la durée de travail.



Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la Patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire Alhamdoulilleh

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur. Qu'elles trouvent en ce travail l'expression de toute ma gratitude et mon amour

A'

Mes chers parents

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A'

Ma cher mari

Le personne qui a su guider mes pas égarés vers un horizon plus clair, plus joyeux et Pour leur soutien et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mes chères collègues de mémoire de fin étude Bouchra, Sara et Rahma Pour les moments qu'on a partagés ensemble durant notre Parcours.

A'

Mes tantes, oncles, cousins et cousines, nièces paternels et Maternels.

A'

Toutes mes chères ami (e)s.

A'

Tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.





Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la Patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire Alhamdoulilleh

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur. Qu'elles trouvent en ce travail l'expression de toute ma gratitude et mon amour.

A'

Mes chers parents

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me Soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A'

Mon cher fiancé Achraf

La personne qui a su guider mes pas égarés vers un horizon plus clair, plus joyeux et Pour son soutien et ses conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mes chères collègues de mémoire de fin étude Nezha, Bouchra et Rahma Pour les moments qu'on a partagés ensemble durant notre Parcours.

A'

Mes chères frères Islém et Mouhamed, pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mes tantes, oncles, cousins et cousines, nièces paternelsetMaternels.

A'

Toutes mes chèresami (e)s

Tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.





Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la Patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire Alhamdoulilleh

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur. Qu'elles trouvent en ce travail l'expression de toute ma gratitude et mon amour.

A'

Mes chers parents

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A'

Mes chères collègues de mémoire de fin étude Nezha, Bouchra et Sara Pour les moments qu'on a partagés ensemble durant notre Parcours.

A'

Mes chères frères Abdsalam, Aïssa, Bilal, et ma sœur Fatima, pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mes tantes, oncles, cousins et cousines, nièces paternelsetMaternels.

A'

Toutes mes chèresami (e)s

Tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.





Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la Patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire Alhamdoulilleh

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur. Qu'elles trouvent en ce travail l'expression de toute ma gratitude et mon amour.

A'

Mes chers parents

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A'

Mes chères collègues de mémoire de fin étude Nezha, Sara et Rahma Pour les moments qu'on a partagés ensemble durant notre Parcours.

A'

Mes chères sœurs mariem, Sara, Fatima et hana, pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mon frère karim qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille. Et mon chère fiancé Fares pour son soutien et ses conseils précieux tout au long de mes études.

A'

Mes tantes, oncles, cousins et cousines, nièces paternelsetMaternels.

A'

Toutes mes chèresami (e)s



Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle aux usages multiples. Son utilisation dans l'alimentation ou l'hygiène nécessite une excellente qualité physique, chimique et bactériologique. Afin d'évaluer la qualité de l'eau utilisée à l'irrigation des cultures maraichères dans certaines régions de la willaya à Skikda, des échantillons ont été prélevés à partir de trois oueds (stations), situé au nord-est de Skikda à savoir : El ghedir, Salah Bouchaour et Ramadan Jamal, les prélèvements ont été effectués durant le mois de mars 2022. Différentes analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées à savoir : le pH, la conductivité électrique, la salinité, la matière en suspension, l'oxygène dissous, le nitrate, l'ammonium, les sulfates, l'azote, le phosphate de chlore, détection d'*Escherichia coli*, détection des entérocoques, détection de *Salmonella*. Les résultats des mesures et des analyses obtenues nous ont permis de conclure que l'eau des trois stations est une eau plus au moins de bonne qualité, les trois eaux respectent la majorité des normes Algérienne vis-à-vis les analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Mots-clés : eau, irrigation, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques.

ملخص

الماء مورد طبيعي ثمين وأساسي متعدد الاستخدامات. يتطلب استخدامه في الغذاء أو النظافة جودة فيزيائية وكيميائية وبكتريولوجية ممتازة.

من أجل تقييم نوعية المياه المستخدمة في ري البستنة في مناطق معينة من ولاية سكيكدة، تم أخذ عينات من ثلاث أودية تقع شمال شرق سكيكدة وهي: الغدير وصلاح بوشعور ورمضان جمال. أجريت خلال شهر مارس 2022. تم إجراء العديد من التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية، وهي: درجة الحموضة، التوصيل الكهربائي، الملوحة، المادة العالقة، الأكسجين المذاب، النترات، الأمونيوم، الكبريتات، النيتروجين، فوسفات الكلور، الكشف عن الإشريكية القولونية. والكشف عن المكورات المعوية، الكشف عن السالمونيلا. مكنتنا نتائج القياسات والتحليلات التي تم الحصول عليها من استنتاج أن مياه المحطات الثلاث هي مياه ذات نوعية جيدة إلى حد ما، وتحترم المياه الثلاثة غالبية المعايير الجزائرية مقابل التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية.

الكلمات المفتاحية: المياه، الري، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، التحليلات البكتريولوجية.

Abstract

Water is a precious and essential natural resource with multiple uses. Its use in food or hygiene requires excellent physical, chemical and bacteriological quality.

In order to assess the quality of water used for irrigation of market gardening in certain regions of the wilaya in Skikda, samples were taken from three wadis (stations), located northeast of Skikda namely : El ghedir, Salah Bouchaour and Ramadan Jamal, the samples were taken during the month of March 2022. Various physico-chemical and bacteriological analyzes were carried out, namely: pH, electrical conductivity, salinity, suspended matter, dissolved oxygen, nitrate, ammonium, sulphates, nitrogen, chlorine phosphate, detection of *Escherichia coli*, detection of enterococci, detection of *Salmonella*. The results of the measurements and analyzes obtained have enabled us to conclude that the water of the three stations is water of more or less good quality, the three waters respect the majority of Algerian standards vis-à-vis the physico-chemical analyzes and bacteriological.

Keywords: water, irrigation, physico-chemical analyses, bacteriological analyses

Sommaire

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des abréviations

Introduction01

Chapitre 1. Etat des connaissances

1-Généralité02

1-2-Cycle de l'eau02

1-3-Définition de la pollution de l'eau.....03

1-3-1-La pollution physique.....03

1-3-2-La pollution chimique04

1-3-3-La pollution biologique04

1-3-4-La pollution thermique.....05

1-3-5-La pollution radioactive05

1-3-6-La pollution agricole05

1-4-Les principaux paramètres indicateurs de la pollution et de la qualité de l'eau.....07

1-4-1-Les paramètres physico-chimiques.....07

1-4-2-Les paramètres biologiques.....08

1-5-Utilisation des eaux09

1-5-1-Types d'utilisation des eaux10

1-6-L'irrigation dans le monde11

1-6-1-Importance de l'irrigation12

1-6-2-Méthode d'évaluation de la qualité d'une eau d'irrigation.....12

1-6-3-Impacts Sur la santé humaine.....14

Chapitre 2. Matériel et méthode

2-Situation géographique16

2-1-Présentation de zone d'étude16

2-2-Prélèvement de l'eau17

2-3-Les paramètres physique18

2-3-1-Matière en suspension18

2-4-Les paramètres chimiques18

2-4-1-Les nitrates18

2-4-2-Ammonium19

2-4-3-Ortho-phosphate	20
2-4-4-Les chlorures	20
2-4-5-Azote kjeldbal	20
2-4-6-Demande chimique en oxygène (DCO).....	20
2-4-7-Demande biochimique en oxygène (DBO).....	20
2-4-8-Sulfate	21
2-5-Paramètres bactériologiques	21
2-5-1-Escherichia coli	21
2-5-2-Entérocoque	21
2-5-3Salamonelles	22

Chapitre 3. Résultats et discussion

3-Les paramètres physique	23
3-1-Ph	23
3-2-Conductivité électrique	23
3-3-Salinité	24
3-4-Oxygène dissous	25
3-5-Matière en suspension	25
4-Les paramètres chimiques	26
4-1-Nitrates	26
4-2-Ammonium	27
4-3-Chlorure	27
4-4-Azote	27
4-5-Sulfate	27
4-6-La demande chimique en oxygène.....	28
4-7-La demande biologique en oxygène	28
4-8-Ortho-phosphat.....	28
5-Les paramètres bactériologique.....	28
5-1-Escherichia coli	29
5-2-Entérocoques	29
5-3-Salamonelles	30
Conclusion.....	31
Références.....	32

Liste des figures

Figure 1 -structure chimique de la molécule d'eau	02
Figure 2 -cycle de l'eau	03
Figure 3 -classification des métaux en fonction de leur dangerosité et de leur intérêt agronomique.....	14
Figure 4 - La carte géographique des stations d'étude.....	16
Figure 5 -Représente quelques points de prélèvement utilisés dans notre étude	17
Figure 6 -Un appareille multi-paramètre.....	18
Figure 7 -représente bain marie.....	19
Figure 8 -Représente spectrophotomètre.....	19
Figure 9 -Représente l'incubateur.....	21
Figure 10 -Variation du pH dans les trois stations.....	23
Figure 11 -Variation conductivité électrique dans les trois stations.....	24
Figure 12 -Variations de la salinité dans les trois stations.....	24
Figure 13 -Variation d'oxygène dissous (DO) dans les trois stations....	25
Figure 14 -Variation Matière en suspension des trois stations.....	26
Figure 15 -Variation de la bactérie <i>E-coli</i> dans les trois stations.....	29
Figure 16 -Graphique de bactérie entérocoques.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1. Résume les différents types de pollution des eaux	06
Tableau 2 .besoins en eau des diverses cultures pendant la période de croissance	10
Tableau 3. Effets des polluantes de l'eau sur la santé humaine (OMS, 2004)	15
Tableau 4 .les résultats de paramètres chimiques	28

Liste des abréviations

1. **Al** : L'aluminium.
2. **As** : L'arsenic.
3. **B** : Bore.
4. **C°** : Degré Celsius.
5. **Cd** : Cadmium.
6. **CE** : Conductivité Électrique.
7. **Cu** : Cuivre.
8. **Cl** : Chlorure.
9. **Cr** : Chrome.
10. **DBO5** : Demande biologique en oxygène.
11. **DCO** : Demande chimique en oxygène.
12. **DO** : L'oxygène dissous.
13. **E. Coli** : *Escherichia coli*.
14. **FAO**: Food and agriculture organization.
15. **Fe** : Fer.
16. **Ha/km²**. : Hectare/kilomètre carré
17. **Hcl** : Chlorure d'hydrogène/ L'acide chlorhydrique.
18. **H₂O** : monoxyde de dihydrogène, formule brute de l'eau.
19. **Hg** : Le mercure.
20. **MES** : Matière en suspension.
21. **Mn** : Le manganèse.
22. **Mo** : Molybdène.
23. **MO** : Matière organique.
24. **MgCl₂** :Magnésium dichloride.
25. **Na** : Sodium.
26. **NaOH** : hydroxyde de sodium.
27. **Ni** : Nickel.
28. **NO₃⁻** : Nitrate.
29. **NH₄⁺** : L'ion ammonium.
30. **OMS** : Organisation Mondiale de la santé.
31. **Pb**: Plomb.
32. **pH** : Potentiel d'hydrogène.

33. **PO₄** : phosphate.
34. **RN3** : La troisième route nationale.
35. **Se** : Sélénium.
36. **Sn** : L'étain.
37. **T°** : Température.
38. **TDS**: Total dissolved solids.
39. **Zn** : Zinc.
40. **µs/cm** : Micro-siemens par centimètre.

Introduction



Introduction

Introduction

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle se congèle à 0 C° et devient vapeur au-delà de sa température d'ébullition (100 C°).

D'après l'organisation mondiale de la santé 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau (paludisme, schistosomiase), on estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile (Desjardins, 1997).

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation, et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. L'organisation mondiale de la santé (OMS) définit la qualité d'une eau à travers des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, mais aussi à partir l'usage de cette eau.

L'objectif de notre étude était de caractériser la qualité de l'eau de trois sites à savoir : El ghedir, Salah bouchaour, Ramdan djamel situées au Nord-Est de Skikda destinées principalement à l'irrigation des cultures maraichères et l'irrigation des vergers. Dans ce but plusieurs analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées, ces derniers ont été portés sur des échantillons prélevés durant le mois de mars 2022.

Notre travail est subdivisé en trois parties essentielles :

1. Après une introduction, une première partie théorique a été consacrée aux généralités sur les eaux, et ce en montrant leurs caractéristiques organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques d'après les normes Algériennes.
2. Une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques.
3. Une troisième partie détaille la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, suivie par une conclusion.

Chapitre I

L'eau



Chapitre 1 : L'eau

1- Généralité

Au VI^e siècle avant Jésus-Christ, le philosophe grec Thalès de Milet est le premier à parler de l'eau comme un élément primordial du monde.

Un siècle plus tard, le philosophe Empédocle émet la théorie des quatre éléments –l'eau, l'air, la terre et le feu qui s'attirent et se repoussent pour décrire le monde physique. En 1780 Lord Cavendish après avoir découvert l'élément hydrogène établit que l'eau n'est pas un corps simple mais une substance composée de plusieurs éléments (Bernard, 2006).

Puis en 1785, Antoine de Lavoisier démontre que l'eau combine deux substances : l'oxygène et l'hydrogène. Il formule sa définition chimique : H_2O , c'est-à-dire deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène.

La formule H_2O confirmée par les travaux ultérieurs de Dalton, Gay-Lussac et Avogadro, figure dans tous les manuels scolaires. Cependant la composition de l'eau n'est pas aussi simple car il existe plusieurs isotopes de l'hydrogène (deutérium et tritium), chimiquement identique mais de masse différente (Bernard, 2006).

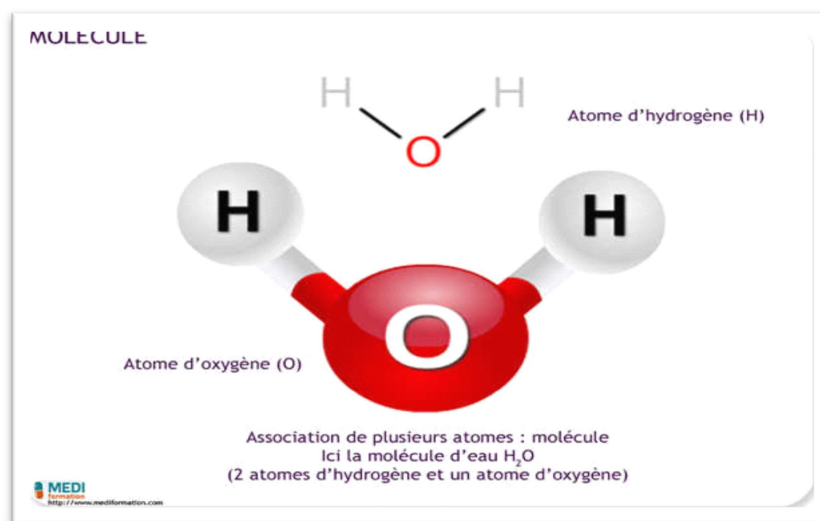


Figure 1: Structure chimique de la molécule d'eau

1-2- Cycle de l'eau

Le cycle hydrologique externe perpétuel de l'eau douce fonctionne par évaporation, condensation et précipitation, son moteur thermique est le rayonnement solaire. Ce cycle alimente les continents et y maintient la vie et tous les écosystèmes que nous connaissons (Marsily, 2013).

L'eau s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts, elle est condensée sous forme de nuages et ensuite transportée dans le ciel par les vents. Dans le ciel, les nuages se condensent sous forme de vapeur d'eau autour des particules de poussières, puis tombent en

précipitations sous forme de pluie ou de neige, sous l'action de phénomènes météorologiques complexes.

L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol ou elle s'infiltré et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée. Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières.

Enfin, l'eau peut revenir directement à sa phase liquide dans l'atmosphère par la transpiration des végétaux qui éliminent ainsi une partie de l'eau contenue dans le sol et conservent une partie de l'eau de pluie dans leur feuillage (Collin, 2004).

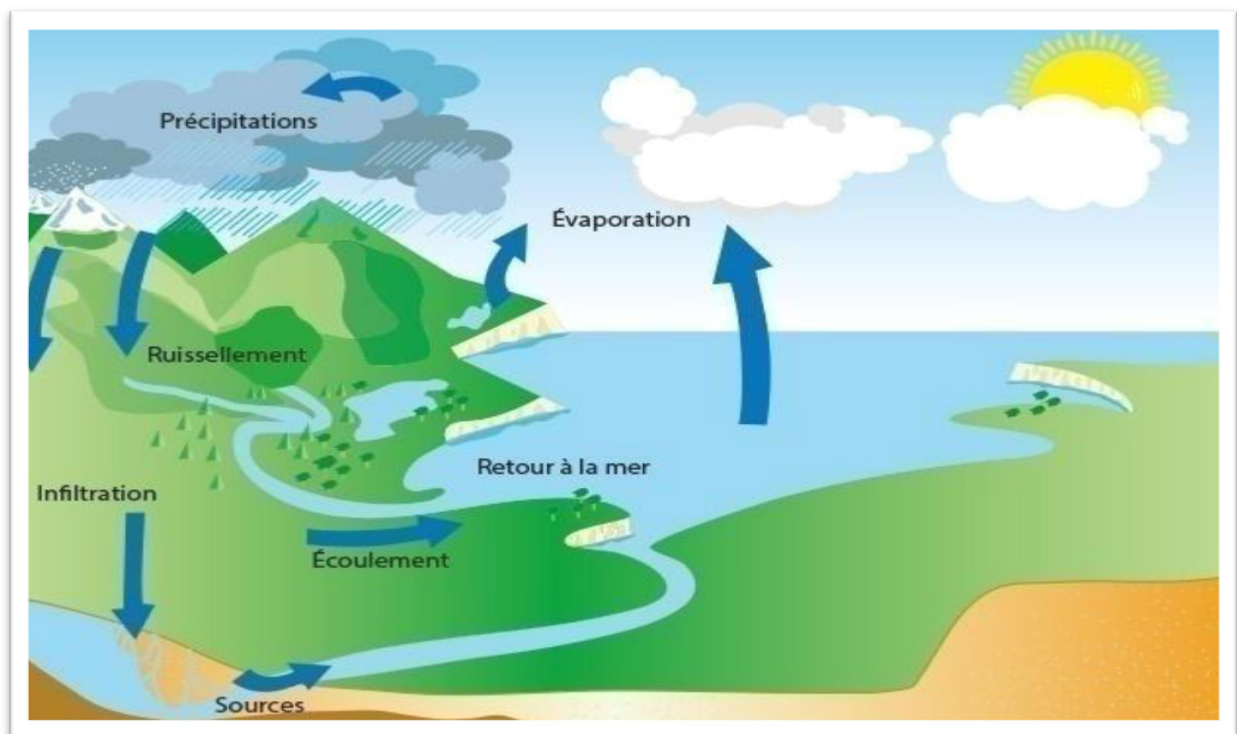


Figure 2 :Cycle de l'eau

1-3- Définition de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive de propriétés physico-chimiques et biologique, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit, la pollution peut atteindre tous les milieux tels que les fossés, les rivières, les fleuves, les canaux, les lacs, la mer, ainsi que les eaux souterraines (Schmitzberger, 2008). Selon la loi n°3 du 19 juillet 2003, « la pollution des eaux, est l'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques, et/ou biologique de l'eau. De créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune, à la flore terrestre et aquatique ».

1-3-1 La pollution physique

Une pollution de nature physique peut être mécanique, thermique ou radioactive. Elle est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau. La pollution physique mécanique est ; due à une charge importante des eaux en éléments. La pollution thermique elle est causée par les rejets d'eaux chaudes (centrales Électrique, Source thermique...etc.) (Tuffery, 1980).

1-3-2 La pollution chimique

L'immense majorité des nuisances sont causées par l'entrée de ce type d'élément (ou Plusieurs) indésirable dans la composition chimique de l'eau initialement destinée à un usage bien précis (Tuffery, 1980). Parmi lesquels, on distingue selon la nature de la pollution chimique :

❖ **Les éléments chimiques minéraux** : est le fait d'éléments tels les phosphores, les Nitrates, les nitrites, les sulfates, l'ammoniaque...etc.

❖ **Les éléments chimiques organiques** : ont des origines multiples. Les sources principales Sont les rejets des eaux usées domestique, les industries agro-alimentaires (Laiteries, conserveries). Elle se traduit par plusieurs formes et d'origine différentes : matières organiques, les hydrocarbures, les huiles et graisses, les pesticides, les phénols, les détergents.

❖ **Les éléments chimiques toxiques** : substances qui sont généralement peu abondantes, mais avec le temps, elles s'accumulent à tous niveaux dans l'eau (flore, faune...). Les plus importants sont les métaux lourds (le plomb, mercure, cadmium, l'arsenic...)(Bouziane, 2000).

1-3-3 La pollution Biologique

Un grand nombre de microorganismes peuvent proliférer dans les eaux, dans les aliments et dans les milieux naturels grâce aux conditions favorables que leur crée l'homme.

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 ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites, les champignons et les algues. On parle ainsi de pollution : bactérienne, virale, ou parasitaire. Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies des bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à transmission hydrique. La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite oro-fécale.

Parmi les germes pathogènes les plus répandus dans une eau polluée, on distingue : Les germes banals : les Bacilles coliformes, et les streptocoques responsables de Gastro-entérites.

Les bacilles la shigella, les salmonelles, les vibrions cholera provoquent des foyers épidémiques surtout dans les localités ne disposant pas de réseau d'assainissement. Il y a aussi les mycobactéries responsables de plusieurs types d'infection comme la Tuberculeuses ...etc.

Parmi les virus responsables de maladies hydriques, on distingue : les virus des hépatites.

Parmi les parasites pathogènes les plus fréquents dans l'eau on distingue : l'amibe *Entamoeba histolytica* qui est responsable de la dysenterie, les helminthes sous forme de kyste il provoque de graves anémies (Bouziane, 2000).

1-3-4 La pollution thermique

La pollution thermique correspond à l'augmentation ou la diminution de la température de l'eau par rapport à la température normale suite à l'action de l'homme et qui affectera la vie aquatique. Il s'agit d'une pollution diffuse, non visible et elle n'est donc pas toujours considérée comme une vraie pollution. Ce type de pollution est causé par les rejets d'eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement, des centrales électriques classiques, ou nucléaires (Pesson et Perraud, 1976).

1-3-5 La pollution radioactive

Il s'agit de l'introduction, directe ou indirecte, par l'activité humaine, de substances radioactives dans l'environnement, susceptibles de contribuer ou de causer un danger pour la santé de l'homme, des détériorations aux ressources biologiques, aux écosystèmes ou aux biens matériels, une entrave à un usage légitime de l'environnement (Oudiz et al,2000).

1-3-6 La pollution agricole

Cette pollution est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et les pesticides (Gaujous, 1995).

❖ Les pesticides

Un pesticide est une substance répandue sur une culture pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles. C'est un terme générique qui rassemble les insecticides, les fongicides, les herbicides et les parasitocides, ils s'attaquent respectivement aux insectes ravageurs, aux champignons, aux mauvaises herbes et aux vers parasites.

Les pesticides, leurs produits de dégradation et leurs métabolites peuvent contaminer tous les compartiments de l'Environnement (Brissaud *etal*,1982).

❖ Engrais chimique

Les engrais sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures.

Le risque environnemental le plus cité est celui de la pollution de l'eau potable ou de l'eutrophisation des eaux, lorsque les engrais, organiques ou minéraux, répandus en trop grande quantité par rapport aux besoins des plantes et à la capacité de rétention des sols, qui dépend notamment de sa texture, sont entraînés vers la nappe phréatique par infiltration, ou vers les cours d'eau par ruissellement (Schrock, 2006).

Le tableau 1 : résume les différents types de pollution des eaux.

Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
Pollution thermique	Rejet d'eau chaude	Centrales électriques
Pollution radioactive	Radio-isotope	Installations nucléaires
Pollution chimique	Nitrates	Agriculture
Pollution par les Engrais	Phosphates	Lessives
Pollution par les Éléments toxiques	Cadmium, mercure, plomb Aluminium, arsenic, etc.	Industries, agriculture Combustion, (pluies acides) Agriculture (industrie, Transport)
Pollution par les Pesticides	Insecticides, herbicides, Fongicides, etc.	Effluents domestiques (Industriels)
Pollutions par Détersifs	Agents tensioactifs Pétrole brute et ces dérivés	Industries pétrolières, transport
Pollution par les Hydrocarbures	(Carburant et autres produits	Chaufferies industrielles Industrie, agriculture
Pollution par les Composés Organochlorés	Raffinés PCB, insecticides, solvants Chlorés	Industriel, usages dispersifs En Particulier domestiques pour Certains
Pollution par divers Autres composants Organiques de Synthèse	Très nombreuses molécules	
Matières organiques Fermentescibles	Glucides, Lipides, protides, acides Nucléiques	Effluents domestiques Agricoles, industries,

		Agroalimentaires et L'industrie de bois (Papeteries)
Pollution Microbiologique	Bactéries, virus entériques et Champignons	Effluents urbains, élevage, Abattoir et secteur Agroalimentaire en général

1-4 Les principaux paramètres indicateurs de la pollution et de la qualité de l'eau

1-4-1 Les paramètres physico-chimiques

❖ La température

La température est un paramètre, qu'on doit connaître avec précision, car celle-ci joue un rôle important dans la stabilité des sels et des gaz. Elle permet de connaître la dissociation des sels, les valeurs des pH et celle de la conductivité électrique pour la connaissance l'origine de l'eau (Gaujous, 1995).

❖ Le potentiel hydrogène (pH)

Il représente l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. La valeur de l'acidité de l'eau fournit une indication globale sur les substances dissoutes dans l'eau. Le pH le plus favorable à la vie aquatique se situe entre 7 et 8 en eau douce, tandis qu'en eau de mer, le pH normal est de 8,2 à 8,3. Le plancton semble être perturbé par des pH compris entre 6,5 et 7,5.

Le pH influe sur la forme des produits chimiques ; par exemple, le gaz carbonique est présent dans l'eau sous différentes formes (Gaz carbonique (6,4) Bicarbonate ou Hydrogénocarbonate (10,3) Carbonate) suivant le gradient pH. Ces valeurs sont liées à d'autres paramètres tels que la température, la salinité et l'oxygène dissous (Aminot et Chaussepied, 1983).

❖ La conductivité électrique (CE)

C'est la quantité des sels minéraux contenus dans l'eau, anion ; HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- et les Cation : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . La conductivité est la capacité de passage de courant à travers d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes. La mesure de ce paramètre renseigne sur la teneur globale en sels dissous dans l'eau et donc de sa minéralisation. Une augmentation excessive de la conductivité entraîne une perturbation du milieu et influe sur la pression osmotique. Dans ce cas, des problèmes de régulation se manifestent chez les organismes aquatiques sensibles (Belhadj, 2001).

En général, la minéralisation augmente naturellement avec la profondeur, par contre, les variations horizontales de la minéralisation au sein de d'une nappe sont souvent témoin de pollution. En

milieu marin, la minéralisation est de type chlorure sodique. Les milieux saumâtres (estuaires, étangs littoraux) sont caractérisés par une salinité naturellement variable (Belhadj, 2001).

❖ La turbidité

La Turbidité définie comme l'inverse de la limpidité ou de la transparence. Une eau turbide est donc plus ou moins trouble. La turbidité résulte de la diffusion de la lumière qui ainsi déviée dans toutes les directions. Ce sont les particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches entrainement des matières minérales ou organique (Tardat, 1992).

❖ La matière en suspension (MES)

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon le cours d'eau ; celles sont la fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, et de la pluviométrie, des travaux, des rejets (Rodier et al, 2009).

❖ La demande Biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO5)

Le test de DBO constitue un moyen valable de l'étude des phénomènes naturels de destruction des matières organiques. Il en résulte une consommation d'oxygène qui s'exprime par la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours ; le DBO5, constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas dégradables (Rodier et al,2009).La DBO constitue une mesure de la pollution des eaux par les matières organiques (Ramade, 2000).

❖ Les Nitrates (NO₃)

Ce sont des sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres aquatiques (Ramade, 2000). L'origine naturelle des nitrates est la minéralisation de la matière organique, résidus animaux, fumier, purin les engrais azotés participent avec une fraction importante dans les eaux de surfaces, ainsi que les eaux usées domestiques et station d'épuration est un apport non négligeable (Aminot et Chausséped, 1983).

❖ Les phosphates (PO₄)

Les phosphates peuvent exister dans les eaux en solution ou en suspension, à l'état minéral ou organique (Rodier et al, 2009).

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération des phénomènes d'eutrophisation (facteur limitant) dans les lacs ou les rivières. Ils peuvent avoir un effet bénéfique comme sel nutritif. Ils ne sont pas toxiques vis-à-vis des poissons (Aminot et Chausséped, 1983).

1-4-2 Les paramètres biologiques

Cette classe de bactéries comprend des genres et espèces dont la présence dans les eaux ne constitue pas en elle-même un risque sur la santé des populations, mais indique l'importance de la pollution microbiologique des eaux (Rodier et al, 2009).

❖ La flore mésophile totale

Correspondent à des bactéries revivifiables, ils sont recherchés dans certains cas, en générale à 37°C en 24 heures ; Ces germes totaux peuvent parfois exprimer un risque de contamination microbienne au-delà d'un certain seuil, mais ils ne constituent pas des germes indicateurs de contamination fécale tels que les coliformes thermo tolérants ou fécaux et les streptocoques du groupe D. leur nombre est exprimé en nombre de germes par ml d'eau (Rodier et *al*, 2009).

❖ Les coliformes totaux

Sous le terme de « Coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae. La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO).Le terme « Coliforme" correspond à des organismes en Bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négative, facultativement Anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C avec la production de gaz.

Les Coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Les Coliformes fécaux sont appelés aussi les coliformes thermo-tolérants, ce sont des Coliformes qui fermentent le lactose mais à 44°C. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante (Rodier et *al*,2009).

❖ Les Anaérobies sulfito-réducteurs

Les Anaérobies sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle.

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, Catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure.

La forme sporulée des Anaérobies sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (Bourgeois et Mescle, 1996).

1-5-Utilisation des eaux

On peut diviser l'utilisation de l'eau en 2 catégories : utilisation non consommatrice de l'eau, qui laisse l'eau sur place comme par exemple : la pêche, les habitats fauniques, la production d'énergie hydro-électrique et les loisirs (baignade), Mais dans d'autres, elle est consommée et ne

peut donc être retournée (prélèvements qui retirent l'eau de son milieu naturel), comme l'alimentation en eau potable et c'est le cas notamment de l'irrigation, des utilisations ménagères et municipales, la production d'énergie et des activités de transformation.

1-5-1 Types d'utilisation des eaux

❖ Usage agricole

Les agriculteurs se fient le plus souvent aux sources naturelles locales, plus qu'aux systèmes publics de distribution, (Masschelein, 1996). La majeure partie des prélèvements mondiaux est destinée à l'irrigation celle-ci est une pratique très ancienne connue depuis l'Antiquité.

Aujourd'hui dans le monde environ 15% des terres arables sont irriguées et cette proportion est beaucoup plus élevée dans certains pays comme le Pakistan (plus de $\frac{3}{4}$) et l'Egypte (Rouyrre, 2003).

L'irrigation aura pour effet de relever le niveau de production des terres et d'atténuer ou d'éliminer les aléas inhérents aux variations du climat et dans une certaine mesure aux autres particularités naturelles. L'inconvénient de l'eau d'irrigation est son incapacité à servir à d'autres usages (Faby, 1997 ; Rouyrre, 2003).

Les plantes se servent de l'eau pour développer leurs tissus à l'aide du processus de la photosynthèse et pour régulariser leur température, elles agissent à la manière des pompes tirant l'eau du sol et l'acheminant vers les feuilles, d'où elle s'évapore dans l'atmosphère, ainsi les variations de la quantité de l'eau du sol qu'utilisent les plantes se déterminent selon le type de la plante, la quantité de l'eau dans le sol pouvant être absorbée, ainsi que la quantité de l'eau que l'atmosphère peut tirer des plantes et du sol .

Tableau 2 : Besoins en eau des diverses cultures pendant la période de croissance

Culture	Utilisation moyenne D'eau (mm3)	Période de croissance (Jour)
Luzernes	635	155
Graminées	610	150
Betteraves sucrières	559	155
Pomme de terre	508	140
Avoine	406	95
Orge	406	90
Pin	381	100
Maïs cultivé	381	120
Tomate	356	105
Pois de conserverie	330	80

❖ Usage domestique

L'utilisation domestique de l'eau recouvre principalement la consommation d'eau potable, les bains, la cuisine, les usages sanitaires et le jardinage, cette consommation représente 8 à 10 % de la consommation totale sur la planète. (Ngo, 2008 ; Guerre et Gomella, 1978).

❖ Usage Industriel

Généralement les industries transformatrices sont les plus consommatrices en eau (Guerre et Go, 1978) grande part de l'eau qui est utilisée par l'industrie est épuisée dans les réserves naturelles (rivières) et 80 à 90% de celle-ci sert comme eau de refroidissement qui est, elle-même, restituée à 90% au milieu. Les besoins spécifiques de l'industrie sont énumérés dans la littérature ; 6 à 10 m³ par tonne d'acier, 0,3 m³ par tonne de pétrole raffiné, 40 à 80 m³ par tonne de papier... Et dans l'industrie chimique ; 450 m³ par tonne d'acide acétique et 900 m³ par tonne de sulfate d'ammonium. L'importance relative des besoins industrielles par rapport à la consommation domestique est largement dépendante des conditions régionales. Aux abords des agglomérations développées, la consommation industrielle se situe entre 10 à 50% du total, les zones portuaires emploient souvent plus d'eau brute industrielle (Masschelein, 1996).

❖ Usage municipal

En distribution urbaine, l'utilisation de l'eau est quantifiée entre 5 et 55% du total de la consommation, aux fins du nettoyage des rues, des fontaines publiques, de l'arrosage des parcs de l'extinction des incendies et en certains lieux publics ou qui appartiennent à l'état, de l'usage non facturé de l'eau (Masschelein, 1996) ... ces usages sous entendent la construction d'un réseau de distribution qui double au moins en partie le réseau d'eau potable.

1-6 L'irrigation dans le monde

La consommation d'eau agricole est très variable d'un pays à l'autre. Elle n'intéresse que 273 millions d'hectares dans le monde éparpillés très irrégulièrement sur tous les continents contrairement à ce que l'on pourrait penser, les pays qui irriguent le plus ne sont pas les pays au climat aride ou semi-aride (Bouaroudj, 2012).

Dans ces régions, en effet, il ne peut y avoir de culture sans irrigation. Aussi, toutes les surfaces cultivées sont-elles irriguées. Mais, comme il ne peut y avoir d'irrigation sans eau, les surfaces cultivées demeurent réduites en superficie, limitées par la faiblesse des ressources en eau, et localisées là où ces ressources sont disponibles. C'est le cas de pays comme l'Égypte par exemple où l'agriculture s'est développée sur les bords du Nil, ou de certains pays de l'Amérique latine

comme le Mexique. A l'inverse, dans les régions qui reçoivent suffisamment d'eau de pluie, la superficie des terres cultivées peut être très importante, surtout si le relief le permet.

Bien que l'irrigation n'y soit pas indispensable, elle est néanmoins utilisée, et ce d'autant plus facilement que l'eau est disponible, afin de diversifier et d'améliorer les cultures, d'obtenir des récoltes multiples, ou encore d'augmenter les rendements. Même si elle n'est pas systématique, l'irrigation peut donc être conséquente, c'est le cas de certains pays tels que le Japon la Chine, ou le Pakistan (Milos, 1971).

Des facteurs autres que la situation géographique interviennent également, qui doivent être pris en compte pour expliquer la répartition mondiale de l'irrigation. Par exemple, l'irrigation nécessitant des infrastructures parfois très coûteuses, la richesse des pays considérés est un élément important. Il explique notamment qu'en Afrique ou au Brésil l'irrigation soit moins développée. En conséquence, les pays qui irriguent le plus sont ceux situés dans le sud-ouest asiatique, lesquels rassemblent plus de 60 % des terres irriguées de la planète, et certains pays du pourtour méditerranéen (FAO, 2012).

1-6-1 Importance de l'irrigation

Jusqu'à présent l'irrigation reste le seul moyen d'augmenter les rendements et de les régulariser dans bien des régions du monde. En effet, selon les espèces et variétés cultivées, selon les terres, et selon les techniques utilisées, l'irrigation peut permettre d'obtenir de deux à cinq fois plus de production (et même dix en zone aride) (Plauchu, 2004).

L'irrigation n'est pas uniquement un apport d'eau sur une terre cultivée en vue de compenser l'insuffisance des précipitations et de permettre le plein développement des cultures. Elle est considérée plutôt comme un ensemble d'actions de développement intégré des milieux agricole et rural qui doit se traduire non seulement par l'augmentation de la production et l'amélioration du niveau de vie de l'agriculteur, mais doit se traduire également par la préservation du milieu, notamment des terres agricoles, et par une économie de l'eau d'irrigation qui elle-même se traduit par une économie dans l'utilisation de l'énergie, (Ollieret Poirée, 1983).

1-6-2 Méthode d'évaluation de la qualité d'une eau d'irrigation

Elle contient des sels dissous qui peuvent affecter les sols et les cultures suivant leur concentration, il est important alors d'adopter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différents suivant la nature des sels en cause.

La composition chimique d'une eau d'irrigation doit donc être examinée en fonction de son impact sur la terre et les plantes.

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa

perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation (Boumediou et Fekih, 2014).

- **Risque de salinité**

Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines. L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs :

- la tolérance en sel de la culture
- les caractéristiques du sol sous l'irrigation
- les conditions climatiques, la qualité de l'eau d'irrigation joue un rôle essentiel dans les secteurs arides affectés par des taux d'évaporation élevés entraînant une accumulation importante de sel dans les sols.
- les procédures de gestion des sols et de l'eau.

La concentration en sel est donnée par le TDS (qualité totale de matière dissoute) exprimé en mg de sel par litre d'eau (mg/l) ou en gramme de sel par mètre cube d'eau (g/m³).

Elle peut être aussi mesurée grâce à la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (CEW), qui est exprimée en milli-ohms par centimètre (mmhos/cm) ou déci-siemens par mètre (ds/m) ou micro-siemens par mètre (ds/m) ou micro-siemens par centimètre, sachant que 1ds/m=1000µs/cm (Boumediou et Fekih, 2014)

- **Risque d'alcalinité (excès en sodium)**

Une grande quantité d'ions de sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présente dans le sol en forme échangeable remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les argiles et cause la dispersion des particules dans le sol. Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure (Rodier et *al*, 2009).

- **Risques liés aux éléments toxiques**

Les éléments toxiques les plus réputés sont :

Bore (B)

Chlorure (Cl)

Sodium (Na)

Le sodium et le chlorure sont habituellement absorbés par les racines. Lorsque l'absorption se

Fait par les feuilles le taux d'accumulation est plus grand. L'absorption directe se produit habituellement dans des systèmes d'irrigation par arrosage dans des conditions de faible humidité et de hautes températures. Le bore peut être toxique à très faible concentration. Une concentration en bore inférieure à 1mg/l Est essentielle pour le développement des plantes, mais des niveaux plus élevés peuvent poser des problèmes pour les plantes sensibles(Couture, 2006).

- **Les métaux lourds**

Les éléments traces sont, en général immobilisés dans les couches supérieures du sol, par adsorption et échanges d'ions. Cette accumulation peut avoir pour conséquence, à terme, des risques pour le développement des plantes, la santé des hommes et des animaux.

Les métaux lourds qui présentent les risques les plus notables sont {cadmium (Cd), cuivre (Cu), Molybdène (Ni) et zinc (Zn)}. Le nickel, le cuivre et le zinc sont d'abord phytotoxiques. Au contraire, le molybdène et surtout, le cadmium peut être toxique pour les animaux et l'homme, à des concentrations bien inférieures aux seuils de phytotoxicité .On peut classer les métaux en quatre classes, selon qu'ils sont non indispensables au développement des végétaux, et selon qu'ils posent ou non des problèmes des végétaux, et selon qu'ils posent ou non des problèmes sanitaires (Nostrom et Letcher, 1996).



Figure 3: Classification des métaux en fonction de leur dangerosité et de leur intérêt agronomique

1-6-3 Impacte sur la santé humaine

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte. Dans le premier cas, il résulte d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau usée, eau de loisirs ou de boisson). Dans le second cas, il survient d'aliments ou d'air contaminé par des aérosols, d'eau chaude sanitaire, de stations de traitement des eaux (Defransechi, 1996). Selon l'OMS (2006), les contaminations hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique. Les contaminants biologiques sont des bactéries (saprophytes, opportunistes), des virus, des parasites et des algues. Le risque

microbien est, de loin, le plus évident à l'échelle mondiale (Degremont, 1989). Le tableau (4) ci-dessous représente les effets des polluants de l'eau sur la santé humaine.

Le tableau 3 : Effets des polluants de l'eau sur la santé humaine (OMS, 2004)

Polluants	Leurs effets sur la santé
Matières en suspensions	Transportent des polluants et augmente Donc le risque de contamination de L'homme.
Pollution organique	Favorise le développement d'organismes pathogènes.
Azote (nitrate, phosphore)	Maladie bleue chez les enfants.
Métaux	Troubles respiratoires, digestifs, nerveux Ou cutanés Arsenic, nickel et chromes considérés Comme cancérigènes
Pesticides	Effets neurotoxiques (troubles de la Reproduction), mutagènes et Cancérigènes

Chapitre II



Matériels et méthodes



Chapitre 2 : Matériels et Méthode

2-Situation géographique

La région de Skikda est située au Nord-est algérien sur la totalité de la frange tellienne entre la longitude 6°50' E et la latitude 36°35' N. Elle occupe une position stratégique sur le littoral septentrional de la méditerranée. Elle s'étend sur une superficie de 5582 km², et sa population est de 800.000 habitants environ, soit une densité de 192 ha/km². Elle est limitée par la mer méditerranée au Nord, la wilaya de Mila, de Constantine et de Guelma au Sud, la wilaya de Annaba à l'Est et la wilaya de Jijel à l'Ouest (Saadali, 2007).

La qualité de l'eau de trois oued (stations) utilisés à l'irrigation dans la wilaya de Skikda ont été étudiés, la première station est oued El ghedir qui est située à 30 km l'est de la wilaya.

La deuxième station est la commune de Salah bouchaour qui est située à 25 km sud de Skikda et la dernière station est la commune de Ramdane djamel qui est localisée au centre de la wilaya de Skikda, à 17 km de sud de Skikda traversée par RN3.

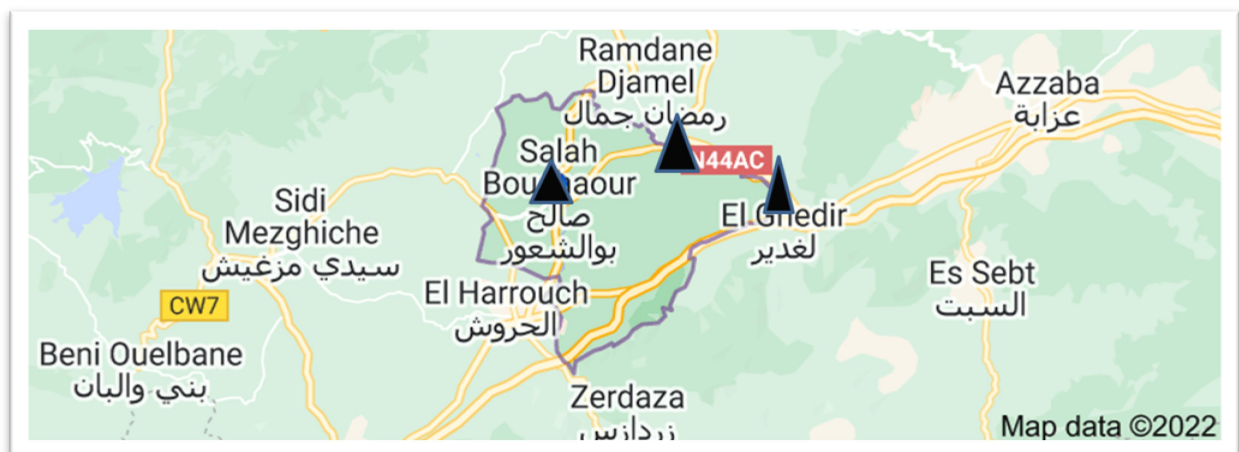


Figure n°4 : La carte géographique des stations d'étude

2-1-Présentation de zone d'étude

Le climat de notre zone d'étude est saisonnière, la saison humide relativement fraîche, et la saison sèche plus chaude. La région de Ramdane djamel a un climat différent de celui des deux régions car elle est considérée comme plus chaude car elle se trouve naturellement dans une zone non déversée.

Le relief de la région de Skikda est assez accidenté, la commune de Elghedir est caractérisée par l'eau des sources d'Ain al –Kassab, Ain al-hamma, Ain al-basbas, Dar al wad et Oued el ghedir.

Lacommune de Salah bouchaour est traversée par l'oued saf-saf, des collines parsemées d'oliviers entourent cette vallée traversée par une rivière, des vergers d'orangers s'allongent le long de la rive. La zone de Ramdane djamel localisée au cœur de la vallée d'oued saf-saf qui la traverse du sud au nord.

Les cultures maraichères les plus importantes dans les trois stations sont diverses cultures de subsistance dans les fruits et légumes tels que les pommes de terre, les oignons et les tomates, olivier.



Figure n°5 : Représente quelques points de prélèvement utilisés dans notre étude

2-2-Prélèvement de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. D'une façon générale, l'échantillon doit être homogène et représentatif, et ne modifie pas les caractéristique physico-chimiques de l'eau.

Dans le cas d'une rivière, la bouteille sera plongé à une certaine distance du fond (50 cm) et de la surface, assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels.

Dans notre étude nous avons effectué plusieurs prélèvements durant le mois de Mars / 2022 à partir de trois stations : Oued el ghadir, Oued Salah bouchaour et oued Ramdan djamel utilisés en irrigation par les agriculteurs.

2-3-Les paramètres physiques

Plusieurs paramètres physiques (la salinité, l'oxygène dissous, la conductivité) sont directement déterminés grâce à un appareil multi-paramètres. Ce multi-paramètre contient plusieurs sondes, chaque sonde correspond à un paramètre donné. Donc pour cela, l'échantillon est versé dans un bécher, ensuite la sonde appropriée est mis en contact avec l'eau, à la fin la valeur affichée sur l'écran de l'appareil est notée.

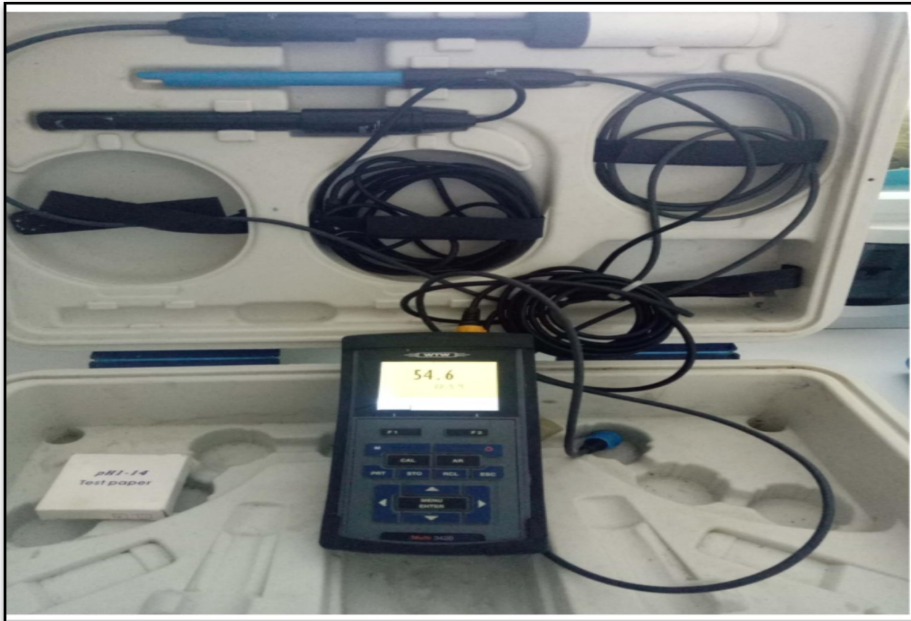


Figure n°6 :Un appareille multi-paramètre

❖ 2-3-1-Matières en suspension

La détermination des matières en suspension est faite en filtrant une portion d'échantillon au travers d'un filtre préalablement pesé M0. 100 ml de chaque échantillon est filtré à travers le filtre. Lorsque la filtration est terminée, le résidu est séché dans une étuve à 105 °C pendant 1h30 min. Le filtre est refroidi dans un dessiccateur pendant au moins (30min) et pesé de nouveau M1. Le poids de solides en suspension MES est obtenu en effectuant la différence des poids. Les résultats sont exprimés en mg /L.

$$\text{MES} = \text{M1} - \text{M0} \times 1000 / v \text{ éch}$$

2-4-Paramètres chimiques

❖ 2-4-1-Les nitrates

L'analyse des nitrates se fait par le prélèvement de 10 ml d'échantillon qui sera versé dans un bécher, 10 ml de la solution d'hydroxyde de sodium est ajoutée à l'échantillon, le mélange est placé dans un bain marie pour s'évaporer, en suite 1 ml de la solution salicylate de sodium est

ajoutée au mélange est laissé s'évaporer pour la deuxième fois, à la fin le résidu est récupéré est mélangé avec une solution 1 :10 (d'acide sulfurique : eau distillée)l'absorbance est lue grâce à un spectrophotomètre à la longueur d'onde 415nm .



Figure n°7 : Bain marie

❖ 2-4-2-Ammonium

Le protocole d'analyse de l'ammonium consiste à transférer 40ml de l'échantillon à analyser dans une fiole jaugé de 50 ml, 4 ml de solution d'acide dichloroisocyanurique est ajoutée et ajustée avec l'eau à analyser jusqu'à 50 ml.

La solution est chauffée dans un bain marie réglé à 25°C pendant 1 à 3 h à l'abri de la lumière, une fois la couleur verdâtre apparaît et persiste on arrête le chauffage et on laisse la solution se refroidir à l'abri de la lumière. La solution est mise dans une cellule transparente l'absorbance de l'échantillon est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre a une longueur d'onde de 655 nm.



Figure n°8 : Représente spectrophotomètre

❖ 2-4-3-Ortho – phosphate :

Le mode opératoire consiste à introduire 40 ml de l'échantillon filtré dans une fiole jaugée de capacité 50 ml , un mélange de 1ml d'acide ascorbique et 2ml de la solution molybdate est ajouté à l'échantillon à analyser, ensuite ajusté jusqu'à 50 ml avec l'eau distillée, la fiole est placée à l'obscurité pendant 25min, à la fin de l'opération l'absorbance du mélange est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 880nm .

❖ 2-4-4-Les chlorures

La détermination des chlorures se fait par une méthode titrimétrique, 100ml d'échantillon à analyser est versé dans un Erlyenmayer, 2 à 3 gouttes de dichromate de potassium est ajouté à l'échantillon, après avoir obtenu la couleur jaune l'échantillon est titré avec quelques gouttes de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une couleur brunâtre rouille, le calcul se fait grâce à l'expression suivante :

$$\frac{V_{te} \times 0.01 \times 35.5}{V_e} \times 1000$$

❖ 2-4-5-Azote kjeldahl

L'analyse de l'azote kjeldahl se fait en 3 étapes ; tout d'abord on commence par la minéralisation de l'échantillon, c'est-à-dire faire chauffer l'échantillon pendant 1h jusqu'à ce que le volume soit réduit et une fumée blanche apparait. En suite on passe à l'étape de distillation après refroidissement de l'échantillon, cette étape consiste à connecter le tube à l'appareil de distillation, ensuite 50 ml du NaOH est ajouté pour arrêter la distillation, après 5min le distillat récupéré est ajouté à 50ml d'une solution d'acide borique et finalement titré avec l'HCL 0,02mol.

❖ 2-4-6-Demande chimique en oxygène (DCO)

Pour déterminer la DCO, 10 ml d'échantillon est placé dans un tube à réaction, 5ml de dichromate de potassium est ajouté à l'échantillon, après avoir agité le mélange vigoureusement, 15ml de sulfate d'argent est ajouté, le mélange est placé dans une température 148°C pendant 10 min. une fois le mélange est bien refroidi on procède à une titration avec le sulfate de fer et d'ammonium pour nous aider à avoir un virage nette on utilise 1 à 2 gouttes de l'indicateur, Feiroin le virage se fait du bleu –vert au rouge –marron.

❖ 2-4-7-Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

432 ml de l'échantillon à analyser est versé dans une bouteille à DBO contenant un barreau magnétique et 2 à 3 pastilles de NaOH la bouteille est bien bouchée ensuite placée dans l'incubateur pendant 5 jours à 20°C.



Figure n°9 : Représente l'incubateur

❖ 2-4-8-Sulfate

La méthode gravimétrique consiste à introduire 100 ml d'échantillon à analyser dans un bécher, 2 ml d'acide chlorhydrique est ajouté afin d'obtenir un milieu acide dont le pH doit être inférieur à 4, par la suite l'échantillon est chauffé jusqu'à ébullition, est agité constamment, 20 ml de la solution de chlorure de baryum est ajoutée, après 10 min d'ébullition, l'échantillon est laissé décanter, le surnageant est bien filtré, le filtre contenant les traces cibles est ensuite placé dans une étuve réglée à 110°C jusqu'à l'obtention d'une dessiccation totale, une fois le filtre est bien refroidi on ajoute 2 à 3 gouttes d'acide nitrique, une deuxième dessiccation est effectuée avant de faire peser le filtre.

2-5paramètres bactériologiques

❖ 2-5-1-*Escherichia coli*

L'échantillon d'eau à analyser estensemencé dans un milieu gélosé contenant un substrat chromogène ou fluorogène. Après incubation en milieu anaérobie, les colonies caractéristiques révélées par la présence de la β -glucuronidase sont dénombrées et permettent de calculer le nombre d'*Escherichia coli* par ml d'eau.

❖ 2-5-2-Entérocoque

La prise d'essai d'eau à analyser est inoculée sous des dilutions successives dans un total de 96 puits d'une microplaque contenant le milieu de culture sélectif (acétate de thallium, acide

nalidixique) et β -D-MUD(4-méthyl-umbelliferyl- β -D-glucoside) déshydratés. La lecture est faite après 36 heures d'incubation à $44^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ par examen des plaques sous rayonnement UV à 366 nm, à l'obscurité et notation du nombre de puits ayant une réaction positive (dégradation du MUD et libération de composés fluorescents par β -glucosidase, enzyme responsable de la dégradation de l'esculine).

❖ 2-5-3-Salmonelles

La recherche de la salmonelle dans l'eau doit inclure habituellement une phase de pré-enrichissement qui consiste à ensemercer l'échantillon à analyser dans milieu liquide sélectif à 37°C , ensuite l'échantillon va subir un enrichissement avec deux milieux liquides sélectifs à partir du bouillon de pré-enrichissement puis une incubation à 37°C ou 43°C , par la suite une étape d'isolement et d'ensemencement de deux milieux sélectifs solides à partir des bouillons d'enrichissement puis incubation à 37°C est nécessaire, à la fin une étape d'identification des colonies présumées à l'aide de tests biochimiques ou sérologiques est précédée.

Chapitre III

*Résultats et
discussion*



Chapitre 3 : Résultats et discussion

3- Les paramètres physiques

❖ 3-1-pH

D'après les résultats illustrés dans la figure, nous avons constaté que le pH varie d'une station à une autre, dans les trois stations il dépasse la valeur neutre 7 fixée par la norme Algérienne, il est 7,82 à El ghedir, 8,15 à Salah bouchaour et 8,25 à Ramdan djamel (figure 10). Le pH est une grandeur sans unité, qui mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau et toute valeur entre 7 et 14 est dite basique (Verchier et al, 2011 ; djedaoun, 2015).

Le pH est l'un des facteurs les plus importants qui influe sur l'activité biologique microbienne. Cependant les souches seront différentes suivant que le milieu est acide (levures, champignons) ou neutre ou basique (bactéries) (Hassaine, 2015). Dans notre cas les eaux des trois stations sont considérées légèrement basiques, cela peut être influencé par la nature du sol (région calcaire) ou par les végétaux autour des stations qui minéralisent l'eau.

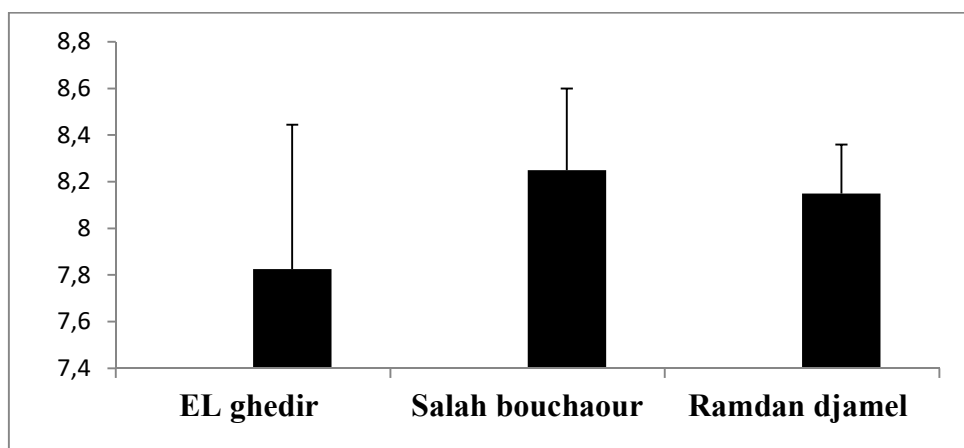


Figure n°10 : Variation du pH dans les trois stations

❖ 3-2-Conductivité électrique

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physico- chimiques de l'eau, en effet, des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration (Ghazali *et al*, 2013).

Les données de la conductivité présentées sur la figure 11, montrent qu'il existe des différences remarquables d'une station à une autre, Ramdan djamel indique la plus haute conductivité parmi les trois stations avec une valeur de 2,06 m/cm, cependant ces valeurs restent inférieures à celle recommandée par la norme Algérienne (2,8 m/cm). Selon Belhadj et al, (2001) la conductivité est une mesure qui permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau.

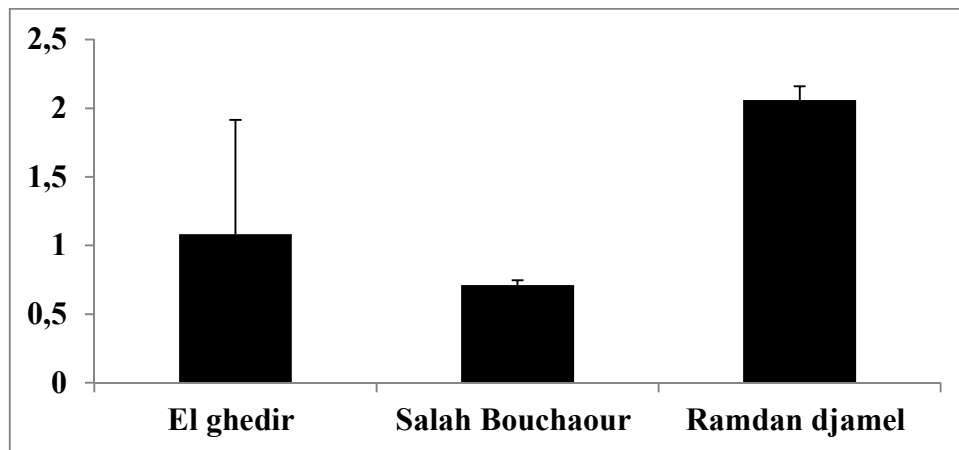


Figure n°11 :Variation conductivité électrique dans les trois stations

❖ 3-3-Salinité

La grandeur salinité représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau La mesure de la salinité est importante dans l'étude des eaux de profondeur (Aminot et Chaussied, 1983)

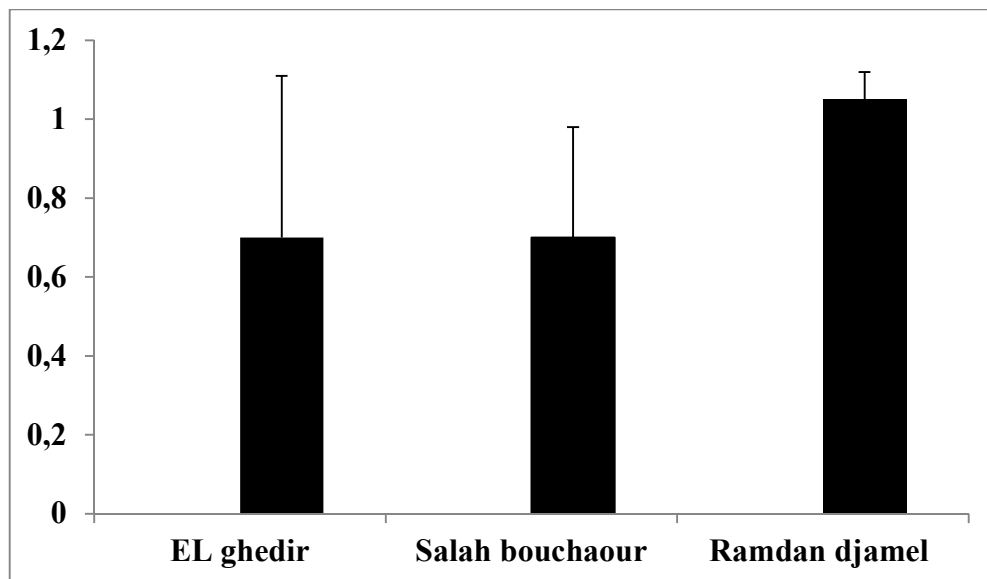


Figure n°12 :Variations de la salinité dans les trois stations

D'après les résultats motionnés dans la figure 12, nous remarquons que la valeur de salinité à la station Ramdan djamel est supérieure à celle de la station el ghedir et Salah Bouchaour (0,5mg/ml), cette valeur est même supérieure à celle de la norme Algérienne fixée à 0,5 mg/ml. La salinité correspond à la quantité de sels dissous qui sont le chlorure de sodium (Na Cl), leChlorure de magnésium (MgCl₂). L'augmentation de la salinité reflète une augmentation enions sodium

(Na⁺), magnésium (Mg²⁺), chlorure (Cl⁻),.... après dissociation des sels (Figarella et Le, 2002) et (Rodier et al., 2005).

❖ **3-4-Oxygène dissous(DO %)**

L’oxygène dissous est toujours présent dans une eau naturelle dépend de plusieurs facteurs écologiques abiotiques : la température, la pression atmosphérique et la pression partielle de vapeur d’eau (Ramade, 1998).

D’après les résultats obtenus dans la figure n°13, nous avons constaté que les valeurs de l’oxygène dissous (DO) dans les trois stations (El ghedir 86,5%, Salah bouchaour 78,25% et Ramdan djamel 94,35%) dépassent la valeur donnée par la norme Algérienne 30%.

La comparaison entre les trois stations montre que Ramdan djamel enregistre la valeur la plus élevée. La sursaturation en oxygène dissous(DO au niveau des stations étudiées pourrait être fonction de la présence des végétaux, des matières organiques oxydables, des organismes et des germes aérobies, ainsi que de la perturbation des atmosphériques à l’interface (Rodier et al., 2005 ; Suthar et al., 2010).

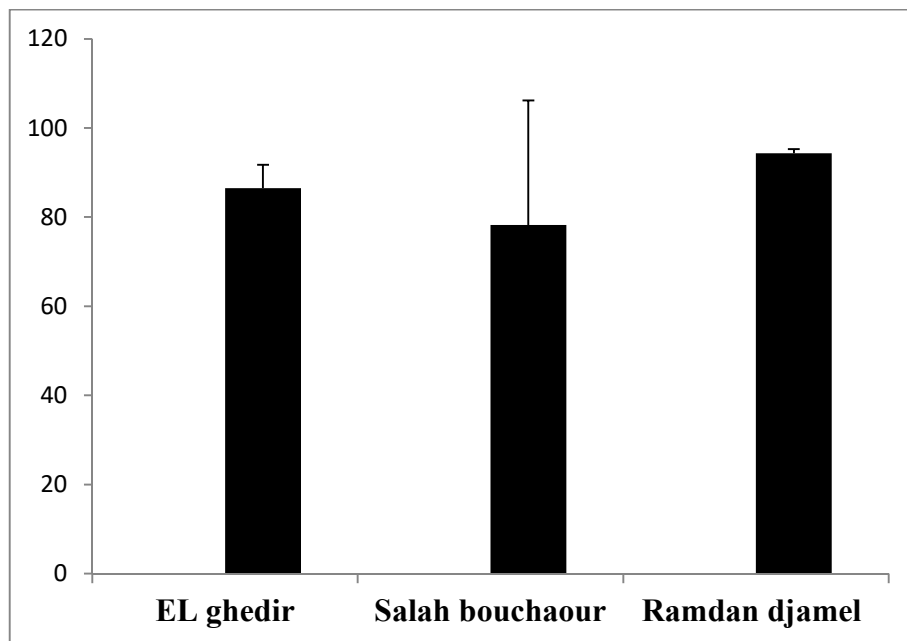


Figure n°13 :Variation d’oxygène dissous (DO) dans les trois stations

❖ **3-5-Matière en suspension (mg/L)**

Les résultats obtenus révèlent que les valeurs de la matière en suspension des trois stations étudiées sont incluses dans l’intervalle [19,5 mg/ml et 37,7 mg/ml], selon la norme algérienne la valeur maximale de la matière en suspension est 25mg/l, ce qui n’est pas le cas pour la station d’El ghedir et de Salah bouchaour, dont les valeurs sont au-dessus de la norme (figure 14). Les matières en suspensions comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas

dans l'eau, elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres microorganismes de l'eau.

La quantité de matière en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux, ces matières affectant la transparence de l'eau et diminuant la pénétration de la lumière et par conséquent pour la photosynthèse, elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matière toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques ...) (Merabet, 2010).

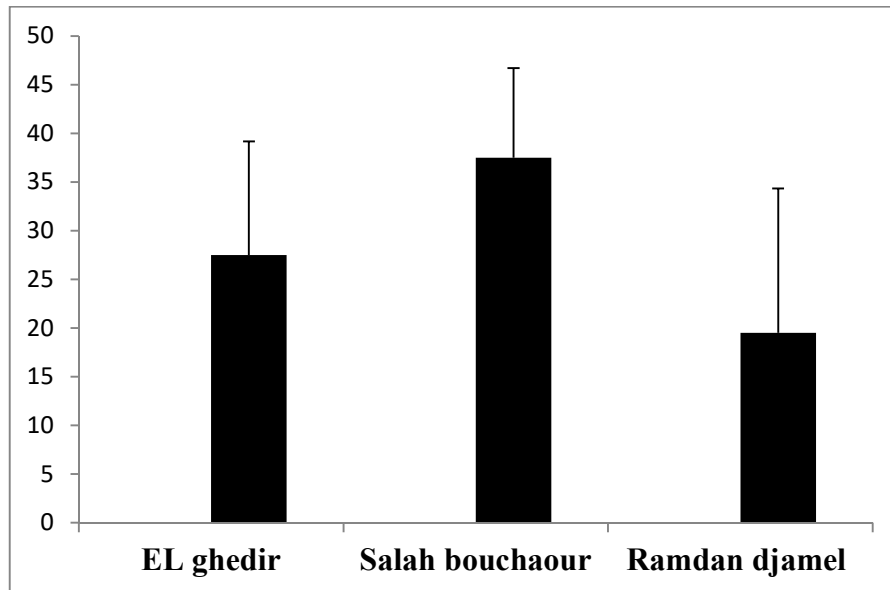


Figure n°14 : Variation Matière en suspension des trois stations

4-Paramètres chimiques

Ces paramètres sont des indicateurs de pollution pouvant mettre en cause la qualité des eaux à usage domestique. Le tableau ci-dessous (tableau n°5) représente les valeurs correspondant aux caractéristiques chimiques des trois stations étudiées.

❖ 4-1-Nitrates

D'après les résultats indiqués dans le tableau n°5 Il existe une variation dans la teneur en nitrates entre les trois sites étudiés plus on s'éloigne de la source (oued El ghedir) la teneur augmente, la valeur la plus élevée a été enregistrée à Ramdan djamel 18,5 mg/L, ces valeurs restent quand même acceptables (norme algérienne 50 mg/L). L'augmentation de nitrate est liée au volume important d'eaux usées et aux rejets divers par certaines industries à l'embouchure de l'oued, ces substances peuvent être cancérigènes (Weyer et al., 2006).

❖ 4-2-Ammonium

Les eaux étudiées contiennent des concentrations en NH_4^+ variant entre 1,95 mg/L dans oued El ghedir et 6,6 mg/L au niveau de oued Salah bouchaour et 10 mg/L dans oued Ramdan djamel les deux derniers sites montrent clairement des teneurs en Ammonium qui dépassent la valeur norme 4 mg/L. Selon Rejsek (2002) et Rodier et al.,(2005) l'ammonium provient soit de la réduction des nitrates, soit de l'activité humaine ou elle peut même avoir comme origine la matière végétale trouvée dans les cours d'eau ou la matière organique animale.

❖ 4-3-Chlorure

Les résultats ont montré que l'eau contient des chlorures en proportions très variables dans les trois sites examinés, 186,75mg/L à El ghedir, 290,5 mg/L à Salah bouchaour, 402,5mg/L à Ramdan djamel, cependant ces proportions sont faibles, inférieures à la norme 600 mg/L et ne présentent aucun risque.

La teneur en chlorure augmente généralement avec le degré de minéralisations de l'eau, la présence des chlorure peut être attribuée aux effluents des industries chimiques (Potelon et zysman, 1998). Les chlorures ne sont pas nocifs, mais constituent un important indicateur d'arrivée de pollution. La concentration naturelle de l'eau en chlorure est fonction de la géologie des sols en générale inférieure à 50 mg/l. des taux supérieurs à 50 mg/ml sont considérés comme des indicateurs de pollution.

❖ 4-4-Azote

D'après les résultats illustrés dans le tableau n°5 cité au-dessus, nous avons constaté que les trois stations étudiées révèlent des faibles teneurs en azote inférieures à la norme 3 mg/L, elles sont 1,25 mg/L, 2,35mg/L et 1,05 mg/L respectivement à El ghedir, Salah bouchaour et Ramdan djamel. La présence de l'azote est essentiellement trouvée à l'état soluble (agence de l'eau et ministère de l'environnement, 1994), sa présence peut entraîner des problèmes sérieux tel que l'oxydation biologique du NH_4^+ qui entraîne une consommation de l'oxygène dans le cours d'eau (Metcalf et Eddy, 2003).

❖ 4-5-Sulfate

Les teneurs en sulfate mentionnées dans le tableau 5 sont toutes inférieures à celle de la valeur norme 400 mg/ml, cependant ces valeurs s'approchent fortement à la valeur seuil, notamment le site de Salah bouchaour (300 mg/L) et Ramdan djamel (400 mg/L). Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates en proportion très variable, mais ne dépassent généralement pas un gramme litre, leur présence résulte de la solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses et l'oxydation des sulfures répartis dans les rochers.

❖ 4-6-La demande chimique en oxygène (DCO)

L'analyse des eaux de oued El ghedir, Salah bouchaour, Ramdan djamel montrent que les valeurs de DCO s'échelonnent entre un minimum de 31,66mg/L et un maximum de 44,5 mg/L avec une valeur moyenne de 43,65mg/l. Les valeurs du DCO dans les trois sites est largement supérieure à la norme algérienne 30 mg/L. Les résultats obtenus pourraient être essentiellement liés à la charge élevée en matière organique des eaux usées domestiques.

❖ 4-7-La demande biologique en oxygène DBO

Les résultats d'analyse chimique donnent des valeurs qui varient de 8,66mg/L pour le site El ghedir, 24,5 mg/L pour site Salah bouchaour et 18,5 mg/L pour le site de Ramdan djamel. Les trois valeurs enregistrées ne répondent pas à la norme algérienne requise qui est 7mg/L. Une DBO inférieure à 1 mg/L et normal, entre 1 à 3 est acceptable et une valeur supérieure à 3 est considérée comme douteuse au anormale, la DBO exprime par le dichromate de potassium, présente dans les eaux et nécessaire à l'oxydation des substances organique (Rodier *et al.*, 1996).

❖ 4-8-Ortho- phosphat

Concernant les teneurs en ortho-phosphat, nous constatons que les valeurs respectent la norme dans les trois sites d'étude (toutes les valeurs sont au-dessous de 10mg/L).

Tableau 4 : Représente les résultats des paramètres chimiques

Paramètre	Nitrate	Ammonium	Chlorure	Sulfate	Azote	DCO	DBO	Ortho-phosphate
Moyenne mg/L								
Oued el ghedir	9,33±7,023	1,95± 0,77	186,75±112,12	163 ±11 3,58	1,025±0,03	31,66±15,27	8,66±4, 16	1,2 ±0,97
Oued Saalh bouchaour	16 ±21, 92	6,6 ±7, 63	290,5±139,30	300,5 ±142, 12	2,35± 0,49	44,5± 21,92	24,5 ±14,48	3,27 ±3,15
Oued Ramdan djamel	18,5± 4,94	10± 0	402,5 ±3,53	393 ±55,15	1,05 ±1, 34	43,65±12,23	18,5± 2,12	3,25± 1,06

5-Paramètres bactériologiques

Les paramètres bactériologiques ont été utilisés afin de détecter la présence ou l'absence d'une pollution microbienne de l'eau qui peut être la source des maladies à transmission hydrique chez l'homme et chez les animaux.

❖ 5-1-*Escherichia coli*

L'analyse bactériologique de l'eau des trois stations a révélé la présence de *E. coli*, les valeurs trouvées sont, 6,25 /100 ml pour El ghedir, 115/100 ml pour Salah bouchaour et 75/100 ml pour Ramdan djamel (figure n°15) Cependant ces valeurs sont fortement inférieures à 20000/ ml valeur seuil indiquée par la norme algérienne. Malgré les faibles valeurs obtenues mais la présence de l'*E. Coli* dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes

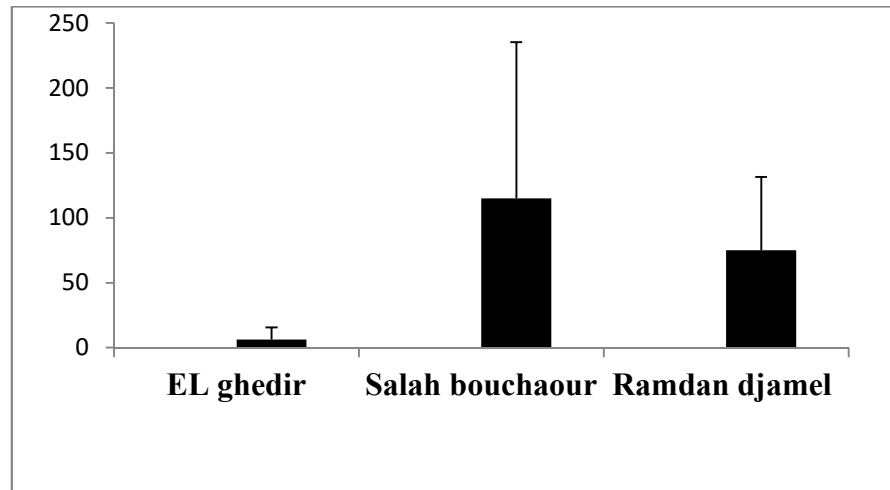


Figure n°15 : Variation de la bactérie *E-coli* dans les trois stations

❖ 5-2-Entérocoques

La figure n°16 montre la présence d'Entérocoques dans les eaux des trois stations étudiées, la valeur la plus élevée 64,5/100 ml correspond à la station de Salah bouchaour, cependant ces valeurs sont inférieures à la norme qui est 10000/100 ml. La détection des entérocoques dans l'eau témoigne généralement d'une pollution fécale récente et la présence de micro-organismes entéropathogènes (Clausen *et al.*, 1977), D'après Charrière *et al.* (1994). la détection d'entérocoques est fortement corrélée à la présence d'*E. Coli* ce qui était le cas dans notre étude.

D'autres tels que Zmirou *et al.* (1987), ont mis en évidence un risque accru de développer une gastro-entérite même avec un nombre relativement restreint des entérocoques. Quant à Edberg *et al.*, (1997), ils ont suggéré de ne pas consommer une eau souterraine dans laquelle des entérocoques ont été identifiés.

La présence des traces de pollution microbienne dans les sites étudiés peuvent également être dérivés de l'utilisation fumier animal utilisé comme engrais dans les champs cultivés bordant la cour des eaux. Il est également possible de rejeter les eaux usées non traitées directement dans les rivières principales source d'*E. Coli* et des entérocoques.

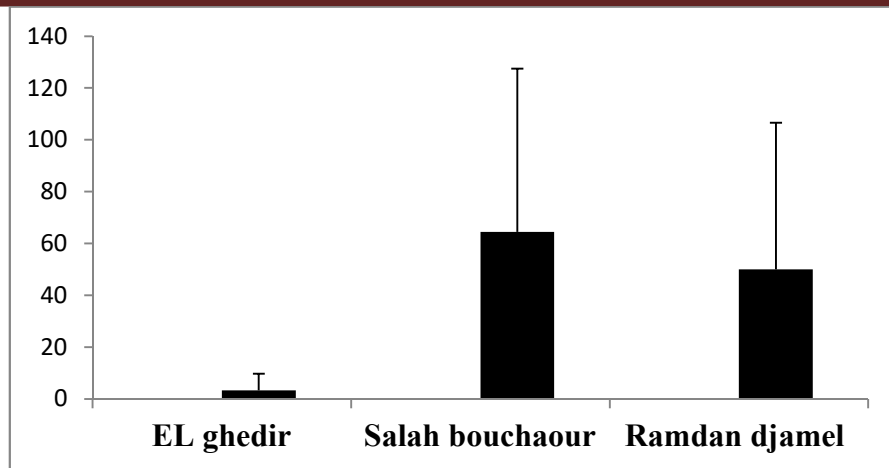


Figure n°16 :Graphique de bactérie entérocoques

❖ 5-3-Salmonelles

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux des trois stations ont montré l'absence totale des germes pathogènes en particulier salmonelles (0 / 100ml).

Ce sont des coccobacilles appartenant à la famille des Enterobacteraceae , généralement considérés comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénicité varient énormément : fièvre typhoïde , gastro-entérites , toxi –infection alimentaire , humaines et animaux peuvent éliminer dans les selles des salmonelles non seulement en cas de maladies mais aussi en tant que porteurs asymptomatiques .les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égout , agricoles et domestiques(Rodier et *al.*,2005).

Conclusion



Conclusion

Conclusion

Le but de notre travail était d'analyser la qualité des eaux de trois stations (oueds) de la willaya de Skikda utilisés principalement à l'irrigation des cultures maraichères et des vergers : Oued El ghedir, portion de Saf-Saf couvrant la commune de Salah bouchaour, et portion de Saf Saf couvrant la commune de Ramdan djamel.

Presque toutes les analyses physico-chimiques ainsi que bactériologiques ont montré des valeurs au-dessous de la norme, cela a été constaté pour l'eau des trois stations. Cependant la comparaison entre les eaux des trois sites montre que l'eau de oued El ghedir est le plus propre et le plus nette (très bonne qualité) vis-à-vis l'eau couvrant Salah bouchaour et l'eau couvrant Ramdan djamel, tous les paramètres visant de détecter une pollution minérale ou organique étaient très faibles voire nulle. Cela est dû principalement à l'éloignement de la population à la station d'El ghedir à cause de ses reliefs géographiques très difficiles.

Références

Bibliographiques



Références bibliographique

1. Aminot, A., Chaussepied, M. (1983). Manuel des analyses chimiques en milieu Marin.
2. 2AGENCE DE L'EAU ET MINISTER DE L'ENVIRONNEMENT (1994) .l'assainissement des agglomérations : technique d'épuration actuelles et évolution. Cahier technique no, 27, France ,89-90.
3. BERNARD, R. *L'eau et la vie*, Edition, paris, 2006, p. 25-26 (ISBN : 2-7163-1311-3) Issoire
4. Brissaud f, Heurteaux P, Podlejski J, Moutonnet P., (1982). Transferts dispersifs et Propagation de pesticides dans un sol de rizière inondée ; Journal of Hydrology Volume 57, P 233–245.
5. Belhadj, M. (2001). Etude de la pollution des eaux de bassin de Cheliff et son impactsur l'environnement ; mémoire magister, Université de Mostaganem
6. Bouziane, M. (2000). L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn-khaldoun. Oran,247
7. Bourgeois, C-M., Mesclé, J-F., Et Zucca, J. (1996). Microbiologie alimentaire:tome 1- Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. tome 2-Aliments fermentés et fermentations alimentaires. Edition technique et documentation,France.
8. BOUMEDIQU, F, Z., et FEKIH.M. 2014. Etude de la qualité de l'eau « Exquise » destinée à l'irrigation des terres d'ELFehoul. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master enAgronomie. Faculté des sciences de nature et de la vie et des sciences de la terre et dul'univers.UniversitéAbouBekrBelkaid, Telemcen, 86p
9. Bouaroudj Sara, evaluation de qualité des eaux d'irrigation, université constantine 1, magister 2012
10. Clausen EM BL Green and W Litsky (1977) fecal streptococci: indicators of pollution. Dans: Hoadley, AW et BJ Dutka, édit. Bacterial Indicators/Health hazards associated with water. American Society for Testing and Materials, ASTM STP 635, pp.: 247-264
11. Charrière, G., D.A.A. Mossel, P. Beaudeau et H. Leclerc (1994) Assessment of the marker value of various components of the coli-aerogenesgroup of Enterobacteriaceae and of a selection of Enterococcus spp. for the official monitoring of drinking water supplies. Journal of AppliedBacteriology, 76: 336-344

12. COLLIN, G. Les eaux souterraines connaissance et gestion. Edition HERMANN, France, mars 2004, p. 27.
13. COUTURE, I. 2006). Analyse d'eau pour fin d'irrigation MAPAQ. Montérégie-Est AGRI-VISION2003-2004, 8p.
14. DEGREMONT. (1989). Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome I.2503p
15. DJedaoun, (2015) Comportement des polluants des eaux pluviales urbaines en réseaux d'assainissement (caractéristique et origines) cas de la plaine d'annaba Revue des sciences et de la technologie 30(1),40, 47p .
16. DEFRANCESCHI M. (1996). L'eau dans tous ses états. Edition Marketing S.A, Paris.128p
17. Edbeg, SC, H LeClercet J Robertson (1997) Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination. II indicators and monitoring parameters for parasites. Critical Reviews in Microbiology, 23: 179-206.
18. FABY.J.A., 1997. Utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Edit FNAD.
19. FAO. 2012. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
20. FiGarella j, Leyral G, (2002). Analyse des eaux : Aspect réglementaires et techniques . Ed Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, p 36
21. Gaujous D., (1995). la pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire. 2e édition. 11, rue a. Lavoisier. 200 p
22. Gazali D, et Zaid A, 2013 étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama –Jerri (Région de Meknes /maroc) . Larhyss Journal, n120, 25 - 36p. Edition : Technique & Documentation, Lavoisier. Paris, 271 p.
23. GUERREE H., GOMELLA C., 1978. Les eaux usées dans les agglomérations urbaines rurales : la collecte. Edition Eyrolles, Paris.
24. Hassaine, A, 2015 Biodégradation des hydrocarbures (pétrole brut et kérosène) par la Microflore Microbienne des eaux de la région de skikda. thèse de doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, 132p
25. MARSILY, G. *livret sur l'environnement Les problèmes de l'eau en 26 questions*, académie des sciences instits de France, 2013.

26. MASSCHELEIN W.J., 1996. Processus unitaire du traitement de l'eau potable, édition
 - a. CEBEDOC, sprl Liège.
27. Metacalf et Eddy , Inc .(2003) .Wastewater engineering : treatment and reuse .édition 4 , révisé par G.Tchnobanoglous,F.L.Burton et H.D. Stensel , McGraw-Hill Inc ,New-York ,p :62 .616
28. Milos H. (1971). L'eau et l'environnement bull. 32-38p.
29. Merabet,S .2010) étude de la qualité physico- chimique de l'eau de mer des trois sites (salamaondre, sablette et sidi Medjdoub) Mostaganem 2017, 18p.
30. NGO C. ; REGENT A., 2008. Déchets, effluents et pollution impact sur l'environnement,
31. NORSTROM, R., LETCHER, R. 1996. Role of biotransformation in bioconcentration andbioaccumulation.Annex I. In: Sijm, De Bruijin, De Voogt& De Wolf (eds). Biotransformationinenvironementriskassesemnt;aSETACworkshopNoordwijkerhout, TheNederlands.
32. OudizB,Cessac, J. BrenotJ.P.MaignéP.,Santucci, M.C. Robé P.
33. Ollier ch.et Poirée m. (1983). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.
34. O.M.S. (2004). OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2004)
35. O.M.S. (2006). OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2006).
36. Pessonp. (1976).pollution des eaux continentales, Édition bordas,paris.p 285.
37. Potelon et zysman (1998) l'analyse de l'eau ; eaux naturelle, eauxrésiduaire, eaux de mer Edition ; bordas, paris p1365
38. Plauchu. 2004. Economies de l'environnement.
39. Ramade F., (1998).Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Édition Edi science international, Paris.487 p.
40. Ramade, F. (2000). Dictionnaire encyclopédique des pollutions.les polluants de
 - a. l'environnement à l'homme. Ediscience, Paris, 144 p.
41. Rodier, J., Legube, B, Merlet, N Et Collaborations. (2009). L'analyse de l'eau, 8é
 - a. édition, DUNOD : Paris. (ISBN 978-2-10-054179-9).
42. Rodier J, Bazin C, Broutin J.P, Chanbon P, Champsaur H et Rodier L. (1996). L'analyse de l'eau: Eaux, eaux résiduaire, eaux de mer. Edition, DUNOD, Paris, 1384p naturelles

43. RODIER J. (2005). L'analyse de l'eau, Eauxnaturelle, eau résiduaires et eaux de mer .8eme editionDunod, Paris.1381p
44. Rojsek (2002) Rejsek F. (2002). Analyse des eaux : Aspect réglementaire et technique. Edition, Centre régionale de documentation pédagogique d'Aquitaine. France, 358 p.
45. ROUYRRE C., 2003. Guide de l'eau,
46. RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N., et Coll. 2009. L'analyse de l'eau, eaux naturelleseauxrésiduaires,eaude mer. 9émeédition, Ed:DUONOP, Paris, 33-35-40-50p.
47. Schmitzberger K., (2008).La prévention des pollutions, la pollution de l'eau, édition agence deL'eau, rhin-Meuse, p127-130
48. Schrock R., (2006).Nitrogen Fix, dams Technology Review, Massachusetts Institute of Technology, Etats-unis.210 p
49. Suthar,S,Shabukdhara,M .and Nema,A ,k(2010).Water quality assessment of river Hindon at Ghaziabad, india: Imbact of industrial and urban waste water. Environ.Moint. Assess, 165-103-112p.
50. Saadali R 2007 Détermination des paramètrshydrodispersifs da la basse vallée de l'oued saf-saf(wilayaskikda) page 27
51. Tuffery, G. (1980). Éléments de gestion écosanltalre des étangs. La pisciculture enétang: actes du Congrès sur la Pisciculture en Étang. Arbonne-la-Forêt, France, 373p.
52. Tardat, E. (1992). Intérêt du traitement des hernies inguinales bilatérales en un seul temps et une seule voie. Doctoral dissertation, Bordeaux 2
53. Varchier Y ,valette- Delahaye A,L le maitre F(2011)chimie générale ,Dunod ,paris ,215p
54. Weyer et al.,(2006). Weyer P, J. Smith B, J. Feng Z, F. Katmmeni J. R & Riley D, G. (2006). Comparison of nitrate levels in raw water and finished water from historical monitoring data on Iowa municipal drinking water supplies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 81- 90p.
55. Zmirou, D, JP Kelley, JF Collin, M Charrelet J Berlin (1987) a follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. *American Journal of Public Health*, 77: 582-584.