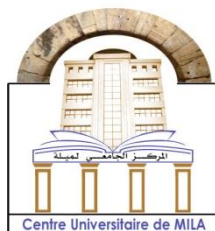


N° Ref :.....



Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement

Option : Gestion et fonctionnement des écosystèmes aquatiques et forestiers

Thème :

*Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et
microbiologique des eaux du barrage de Beni-Haroun,
Wilaya de Mila.*

Présenté par :

Bouderbane Khawla

Séraoui Sarra

Devant le jury composé de :

Bounamous Azzedine

Merzoug Seyf Eddine

Elafri Ali

M.C.A

M.A.A

M.A.A

Président

Examineur

Promoteur

Année Universitaire: 2015/2016

Remerciements

Avant tout, nous remercions sincèrement et profondément le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la force pour faire ce modeste travail.

On tient à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près et de loin à réaliser ce travail.

Nous voudrions que tous les membres du département de science de la nature et de la vie acceptent nos remerciements pour le temps précieux qu'ils consacrent aux étudiants durant leur cycle.

On est très reconnaissantes à notre encadreur Mr Elafri Ali, pour nous avoir guidées, encouragées et conseillées pendant toute l'année, ainsi pour l'attention qu'il a donnée à la lecture de ce mémoire.

On tient à mentionner le plaisir que nous avons eu avec lui .Merci.

Grand remerciement sincère pour les membres du jury qui ont accepté de participer à juger notre travail

A vous tous merci.

A decorative graphic on the left side of the page featuring elegant, flowing swirls in shades of orange, red, and yellow. At the bottom left, there is a cluster of autumn leaves in similar warm tones, some with small water droplets on them.

DEDICACE

Tout au long de ce travail, j'ai bénéficié du soutien constant de mon encadreur, qui m'a laissé la grande liberté, ainsi que ses encouragements et sa disponibilité. Qu'il en soit remercié.

Je veux remercier mon papa Tahar ma superbe maman Sabiha, mes sœurs : Ibtissam ,Khadidja et Khouloud, à mon frère : Sami, qui ont été pour moi un grand soutien et sans lesquels je n'y serai pas devenue ce que j'en suis aujourd'hui et mes chères copines :Sara, Amira, Riheb ,Sakina, Habiba, et Selma, Radja (zegzouguet).

Je ne peux malheureusement pas mentionner ici toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, m'ont soutenu au cours de mon cursus. Mais j'exprime ma reconnaissance à l'égard des membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

J'exprime toute ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidée de près ou de loin ne serait-ce que par le simple signe d'encouragement.

A decorative graphic at the bottom right of the page consisting of elegant, flowing swirls in shades of orange, red, and yellow, mirroring the style of the graphic on the left.

Khawla



DEDICACE

Je dédie cet humble travail :

*A mes très chers respectueux parents
Vraiment aucune dédicace ne saurait exprimer mon
attachement, mon amour et mon affection, je vous offre ce
modeste travail en témoignage de tous les sacrifices et
l'immense tendresse dont vous m'avez toujours su me combler
Puisse dieu tout puissant vous garder et vous procurer santé et
bonheur.*

A ma famille en témoignage de mon profond respect.

*A mes amies et mes camarades
En témoignage de ma sincère amitié, veuillez trouver dans ce
travail, mon profond hommage.*

A tous ceux qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce travail.

Sarra



N°	Titre	Page
1	Cycle de l'eau dans la nature.	3
2	Répartition des ressources en eau entre 2000 et 2025 dans le monde.	7
3	Les différents types d'écosystèmes aquatiques.	9
4	Filière d'épuration des eaux usées par un lit bactérien.	15
5	Schéma d'un lagunage à macrophytes (Roseaux) utilisé pour l'épuration des eaux usées.	16
6	Schéma du procédé d'infiltration-percolation utilisé pour l'épuration des eaux usées.	17
7	Les classes et indices de qualité.	20
8	Les bioindicateurs des peuplements aquatiques, indique l'intensité de la pollution par leur présence/absence.	22
9	Les principaux indices biologiques utilisés.	22
10	Localisation géographique de la wilaya de Mila.	23
11	Histogramme de la variation de la température moyenne dans la région de Mila.	24
12	Histogramme de la variation de la précipitation moyenne dans la région de Mila.	25
13	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Mila.	26
14	Climatogramme pluviométrique de la station d'Ain Tin dans la région de Mila.	28
15	Histogramme de la variation de l'humidité dans la région de Mila.	29
16	Histogramme de la variation de l'évaporation dans la région de Mila.	29
17	Histogramme de la variation de la vitesse des vents dans la région de Mila.	30
18	Histogramme de la variation de l'insolation dans la région de Mila.	31
19	Localisation du barrage de Béni Haroun.	33
20	Localisation des points de prélèvement.	39
21	Recherche des germes aérobies dans l'eau.	47
22	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et <i>E. Coli</i> dans l'eau.	49

23	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.	51
24	Recherche et dénombrement de spores de clostridium sulfito-réductrice dans l'eau.	52
25	Recherche d'autres microorganismes dans l'eau.	53
26	Evolution spatiale des valeurs de la température.	54
27	Evolution spatiale des valeurs du pH.	55
28	Evolution spatiale des valeurs du titre alcalimétrique (TAC).	55
29	Evolution spatiale des valeurs de la conductivité.	57
30	Variation spatiale des valeurs de Taux des sels dissous (TDS).	57
31	Variation spatiale des valeurs de la salinité.	58
32	Variation spatiale des valeurs des M.E.S.	58
33	Variation spatiale des valeurs de la turbidité.	59
34	Evolution spatiale des valeurs du résidu sec.	60
35	L'évolution spatiale des valeurs de la dureté, de calcium et de magnésium.	61
36	Evolution spatiale des valeurs du sulfate.	64
37	Evolution spatiale des valeurs du phosphate.	65
38	Evolution spatiale des valeurs du nitrate.	66
39	Evolution spatiale des valeurs du nitrite.	68
40	Evolution spatiale des valeurs de la matière organique.	69
41	Evolution spatiale des valeurs du chlorure.	70
42	Aspect macroscopique des Germes totaux à 37 °C.	72
43	Evolution spatiale des nombres des germes totaux à 37°C.	72
44	Aspect macroscopique des coliformes totaux.	74
45	Evolution spatiale des nombres des coliformes fécaux (<i>E. Coli</i>).	75
46	Evolution spatiale des nombres des Stréptocoques fécaux.	77

N°	Titre	Page
1	Les principales ressources en eau distribuées dans le monde	4
2	Disponibilité d'eau en Algérie par habitant en 2020	8
3	Principaux paramètres physico-chimiques des eaux superficielles.	19
4	Classes d'aptitude aux usages.	20
5	Classification climatique selon l'indice d'aridité.	26
6	Indice d'aridité dans la station d'Ain Tin	27
7	Liste des espèces d'oiseaux observées au niveau du barrage de Béni Haroun	35
8	Description et coordonnées géographiques des stations d'échantillonnages.	38
9	Principe et mode opératoire des appareils utilisés sur terrain.	39
10	Les paramètres mesurés au laboratoire.	40
11	Evolution spatiale des nombres des germes totaux à 22°C.	73
12	Evolution spatiale des nombres des coliformes totaux.	74
13	Evolution spatiale des autres germes.	78

A.N.B.T	Agence Nationale de Barrage et de Ttransfert.
ADE	Algérienne Des Eaux.
C°	degré Celsius
Ech	Echantillon.
E.P.D.D	Etablissement public de l'environnement et du développement durable
EDTA	Ethylène Diamine Tétraplagique Acide.
FTAM	Flore Totaux Aérobie Mésophile.
GBEA	Gélose Bile Esculine Azoture.
K°	Degré Kelvin.
m/s	Mètre par second.
MEDD	Ministère d'environnement et de développent durable.
mg d'O₂/l	Milligramme d'oxygène par litre.
NF	Norme Française.
nm	Nanomètre.
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique.
P.C.T	Positif Coliformes Totaux.
P.E.C	Positif <i>Escherichia Coli</i> .
pH	potentiel Hydrogène.
Q	Quotient pluviométrique d'EMBERGER.
SEQ-Eau	Système d'évaluation de la qualité des eaux.
SS	Gélose Salmonella-Shigella.
TA	Titre Alcalimétrique.
TAC	Titre Alcalimétrique Complet.
TDS	Taux des Sels Dissous.
TGEA	Tryptone Glucose Extract Agar.
TH	Titre Hydrotèrmique.
TSA	Trypticase-Soja-Agar.

TTC	Chlorure Triphényl 2,3,5-Tétrazolium (additif).
UFC	Unité formant Colonies.
UV	Ultra-Violet.
VBL	Vert Brillant Lactosé.
'	Minute.
"	Second.
%	Pourcent.
°	Degré.
μs/cm	micro-siémens par centimètre.
‰	Par mil.

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Page

Introduction

Partie I : Recherche bibliographique

Chapitre I : L'eau et le milieu naturel

1.	Les ressources en eau et leurs répartitions dans le monde.....	3
1.1.	Description des différentes ressources.....	4
1.1.1.	Eau superficielle.....	5
1.1.2.	Eau souterraine.....	6
1.2.	Répartition des eaux à l'échelle internationale.....	6
1.3.	L'eau en Algérie.....	8
2.	Les écosystèmes aquatiques.....	8
2.1.	Les bassins et les barrages.....	9
2.1.1.	Les bassins	9
2.1.2.	Les barrages.....	10

Chapitre II : Pollution des eaux et techniques de traitement

1.	La pollution des eaux.....	11
1.1.	Origine de la pollution des eaux.....	11
1.1.1.	Eaux domestiques.....	11
1.1.2.	Eaux pluviales.....	11
1.1.3.	Eaux industrielles	12
1.1.4.	Eaux agricoles.....	12
1.2.	Agents de pollutions.....	12
1.2.1.	Agents organiques.....	12
1.2.1.1.	D'origine urbaine.....	12
1.2.1.2.	D'origine industrielle.....	13
1.2.2.	Agents minérales.....	13
1.2.3.	Agents microbiens.....	13
1.2.4.	Métaux lourds.....	14

1.2.5. Agents physiques.....	14
2. Les techniques de traitement des eaux.....	14
2.1. Les techniques conventionnelles.....	14
2.1.1. Lits bactériens.....	14
2.1.2. Disques biologiques ou biorisques.....	15
2.1.3. Le procédé d'épuration par boue activée.....	15
2.2. Techniques non conventionnelles.....	16
2.2.1. Lagunage naturel.....	16
2.2.2. Infiltration-percolation.....	17

Chapitre III : Evaluation de la qualité des eaux naturelles

1. Evaluation de la qualité physico-chimique.....	18
1.1. Indices de qualité et classes d'aptitude.....	20
1.2. Classes d'aptitudes aux usages.....	20
2. Evaluation de la qualité bactériologique.....	21
3. Evaluation de la qualité Biologique.....	21
3.1. Les principaux types d'indices biologiques.....	21

Partie II : Cadre d'étude

Chapitre I : Description de la zone d'étude

1. Description de la région de Mila.....	23
1.1. Situation géographique.....	23
1.2. Climat.....	23
1.2.1. Les facteurs du climat.....	24
1.2.1.1. Température.....	24
1.2.1.2. Précipitation.....	24
1.2.1.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	25
1.2.1.4. L'indice d'aridité.....	26
1.2.1.5. Climatogramme pluviométrique d'Omberger 1932.....	27
1.2.1.6. L'humidité.....	28
1.2.1.7. L'évaporation.....	29
1.2.1.8. Le vent.....	30
1.2.1.9. L'insolation.....	31
1.3. Orographie.....	31
1.3.1. L'espace montagneux.....	31

1.3.2. L'espace de piedmonts et de collines.....	32
1.3.3. L'espace Sud des hautes plaines.....	32
2. Barrage de Béni Haroun.....	33
2.1. Localisation et description.....	33
2.2. La Flore.....	34
2.3. La Faune.....	34
2.3.1. Les mammifères.....	34
2.3.2. Les oiseaux.....	35
2.3.3. Les poissons.....	36

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Objectif du travail.....	37
2. Echantillonnage.....	37
2.1. Prélèvement de l'eau à analyser.....	37
2.2. Stations de prélèvement.....	38
3. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	39
4. Méthodes d'analyses bactériologiques.....	44
4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux 37°C.....	46
4.2. Recherche et dénombrement des germes fécaux et <i>Escherichia Coli</i>	48
4.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	50
4.4. Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réductrices.....	51
4.5. Recherche d'autres micro-organismes.....	52

Chapitre III : Résultats et discussions

I. Paramètres physico-chimiques.....	54
1. Température.....	54
2. Le pH.....	55
3. Conductivité électrique, salinité et le taux des sels dissous TDS.....	56
4. La turbidité et les M.E.S.....	58
5. Résidu sec à 105 °C.....	60
6. La dureté totale, le calcium et le magnésium.....	61
7. Calcium.....	62
8. Magnésium.....	63
9. Sulfate.....	63
10. Le phosphate.....	64

11. Nitrate.....	66
12. Nitrite.....	67
13. Matière organique (MO).....	68
14. Chlorures (Cl ⁻).....	69
II. Paramètres microbiologique.....	71
1. Dénombrement des germes totaux à 37°C	71
2. Dénombrement germes totaux à 22°C.....	72
3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	73
4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux <i>E.coli</i>	74
5. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	76
6. Teste de présence des autres micro-organismes.....	77

Conclusion**Références bibliographiques****Annexes****Résumé**

Introduction

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses : industrielle, domestique ou agricole (Bassompierre, 2007). Les chiffres publiés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2004 révèlent que chaque année 1,8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivants pour la plupart dans les pays en voie de développement, meurent de maladies liées à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées. L'eau est donc devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui (Garcia-Armisen, 2006).

En Algérie comme dans tous les pays en voie de développement, la demande en eau, connaît un accroissement important, pour répondre à une demande cumulée de trois secteurs souvent concurrentiels (la ville, l'industrie et le périmètre d'irrigation). En plus de la rareté de l'eau, la sécheresse s'étant accrue, la mobilisation des eaux superficielles par la construction de barrages et de retenues collinaires devient l'une des principales priorités dans la stratégie de développement de ce pays.

Comme le barrage Beni-Haroun wilaya de Mila, construit dans l'Est algérien, celui du Constantinois est bien engagé. Aussi, de par sa capacité (963 hm³) et son impact régional, il constitue actuellement le plus imposant aménagement hydraulique réalisé à travers le pays. Ce barrage mobilise les eaux de Oued Rhumel qui reçoit les rejets traités de la ville de Constantine et de Oued Endja où se déversent un grand nombre de rejets sans aucun traitement préalable.

Cependant, ces eaux sont plus ou moins perturbées par les activités humaines notamment, le déboisement, l'urbanisation, l'agriculture et le pâturage provoquant ainsi des graves menaces sur la qualité de son eau et diminuant la faune qui y vivent.

Une importance particulière doit être accordée à ce barrage vu qu'il constitue actuellement une importante ressource en eau potable pour quatre millions d'habitants, répartis sur les wilayas de Constantine, Mila, Batna, Oum El Bouaghi et Khenchela; ainsi qu'à l'irrigation de plus de 400.000 hectares de terre agricole (Marabet, 2010).

Les cours d'eau, les affluents et les oueds qui alimentent cette structure subissent l'impact nocif de la démographie, industrie et l'agriculture. L'objectif principal de la présente étude est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux qui alimentent ce barrage afin de préciser l'affluent ou l'oued le plus polluant du réseau alimentateur et interpellé ainsi les services concernés pour une intervention visant à réduire le taux de cette dégradation.

Pour cela, nous avons suivi la qualité de l'eau à travers des analyses physico-chimiques et microbiologiques, qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux) et au niveau du laboratoire de biochimie et de microbiologie (département de biologie) du Centre Universitaire de Mila.

Ce manuscrit est divisé en trois parties suivies d'une conclusion générale.

La *première partie* est divisée en trois chapitres. *Le premier* est un rappel sur l'eau d'une façon générale, *le deuxième* présente les diverses pollutions qui affectent l'eau et *le troisième* traite les méthodes d'évaluation de la qualité des eaux.

La deuxième partie est consacrée à la présentation de la zone d'étude : localisation et description de zone d'étude ainsi que le matériel utilisé et les méthodes d'analyses physico-chimiques et bactériologique appliquées. Et en fin, les résultats obtenus et leur discussion sont évoqués dans le dernier chapitre.

Le manuscrit est clôturé par une conclusion générale et quelques perspectives de recherche.

Recherche bibliographique

L'eau ressource naturelle de plus en plus rare, est un facteur de développement d'une nation voire de toute l'humanité. Elle se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau (Figure 1) (Bertrand, 2008).

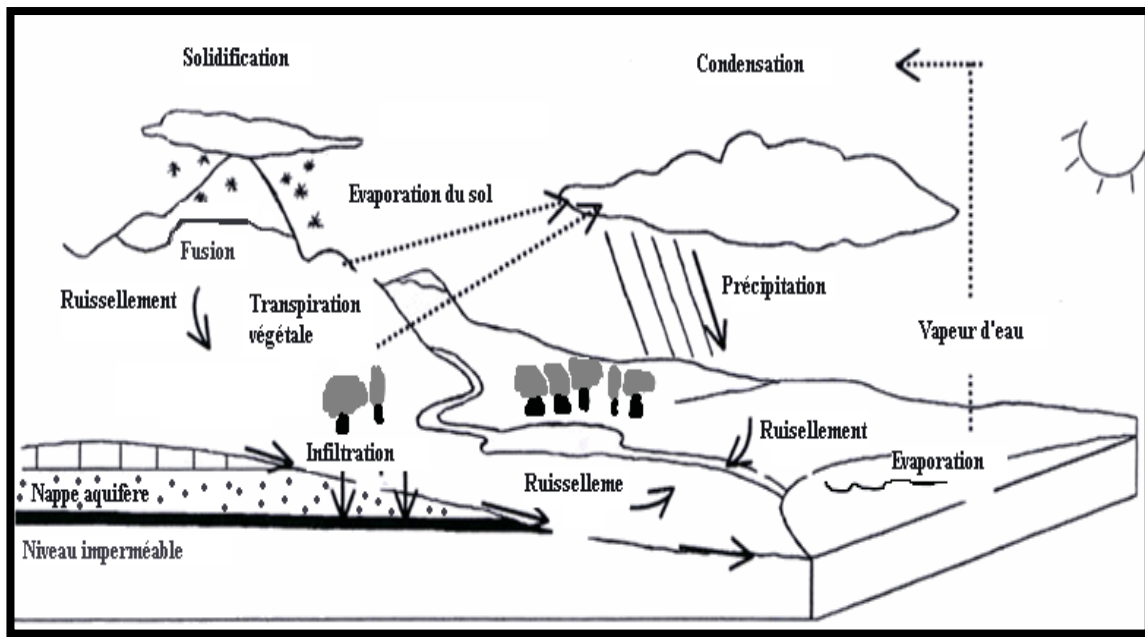


Figure 1. Cycle de l'eau dans la nature (Coulibaly, 2005).

1. Les ressources en eau et leurs répartitions dans le monde

L'eau est très présente sur notre planète. Ainsi vue de l'espace, la Terre apparaît bleue, les océans recouvrant près de trois quarts de la surface terrestre (environ 400 fois le volume de la Méditerranée) (Fortin, 2008 ; Cieau, 2009). La totalité de l'eau sur terre représente un volume de 1,4 milliard de km³, sous forme liquide, solide ou gazeuse.

Cependant, la majeure partie de l'eau (97,5 %) contenue dans les océans, est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme. L'eau douce n'en représente que 2,5 %, et concerne (Fortin, 2008) :

- Pour la majeure partie, les glaciers de montagne, et les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique (près de 2 %) ;

- Les eaux douces souterraines (moins de 1 %, toutes les eaux souterraines ne sont pas douces, la majorité sont salées) ;
- Les eaux de surface (cours d'eau, sols gelés, marécages et lacs d'eau douce : 0,03 %) ;
- L'atmosphère (0,001%) ;
- Les êtres vivants (0,0001%).

Le tableau ci-dessous montre la répartition approximative de l'eau douce et salée sur la planète.

Tableau 1. Les principales ressources en eau distribuées dans le monde (Zerouali, 2012).

Ressources	Volume en (m ³)	Total pour cent de l'eau	Pour cent de l'eau douce
Eau atmosphérique	12900	0.001	0.01
Glaciers	24064000	1.72	68.7
La glace de sol	300000	0.021	0.86
Rivières	2120	0.0002	0.006
Lacs	176400	0.013	0.026
Marais	11470	0.0008	0.03
l'humidité du sol	16500	0.0012	0.05
Aquifères	10530000	0.75	30.1
Lithosphère	23400000	1.68	
Océans	1338000000	95.81	

1.1. Description des différentes ressources

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer (Jean-Claude, 1983).

1.1.1. Eaux superficielles

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles sont pour origine les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (Jean-Claude, 1983).

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau- atmosphère en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) (Guilbert, 2000).

Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais, malheureusement, fragile et vulnérable, qui doit être protégée contre les divers facteurs de pollution qui la menacent.

Les eaux superficielles sont caractérisées par (Jean-Claude ,1983) :

- Les variations saisonnières (climatiques) sont à degré moindre, journalières des paramètres physiques : température, turbidité et coloration. Les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal peuvent être importantes, tout en étant aléatoires, suite à des pluies soudaines, des orages et des pollutions accidentelles.
- Le développement plus ou moins important de phytoplancton (algues), de zooplancton et dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense.
- La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux après leur mort.
- La fragilité de la ressource, très vulnérable à la pollution urbaine, industrielle et agricole (Guilbert, 2000).
- Sur le plan bactériologique, ces eaux de surface sont contaminées plus ou moins par des bactéries (dont certaines pathogènes) et des virus. D'une manière générale, on doit considérer que les eaux de surface sont très rarement utilisables pour les besoins industriels et, a fortiori, pour la production d'eau potable à l'état brut, elles doivent être soumises à des traitements de purification qui dans certains cas peuvent être particulièrement sophistiqués (Berne et Jean, 1991).

1.1.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m³, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes de différentes formes (Rodier, 1997).

1.2. Répartition des eaux à l'échelle internationale

L'eau douce est très inégalement distribuée. Certaines régions bénéficient d'excédents considérables, c'est le cas par exemple du Canada, du Chili, de la Nouvelle-Zélande ou de la Norvège où les disponibilités en eau dépassent les 50 000 m³ par personne et par an. D'autres, au contraire, souffrent chaque année de pénuries graves, c'est le cas des pays du Maghreb, du Golfe ou de l'Asie où les disponibilités en eau sont inférieures à 1000 m³ par personne et par an (Figure 2).

Ces régions vulnérables, souvent situées dans les pays en voie de développement, sont d'autant plus exposées que la croissance rapide de la population crée sur les ressources en eau une pression supplémentaire (Guichard, 2009). La figure 2 montre les prévisions de la disponibilité en eau en 2025, où l'Afrique occidentale et le moyen orient présenteront des besoins intenses (Mutin, 2000).

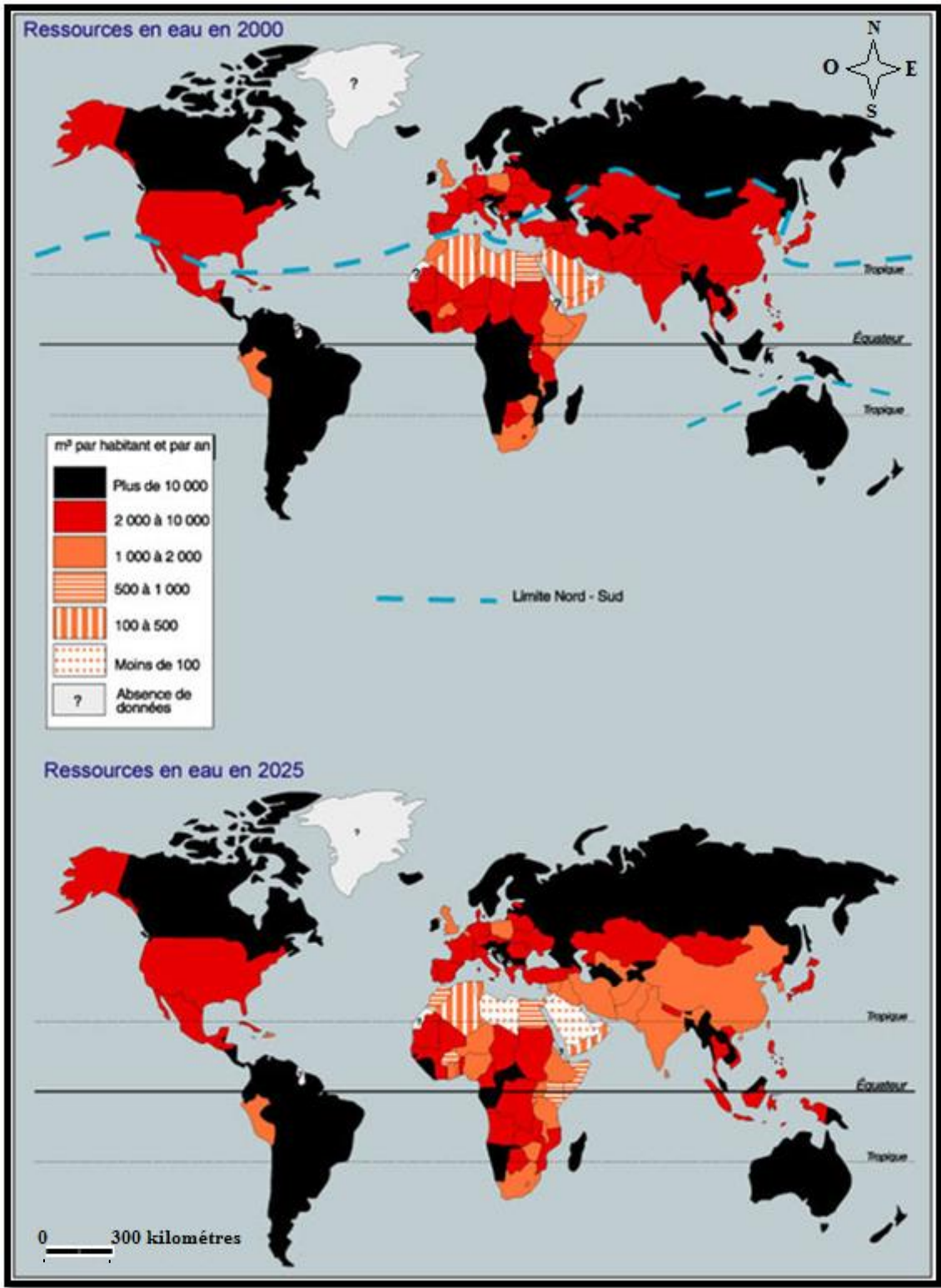


Figure 2. Répartition des ressources en eau entre 2000 et 2025 dans le monde (Mutin, 2000).

1.3. L'eau en Algérie

L'Algérie fait partie des pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, se situe donc en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la banque mondiale, soit 1000 par habitant et par année. Si en 1962, la disponibilité annuelle en eau par habitant était 1500 m³ elle n'était plus que de 720 m³ en 1990 de 680 m³ en 1995 et de 630 m³ en 1998.

La disponibilité annuelle en eau par habitant est aujourd'hui de 500 m³. Du fait de la pression démographique, cette disponibilité ne sera plus que de 430 m³ par habitant en 2020 ; à horizon, cette disponibilité serait par bassin hydrographique comme s'y est présenté dans, le tableau 2 (Zerouali, 2012).

Tableau 2. Disponibilité d'eau en Algérie par habitant en 2020.

Bassin hydrographique	Ressources (Hm)	Population (10⁶ habitant)	Disponibilité (m³/habitant)
Oranie chott Chergui	1400	6.3	220
Chélifer	2072	7.0	300
Algérois Soumma-Hadna	5125	15.8	320
Const-mejd Mellegue	5048	10.0	500
Sud	5436	4.9	1120

2. Les écosystèmes aquatiques

La connaissance des différents types d'environnement aquatique et de leurs fonctionnements est indispensable pour mieux détecter les pollutions et comprendre leurs conséquences écologiques (Bonnard et *al* ; 2003).

Il existe une très grande variété de milieux aquatiques que l'on peut regrouper en deux grands types suivant que leurs eaux sont salées ou douces. Le schéma ci-dessous montre les différents types d'hydro système que nous pouvons distinguer :

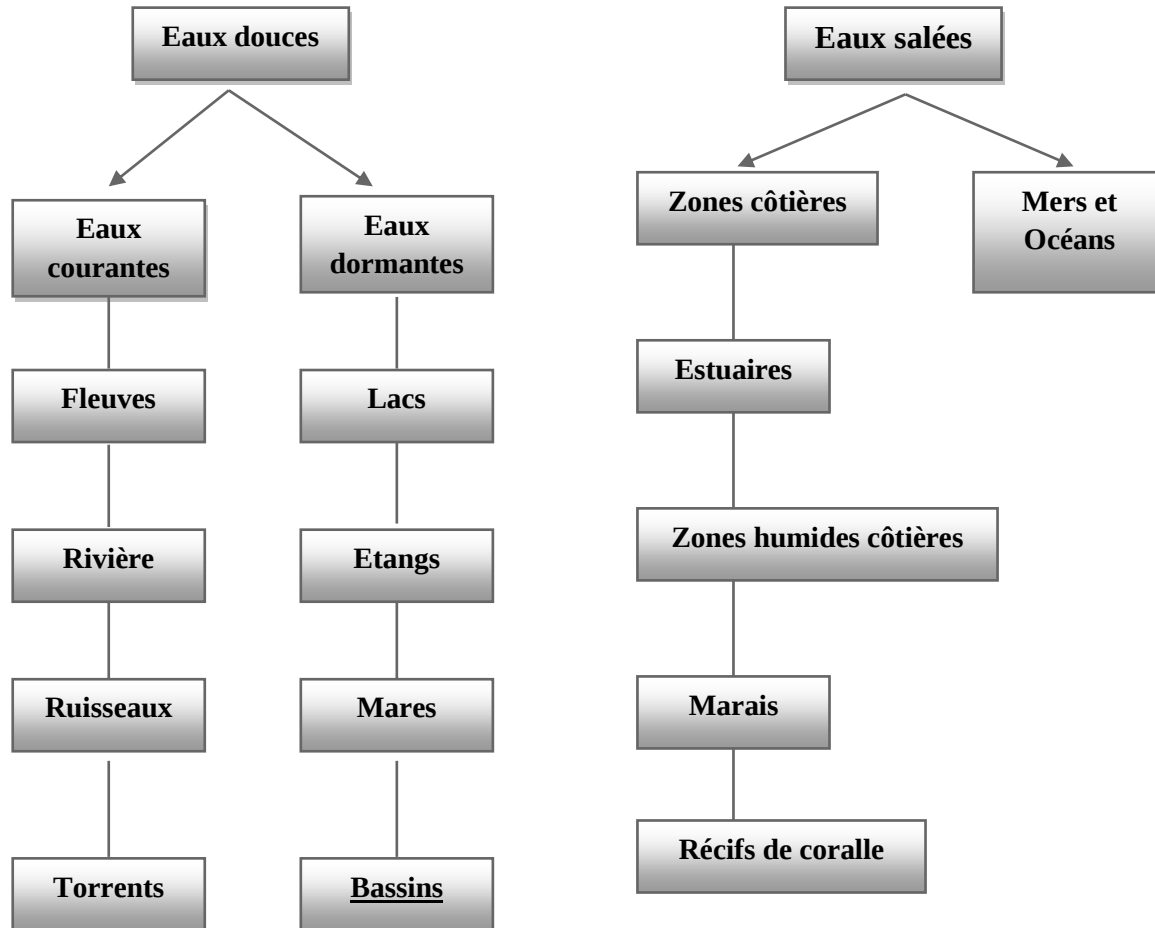


Figure 3. Les différents types d'écosystèmes aquatiques
(Lenntech, 2004 et Grandmottet, 2007).

2.1. Les bassins et les barrages

2.1.1. Les bassins

Le bassin versant se définit plus précisément comme la totalité de la surface topographique drainée par un réseau hydrographique (Bioret et *al* ; 2010) dans laquelle se produisent des entrées d'eau (sous forme de précipitations essentiellement, sans oublier les apports souterrains issus d'autres bassins) et où l'écoulement (et le transport de matériaux mobilisés par l'érosion) s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou embouchure du cours d'eau collecteur (Mebarki, 2005). Cette

unité hydrographique cohérente permet d'organiser la gestion ou la restauration de la qualité de l'eau de façon globale (Bioret et al ; 2010).

2.1.2. les barrages

Un Barrage est un ouvrage artificiel coupant le lit d'un cours d'eau (Mihoubi, 2008), dans le but de créer des réservoirs (retenues) qui permettent d'accumuler l'eau durant les périodes pluvieuses pour pouvoir ensuite la distribuer durant les périodes sèches, soit à en assurer la régulation, soit à pouvoir alimenter en eau des villes ou à l'irrigation des cultures, ou bien à produire de l'énergie (Bakroune, 2011).

La classification des barrages est basée, en général, sur les normes de projection, les spécificités des techniques de construction et en particulier les risques attendus à l'aval de l'ouvrage après sa rupture.

Comme elle peut se faire également selon plusieurs critères parmi lesquels on peut citer : les matériaux de la fondation, les matériaux de construction ou la façon de s'opposer à la poussée de l'eau.

Le critère le plus important de la classification de ces ouvrages hydrauliques reste la hauteur (H, hauteur prise à partir de la fondation) :

- grands barrages: $H > 50$ m ;
- moyens barrages : $15 \text{ m} < H < 50$ m ;
- petits barrages : $H < 15$ m (Mihoubi, 2008).

1. La pollution des eaux

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (Ezziane, 2007).

1.1. Origines de la pollution des eaux

La pollution des eaux provient essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatique, elle compromet également l'utilisation de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique.

On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales, les eaux industrielles et les eaux agricoles (Gommella et Gurre, 1983).

1.1.1 Eaux domestiques

Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Les eaux des cuisines contiennent des matières insolubles (terre, débris divers), des matières extraites des aliments (organiques ou minérales) ainsi que les graisses provenant de la cuisson, par exemple : les eaux des salles de bains, les eaux des machines à lessiver qui renferment des savons et des détergents et des eaux de lavages des locaux qui sont riches en particules solides (terre, sable,...etc.) et surtout en détergents et désinfectants (eaux de javel, produit de base de chlore ou d'ammoniaque,...) (Baghdad et Chadouli , 2010).

1.1.1. Eaux pluviales

Elles peuvent constituer la cause de pollution importante des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumée industrielles), puis en ruissellent, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles des vidanges, carburants, résidus de pneus et métaux lourds,...) (Ezziane, 2007).

1.1.2. Eaux industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre en plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micros polluants organiques des hydrocarbures. Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un pré traitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, elles sont mêlées aux eaux domestiques que l'on qu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (Paul, 1998).

1.1.3. Eaux agricoles

Sont particulièrement chargées en nitrates et phosphates qui provoquent l'eutrophisation des cours d'eau entraînant la prolifération des algues qui, lors de leur putréfaction, consomment l'oxygène dissous dans l'eau ce qui va perturber l'autoépuration (Ezziane, 2007).

1.2. Agents de pollution

1.2.1. Agents organiques

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines (Bechac et Boutin, 1984) :

1.2.1.1. D'origine urbaine

- Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivants qui sont de nature protéique telle que les animaux, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnent des acides aminés.
- Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leurs décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO_2 , et en anaérobiose, il y a formation de CO_2 et CH_4 .

- Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, à l'état complet donnant les polysaccharides (Ezziane, 2007).

1.2.1.2. D'origine industrielle

Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, les composés azotés, les pesticides, les hydrocarbures et les détergents (Bechac et Boutin, 1984).

1.2.2. Agents minérales

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (Mekhalif, 2009).

- **Phosphore** : a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laverie industrielle des fabrications, d'engrais agroalimentaire (Mekhalif, 2009). Le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (Galvez-Cloutier et *al* ; 2002).
- **Azote**: L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) (Martin, 1979).

1.2.3. Agents microbiens

Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines composent ce que l'on appelle la pollution microbiologique. Elle vient généralement de décharges, d'épandages d'eaux usées, de l'élevage, de fosses septiques, de fuites de canalisations et d'égouts, d'infiltration d'eaux superficielles, de matières fermentées ou du rejet d'eaux superficielle. Ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans les cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse (Paul, 1998).

1.2.4. Métaux lourds

Parmi les métaux lourds dangereux pour la santé, il faut citer le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic, le cuivre, le zinc et le chrome. Ces métaux se trouvent à l'état naturel dans le sol, sous forme de traces qui posent peu de problèmes. Cependant, quand ils sont concentrés dans des aires particulières, ils posent un grave danger. L'arsenic et le cadmium, par exemple, peuvent causer le cancer. Le mercure peut provoquer des mutations et des dégâts génétiques, tandis que le cuivre, le plomb et le mercure peuvent causer des lésions aux os (Ezziane, 2007).

1.2.5. Agents physiques

Résultat de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines de défibrage de bois, de tanneries (Bertrand, 2008).

2. Les techniques de traitement des eaux

2.1. Les techniques conventionnelles

2.1.1. Lits bactériens

Le principe de ce procédé consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. L'aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'au micro-organisme assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gaz (Aba Aki, 2012) (Figure 4).

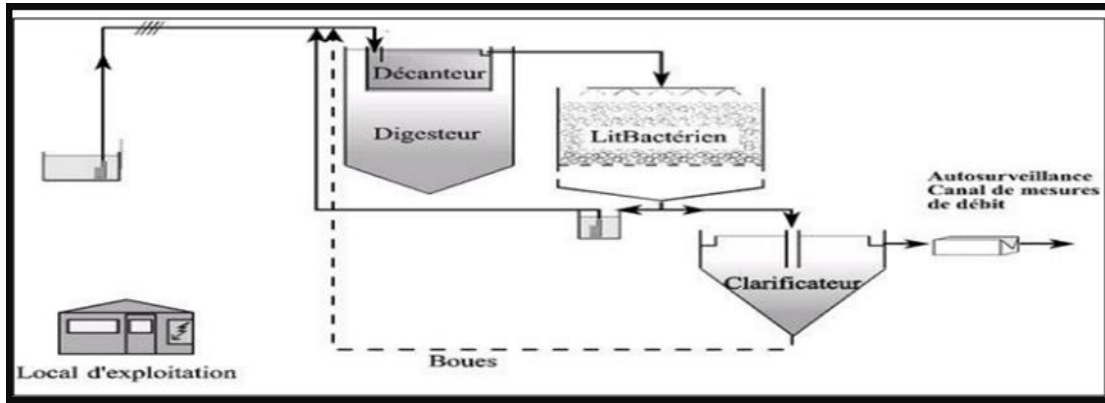


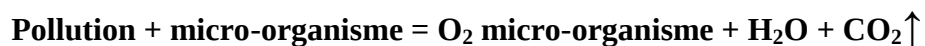
Figure 4. Filière d'épuration des eaux usées par un lit bactérien (Aba Aki, 2012).

2.1.2. Disques biologiques ou biodisques

Le procédé de traitement des eaux usées par des disques biologiques ou biodisques, est un procédé de traitement biologique à cultures fixées. Le réacteur biologique est constitué de plusieurs disques minces en plastique montés sur un axe horizontal. Les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique sont fixés naturellement sur les disques et forment un biofilm d'une épaisseur d'environ 1 à 4 mm. Environ 40% de la surface des disques est immergée (Aba Aki, 2012).

2.1.3. Le procédé d'épuration par boue activée

Les boues activées constituent l'étape de traitement secondaire dans les stations d'épuration, cette étape a pour but d'éliminer la charge carbonée par une épuration biologique de l'eau usée. C'est un procédé mettant en œuvre un réacteur aérobie à biomasse en suspension. Il fut mis au point à Manchester en 1914 par ARDEN et LOCKETT (Aba aki, 2012). Il reproduit industriellement l'effet auto réparateur des rivières, selon le mécanisme simplifié suivant :



La dégradation des éléments polluants par les micro-organismes (bactéries, protozoaires, métazoaires) était à la base du principe d'épuration par boues activées.

2.2. Techniques non conventionnelles

2.2.1. Lagunage naturel

Est une technique d'assainissement des eaux usées par un système ouvert de bassins successif (marais reconstituée) qui permet d'épurer complètement les matières organiques. Les micro-organismes qui sont à la base de la dépollution se développent en suspension dans des bassins dont la profondeur n'excède pas 1,2 m. Il convient de prévoir trois bassins en série. La production de l'oxygène est assurée par des algues qui se développent naturellement dans les bassins et à partir du phénomène de la photosynthèse. Le procédé permet d'obtenir des rendements d'élimination de la pollution de l'ordre de 70 à 80% et un très bon abattement de la pollution bactériologique (Meeddm, 2007).

- **Lagunage à macrophytes**

Dans la lagune vit des algues macroscopiques ce que veut dire qu'elles sont visibles à l'œil nu, vivent aussi, dans le bassin, des plants aquatiques. Les algues ont toujours le même rôle. Les plantes aquatiques puisent également les sels minéraux indispensables à leur croissance et permettent aussi le développement de micro-organismes qui se nourrissent des plantes elles-mêmes, et des éléments dissous dans l'eau. Parmi ces plantes : iris, roseaux, joncs, phragmites, lentilles d'eau, jacinthe d'eau (Yves charbonnel, 1989).

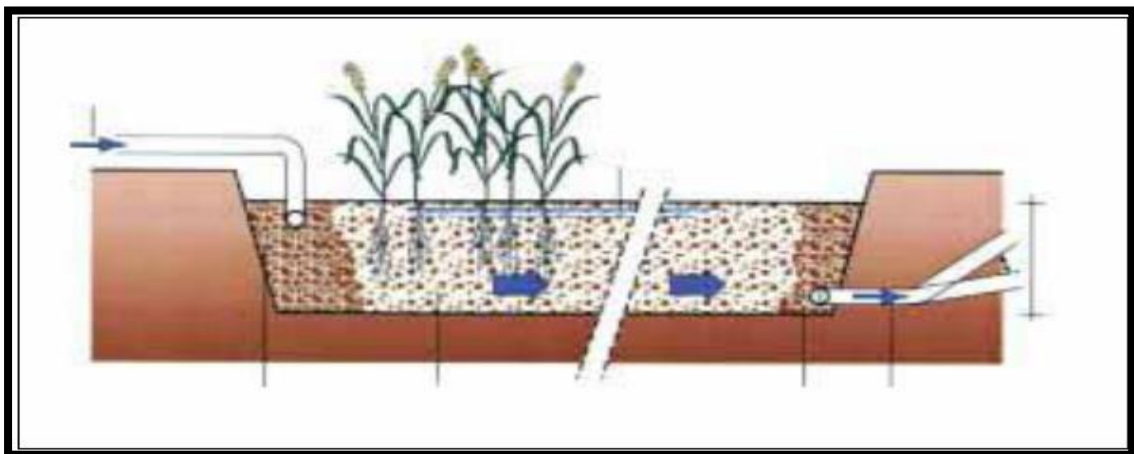


Figure 5. Schéma d'un lagunage à macrophytes (Roseaux) utilisé pour l'épuration des eaux usées (Aba Aki, 2012).

2.2.2. Infiltration-percolation

L'infiltration-percolation est une technique non conventionnelle d'épuration des eaux résiduaires, le principe de cette technique consiste à infiltrer, après décantation, l'effluent à épurer à travers un massif de sable. Ce dernier constitue un réacteur aérobie à biomasse fixée, le sable sert de support à une filtration biologique (Aba Aki, 2012).

Une station d'épuration par infiltration-percolation comprend, un prétraitement, une décantation, un stockage et une alimentation séquentielle des filtres et des unités d'infiltration.

La figure 6 illustre le schéma du procédé d'infiltration percolation utilisé pour l'épuration des eaux usées.

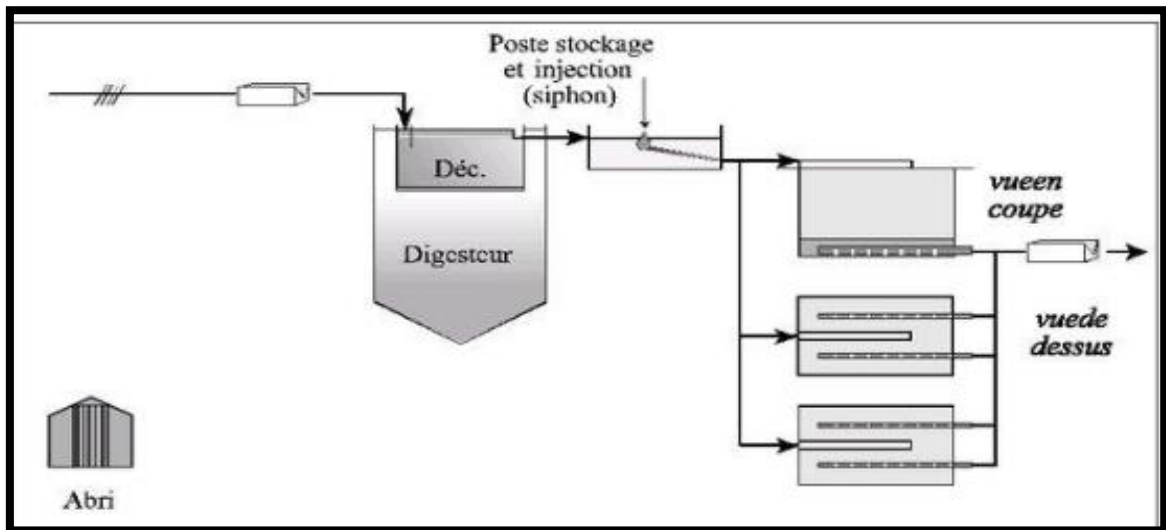


Figure 6. Schéma du procédé d'infiltration-percolation utilisé pour l'épuration des eaux usées (Aba Aki, 2012).

La qualité d'une eau est caractérisé par les diverses substances qu'elle contient, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain, c'est la concentration de ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage particulier. Même l'eau des rivières et des lacs les moins influencés par les activités humaines n'est pas pure (Benaziza et Amieur, 2007).

L'évaluation de la qualité des eaux naturelles porte sur trois grands volets, chacun d'eux concernant l'une des grandes composantes de la qualité des hydro systèmes (Genin et *al* ; 2003) :

- évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau et son aptitude à satisfaire les fonctions naturelles des milieux aquatiques et des usages de l'eau ;
- estimer l'état des peuplements animaux et végétaux vivant dans les milieux aquatiques ;
- apprécier le degré d'artificialisation ou de perturbation de tout ce qui concerne le milieu physique (Morphologie et hydrologie).

Ces aspects d'évaluation de qualité d'eau s'adaptent aux différents milieux aquatiques, cours d'eau, eaux souterraines, plans d'eau, littoral...etc (Mazzuoli, 2012).

1. Evaluation de la qualité physico-chimique

Les évaluations sont réalisées au moyen de plusieurs paramètres (indicateurs) physicochimiques et chimiques, appelés altérations. Ces altérations comprennent des paramètres de même nature ou ayant des effets comparables sur le milieu aquatique ou les usages. En identifiant les altérations, ce type d'analyse permet un diagnostic précis de la qualité de l'eau et contribue à définir les actions de correction nécessaires pour son amélioration en fonction des utilisations souhaitées (Boissonneault, 2009).

Les principaux paramètres physico-chimiques mesurés par le suivi de l'état des eaux superficielles sont indiqués dans le tableau 3. D'autres analyses peuvent être aussi effectuées comme la recherche de pesticides, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, polychlorobiphényles, de macropolluants métalliques (Cd, Hg, Ni, Pb...) (Mazzuoli, 2012).

Tableau 3. Principaux paramètres physico-chimiques des eaux superficielles
(Mazzuoli, 2012).

Paramètres	Altérations	Effets
Oxygène dissous, % en oxygène Demande biochimique en oxygène Demande chimique en oxygène	Charge en matière organiques et oxydables	Désoxygénation des eaux entraînant la mort des poissons
Turbidité	Matière en suspension	Trouble de l'eau, faible pénétration de la lumière altérant la photosynthèse
NH_4^+, NO_2^-, NH_3	Matières azotées hors nitrates	Prolifération des algues
NO_3^-	Nitrates	Gène de la production d'eau
PO_4^{3-}	Matières phosphatées	Prolifération des algues. Eutrophisation
Température	Température	Modification de la solubilité des sels et des gaz, augmentation de la vitesse des réactions si la température s'élève entraînant l'activité métabolique des poissons
Chlorophylle	Phytoplancton	Eutrophisation

1.1. Indices de qualité et classes d'aptitude

Les altérations de la qualité sont traduites en indices de qualité et exprimées sur une échelle de 0 à 100. Cette dernière est subdivisée de manière égale en 5 classes avec les 5 couleurs traditionnelles : bleu, vert, jaune, orange et rouge (de la très bon à la très mauvaise). Le passage des paramètres aux indices et classes de qualité s'effectue grâce à la grille de qualité qui donnera pour chaque altération les variations d'indice et de classe de qualité (Rejsek, 2002).

INDICES	CLASSES	QUALITE
>80	bleu	Très bonne
60-80	vert	Bonne
40-60	jaune	Passable
20-40	orange	Mauvaise
<20	rouge	Très mauvaise

Figure 7. Les classes et indices de qualité (Boissonneault, 2009).

1.2. Classes d'aptitudes aux usages

Les altérations suivies diffèrent selon les usages et les fonctions (Tableau 4) :

Tableau 4. Classes d'aptitude aux usages (E.P.E.D.D et al ; 2006).

Classe	1	2	3	4	5
Production eau potable	consommable	Traitement simple	Traitement classique	Traitement complexe	Inapte
Loisirs et sports nautiques	optimal		acceptable		Inapte
Irrigation	Plante très sensibles	Plante sensible	Plante tolérante	Plante très tolérante	Inapte
Abreuvement	Tous animaux	Animaux matures			Inapte
aquaculture	Tous élevages	Poissons adultes			Inapte

2. Evaluation de la qualité bactériologique

Outre les organismes végétaux et animaux aquatiques habituels, une foule de microorganismes peuple les eaux de façon normale ou non. Certains peuvent devenir une gêne pour l'environnement ou pour l'homme. Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but : premièrement de rechercher si les populations bactériennes naturelles de type « Décomposeur » sont bien équilibrées de manière à assurer une bonne remise en circulation des éléments minéraux à partir des organismes morts. Secundo, de mettre en évidence la présence de bactéries qui indiquent une pollution fécale due à un rejet d'eaux résiduaires urbaines ou agricoles (Van Overmeiren, 2008).

3. Evaluation de la qualité Biologique

L'évaluation de la qualité biologique repose sur l'utilisation et l'interprétation de paramètres biologiques obtenus à l'aide de méthodes validées qui partent du principe que l'étude des organismes vivants permet d'établir un diagnostic de l'état de l'écosystème.

Elle vise donc à renseigner sur l'état de santé des peuplements végétaux et animaux liés au milieu aquatique.

En effet, toute dégradation du milieu, chimique (rejets polluants) ou physique (recalibrage, extraction de granulats,...etc.), a une influence sur la composition et/ou la structure des biocénoses (présence ou absence d'espèce (s) sensible (s), richesse en espèces, abondance relative de chacune,...etc.).

L'étude des peuplements du milieu aquatique ou inféodés à lui (macroinvertébrés, diatomées, oligochètes, poissons, macrophytes,...), appelés **bio-indicateurs**, permet donc de déterminer des indices biologiques qui constituent une expression chiffrée de la qualité biologique (note variant entre 0 et 20 pour la plupart des indices) (Van Overmeiren, 2008).

3.1. Les principaux types d'indices biologiques

Sont le plus souvent associés à des indicateurs biologiques ou bioindicateurs. Parmi les indices les plus couramment utilisés, on peut citer l'indice biotique, maintenant remplacé par l'indice biologique global normalisé (IBGN), l'indice diatomées, l'indice oligochètes, l'indice macroinvertébrés, l'indice poissons, l'indice macrophytes ou l'indice oiseaux (Melhaoui, 2009).

Selon Krejci et al ; 2005, toute une série de micro-organismes, de plantes et d'animaux appartenant aux éléments biotiques des milieux aquatiques sont utilisés en relation avec la protection des eaux comme indicateurs de l'état des eaux.

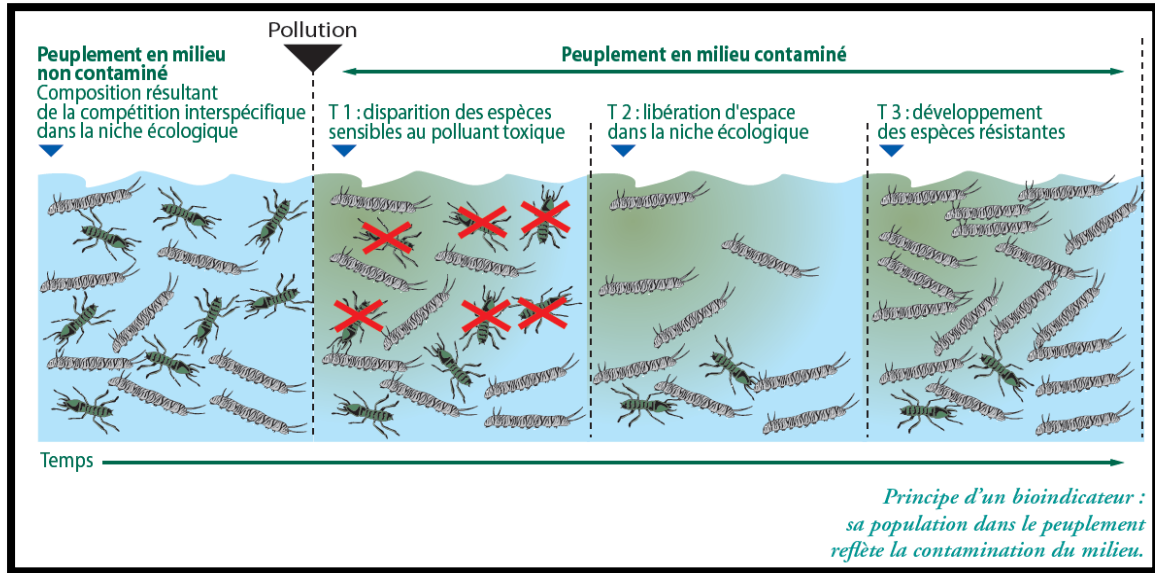


Figure 8. Les bioindicateurs des peuplements aquatiques, indique l'intensité de la pollution par leur présence/absence (Boucheseiche et al; 2002).

Indice	Groupe faunistique ou floristique étudié	Notation	exemple d'organisme
IBGN Indice Biologique Global Normalisé	Macroinvertébrés	Note de 0 à 20 Une note supérieure ou égale à 17 représente une eau très bonne qualité	
IBGA Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau		Listes faunistiques par substrat ou par groupe de substrat	
IBD Indice Biologique Diatomées	Diatomées	Note de 0 à 20 une note supérieure ou égale à 17 représente une très bonne qualité	
IOBS Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments	Oligochètes	Note de 0 à 10 une note supérieure à 6 représente une très bonne qualité	
IBMR Indice Biologique Macrophytique en Rivière	Flore aquatique	Note de 0 à 14 (ou plus) une note supérieure à 14 représente une très bonne qualité (eutrophisation très faible)	
IPR Indice Poisson Rivière	Poissons	Note de 0 à 36 (ou plus) Plus la valeur de l'indice est élevée plus la qualité est dégradée	

Figure 9. Les principaux indices biologiques utilisés (Rodier, 2009).

Cadre d'étude

1. Description de la région de Mila

La wilaya de Mila est issue du dernier découpage administratif de 1984, elle présente une superficie totale de 348000 hectare, dont 294300 hectares sont réservés à l'agriculture soit 85% et les forêts couvrent 33570 hectares, soit 10% de la superficie totale de la wilaya.

Administrativement elle se compose de 13 daïra et 32 communes, sa population s'élève à 780.000 ha .Le chef-lieu de la wilaya se trouve au Nord-est de la wilaya et occupe une superficie de 130.60 km² et concentre une population de 62698 ha (Bouderbane et Harrati, 2012).

1.1. Situation géographique

Avec une superficie de 3.478 km² Mila est l'une de la mosaïque des wilayas de l'Est Algérien. Le voisinage de la wilaya de Mila est composé de 6 wilayas, Jijel et Sekikda au Nord, Constantine à l'Est, Sétif à l'Ouest, au Sud les wilayas de Batna et Oum-El-Bouaghi (Aissoui, 2013).



Figure 10. Localisation géographique de la wilaya de Mila (ADE, 2015).

1.2. Climat

Le climat de la wilaya de Mila est un climat typiquement méditerranéen. Il est caractérisé par un hiver doux et pluvieux et une période estivale longue chaude et sèche qui se prolonge du mois de mai au mois d'octobre avec une variation saisonnière et spatiale.

1.2.1. Les facteurs du climat

1.2.1.1. Température

La température est le facteur climatique le plus important (Dreux, 1980). Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

Les données de la station météorologique d'Ain Tin montrent des températures moyennes mensuelles de la période 2005/2015, une température méditerranéenne modérée durant les mois de l'automne, l'hiver et le printemps. Pendant l'été la température augmente rapidement où on a enregistré une valeur mensuelle moyenne d'environ 25°C (Figure 11).

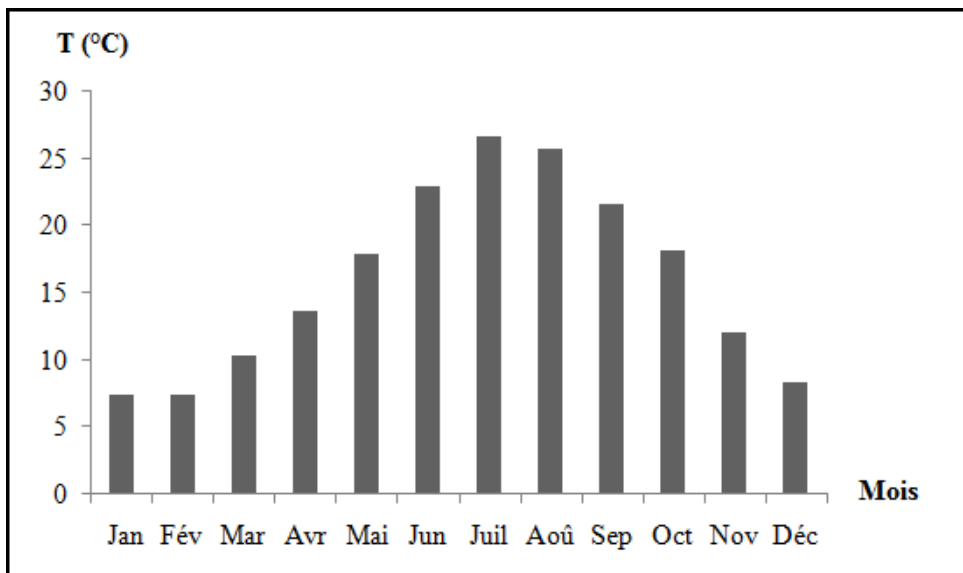


Figure 11. Histogramme de la variation de la température moyenne dans la région de Mila (2005-2015).

1.2.1.2. Précipitation

Les précipitations constituent évidemment, le paramètre climatique essentiel. Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence (Kerdoud, 2006).

Nous constatons d'après la figure 12 que les précipitations mensuelles moyennes sont irrégulières durant les mois des années (2005/2015).

Le mois le plus abondant en pluie est février, à l'inverse le mois de juin est le plus sec.

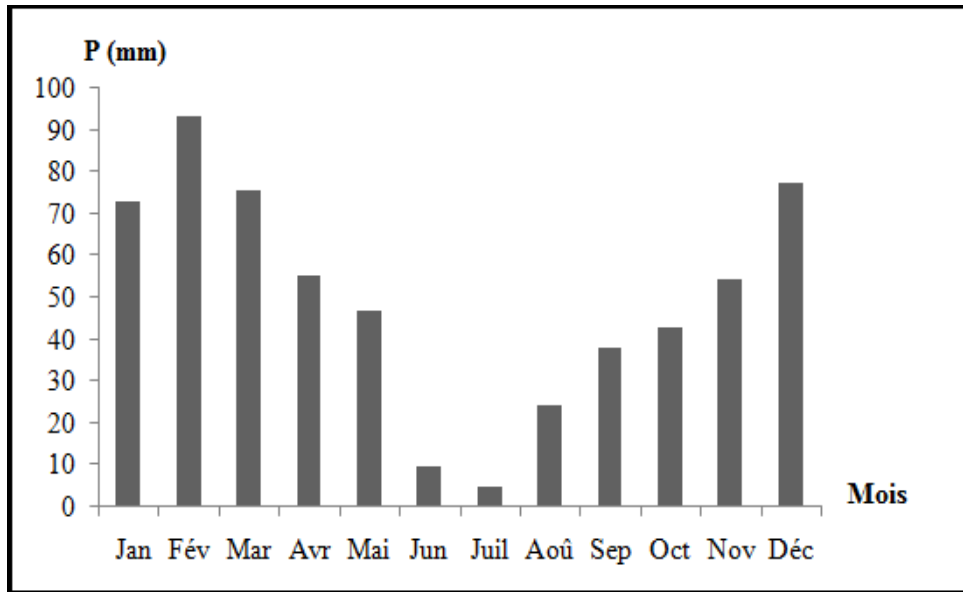


Figure 12. Histogramme de la variation de la précipitation moyenne dans la région de Mila (2005-2015).

1.2.1.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Bagnouls et Gaussen considèrent qu'un mois est sec lorsque $P \geq 2T$ Où :

- **P** : Précipitations moyennes mensuelles.
- **T** : Températures moyennes mensuelles.

Lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures, on dit que la période est sèche. Et plus la surface comprise entre les deux courbes est grande, plus la durée de la sécheresse est croissante (Benmansour, 2001).

Le diagramme ombrothermique de la wilaya de Mila (Figure 13) fait apparaître une alternance de deux périodes, l'une humide s'étale durant six (06) mois du début de novembre jusqu'au avril cependant que, l'autre est une période sèche s'étale durant six (06) mois du début d'avril jusqu'au octobre.

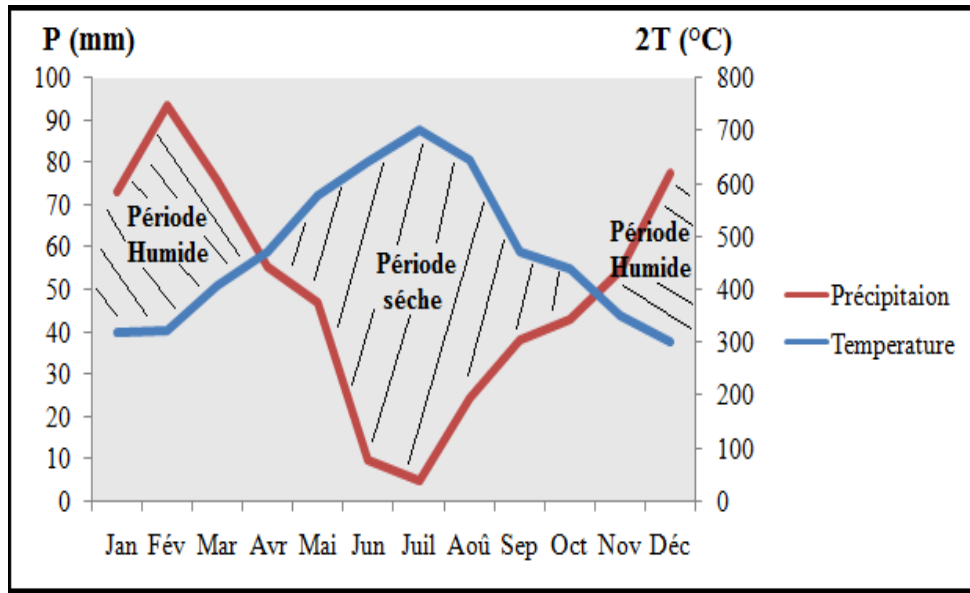


Figure 13. Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Mila (2005-2015).

1.2.1.4. L'indice d'aridité

Cet indice dépend essentiellement des précipitations moyennes mensuelles (mm) et la température annuelle (°C), en appliquant la formule suivante (Tableau 5).

$$I = P / (T + 10)$$

Avec :

- **I** : Indice d'aridité ;
- **P** : Précipitation moyenne annuelle (mm).

Tableau 5. Classification climatique selon l'indice d'aridité.

Valeur Indice d'aridité	Type de climat
$0 < I < 5$	Hyper aride
$5 < I < 10$	Aride
$10 < I < 20$	Semi-aride
$20 < I < 30$	Sub-humide
$30 < I < 40$	Humide
$40 < I$	Hyper humide

Selon la valeur de l'indice d'aridité de Demarton obtenue (Tableau 6), la région de Mila est caractérisée par un climat de faible aridité sub-humide.

Tableau 6. Indice d'aridité dans la station d'Ain Tin (2005-2015).

Station \ Paramètres	P (mm)	T (°C)	I (mm/°C)
Station d'Ain Tin	594.57	16.13	<u>22.75</u>

1.2.1.5. Climatogramme pluviométrique d'Omberger 1932

Quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q) spécifique au climat méditerranéen permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Pour déterminer ce quotient nous avons utilisé la formule de STEWART (1969), adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q = (P/M^2 - m^2) \times 2000$$

Avec :

- **P** : La pluviométrie moyenne annuelle en mm.
- **M** : La température moyenne des maxima des mois les plus chauds en K°.
- **m** : La température moyenne des minima des mois les plus froids en K°.

Pour la région de Mila : **P** = 594,57 mm, **M** = 298.2 K°, **m** = 280.33 K°, donc :

$$Q = \underline{115,02}$$

Selon le climatogramme pluviométrique d'EMBERGER (Figure 14), on remarque que la région de Mila se situe dans l'étage bioclimatique **Sub-humide à Hiver doux**.

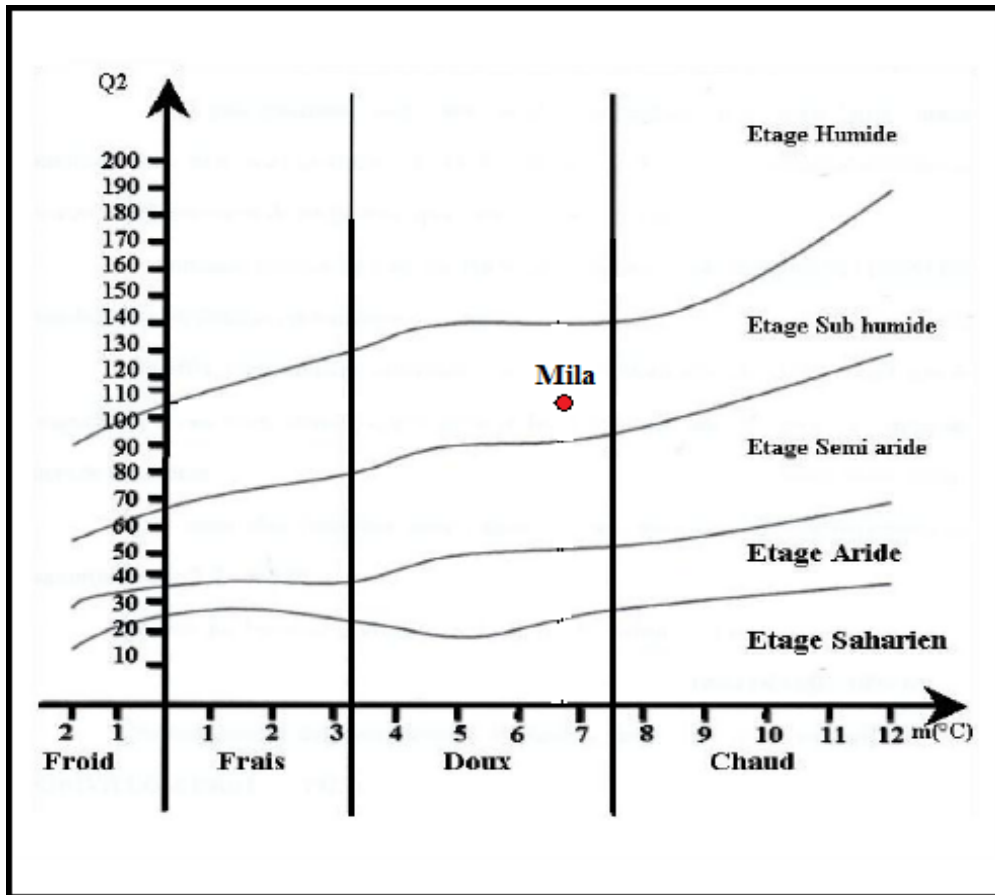


Figure 14. Climatogramme pluviométrique de la station d'Ain Tin dans la région de Mila (2005- 2015).

1.2.1.6. L'humidité

L'humidité est un paramètre très important pour l'étude des pertes par évaporation dans un barrage (Groga, 2012). Au regard de la base de données décennale sur ce paramètre (2005 à 2015), l'humidité s'accroît pendant l'hiver, le printemps et l'automne marquant une pic en mois de février, et une baisse en été dont le mois le plus sec est juillet (Figure 15).

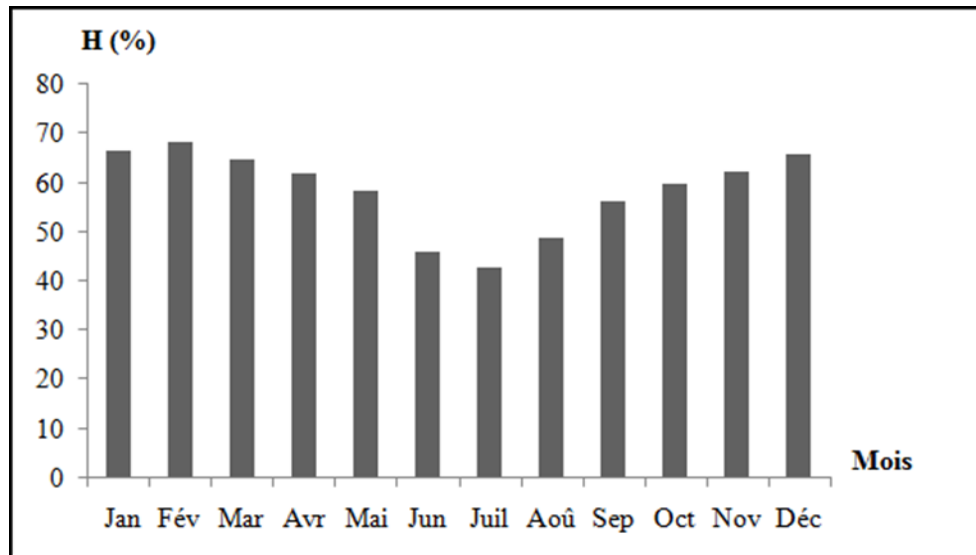


Figure 15. Histogramme de la variation de l'humidité dans la région de Mila (2005-2015).

1.2.1.7. L'évaporation

C'est le phénomène physique de la transformation de l'eau en vapeur d'eau. Il intervient à toutes les phases du cycle de l'eau.

L'estimation de l'évaporation dont il est question ci-dessous se base sur des mesures effectuées à la station d'Ain Tin durant la période de 2005-2015. Les résultats disponibles sont consignés dans la figure 16.

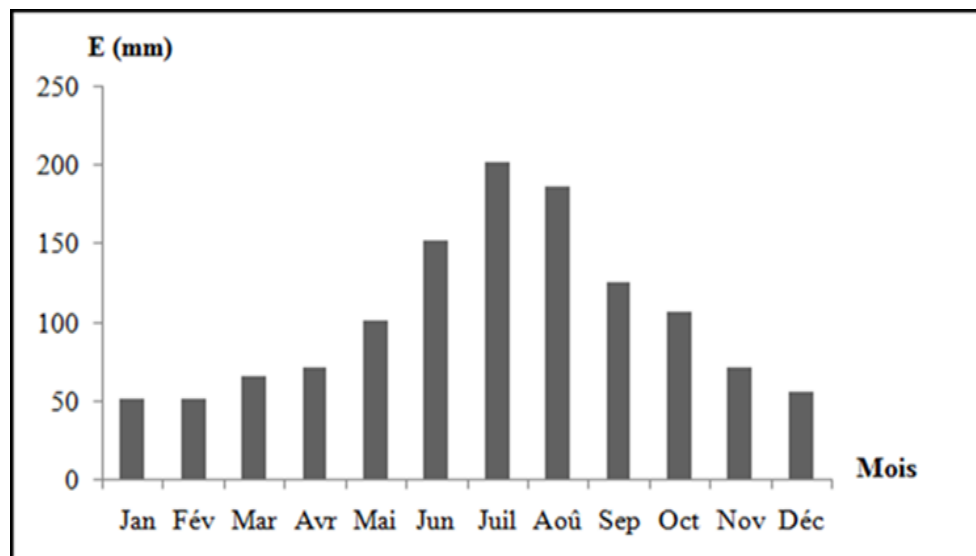


Figure 16. Histogramme de la variation de l'évaporation dans la région de Mila (2005-2015).

Pour ces années d'observation (2005-2015) le maximum d'évaporation a été enregistré au mois de Juillet et le minimum au mois de Janvier.

1.2.1.8. Le vent

Le vent est un facteur climatique très important, car il joue un rôle fondamental dans le transport, la propagation et la dissémination des polluants de différentes tailles vu ses caractéristiques de direction et de force (Malghite, 2009).

L'étude des vents dominants dans la ville de Mila fait ressortir des directions différentes variant du nord-ouest au nord-est à la direction Sud. Les vents du nord générés par un large couloir formé par les montagnes surplombant la région de Béni Haroun, au nord de Mila.

Une étude plus minutieuse montre que :

- Les vents Nord-ouest et Nord-est s'étalent sur la période allant du mois de novembre au mois de juin.
- Les vents du Nord-est et du Sud s'étalent sur la période allant du mois de juillet au mois d'octobre (Bouderbane et Harrati, 2012).

La figure 17 montre que les vitesses moyennes les plus élevées s'observent en Hiver (Février).

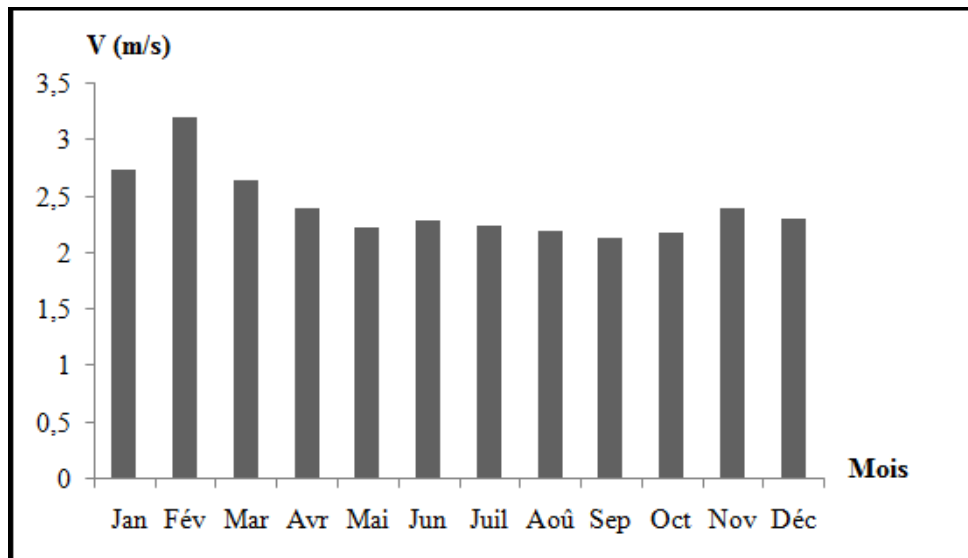


Figure 17. Histogramme de la variation de la vitesse des vents dans la région de Mila (2005-2015).

1.2.1.9. L'insolation

La répartition des moyennes mensuelles d'insolation (Figure 18) nous permet de constater que la brillance du soleil est maximum au cours du mois de juillet avec une moyenne de 351,47 heures, et le minimum est enregistré pendant le mois de décembre avec une moyenne de 149,81 heures.

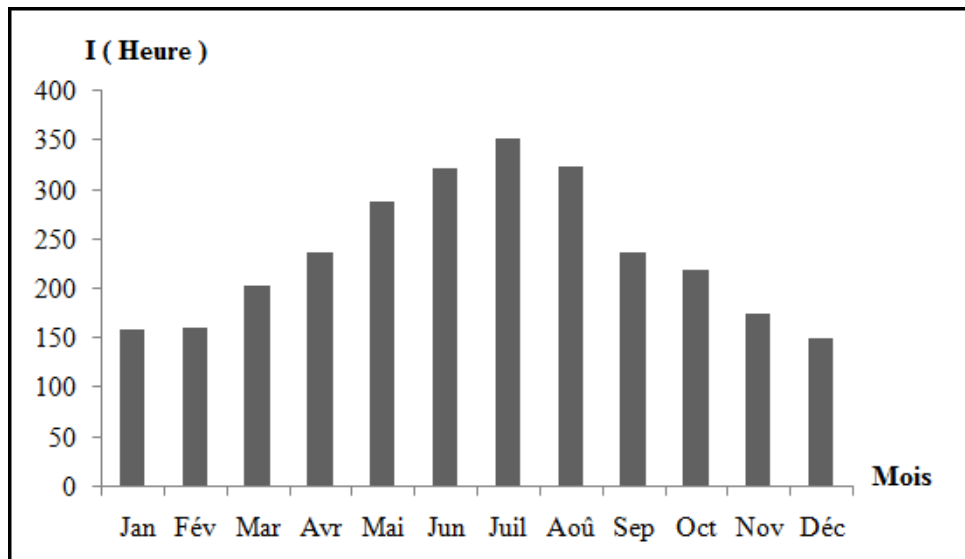


Figure 18. Histogramme de la variation de l'insolation dans la région de Mila (2005-2015).

1.3. Orographie

La région de Mila se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Cependant, selon Zouaidia (2006) on distingue trois espaces différents dans la région : un espace montagneux, un espace de piedmonts et de collines et un espace de hautes plaines.

1.3.1. L'espace montagneux

Formé d'une succession de massifs montagneux (massifs Telliens) et caractérisé essentiellement par un relief accidenté et des sols érodés. Concernant la configuration du relief, on distingue deux grandes unités géomorphologiques :

- Les hauts piedmonts au centre Ouest avec une pente allant de 12,5 à 25% ;

- Montagne pour le reste de la région et dont la pente est généralement supérieure à 25 % (Zouaidia, 2006).

1.3.2. L'espace de piedmonts et de collines

- constituant la région centrale du piedmont Sud Tellien, l'espace de piedmonts et de collines présente des altitudes très élevées comprise entre **500** et **800** m. Il est composé par : Les plaines intra montagneuses dont l'altitude moyenne est de **400** m ;
- Les collines et les piedmonts situés dans la partie Est de la wilaya et qui sont limités au Nord par la région montagneuse. Au Sud, ils forment la limite des hautes plaines. Il s'agit de collines présentant un relief montagneux très désordonné ;
- La région des hauts piedmonts qui forment au Nord-Ouest le prolongement des reliefs Tellins, concerne la dépression de Ferdjioua et Oued Enja ;
- La dépression de Mila formée par un ensemble de basses collines (de **500** à **600** mètres d'altitude) et de massifs isolés (massif de Ahmed Rachedi) (Zouaidia, 2006).

1.3.3. L'espace Sud des hautes plaines

Dans cette région Sud de la wilaya, dont l'altitude moyenne est généralement comprise entre **800** et **900** m émergent des massifs montagneux isolés tels que :

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| - Kef Lebiod 1,408 m; | - Kef Isserame 1,726 m. |
| - Djebel Tariolet 1,285 m; | - Djebel Gherour 1,271 m. |
| - Djebel Grouz 1,187 m; | - Djebel Lehman 1,237 m. |
| - Djebel Méziout 1,127 m; | - Djebel Tarkia 1,066 m. |

Les deux unités géomorphologiques (plaines et glacés) occupent la majorité de la surface de l'espace avec une faible pente comprise entre **0** et **3%** (plaines) et une pente comprise entre **3** et **12%** (bas piedmonts) (Zouaidia, 2006).

2. Barrage de Béni Haroun

2.1. Localisation et description

Le barrage de Béni Haroun est situé à l'aval de la confluence de Oued Rhumel et Oued Endja; à une quarantaine de Kilomètres au nord de Constantine et une distance équivalente par rapport à l'embouchure de Oued Kebir (Mer Méditerranée). Sa mise en eau a commencé en Aout 2003 (Mebarki, 2009).

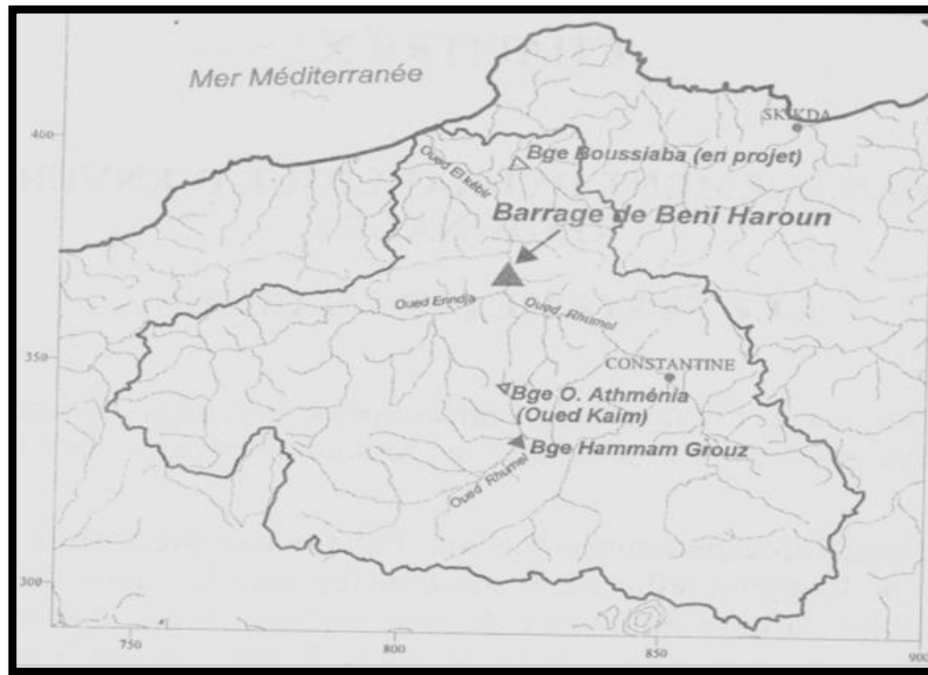


Figure 19. Localisation du barrage de Béni Haroun (Mebarki, 2009).

La digue du barrage, construite en béton compacté se dresse sur une hauteur de 107 m au-dessus du lit de l'oued Kébir. La retenue du barrage de Béni Haroun permet d'emmagasiner plus de 963 hm^3 d'eau; avec un volume utile de 732 hm^3 entre les cotes 172 et 200 m. Le barrage de Béni Haroun permet de régulariser un apport annuel d'eau de 435 hm^3 . Le rapport entre la capacité de la retenue et sa surface donne une lame d'eau moyenne de 24 m (Mebarki, 2009).

2.2. La Flore

Selon la direction conservation des forêts de la wilaya de Mila le bassin versant du barrage de Béni Haroun est caractérisé par la présence des espèces suivantes :

- ✓ Oléastre (*Olea europea*) ;
- ✓ Roseau (*Poaceae*) ;
- ✓ Pistachier (*Pistacia terebinthus*) ;
- ✓ Lentisque (*Pistacia lentiscus*) ;
- ✓ Opuntia (cactus raquettes) ;
- ✓ Câprier (*Capparis spinosa*) ;
- ✓ Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ;
- ✓ Olivier (*Olea europaea*) ;
- ✓ Eucalyptus (*E. globulus*) ;
- ✓ Tamarix (*Tamarix africana*) ;
- ✓ Laurier-rose (*Nerium oleander*) ;
- ✓ Calicotome spinosa ;
- ✓ Juncus effusus.

2.3. La Faune

2.3.1. Les mammifères

D'après la conservation des forêts de la wilaya de Mila, les mammifères qui se trouvent dans cette région sont:

- ✓ Le Chacal commun (*Canis spp*) ;
- ✓ Renard roux (renard commun ou renard rouge) (*Vulpes vulpes*) ;
- ✓ Songlier (*sus scrofa*) (est un mammifère omnivore forestier) ;
- ✓ Proc épic (*Hystrix indica*) ;
- ✓ Hérisson d'Afrique du nord (*Atelerix algirus* c'est un hérisson d'Algérie) ;
- ✓ Lièvre (*Lepus spp*) ;
- ✓ Le Lapin de garenne ou lapin commun (*Oryctolagus cuniculus*) ;
- ✓ L'Hyène rayée (*Hyaena hyaena*) ;
- ✓ La Mangouste (*Cynictis penicillata*) ;
- ✓ La Belette (*Mustela nivalis*) ;

- ✓ Le Chat sauvage (*Felis silvestris*) ;
- ✓ Le grand Gerboise (*Jaculus orientalis*) ;
- ✓ La Genette (*Genetta genetta afra*).

2.3.2. Les oiseaux

Le barrage de Béni Haroun un lieu favorable pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques, 21 espèces, appartenant à 9 familles ont été recensées.

Tableau 7. Liste des espèces d'oiseaux observées au niveau du barrage de Béni Haroun (Conservation des forêts de Mila, 2016).

1. Familles des Anatidae	
<i>Canard colvert</i>	<i>Anas platyrhynchos</i>
<i>Sarcelle d'hiver</i>	<i>Anas crecca</i>
<i>Tadorne de belon</i>	<i>Tadorna tadorna</i>
2. Familles des Podicipedidae	
<i>Grébe castagneux</i>	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
<i>Grébe huppé</i>	<i>Podiceps cristatus</i>
<i>Grébe à cou noir</i>	<i>Podiceps nigricollis</i>
3. Famille des Ardeidae	
<i>Héron cendré</i>	<i>Ardea cinerea</i>
<i>Héron garde-bœufs</i>	<i>Bubulcus ibis</i>
<i>Aigrette garzette</i>	<i>Egretta garzetta</i>
<i>Grande aigrette</i>	<i>Egretta alba</i>
4. Famille des Ciconidae	
<i>Cigogne blanche</i>	<i>Ciconia ciconia</i>
5. Famille des Ralidae	
<i>Foulque macroule</i>	<i>Fulica atra</i>
<i>Poule d'eau</i>	<i>Gallinula chloropus</i>
6. Famille des Laridae	
<i>Géolond leucopnée</i>	<i>Larus michahellis</i>
<i>Géolond brun</i>	<i>Larus fuscus</i>
<i>Mouette rieuse</i>	<i>Larus ridibundus</i>
7. Famille des Phalacrocoracidae	
<i>Cormoran huppé aristotelis</i>	<i>Phalacrocorax</i>
<i>Grand cormoran carbo</i>	<i>Phalacrocorax</i>

8. Famille des Alcedinidae	
<i>Martin pêcheur</i>	<i>Alcedo atthis</i>
9. Famille des Accipitridae	
<i>Buzard des roseaux</i>	<i>Circus aeruginosus</i>

2.3.3. Les poissons

D'après les collectes des données fournies par la direction de la pêche de la wilaya de Mila les espèces de poissons vivantes au niveau du barrage de Béni Haroun se présentent comme suit:

- La Carpe commune (*Cyprinus carpio*) ;
- La Carpe royale (*Cyprinus carpio*) ;
- La Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) ;
- La Carpe à grande bouche (*Aristichthys nobilis*) ;
- Le Barbeau (*Barbus barbus*) ;
- La Brème (*Abramis bramas*).

1. Objectif du travail

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau superficielle du barrage de Béni-Haroun par le truchement des analyses physico-chimiques et bactériologiques, afin de préciser l'affluent ou l'oued le plus polluant du réseau alimentateur et interpeller ainsi les services concernés pour une intervention visant à réduire le taux de la pollution.

Nous avons suivi la qualité de l'eau à travers des analyses physico-chimiques et microbiologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux) et au niveau du laboratoire de biochimie et de microbiologie (département de biologie) du Centre Universitaire de Mila.

2. Echantillonnage

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage ;
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage ;
- La conservation adéquate de l'échantillon (Rodier, 1997).

2.1. Prélèvement de l'eau à analyser

Les prélèvements d'eaux superficielles des stations ont été effectués entre Octobre 2015 et Avril 2016 aux dates suivantes :

18/10/2015

01/02/2016

04/04/2016

Les prélèvements d'eau ont été effectués manuellement. Des bouteilles en polyéthylène de 1.5 litres propres et nettoyées pour les analyses physico-chimiques.

Au moment de l'échantillonnage les bouteilles sont rincées trois fois avec l'eau à échantillonner.

L'eau est prise à une profondeur de 60 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air et au maximum les effets de bords.

Nous avons aussi utilisés des flacons en verre d'environ 250 ml sur lesquelles on note (date, heure et adresse exacte de prélèvement) stériles (étuvées à 180°C pendant 40 minutes) pour les analyses microbiologiques. Ceux-ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant.

2.2. Stations de prélèvement

Dans le barrage, les échantillons d'eau ont été prélevés au niveau des stations suivantes :

Tableau 8. Description et coordonnées géographiques des stations d'échantillonnages.

Numéro de la station	Description	Coordonnées	
		Nord	Est
Station 1	située au niveau de la digue à Djebel Lakehal, près de Grarem Gouga, N27	36°33'57.81"	6°16'31.60"
Station 2	située en aval d'Oued El- kton au sud du barrage environ 7 kilomètres au nord de la ville de mila	36°28'28.47"	6°21'11.79"
Station 3	située en aval d'Oued Endja après le pont au niveau de machtet Mellel.	36°29'48.94"	6° 6'24.07"
Station 4	située en aval d'Oued Dib, sous le pont d'oued Dib	36°33'51.08"	6°17'25.26"
Station 5	située au niveau d'Oued Mila, au sud de barrage et à environ cinq kilomètres au nord de la ville de Mila	36°29'11.14"	6°17'24.68"

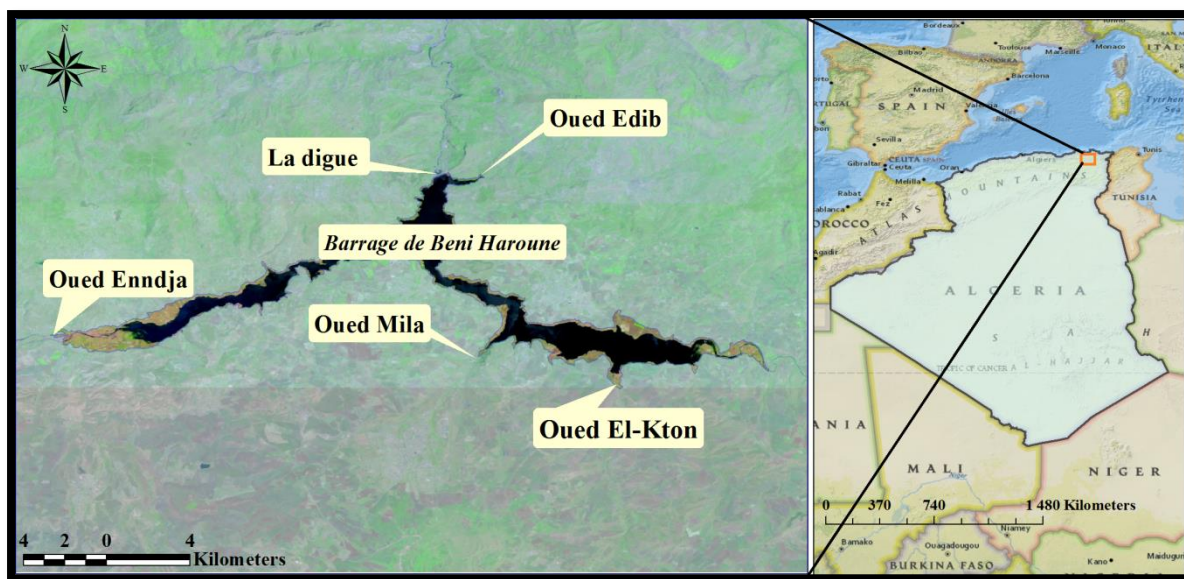


Figure 20. Localisation des points de prélèvement.

3. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les mesures de la température, de la conductivité, du pH et de la salinité, ont été effectuées *in situ* dans chaque station, pour chaque prélèvement.

Les échantillons d'eau ont été conservés à 4°C pendant le transport au laboratoire, puis ont été analysés dans les 24 heures qui suivent. Lorsque les échantillons sont conservés, ils sont mis au réfrigérateur.

➤ Mesure *in situ*

Tableau 9. Principe et mode opératoire des appareils utilisés sur terrain.

Paramètre	Principe	Mode opératoire
Conductivité et température	Le conductimètre doté d'une sonde et d'un thermomètre incorporé, permet de déterminer la conductivité électrique relative à la présence des sels et afficher la température utile à l'environnement aquatique.	Quelques instants après que la sonde est immergée un chiffre est affiché sur l'écran. A l'aide d'un bouton "mode" on peut choisir entre la température exprimée en °C et la conductivité en μS .
pH	Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée.	Il consiste à tremper l'électrode dans le bêcher de

	Pour cette détermination, nous utilisons une méthode électrométrique.	l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter le pH
Salinité	Le degré de salinité a été mesuré aussi par méthode électrochimique à l'aide d'un multi paramètre.	Le même mode opératoire du conductimètre. Le degré de salinité est exprimé en mg/litre d'échantillon analysé

➤ Mesure *in vitro*

Tableau 10. Les paramètres mesurés au laboratoire (Rodier, 2009).

paramètre	principe	Expression des résultats	Matériels
Turbidité	La comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solution de formazine. La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.	La mesure est obtenue directement en NTU.	- Turbidimètre de type (HACH 2100 N). - Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.

Nitrites	Les nitrites réagissent avec le Sulfamilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N1 Naphtyléthylénediamine dihydrochloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 534nm.	D'après la courbe d'étalonnage déjà fait au laboratoire. Le résultat est donné en mg/l.	- Spectrophotmètre UV-Visible - Autres
Nitrates	En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.	D'après la courbe d'étalonnage déjà fait au laboratoire. Le résultat est donné en mg/l.	- Etuve - Spectrophotmètre UV-Visible - Autres
Sulfates	Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de Ba Cl ₂ . $\text{Cl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ba SO}_4 +$	mg/l SO_4^{2-} = la valeur lue sur le spectrophotomètre x facteur de la dilution.	- Spéctrophotmètre UV-Visible - Autres
Phosphates	Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de	D'après la courbe d'étalonnage déjà fait au laboratoire. Le résultat est donné en mg/l.	- Spectrophotmètre UV-Visible - Autres

	potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.		
Dureté totale_TH (Ca⁺², Mg⁺²)	Formation des complexes des ions Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ avec une solution titrée des sel dissodique de l'acide éthylène diamine étraplégique (EDTA) en milieu tamponné à pH 10 .la fin de la réaction est indiquée par le noir eriochrome T.	La lecture de TH est directement en degré français sur la burette.	- Une burette graduée en degré français et son support ou une burette graduée en dixième de mil litres. - Un erlenmeyer de 250ml. - Une fiole jaugée de 100ml. - Un compte-gouttes - Autres.
Matières oxydables	Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10mn), des matières oxydables contenues	On indique les résultats comme oxydabilité en mg de KMnO₄/l. Aussi en mg d'O₂/l. Les valeurs d'oxydabilité sont calculées selon les formules suivantes :	- une burette graduée en degré française. - Un erlenmeyer - Une fiole

	dans l'échantillon. Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium.	$\text{Mg KmnO}_4/\text{l} = \frac{(\text{Vech}-\text{V0}) * \text{F} * 316}{\text{PE}}$ $\text{Mg O}_2/\text{l} = \frac{(\text{Vech}-\text{V0}) * \text{F} * 80}{\text{PE}}$ $\text{Mg O}_2/\text{l} = (\text{Vech} - \text{V0}) * \text{F} * 0.8$ V acide oxalique Dont F = $\frac{\text{V Permanganate}}{\text{V acide oxalique}}$	jagée. - Une pipette de 5 ml. - Une pipette de 20ml. - Agitateur magnétique avec plaque chauffante.
Chlorures	On fait agir au milieu neutre pH=6.7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai constitué de solution titrée de chlorure de sodium .La réaction se fait en présence de chromate de potassium jusqu'à l'apparition de la couleur brunâtre.	$\text{X mg/l (Cl}^-) = (\text{V1}-\text{V0}) * \text{N} * 35.5 * 1000 / \text{prise d'essai (100 ml)}$. V1 : volume de titrage (nitrate d'argent) lors d'échantillon.	- Une burette graduée en degré française. - Un erlenmeyer - Autres.
Résidu sec à 105°C	La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matière dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination des résidus sur l'eau non	Les résultats sont donnés en mg/l. $(\text{PP}-\text{PV}) 10 * 1000 = \text{mg/l de RS}$ D'où : - PP : le poids plein de la capsule - PV : le poids vide de la capsule	- Capsule en porcelaine. - Balance analytique. - Etuve réglable. - Autres.

	filtrée permet d'évaluer la teneur en matière dissoute et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.		
TA-TAC	Dosage de l'alcalinité par un acide fort la fin de la solution est indiquée par la phénophtaléine.	Il est pratique de mesurer TA et TAC en une seule manipulation. pour cela appliquer la méthode d'analyse de TA et noter le résultat directement de la burette (la disparition de la coloration). Une fois l'échantillon sous l'analyse décoloré ajouter quelque gouttes d'hélianthine et suivre la méthode remettre la liqueur dans la burette, donc la lecture direct finale est TAC.	- Burette graduée en degré française. - Erlenmeyer de 250 ml - Fiole jaugée de 100 ml. - Un compte-gouttes.

4. Méthodes d'analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. Ces déterminations

qualitatives et quantitatives sont établies à partir d'un dénombrement direct des colonies après concentration par filtration ou inoculation d'un volume donné de l'échantillon en milieu solide.

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire, analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes et toutes les étapes ont été effectuées dans une zone stérile (autour du bec bunsen).

Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- Recherche et dénombrement des germes totaux ;
- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (*E. Coli*) ;
- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux ;
- Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réductrices* ;
- Recherche des germes spécifiques : Salmonelles ; Staphylocoques et champignons.

Pour réaliser l'analyse bactériologique de l'eau nous avons eu recours aux :

Appareillages

- Un bain Marie.
- Autoclave.
- Une étuve de 37°C.
- Une étuve de 44°C.
- Une étuve de 22°C.
- Four Pasteur.
- La hotte.
- Réfrigérateurs.
- Un bec Benzène.
- Rampe de filtration à 6 postes

Matériaux

- Tubes à essai.
- Pipettes Pasteur et pipettes graduées.
- Les flacons en verre de 250ml.
- Les boîtes de Pétri.
- L'ance de platine.

4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux à 22°C et à 37°C

➤ But

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau (des bactéries, levures, moisissures et les champignons aérobies qui sont non pathogènes mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes) par comptage des colonies à 22°C et à 37°C.

➤ Mode opératoire

Nous utilisons la méthode par incorporation sur gélose TGEA. Pour chaque échantillon, et/ou à partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} nous portons aseptiquement 1 ml en double dans deux boîtes de pétri vides numéroté et préparées à cet usage et nous allons compléter l'opération comme l'indique la figure ci-après (Figure 21).

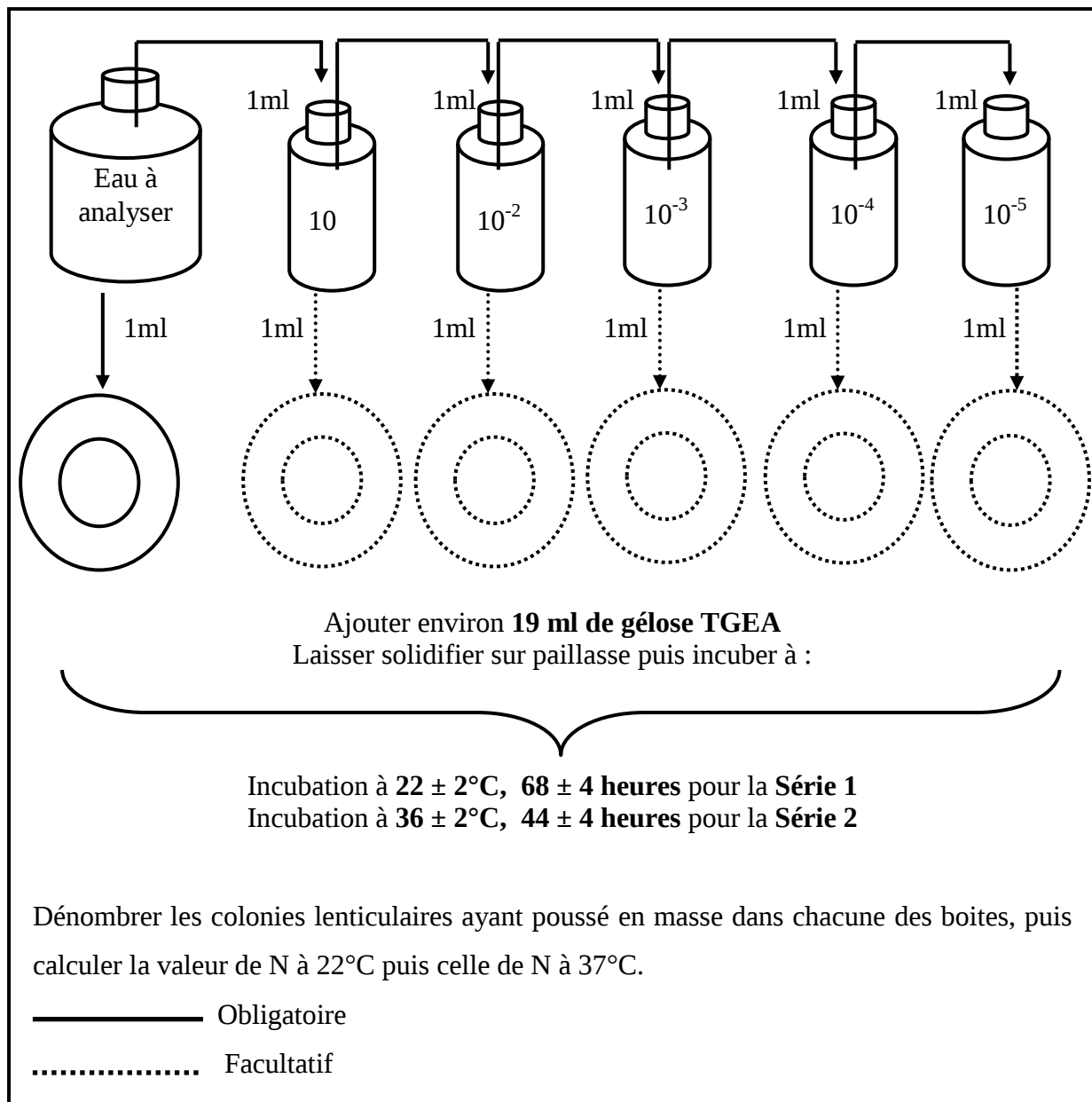


Figure 21. Recherche des germes aérobies dans l'eau.

➤ Lecture et interprétation

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes.

Calculer ensuite la valeur du nombre N, de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre N de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{1.1 * d}$$

Où :

- Σc : est la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.
- d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule.

Le résultat final de germes totaux dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10.

4.2. Recherche et dénombrement des germes fécaux et *Escherichia Coli* (*E. Coli*)

➤ But

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement de bactéries coliformes totales, les coliformes fécaux (*Escherichia Coli*) dans les eaux. La présence de ces germes indique une contamination fécale récente d'origine humaine.

➤ Mode opératoire

Pour chaque échantillon, à partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} , nous utilisons **la méthode de dénombrement après concentration par filtration sur membrane à essai standard** comme l'indique la figure 22. On procède à une filtration sur membranes en esters de cellulose, de porosité 0,22 μm ou 0,45 μm , susceptibles de retenir les bactéries. Un quadrillage en surface facilite les dénombrements bactériens.

L'opération s'effectue en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes;
- Le test de confirmation : réservé à la recherche des *Escherichia coli*.

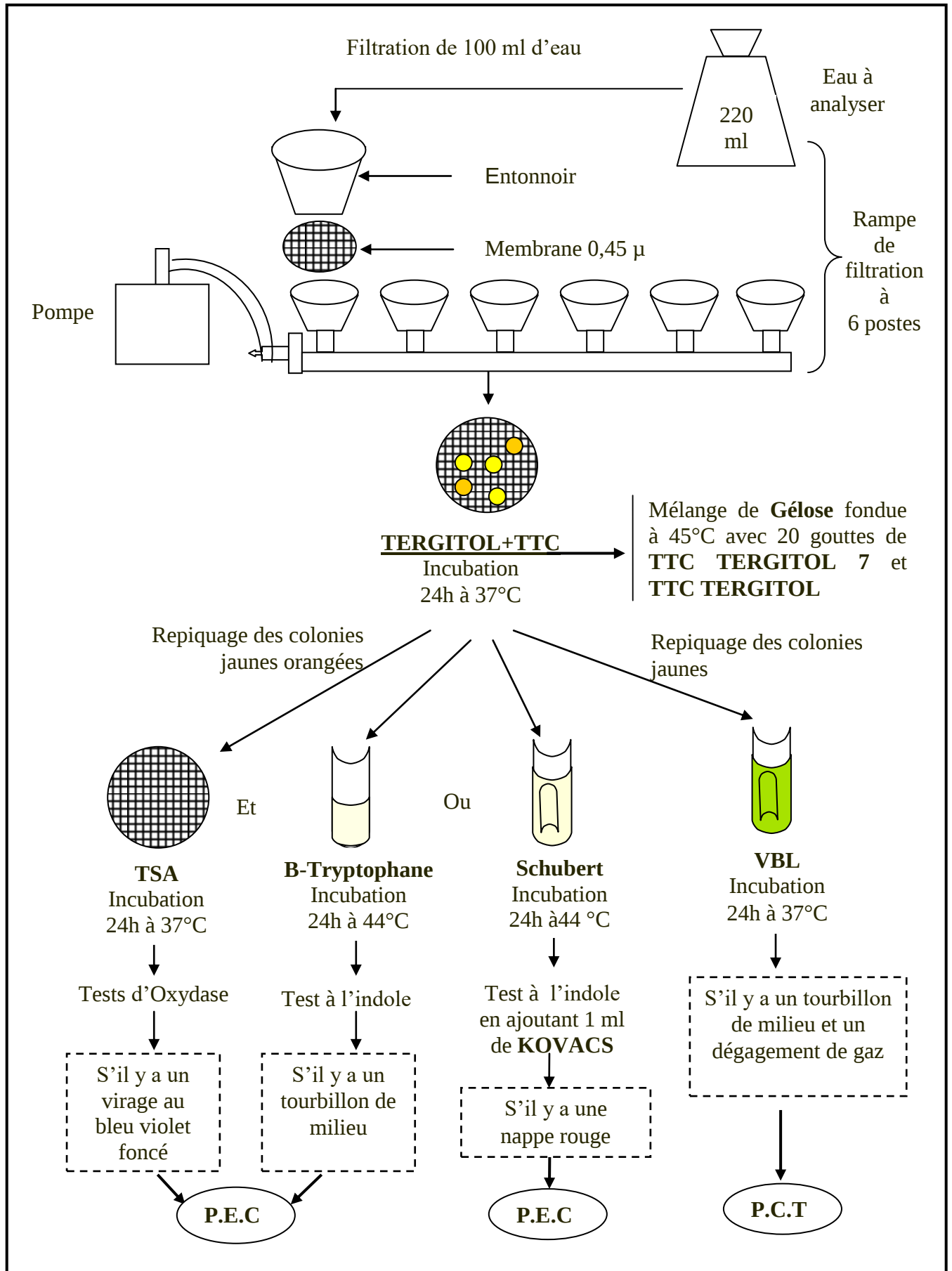


Figure 22. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et *E. Coli* dans l'eau.

➤ Expression des résultats

- nombre de colonies jaunes et jaunes orangées = nombre de coliformes totaux dans 100 ml.
- Le nombre d'*E. Coli* est calculé par la formule suivante :

$$N(E. Coli) = \frac{B}{A} * C$$

Où :

- **B** : Nombre de colonies caractéristiques ayant répondu aux critères d'identification ;
- **A** : Nombre de colonies repiquées ;
- **C** : Nombre total de colonies dans la boîte ;
- **N** : Nombre d'*Escherichia coli* dans 100 ml.

4.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

➤ But

Recherche et dénombrement de streptocoques fécaux dans l'eau qui sont considérés comme indicateur d'une Contamination fécale récente d'origine animal.

➤ Mode opératoire

Par la méthode de dénombrement après concentration par filtration sur membrane poreuse, pour chaque échantillon, à partir des dilutions décimales $10^{-1}, 10^{-2} \dots$ l'opération se fait en deux étapes :

- Test présomptif : en milieu de culture **Gélose SLANETZ** et **BARTLEY** à 37°C pendant 48h.
- Test confirmatif : en milieu de culture **BEA** à 44°C pendant 2h.

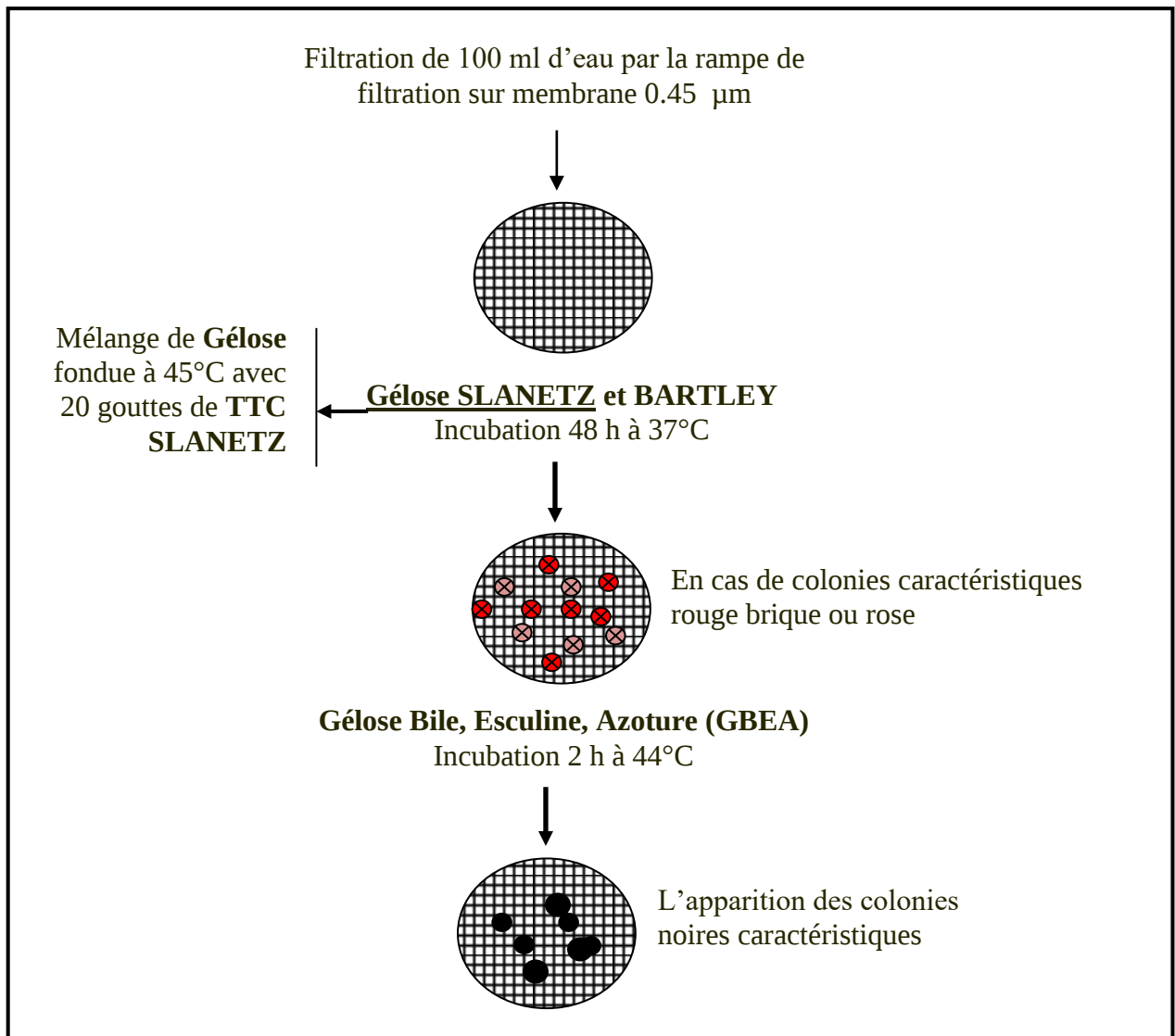


Figure 23. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.

➤ Expression des résultats

Compter le nombre de colonies noires caractéristiques et le rapporter à 100 ml d'eau à analyser.

4.4. Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfito-réductrices*.

➤ But

Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices qui sont considérés comme indicateur d'une Contamination ancienne du l'eau vu à leurs pouvoir de sporulation.

➤ **Mode opératoire**

Par la méthode de dénombrement après concentration par **filtration sur membrane poreuse à 0.22 µm**, pour chaque échantillon, à partir des dilutions décimales $10^{-1}, 10^{-2} \dots$ l'opération se fait comme l'indique la figure 24.

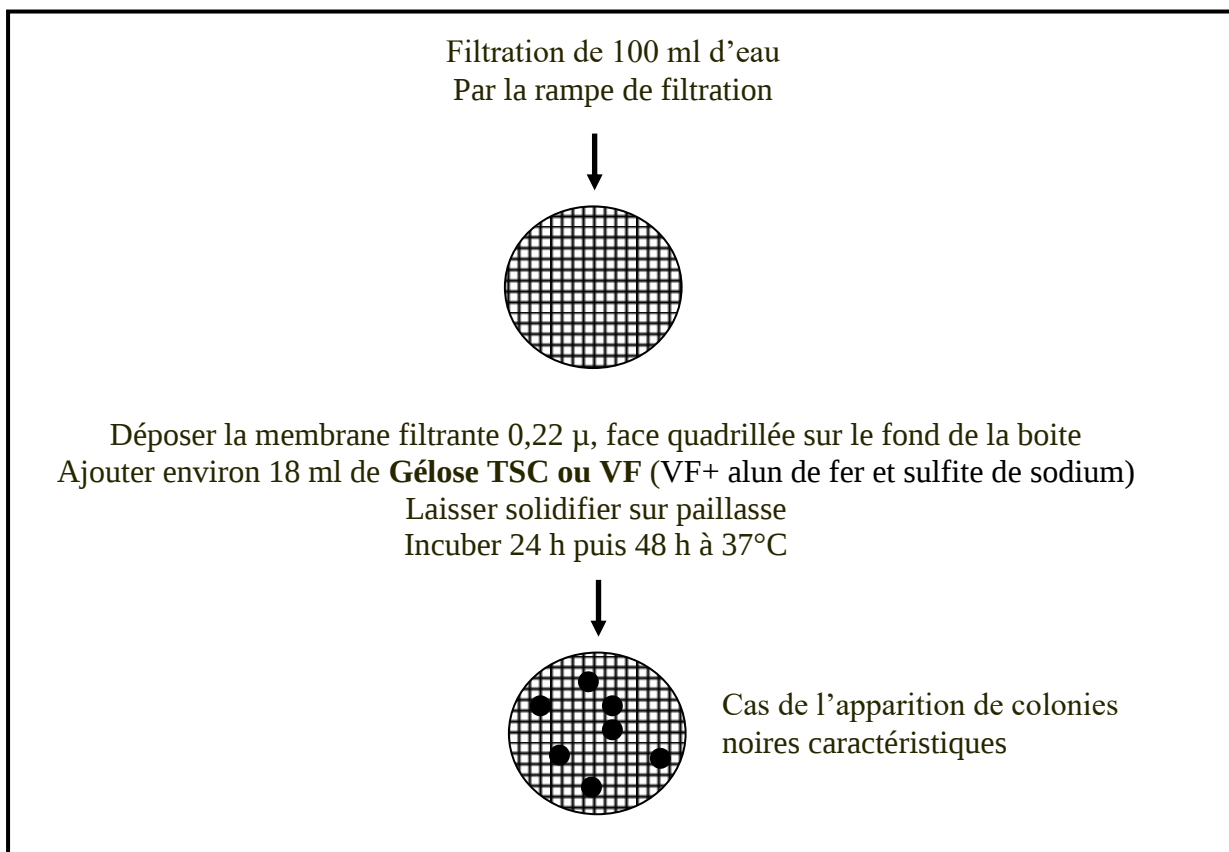


Figure 24. Recherche et dénombrement de spores de *clostridium sulfito-réductrice* dans l'eau.

➤ **Expression des résultats**

Compter le nombre de colonies noires caractéristiques et le rapporter à 100 ml d'eau à analyser.

4.5. Recherche d'autres micro-organismes

Culture simple sur gélose ordinaire :

- Transférer l'échantillon à analyser sur le milieu ;

- Etaler l'inoculum en surface à l'aide d'un étaleur en verre stérile (Pipette pasteur) ;
- Incuber à 20-25°C de 3 à 5 jours ;
- Observer les colonies et conclure la présence d'une flore bactérienne (bactéries peu exigeantes). Certaines colonies peuvent avoir des couleurs caractéristiques.

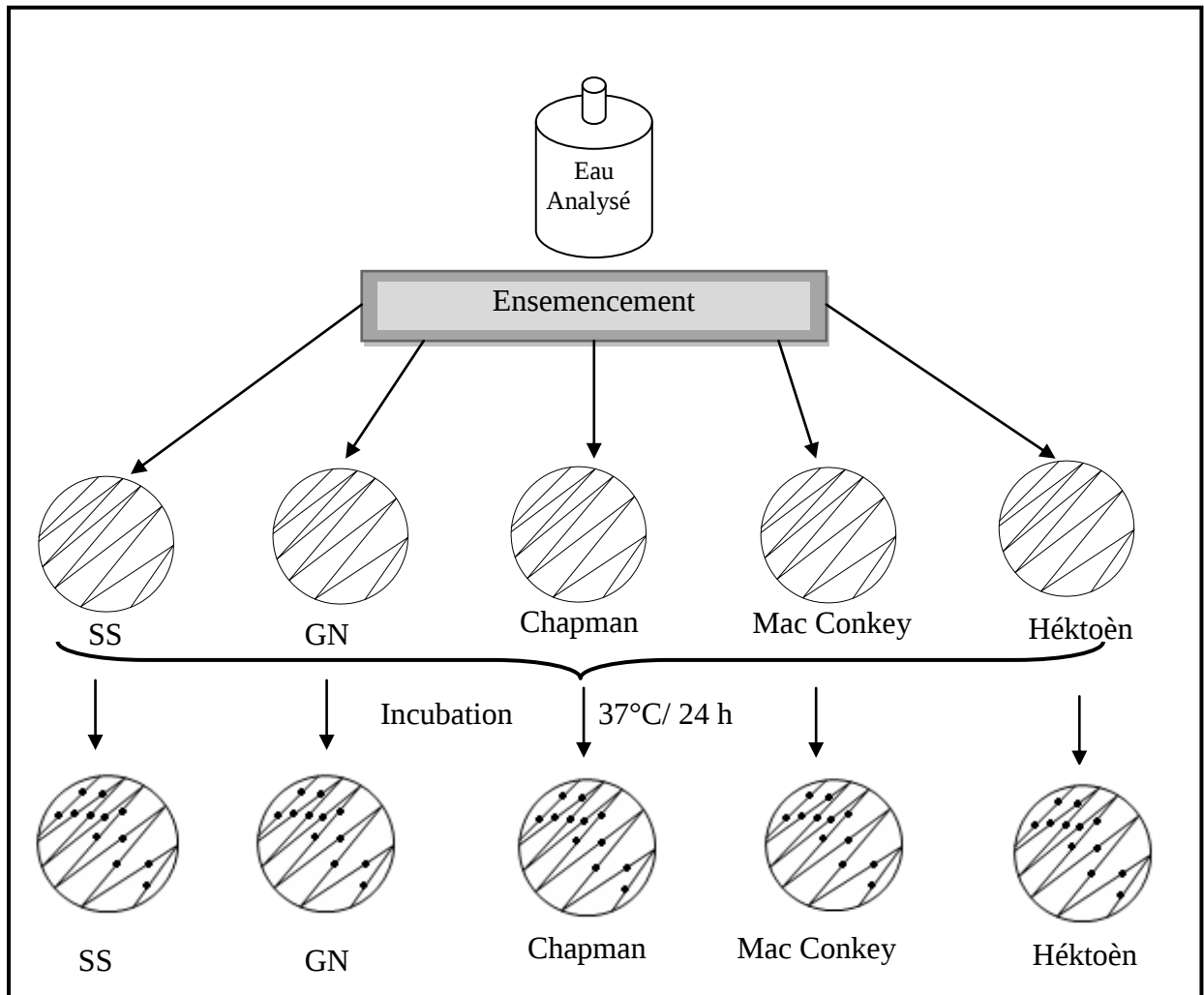


Figure 25. Recherche d'autres microorganismes dans l'eau.

I. Paramètres physico-chimiques

1. Température

D'après les résultats représentés dans la figure 26, la température moyenne saisonnière ne varie pas significativement d'un site à l'autre. Les valeurs dans les cinq stations tournent autour d'une moyenne de $11,94 \pm 0,44$ °C.

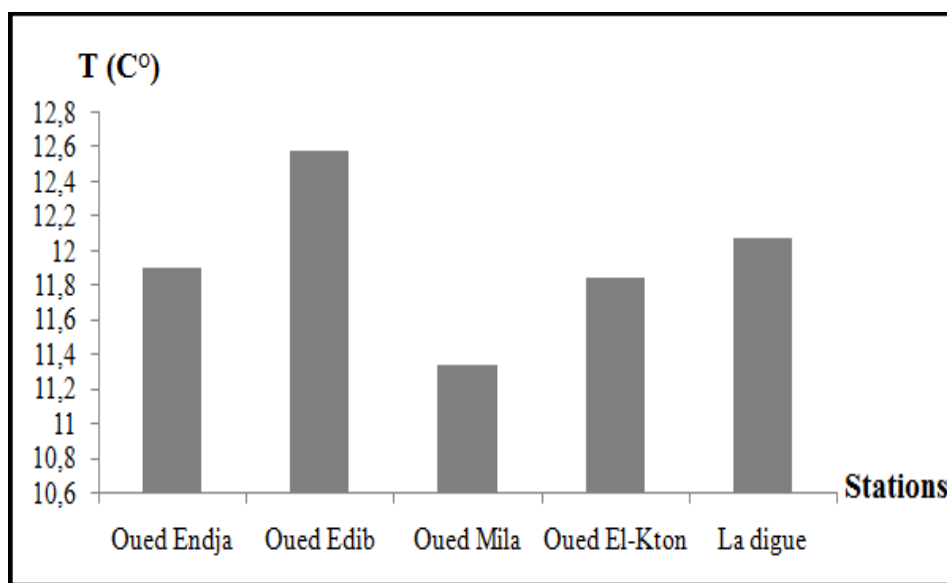


Figure 26. Evolution spatiale des valeurs de la température.

La température de l'eau dépend essentiellement de celle du milieu ambiant, de l'heure, du lieu de prélèvement, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol et elle devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air (Ramade, 1993).

Les variations de température affectent certaines propriétés de l'eau, comme la solubilité de l'oxygène ou la vitesse des réactions chimiques de dégradations et de minéralisation des matières organiques (Martin, 1979).

Sur le plan développement des microorganismes, particulièrement les bactéries et du point de vue physicochimique, elles influencent directement l'évapotranspiration, ce qui favorise la minéralisation et l'augmentation des concentrations des éléments dans l'eau. L'augmentation de la température favorise également le développement des algues et des végétaux aquatiques en liaison avec l'enrichissement du milieu en éléments nutritifs (Ramade, 1993).

2. Le pH

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (Abdeselem, 1999). On a constaté d'après les résultats représentés dans la figure 27, des valeurs moyennes saisonnières du pH légèrement variables entre 7,7 et 8,2. Ce qui indique que les eaux des stations concernées ont un pH légèrement alcalin ne dépasse pas la norme Française (NF95-363) sur les eaux superficielles naturelles, qui se situe entre 5,5 et 9 pour permettre un développement normal de la faune et de la flore. Les valeurs du pH obtenues sont accompagnées par une absence du titre alcalimétrique (TA) et une augmentation du titre alcalimétrique complet (TAC) (Figure28).

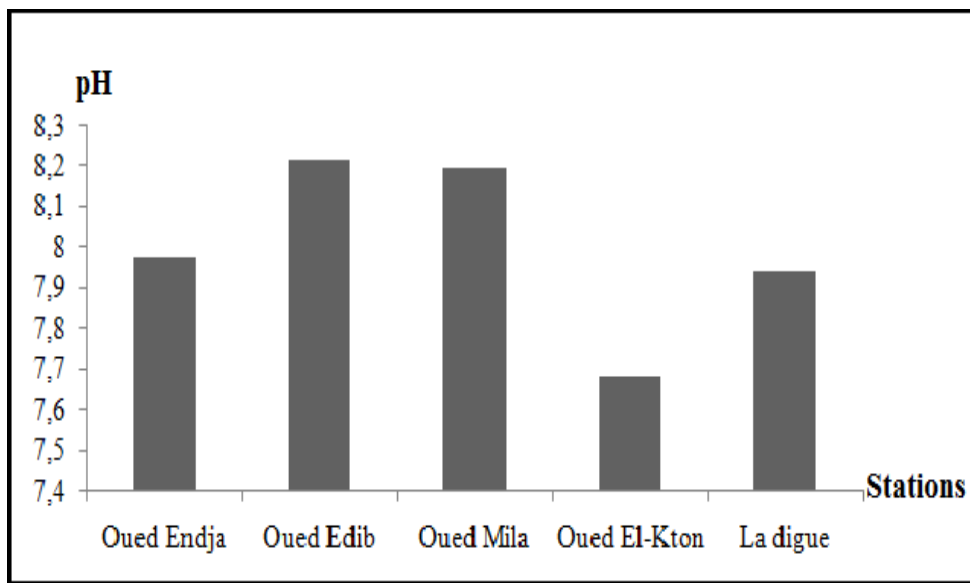


Figure 27. Evolution spatiale des valeurs du pH.

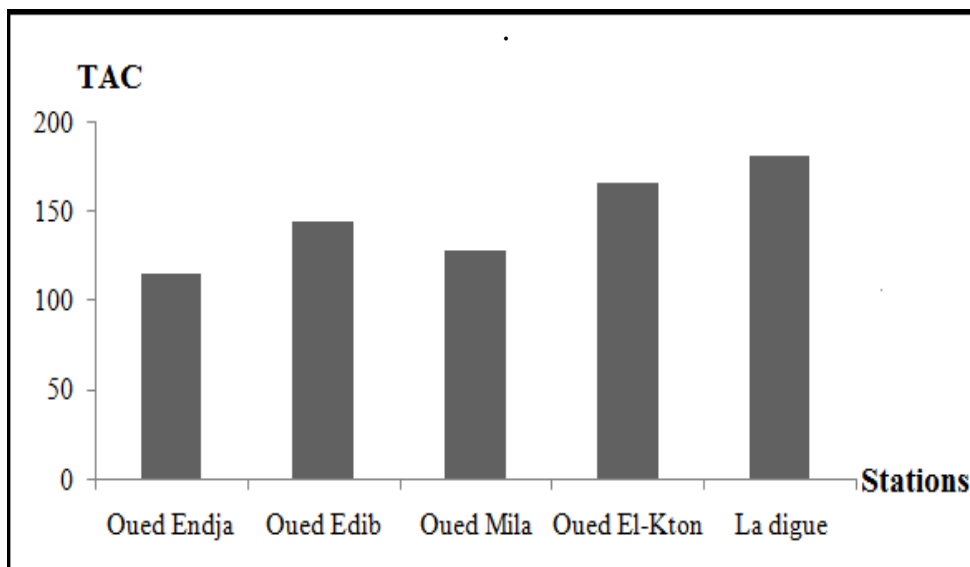


Figure 28. Evolution spatiale des valeurs du titre alcalimétrique (TAC).

Cette variation du pH dépend de la conductivité ; les eaux les plus minéralisées ont un pH élevé. Dans les eaux naturelles, elle dépend aussi des roches rencontrées par la rivière (en milieu calcaire, le pH est assez basique, tandis que dans une région granitique, il est acide).

Après la comparaison de nos résultats obtenus au niveau de la digue à ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (7,8). La valeur du pH a connu une légère augmentation.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4) :

- **pH** : Pour la production d'eau potable, les eaux de toutes les stations sont utiles. Pour l'aquaculture les eaux de Oued Endja, Oued El-kton et la digue sont favorables pour tout type d'élevage. En revanche les eaux de Oued Edib et Oued Mila sont de bon usage uniquement à l'élevage des poissons adultes.
- **TAC** : Pour la production d'eau potable les eaux de toutes les stations sont utiles. Concernant l'aquaculture, les eaux de toutes les stations sont de bon usage à tous élevage des poissons.

3. Conductivité électrique, salinité et le taux des sels dissous TDS

La conductivité (CE) est proportionnelle à la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau et sa mesure permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 1984). Une conductivité électrique élevée est signe de pollution d'un écosystème aquatique. La conductivité électrique permet d'avoir une idée de la salinité de l'eau. Elle traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée.

D'après la figure 29, on a remarqué que la conductivité électrique est significativement variable entre les stations d'échantillonnage. La valeur la plus faible a été constatée au niveau de Oued Endja (692 μ S/cm), elle indique une salinité moyenne. Contrairement aux autres stations qui ont des valeurs plus élevées affichant une forte salinité et cela laisse penser que cette minéralisation ne peut donc être due qu'à un apport extérieur provoqué par le charriage et le lessivage des terres agricoles avoisinantes. Ainsi cette variation est en relation directe avec la température et la pluviométrie.

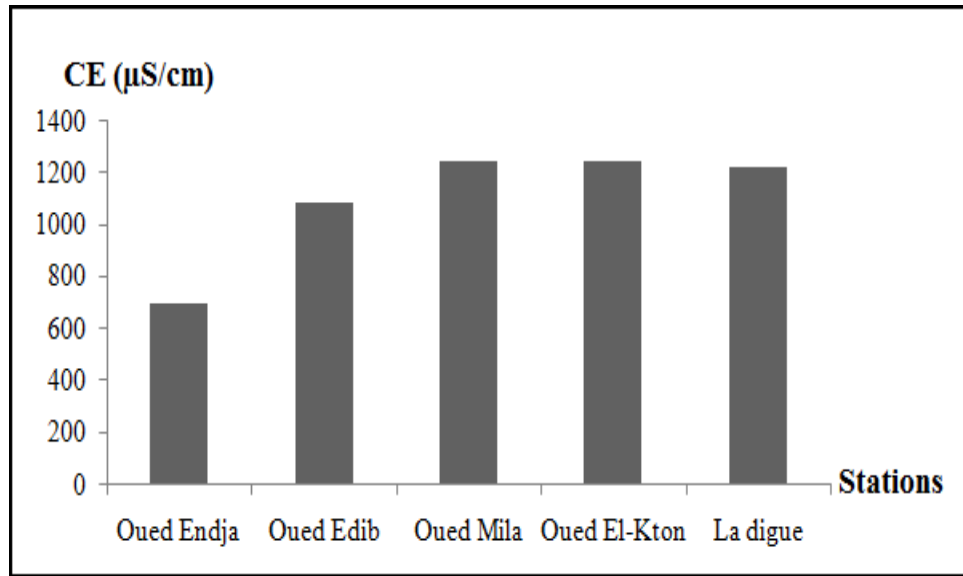


Figure 29. Evolution spatiale des valeurs de la conductivité.

Après avoir comparé nos résultats au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (1113,33 µs/cm). Les valeurs sont proches.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable, les eaux de toutes les stations sont utiles.

Les histogrammes obtenus de TDS (Figure 30) et de la salinité (Figure 31), présentent la même allure que celui de la conductivité, puisque les variations de ces trois paramètres sont fortement liées.

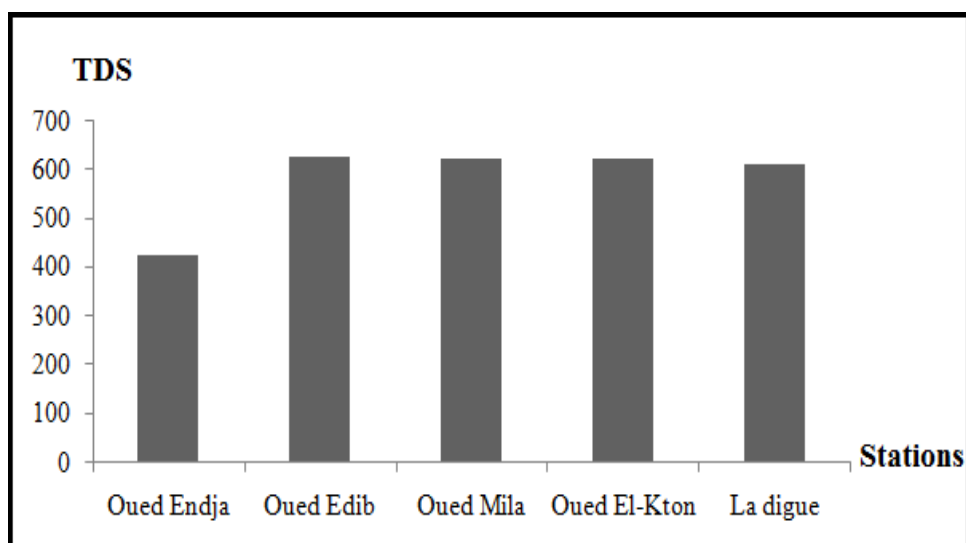


Figure 30. Variation spatiale des valeurs de Taux des sels dissous (TDS).

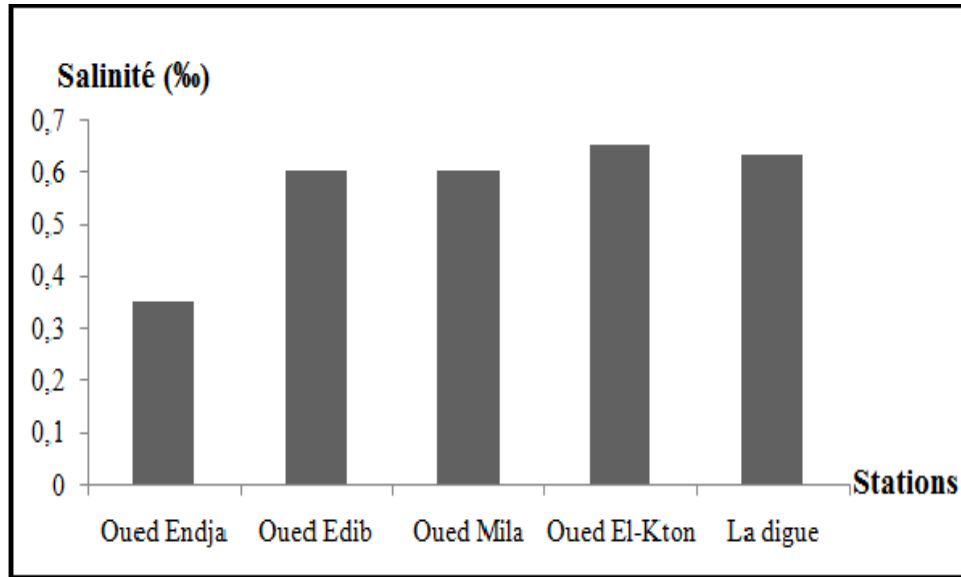


Figure 31. Variation spatiale des valeurs de la salinité.

4. La turbidité et les M.E.S

La turbidité est due à la présence de matières en suspension entraînées dans les eaux (Gregorio. C, Pierre-Marie. B, 2007).

Les teneurs des matières en suspension varient d'une manière irrégulière et d'une station à l'autre. La teneur en matières en suspension la plus élevée 610 mg/l (Figure 32) et la valeur la plus élevée de la turbidité 771 NTU ont été enregistrés au niveau de Oued Endja, cela pourrait être due aux eaux de pluie ruisselant sur des sols nus et aux divers rejets diffus essentiellement des villages avoisinants. Oued Edib, Oued Mila, Oued El-Kton et la digue sont faiblement chargés en M.E.S.

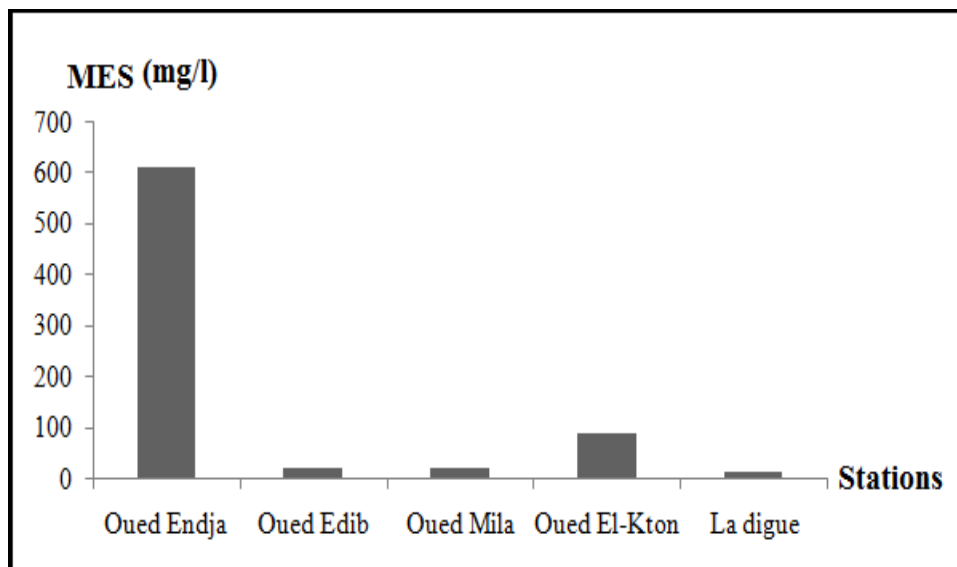


Figure 32. Variation spatiale des valeurs des M.E.S.

On remarque que l'histogramme de la turbidité (Figure 33) est presque identique à celui des M.E.S.

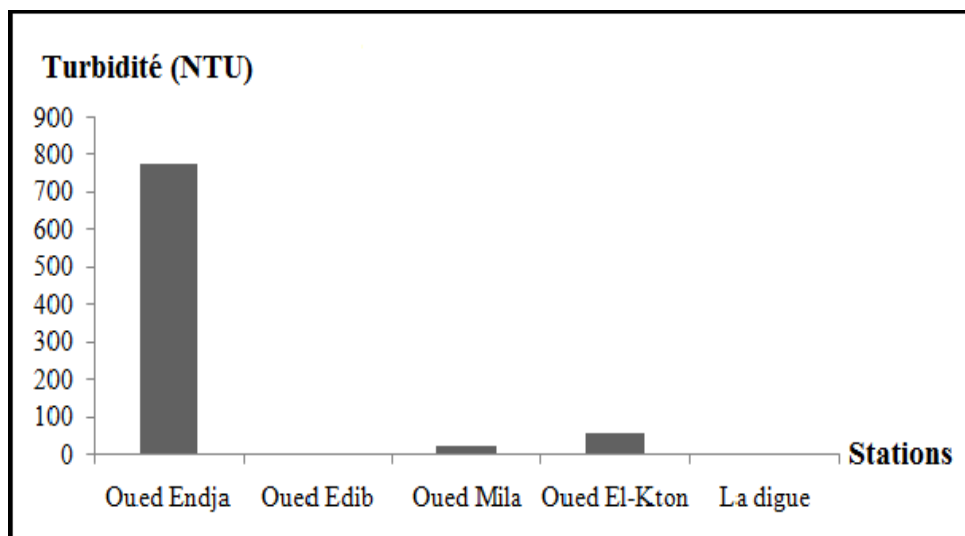


Figure 33. Variation spatiale des valeurs de la turbidité.

Dans les eaux superficielles, les MES peuvent provenir soit des effets de l'érosion naturelle du bassin versant suite à de violentes précipitations, soit des rejets d'eaux résiduaires urbaines ou industrielles. Leurs effets sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très néfastes (modification de la turbidité des eaux, réduction de la transparence, de la lumière donc de la photosynthèse...etc) (El-Morhit, 2009). Ce paramètre à un certain degré est considéré comme limitant à la fluctuation et au développement de la faune et de la flore aquatiques. La teneur en MES est généralement liée aux séquences hydrologiques du fleuve (crues et étiages).

Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs. Leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables.

Comparativement aux résultats obtenus de l'A.N.B.T en 2014 (37 mg/l) au niveau de la digue, le taux des M.E.S a remarquablement baissé. Un tel résultat pourrait être lié aux variations saisonnières très importantes marquées au niveau de cette station.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable les eaux de toutes les stations nécessitent un traitement simple à l'exception de Oued El-Kton qui a besoin un traitement classique. Les eaux d'Oued Endja et Oued

El-Kton sont inaptes pour les loisirs et les sports par contre les eaux de Oued Edib, Oued Mila et La digue sont optimales.

5. Résidu sec à 105 °C

D'après la figure 34, le résidu sec présente des fluctuations importantes entre les différentes stations. Une valeur extrême a été enregistrée au niveau de Oued Endja (1017 mg/l), un tel résultat pourrait être dû au lessivage des terrains traversés. Cependant, la valeur minimale du résidu sec est (580,5 mg/l) au niveau de Oued El-kton.

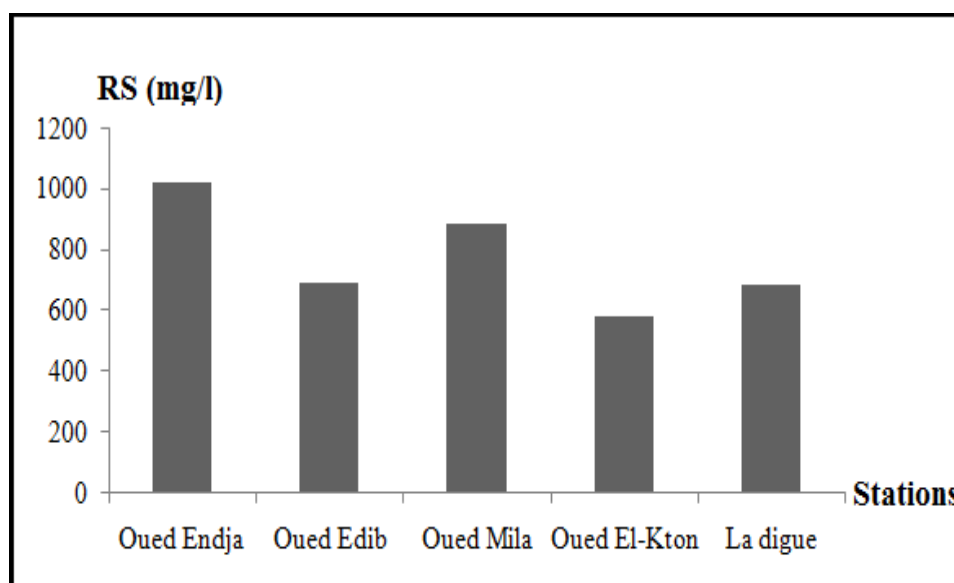


Figure 34. Evolution spatiale des valeurs du résidu sec.

Le taux du résidu sec de l'eau non filtrée permet de peser la teneur en matières dissoutes ou salinité totale (qui représente la majeure partie) et la teneur en matières en suspension. Selon Rodier et *al* ; (2005), le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit : la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières profèrent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, ce qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu et qui influence ainsi la faune et la flore aquatique.

Comparativement aux résultats obtenus de l'A.N.B.T en 2014 (714 mg/l) au niveau de la digue, il est à noter un abaissement du taux de résidu sec.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Les eaux de toutes les stations

sont utiles pour l'irrigation de toutes catégories des plantes même les plus sensibles. Aussi elles sont bonnes à être destinées à l'abreuvement des animaux mais uniquement les matures.

6. La dureté totale, le calcium et le magnésium

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Dans les eaux douces, elle est surtout due aux ions calcium et magnésium.

D'après les résultats obtenus (Figure 35), la valeur la plus élevée de la dureté a été enregistrée au niveau de Oued El-Kton (396 mg/l). Cependant, la valeur minimale a été constatée au niveau de Oued Endja (250 mg/l).

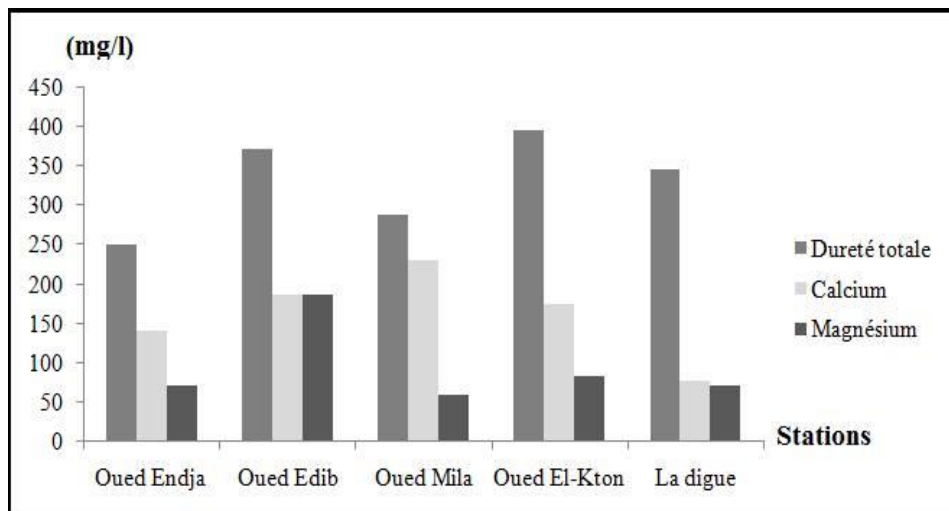


Figure 35. L'évolution spatiale des valeurs de la dureté, de calcium et de magnésium.

Les valeurs élevées (300 mg/l) peuvent être expliquées par le rejet des eaux usées et à la nature des roches sédimentaires traversées par l'eau et les ruissellements.

Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dit « dure » dans le cas contraire il s'agit d'une « douce » (Rodier, 1996). Un degré de dureté trop élevé favorise la prolifération des algues (Eutrophisation) alors qu'un degré trop faible empêche la croissance des plantes aquatiques.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable les eaux de toutes les stations sont utiles.

7. Calcium

Le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau (Guilbert, 2000). Il existe surtout à l'état de bicarbonates et en quantités moindres sous forme de sulfates, chlorures, etc...(Rodier et al ; 2005).

D'après la figure précédente (Figure 35), les valeurs du calcium sont variables d'une station à une autre. Les eaux de Oued Mila présentent une valeur extrême du calcium (230 mg/l). Ceci peut être dû à la dissolution des carbonates (calcite, calcite magnésienne) qui caractérisent les faciès de cette station, et à la nature géologique des terrains traversés par ce cours d'eau. Cependant, la faible teneur en calcium a été enregistrée au niveau de la digue (76.41 mg/l) ce qui indique une faible dissolution du calcium qui pourrait être due au phénomène de dilution causée par la pluviométrie.

La teneur en calcium des biotopes terrestres ou limniques présente une importance écologique majeure (Ramade, 2002).

Le calcium est dynamique et sa concentration est fortement influencée par le métabolisme microbien. Ceci, selon Wetzel (1983), est évidemment mieux décelable dans un milieu fermé tel un lac, que dans un oued.

L'ion calcium joue un rôle essentiel dans les écosystèmes aquatiques. En effet, il entre dans la constitution des squelettes et coquilles, et dans les phénomènes de perméabilité cellulaire ; il est concentré par les organismes à partir de l'eau ou des aliments (Gaujous, 1995).

Après avoir comparé nos résultats obtenus au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatée en 2014 (89,2 mg/l), nous avons remarqué une augmentation importante du taux de calcium.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable, les eaux de Oued Endja et la digue sont utiles. Alors que les eaux des autres stations doivent avoir un traitement complexe et nécessite une déminéralisation.

8. Magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus rependus dans la nature, constitue un élément significatif de dureté de l'eau (Rodier, 1996).

D'après la figure précédente (Figure 35), nous avons enregistré des fluctuations variables d'une station de prélèvement à une autre. La valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de Oued Edib (186,65 mg/l). Un tel résultat peut être dû à la fois aux divers rejets urbains et à la nature géologique des terrains traversés dont l'origine est semblable à celle du calcium: calcite magnésienne et dolomite, silicates et alumino-silicates, sulfates et chlorures magnésiens. Tandis que, La faible teneur est constatée au niveau d'Oued Mila (58 mg/l).

Après avoir comparé nos résultats obtenus au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (33,66 mg/l), nous avons prélevé une augmentation importante de magnésium.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable: les eaux de Oued Endja, Oued Mila, et la digue nécessitent un traitement simple, celles de Oued Edib un traitement complexe et celles de Oued El-Kton un traitement classique.

9. Sulfates

Les sulfates, composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium (Brémond et Vuichard, 1973).

La figure 36 présente des valeurs irrégulières variant selon les stations de prélèvements. La teneur la plus élevée de sulfate 168,8 mg/l a été relevée à Oued Mila. Ceci peut être expliqué par l'utilisation d'engrais chimique ainsi qu'au lessivage des terrains traversés. Tandis que la valeur minimale 21,67 mg/l est constatée au niveau de Oued El-Kton peut être due soit à une assimilation des plantes aquatiques des sulfates soit rejets diffus du village avoisinant.

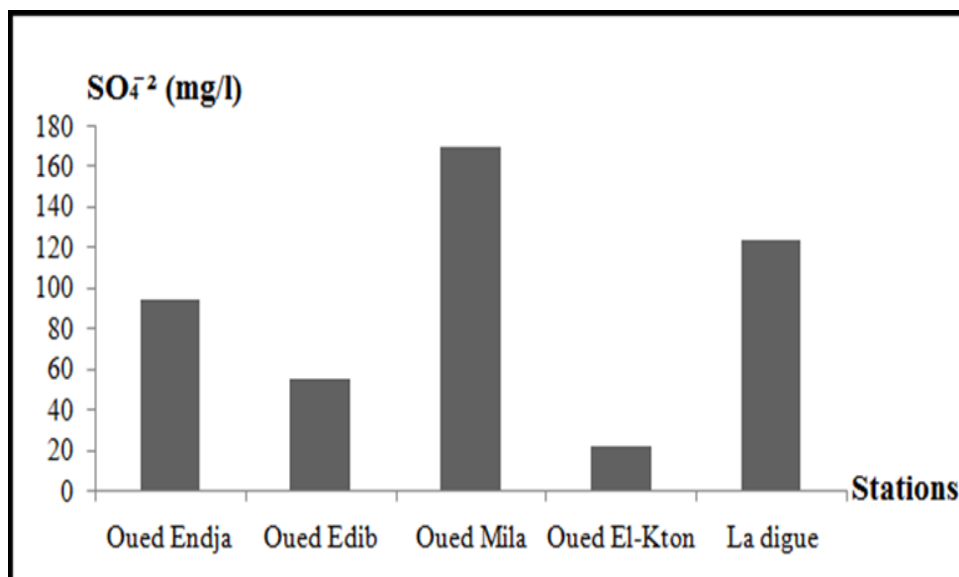


Figure 36. Evolution spatiale des valeurs du sulfate.

Nous avons remarqué un abaissement du taux de sulfate après comparaison de nos résultats obtenus au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (233,33 mg/l).

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production de l'eau potable, les eaux de toutes les stations sont utiles et sont bonnes à être destinées à l'abreuvement pour tous les animaux.

10. Le phosphate

La figure 37 présente des valeurs irrégulières variant selon les stations. La teneur la plus élevée de phosphate est 0,08 mg/l au niveau de Oued Mila. Une telle situation peut être attribuée au lessivage des terres agricoles traitées par les engrais. L'origine des orthophosphates est surtout urbaine. Ils proviennent des eaux d'égouts domestiques. Leynaudet Verrel (1980) affirment qu'à partir des études effectuées à ce jour, une grande partie des apports en phosphore dans les eaux superficielles provient des rejets industriels (industries agro-alimentaires, textiles, laveries, ateliers de traitement de surface...). Cependant la valeur la plus faible est 0,007 mg/l au niveau de Oued Edib.

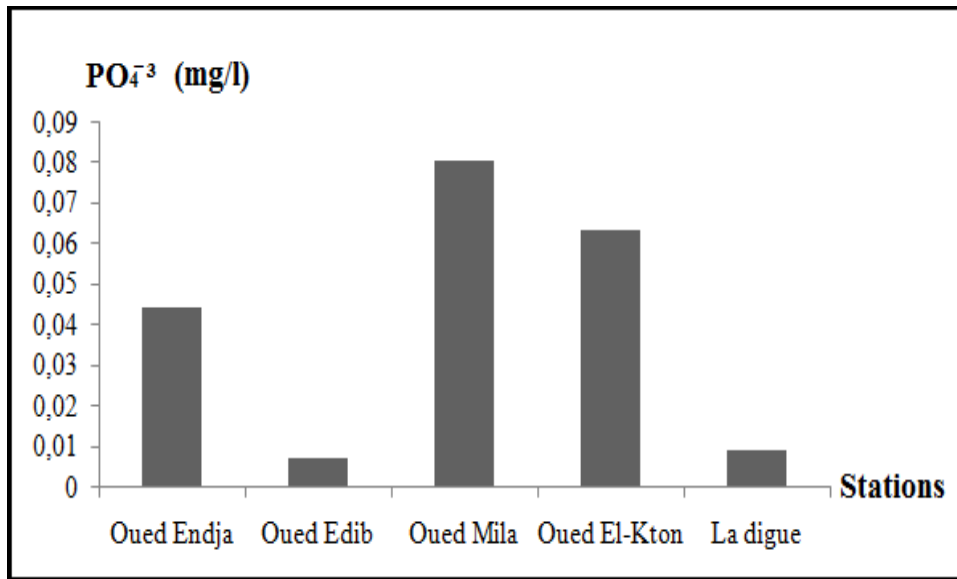


Figure 37. Evolution spatiale des valeurs du phosphate.

Les phosphates constituent une forme soluble du phosphore. Ce dernier est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible concentration. Compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants, il joue souvent, vis-à-vis de leur développement, le rôle de "facteur limitant". En effet, selon Rodier et *al* ; (2005), le phosphore joue un rôle très important dans le développement des algues ; il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les eaux des lacs, où elles contribuent à l'eutrophisation.

Les matières phosphorées sont des nutriments pour le développement des bactéries et des végétaux et qui sont considérées comme les facteurs de maîtrise de la croissance du phytoplancton dans les eaux continentales.

La présence des phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieures à 0,1 ou 0,2 mg/l est l'indice d'une pollution par des eaux vannes contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques ainsi que par les eaux de ruissellement. Nisbet et Verneaux (1973) et Afri-Mehennaoui (1998) admettent pour les eaux courantes la limite de 0,3 mg/l, au-delà de laquelle, il peut y retenir un caractère marqué d'eutrophisation et des risques de nuisances divers.

La valeur de phosphate (0,093 mg/l) avancé par l'A.N.B.T en 2014 au niveau de la digue a remarquablement baissée en comparaison avec nos résultats.

11. Nitrate

Les nitrates sont en effet l'élément chimique majeur qui conditionne la vie des microorganismes dans un écosystème aquatique (Elafri, 2010). Les bactéries ont toujours besoin de sources azotées pour synthétiser leurs protéines. Les nitrates sont à la fois des nutriments pour la croissance des végétaux et une contrainte pour la production d'eau potable.

Les valeurs de cet élément sont irrégulières d'une station à l'autre (Figure 38). La valeur maximale est (10,76 mg/l) au niveau de Oued Mila, ceci peut être dû au lessivage des sols. Ainsi, les eaux de pluies peuvent contenir des nitrates en provenance des oxydes d'azote et de l'ammoniac présents dans l'atmosphère (Rodier et al; 2005) et surtout les nitrates peuvent avoir comme origine les rejets diffus de la ville de Mila et les engrais azotés utilisés en agriculture. Cependant la valeur minimale (6,16 mg/l) en nitrates relevée au niveau de la digue peut être attribuée à la présence d'azote sous forme d'ammonium surtout, ce dernier sera oxydé, plus en en nitrites par auto-épuration.

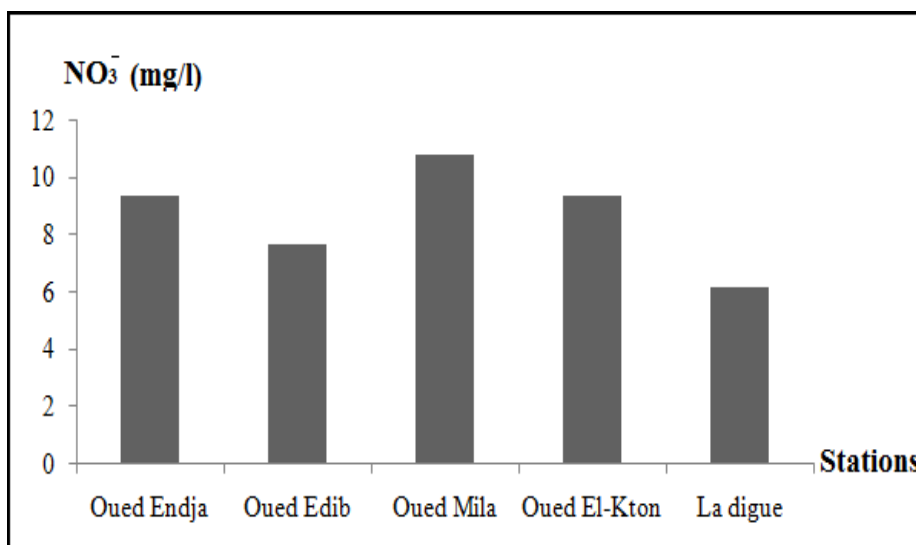


Figure 38. Evolution spatiale des valeurs du nitrate.

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique. Leur présence dans une eau polluée atteste que le processus d'auto-épuration a déjà joué. En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l NO_3^- (O.M.S, 1989). Bontoux et al ; (1979) admettent des teneurs naturelles en nitrates dans les rivières de l'ordre de 3 mg/l NO_3^- . Nos valeurs obtenues sont largement supérieures à ces limites.

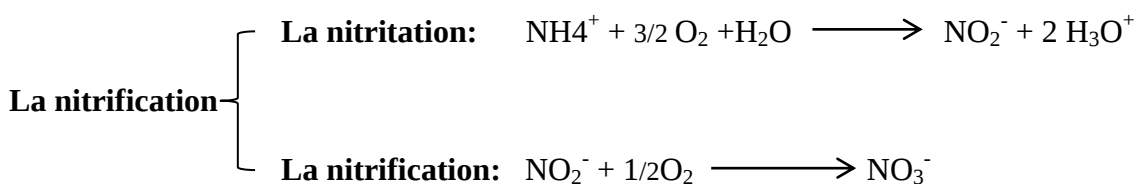
Comparativement aux résultats obtenus de l'A.N.B.T en 2014 au niveau de la digue la valeur du nitrate a été (6 mg/l). Il est a constaté une augmentation de la valeur de ce paramètre.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable toutes les eaux des stations sont utiles. Pour l'abreuvement les eaux de toutes les stations sont bonnes à être destinées à l'abreuvement de : tous les animaux. Concernant l'aquaculture les eaux de toutes les stations sont favorables pour tous élevages à l'exception de Oued Mila qui n'est apparemment favorable qu'à l'élevage des poissons adultes.

12. Nitrite

Les nitrites dans l'eau proviennent essentiellement soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit s'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante (Rodier, 1984). Ils représentent toujours un stade fugace, ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir déjà de 1 mg /l de NO_2^- selon Nisbet et Verneaux (1970).

Les valeurs de cet élément sont faibles dans toutes les stations (Figure 39), elles ne dépassent pas 0,084 mg/l. Nous observons que les taux des nitrates sont largement supérieurs à celles des nitrites pour l'ensemble des stations. Une telle situation exceptionnelle peut être due probablement à un processus de nitrification inachevé.



Processus de nitrification selon Martin (1979).

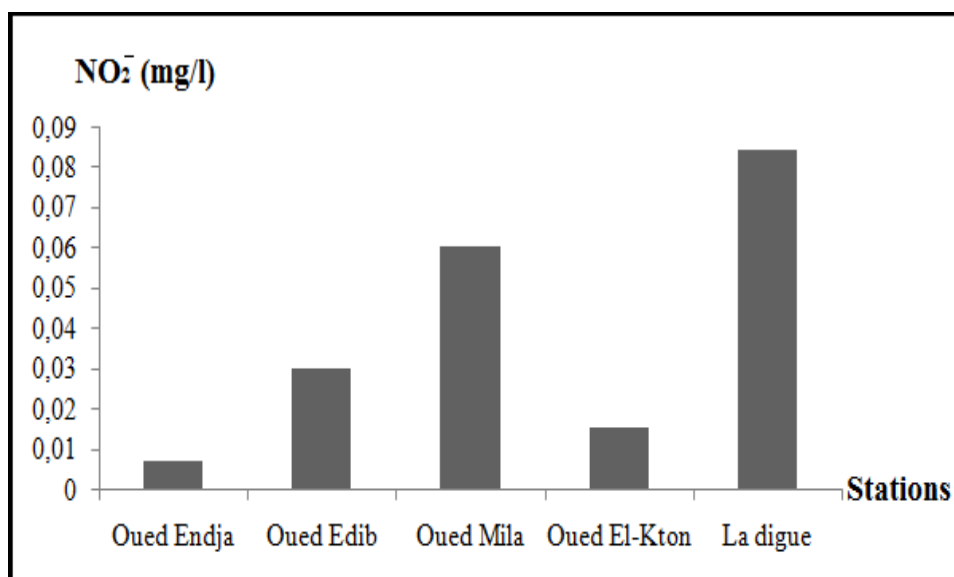


Figure 39. Evolution spatiale des valeurs du nitrite.

Après la comparaison de nos résultats obtenus au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (0,18 mg /l). Il y tient de noter un abaissement de la teneur en nitrite.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Les eaux de toutes les stations sont bonnes à être destinées à l'abreuvement de tous les animaux. Concernant l'aquaculture, elles sont favorables à tous élevage.

13. Matière organique (MO)

La matière organique ou encore l'oxydabilité au permanganate, permet d'apprécier les teneurs en substances oxydables. Les eaux de surface renferment naturellement des matières organiques constituées de produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborées sous l'influence des micro-organismes.

La figure 40 présente des valeurs irrégulières variant selon les stations de prélèvements. La teneur la plus élevée de la matière organique est (8,48 mg/l d'O₂) au niveau d'Oued Endja. Une telle observation ne pourrait être attribuée qu'aux rejets diffus tandis que la teneur la plus faible (1.81 mg/l d'O₂) au niveau de Oued Edib, un tel résultat pourrait être dû aux phénomènes de biodégradation des substances organiques suite aux conditions d'oxygénation qui permettent une décomposition parfaite de la charge organique.

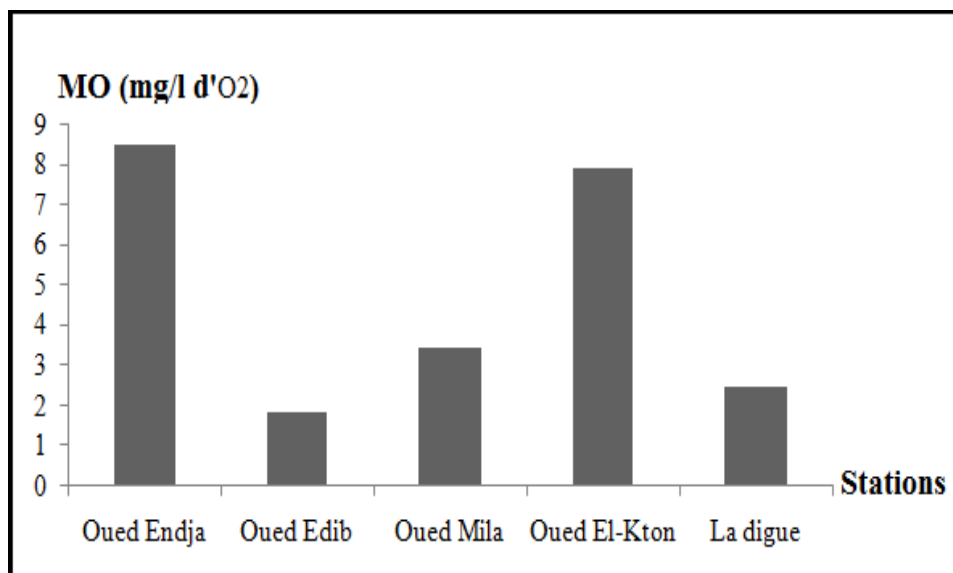


Figure 40. Evolution spatiale des valeurs de la matière organique.

Comparativement aux résultats obtenus au niveau de la digue avec ceux de l'A.N.B.T constatés en 2014 (9,36 mg/l). Il est à souligner un abaissement de la teneur en matière organique.

14. Chlorures (Cl)

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations très variables (Brémond et Vuichard, 1973). Selon Rodier et *al* ; (2005), la teneur en ion chlore des eaux naturelles est inférieure à 50 mg/l, mais peut subir des variations.

Les valeurs de cet élément sont irrégulières d'une station à l'autre (Figure 41). La valeur maximale est enregistrée au niveau de Oued Edib (165,33 mg/l). Les concentrations d'origine atmosphérique paraissent assez faibles pour avoir une contribution aux concentrations des eaux de l'Oued. La majeure part des chlorures viendrait de la dissolution des roches salées du Trias et du Mio-Pliocène (Farah, 1991). Cependant la valeur minimale est enregistrée au niveau de Oued Endja (58,17 mg/l), ceci pourrait être attribué au lessivage des terrains traversés.

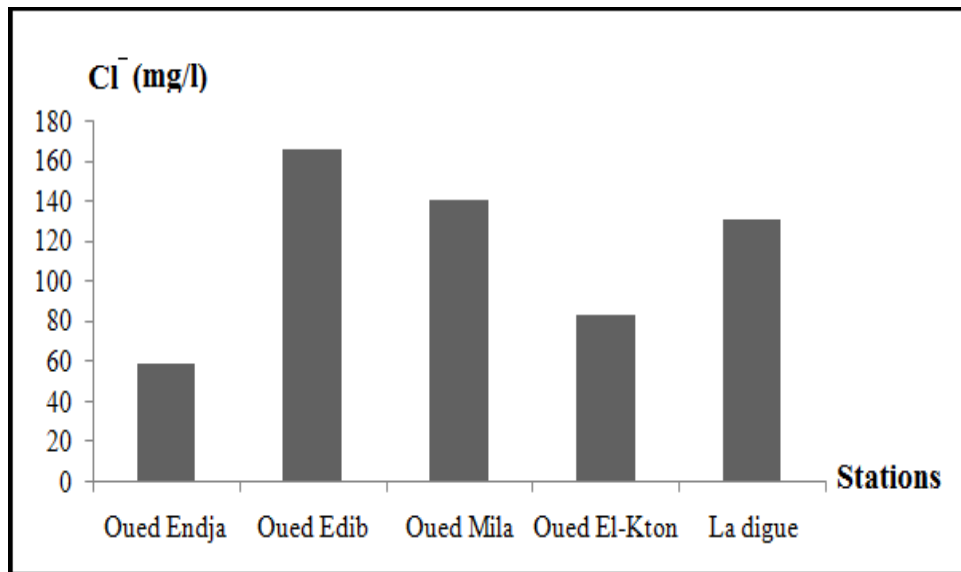


Figure 41. Evolution spatiale des valeurs du chlorure.

Comparativement aux résultats obtenus de l'A.N.B.T en 2014 au niveau de la digue la valeur a été 146,66 mg/l. Nous avons constatées un abaissement du taux de chlorure.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Sois pour la production d'eau potable, sois pour l'irrigation des plantes très sensible, toutes les eaux des stations sont utiles.

II. Paramètres microbiologique

Les dénombrements des bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène et à température ambiante. Des indications sur leur concentration ne permettent pas de conclure quelle est la qualité d'une eau mais simplement de dire si elle est chargée ou non.

La présence de coliformes fécaux, de streptocoques fécaux ou de staphylocoques, salmonelles et schigelles indiquent une contamination de l'eau par des matières fécales. En tous cas, les mesures doivent être prise pour interdire la consommation de l'eau et en assurant le traitement (Rodier, 1996). Car ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans les cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse (Paul, 1998).

Dans notre étude, les dénombrements microbiens ont donnés des nappes confluentes dans toutes les boites de pétrie et ceci se traduit par la présence d'un effectif très élevé de germe qui prolifèrent actuellement dans l'eau étudié.

1. Dénombrement des germes totaux à 37°C

Ces germes regroupent tous les micro-organismes aérobies facultatifs qui apparaissent sous formes des colonies de taille et de forme différencié (Jean-Noël, 2008).

D'après les résultats obtenus (Figure 43), nous avons constaté que le taux des germes totaux à 37°C est largement important au niveau de Oued Endja en dépassant la norme française (NF 95-363) des eaux brutes qui est de $3,0 \times 10^3$ UFC/100ml. Ce résultat s'explique par l'exposition directe de station aux rejets industriels ou les eaux usées domestiques et aux eaux de ruissellements qui viennent y tomber chargées de nombreuses substances contaminantes.

Ainsi, le taux de ces germes est élevé au niveau des autres sites de prélèvement, ou on a constaté que la digue qui a le taux le plus faible (105 UFC/100ml) car elle est loin d'être polluée par les rejets directs, dont les processus d'autoépuration contribuent à la diminution de la charge polluante des eaux avant leurs arrivées à cette station.

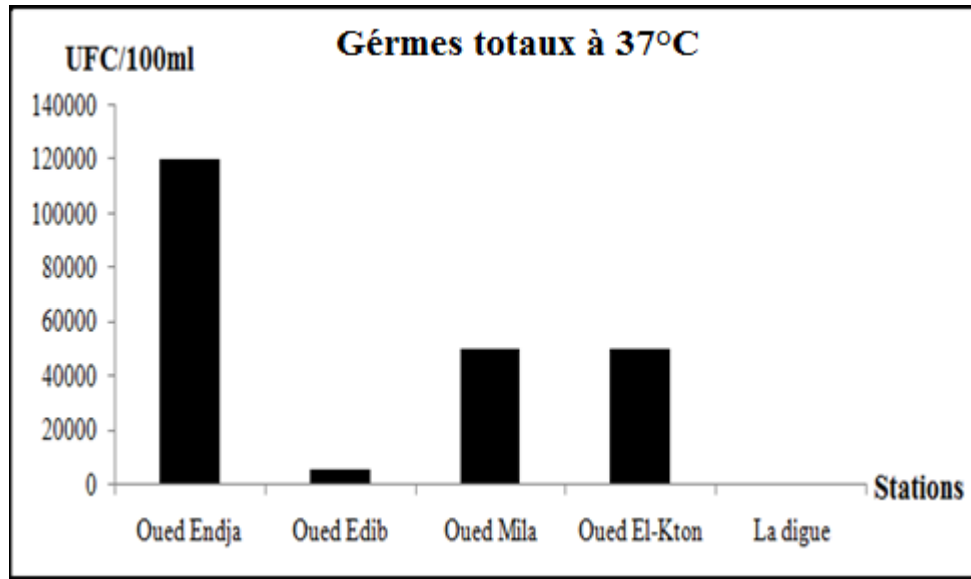


Figure 42. Evolution spatiale des nombres des germes totaux à 37°C.



Figure 43. Aspect macroscopique des Germes totaux à 37 C°.

2. Dénombrement des germes totaux à 22°C

Cet examen vise à faire le dénombrement non spécifique de plus grand nombre de micro-organismes. Ce dénombrement a pour objectif d'apprécier quantitativement la charge microbienne existant dans l'eau (Jean-Noël, 2008).

D'après le tableau 11, nous avons constaté que le taux des germes totaux à 22°C au niveau de Oued Endja est largement supérieur par rapport aux autres stations de prélèvement ceci est expliqué par l'écoulement des oueds qui alimentent le barrage, ramassant au cours de

leurs trajet des charges microbiennes. Tandis que le taux le plus faible est enregistré au niveau de la digue. Les faibles charges enregistrées dans la dernière station sont principalement due à l'auto-épuration exercée par les eaux naturelles, le pouvoir auto épurateur d'une eau est sa capacité à se restaurer indépendamment de tout apport extérieur d'oxydant, en utilisant sa teneur en oxygène et les microorganismes en son sein pour y dégrader la matière organique introduite, gardant ainsi son état de pureté, gage de l'équilibre de l'écosystème.

Stations	Oued Endja	Oued Edib	Oued Mila	Oued El-Kton	La digue
Gérmes totaux à 22°C UFC/100ml	Tapis	1200	300	900	105

Tableau 11. Evolution spatiale des nombres des germes totaux à 22 °C

3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Les bactéries coliformes sont des Entérobactéries qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes (bétail, volaille, oiseaux et l'homme) où elles rencontrent deux conditions nécessaires à leur survie : l'anaérobiose et la chaleur. En dehors de leur hôte, ces bactéries dépérissent rapidement.

Les coliformes totaux présentes dans l'intestin des animaux à sang chaud, mais elles sont aussi présentes dans les sols, sur les débris végétaux,...etc. Dans les eaux brutes, le nombre de coliformes est un indicateur de probabilité de la présence de bactéries pathogènes.

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. (Leryral et al ; 2002).

d'après le tableau 12, nous avons enregistré des taux des coliformes totaux au niveau de Oued Endja, de Oued Mila et de Oued El-kton largement supérieur par rapport aux autres stations de prélèvement en dépassant la norme française (NF 95-363) qui est de $5,0 \times 10^3$ Germe/100ml. Cette charge bactérienne due aux rejets domestiques directs et à la fréquentation de stations par les animaux (Bovin, ovin, caprin et avifaune). Tandis que le taux le plus faible est enregistré au niveau de la digue, toujours grâce au pouvoir auto-épurateurs des eaux.

Tableau 12. Evolution spatiale des nombres des coliformes totaux.

Stations	Oued Endja	Oued Edib	Oued Mila	Oued El-Kton	La digue
Coliformes totaux UFC/100ml	Tapis	2300	Tapis	Tapis	400

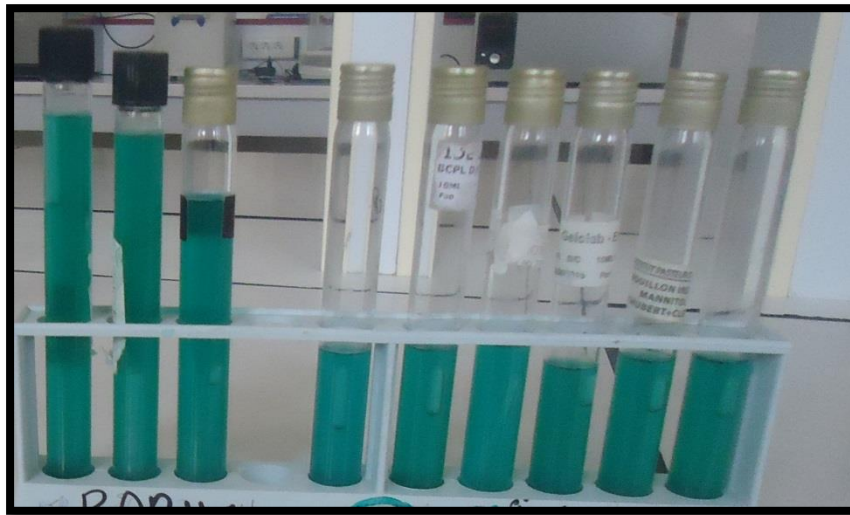


Figure 44. Aspect colorimétrique des coliformes totaux.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable, les eaux de Oued Endja, Oued Mila et oued El-kton sont inaptes. Les eaux de Oued Edib nécessitent un traitement classique tandis que les eaux de la digue doivent subir un traitement simple.

Pour les loisirs et sports aquatiques, les eaux de Oued Endja, Oued Mila et Oued El-kton sont inaptes pour toutes pratiques tandis que les eaux de Oued Edib sont de qualité acceptable et celles de la digue sont de qualité optimale.

Les eaux de toutes les stations sont utiles pour l'irrigation de toutes catégories des plantes, même les plus sensibles concernant les eaux de la digue.

4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*E.coli*)

Les coliformes fécaux sont des bactéries habituelles du tube digestif de l'homme et des animaux. La présence de bactéries coliformes dans un milieu signifie forcément sa fréquentation nocturne par des animaux (Bourgeois et Leveau, 1980). La présence de ces

coliformes thermo-tolérants dans l'eau doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale.

E. coli est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales. (John et Donald, 2010).

D'après la figure 45, nous avons constaté que le taux des coliformes fécaux (*E.Coli*) au niveau de Oued Endja et de Oued Mila est largement supérieur par rapport aux autres stations de prélèvement en dépassant la norme française (NF 95-363) qui est 2×10^3 Germe/100ml. Un tel résultat peut être dû à la fois à la récolte directe des eaux de l'égout du village avoisinant qui sont observables *in situ*, les excréments des animaux d'élevage et les fientes des oiseaux qui colonisent la région.

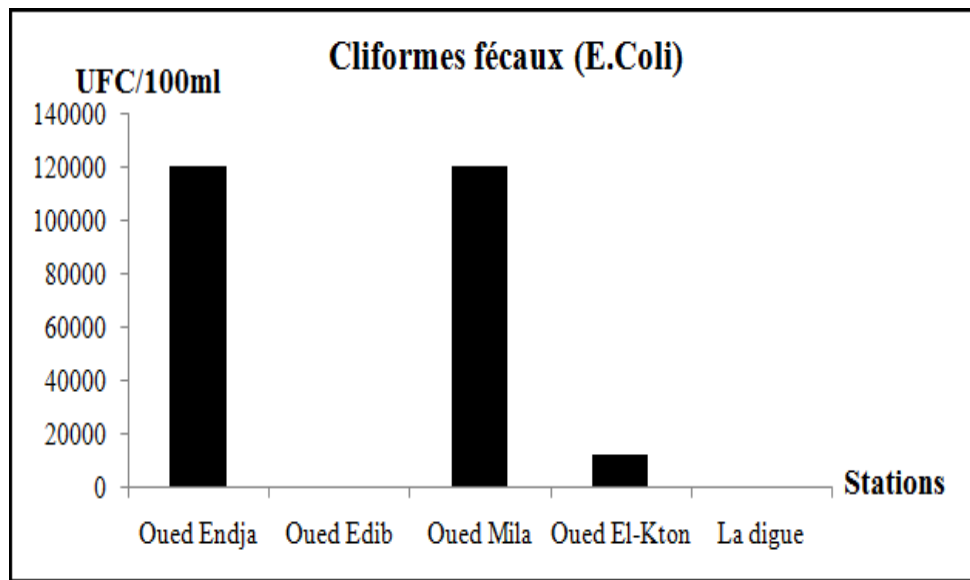


Figure 45. Evolution spatiale des nombres des coliformes fécaux (*E.Coli*).

Les coliformes fécaux présentent des valeurs inférieures à celles des coliformes totaux, car les coliformes fécaux préfèrent des températures plus élevées.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Les eaux de l'Oued Endja et Oued Mila sont inaptes à la production d'eau potable, les eaux de l'Oued Edib et la digue nécessitent un traitement simple tandis que les eaux de Oued El-kton ont besoin d'un traitement complexe.

Les eaux de toutes les stations sont inaptes pour la pratique des loisirs et des sports aquatiques à l'exception des eaux de Oued Edib et la digue qui sont acceptables.

Enfin, pour l'irrigation, Les eaux de toutes les stations sont utiles pour toutes catégories des plantes même celles qui sont sensibles.

5. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bon indicateur de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement (Leryral et al ; 2002).

Le nombre de Streptocoque dans l'eau est étroitement lié à la quantité et à la concentration de la matière fécale dans cette eau (Guiraud, 1998). Ces bactéries sont très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu (Boukrouma, 2008).

D'après la figure 46, nous avons constaté que le taux de Streptocoques fécaux au niveau d'Oued Mila est largement supérieur par rapport aux autres stations en dépassant la norme française (NF 95-363) qui est 10^3 Germe/100ml. Cela pourrait être d'origine aviaire surtout. Plus de 1500 individu de Grand Cormoran et 3000 individu d'Héron garde bœuf qui fréquentent cette station (Observation personnelle).

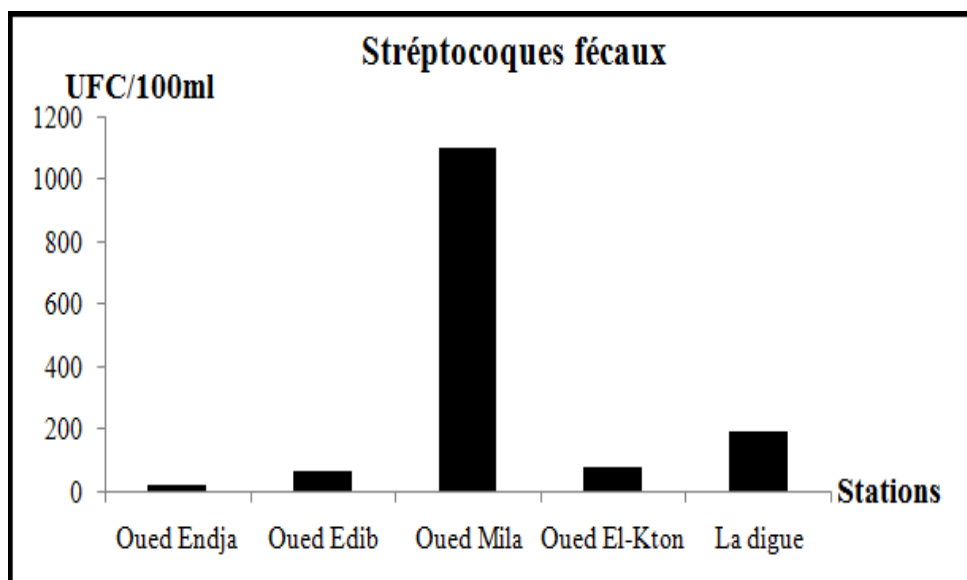


Figure 46. Evolution spatiale des nombres des Stréptocoques fécaux.

Selon la grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau) (MEDD et Agences de l'eau, 2003) (Annexe 4). Pour la production d'eau potable, Les eaux de toutes les stations nécessitent un traitement simple à l'exception des eaux de la digue qui ont besoin d' un traitement complexe.

Cependant, toutes les eaux sont optimales pour la pratique des loisirs et des sports aquatiques alors que celles de Oued Mila et la digue sont de qualité acceptables.

6. Recherche d'autres micro-organismes

Nos résultats montrent la présence d'une grande variété de germes (*Clostridium sulfito-réducteurs*, Schigelles, Salmonelles, staphylocoques et les Champignons) dans toute les stations (Tableau 13). Il semble que la digue qui représente le point de sortie des eaux du barrage est la station la moins chargée au micro-organisme, toujours grâce aux phénomènes d'auto-épuration qui caractérisent les eaux naturelles.

Tableau 13: Evolution spatiale des autres germes.

Les stations Les germes	Oued Endja	Oued Edib	Oued Mila	Oued El-Kton	La digue
Clostridium sulfito-réductrices UFC/20ml	+	+	-	++	-
Salmonelle-Schigelle	+	+	+	+	+
staphylocoque	+	+	+	+	-
Champignons	+	+	+	+	+

En dehors des streptocoques fécaux et *E. coli* qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait de leur survie dans l'eau peut être très courte, les *Clostridium sulfito-réducteurs* (responsables de botulisme et de tétanos) sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Georges et Pierre, 2002). La présence de ces bactéries n'est pas la preuve absolue d'une contamination fécale ancienne, car les clostridies peuvent aussi avoir une origine tellurique.

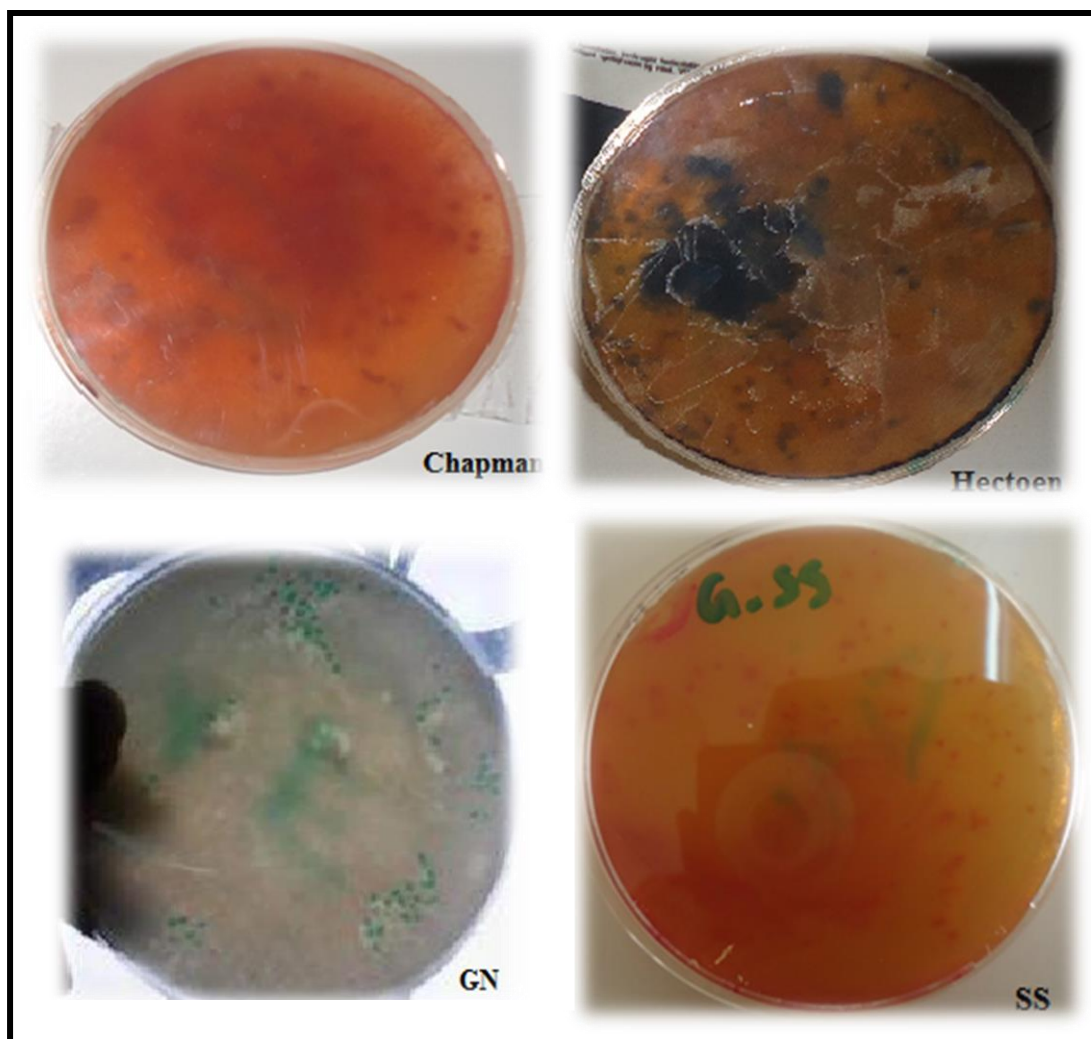


Figure 48. Aspect macroscopique des colonies d'autres micro-organismes.

Conclusion

Pour conclure, il convient de rappeler que le barrage de Beni-Haroun est l'ouvrage de la réserve en eau le plus important dans le Constantinois, voire dans toute l'Algérie. Il demeure cependant un gigantesque accumulateur de tout type de rejets de diverses natures. Les cours d'eau, les affluents et les oueds qui alimentent cette structure subissent l'impact nocif de la démographie, industrie et l'agriculture.

L'objectif principal de la présente étude est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux qui alimentent ce barrage.

D'après nos résultats, toutes les stations de prélèvement nous ont donné de constater une présence d'une pollution chimique et bactériologique au niveau de ces dernières. Subséquemment le bassin avec toute sa grandeur est contaminé. Les polluants sont présents dans toutes les stations avec un taux de concentration relatif. La contamination est plus importante au niveau des stations de Oued Endja, Oued El-Kton et Oued Mila du fait des rejets de la ville et des villages avoisinants.

Les paramètres analysés, ont révélé des cas de perturbations et d'altérations qui ont été traduites par une nette évolution des paramètres physico-chimiques et microbiologique :

- Une température de l'eau qui est saisonnière ;
- Un pH à tendance alcaline (ne dépasse pas 8.2) ;
- Une CE généralement élevée, traduisant une minéralisation excessive ;
- Des taux importants du résidu sec et des MES révélant une pollution organique marquée par de fortes charges organiques et minérales ;
- Des éléments minéraux majeurs ; dont les teneurs en cations (Ca^{++} , Mg^{++}) et en anions (Cl , SO_4) traduisent une salinité importante ;
- Des paramètres de pollution reflétant un degré important marqué par une augmentation des teneurs en matières oxydables (MO) ;
- L'abondance surtout des nitrates est inquiétante (dépasse 10 mg) suite au lessivage des sols fertilisés par des engrais des composées azotées. Sa forte teneur fonctionne comme un véritable polluant permettant la prolifération des algues et l'eutrophisation de milieu.

La qualité bactériologique de ces eaux nous montre aussi une situation alarmante. Elle est plus ressentie au niveau des stations : Oued Endja, Oued El-Kton et Oued Mila.

L'impact global de cette pollution est visible sur les parcours de ces cours d'eaux. Les causes de cette pollution sont multiples, principalement l'insuffisance dans le traitement de rejets (industriels et domestiques) ainsi que la présence des décharges municipales dans les rives de ces cours d'eau.

Pour cela, nous recommandons ainsi une mise en œuvre immédiate de moyen de lutte contre la pollution redoutable de ces cours d'eau. Nous suggérons :

- Implantation des stations d'épuration au niveau de ces trois oueds (Endja, Mila et El-Kton).
- Réduire les pollutions agricoles par l'utilisation rationnel des produits moins agressifs à l'environnement.
- Réduire ou interdire les dépôts et les décharges publiques situés sur les berges de ces cours d'eau.
- Sensibiliser les populations.

Aussi, notre étude, pourrait servir comme référence et introspection les études à long terme.

Quelle sera la qualité des eaux usées si un nombre suffisant de STEP sera disposés à prendre en charge le volume globale de ces eaux ?

Enfin, soucieuses de finaliser notre étude sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique, nous portons sur la continuation de nos travaux de recherche sur les cinq stations de prélèvements (Oued Endja, Oued El-Kton, Oued Mila, Oued Edib et la digue) et ce pour approfondir nos connaissances concernant l'effet des polluants sur la vie aquatique. Il en demeure judicieux de poursuivre les investigations dans ce domaine dans le but de pallier à l'impact de la pollution et de la contamination des écosystèmes aquatiques.

Annexes

Annexe 1

Tableau 14. Les températures moyennes mensuelles dans la région de Mila
(2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	4,6	4,7	10,8	13,2	19,2	23,9	26,8	24,7	21,1	17,8	11,8	7
2006	5,5	6,9	11	15,6	20,1	24,9	26,8	24,4	21	19,1	12,5	8,4
2007	8,3	9,4	9	13,4	17	23,2	26,2	25,9	21,2	16,9	9,9	6,8
2008	7,4	8,2	9,7	13,6	18,3	21,8	27,8	26,2	21,7	16,9	10,3	6,8
2009	7,1	6,5	9,4	10,9	17,7	23	28,3	25,6	19,9	15,3	11	9,8
2010	8,6	10,3	11,8	14,4	16,5	22,1	27,3	26,5	22	18	12,7	10
2011	8,7	7,5	10,9	15,4	18,1	22,6	27,2	27,8	23,3	19,2	13,4	9,3
2012	7,4	4,6	11,4	13,5	19	26,8	28,2	30,3	23,1	19,3	14,3	8,9
2013	7,9	6,5	12,3	14,1	16,4	21,3	26,6	25,1	21,5	21,5	11,2	8,1
2014	9,1	9,8	9,1	14,8	17,7	23,6	26,1	27	27	20,5	15,4	8,5
2015	6,1	6,4	8,4	12,2	16,1	18,9	22,7	21,9	17,8	14,8	10,9	8,3

Tableau 15. L'insolation moyenne mensuelle dans la région de Mila
(2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	181,3	122,4	189,3	189,9	339,5	305,3	334,3	298,3	237,1	230,5	188,3	142,1
2006	126	156,7	235,4	248,8	247,1	288,5	343,1	322,6	267,7	258,1	197,4	135,8
2007	192,7	177,5	192,5	184,8	287,8	283,1	376,2	307,3	250	173	185,2	118
2008	204,6	208,3	222,7	263,9	245,1	326,4	327,7	328,2	200,6	209,1	199,7	148,2
2009	141,9	156,6	242,2	197,1	291,3	360	347,5	301,3	229,4	221	192,4	159,6
2010	150,8	164,8	196,3	207,6	256,9	324,5	358,3	336,6	255,9	201,2	153,2	154,8
2011	126,5	144,7	191,9	250,3	280,6	299,6	335,6	347,7	259,2	217,6	156,7	110,5
2012	132,6	173,2	208	225,7	336,3	338,5	354,1	328,9	232,4	209,7	177	162,5
2013	162,1	146,4	185,8	235,5	264,5	358,7	356,5	334,4	199,1	233,9	160,3	195,8
2014	169,6	186	148,1	290,5	308,5	308,9	335,1	337	244,9	244,6	148	113,5
2015	159,6	130,3	217,6	300,7	314,3	345,3	397,7	318,7	219,9	208,1	163,5	207,2

Tableau 16. L'humidité moyenne mensuelle dans la région de Mila
(2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	85	82	73	76	61	53	50	55	67	73	73	83
2006	84	79	70	66	70	47	48	61	64	63	77	85
2007	79	80	84	79	70	59	51	56	67	81	81	84
2008	81,4	80,2	79,1	68,6	68,3	60,6	51,1	56,1	68,2	77,4	76,4	83,9
2009	83,7	78,2	75	79,3	71,3	53,9	45,1	59,2	76,1	77,8	76,8	76,1
2010	77	70,5	75,8	77,7	67,4	61,6	49,4	53,8	66,5	70,8	70,5	67,3
2011	1,7	58,9	27,6	20,5	28,5	8,6	12,2	8,7	6,8	19,2	22,9	36
2012	7,4	4,6	11,4	13,5	19	26,8	28,2	30,3	23,1	19,3	14,3	8,9
2013	83,7	85,7	78	76,9	77,5	66,8	58,4	61	76	65,5	77,6	74
2014	72,2	70,3	80,6	67,7	61,9	54,8	44,5	51,7	48,9	56,1	47,2	59,6
2015	75	63	58	54	48	14	33	44	53	55	66	64

Tableau 17. L'évaporation moyenne mensuelle dans la région de Mila
(2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	20,7	30,3	60,3	61,5	108,7	160,8	186,5	177,9	111,3	74,9	71,5	52,6
2006	34,7	41,2	97,7	107,1	111,6	234,5	212,4	156,7	127,9	142,4	56,1	34,9
2007	41,9	49,4	43,7	61,2	92,2	154,1	209,6	196,8	122,3	84,5	46,2	31,1
2008	38,6	41,9	63,3	86	112,5	125,3	198,6	184,8	125,4	73,4	62,7	36
2009	42,3	45,6	67,8	44,4	79,6	165,1	228,3	168,3	91	77,1	62,1	75,8
2010	67,9	102,3	75,6	71,1	106,9	124,8	202	189,6	135,8	131,4	98,9	109,1
2011	59,1	37,4	62,3	70,6	81,1	114,2	201,4	217,3	134,3	85,2	80	57,1
2012	39,7	40,9	57,6	65,1	92,6	164,2	194,9	253,8	135,8	112,2	73,7	49,1
2013	70,2	45,8	86	62,7	79,1	115,1	158,1	145,6	84,7	112,9	63,2	54,2
2014	63,1	73,8	41,5	81,1	102,8	162,5	217,6	204,9	197,5	169,4	122,5	62,1
2015	80,1	57,2	65,7	75,2	146,4	153,2	220,1	162,1	111,3	112,3	43,3	52,1

Tableau 18. La vitesse moyenne mensuelle du vent dans la région de Mila (2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	2,2	3,1	2,2	2,4	1,8	2,1	2	2,2	1,7	1,2	2,1	2,1
2006	2,5	3	2,4	2,3	1,7	2,6	2,1	1,9	1,5	1,3	1,3	1,1
2007	0,9	2,2	2,2	2	1,8	2,3	1,9	2,2	2	1,9	1,3	1,7
2008	1,6	1,1	2,8	2,5	2,4	2,3	2,3	1,9	1,7	1,8	2,5	2,5
2009	3	3,3	2,6	2,3	1,6	1,8	2	2	1,8	1,9	1,6	3,4
2010	4,2	5	2,8	2,5	3,2	2,4	2,1	2,2	2,9	3,2	4,3	4
2011	2,5	3,2	2,6	2,2	2,2	1,7	2,2	2	2,1	2,5	3,1	2,7
2012	2,5	3,3	2,3	2,6	1,9	1,7	1,9	1,8	2,1	2,7	2,5	2,4
2013	3,9	3,7	3,4	2,6	2,3	2	2,1	2,4	1,9	1,7	2,5	2,3
2014	3,7	3,4	2,3	3,3	3,2	4	4,3	4	3,6	3,3	3,4	
2015	3,1	3,9	3,5	1,6	2,3	2,2	1,8	1,5	2,1	2,4	1,8	0,8

Tableau 19. La précipitation moyenne mensuelle dans la région de Mila (2005-2015).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
2005	46	55,8	28,7	61,4	6,8	13,9	7,9	6,8	14,4	2,1	18,6	63,1
2006	78,9	50,3	33,4	14,7	83,8	3,6	0,9	18,6	26,2	10	19,1	118,8
2007	14,2	28,9	117,8	66,2	26,1	13,6	4,3	2,4	59,9	39,1	23,8	84,4
2008	9,9	8,7	72,6	23,1	58,2	5,8	11,3	33,9	38,8	21	37,6	27
2009	76,4	48,6	81,1	113,3	43,4	0	2	37,5	103,9	49,4	24,9	47,1
2010	129,9	45,3	39,1	14,9	99,6	5,9	3,7	24,8	23,1	55,1	53,4	54,9
2011	6,3	227,4	58,9	79,6	55,6	14,4	12,2	13,1	12	109,2	51,4	107,3
2012	35,5	107,8	55,4	104,3	7,7	3	3	43,8	36,8	32,1	70,7	53,1
2013	130,7	199,3	97,6	50,4	41,1	15,5	5,3	52,1	66	55,7	182	108
2014	59,9	64,7	181,7	69	52,5	26,4	0	0,9	5,7	27,2	42,5	186,6
2015	216	191,5	65,7	9,5	39,2	1,3	0,2	30,9	30,4	69,7	73,7	1,1

Annexe 2

Tableau 20. Système d'ensemencement : nombre le plus probable et intervalle de confiance (Rodier, 2009).

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NPP dans 100 ml	Limites de confiance A 95 %	
5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	5 tubes de 0.1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	2	<0.5	7
0	1	0	2	<0.5	7
0	2	0	4	<0.5	11
1	0	0	2	<0.5	7
1	0	1	4	<0.5	11
1	1	0	4	<0.5	11
1	1	1	6	<0.5	15
1	2	0	6	<0.5	15
2	0	0	5	<0.5	13
2	0	1	7	1	17
2	1	0	7	1	17
2	1	1	9	2	21
2	2	0	9	2	21
2	3	0	12	3	28
3	0	0	8	1	19
3	0	1	11	2	25
3	1	0	11	2	25
3	1	1	14	4	34
3	2	0	14	4	34
3	2	1	17	5	46
3	3	0	17	5	46
4	0	0	13	3	31
4	0	1	17	5	46
4	1	0	17	5	46
4	1	1	21	7	63
4	1	2	26	9	78
4	2	0	22	7	67
4	2	1	26	9	78
4	3	0	27	9	80
4	3	1	33	11	93

Annexe 3

Tableau 21. Normes des eaux naturelles.

Paramètres	Unités	Eaux naturelles	
		Valeur guide	Valeur limite
Paramètres physic-chimique:			
➤ Température	C°	22	25
➤ pH		5,5	9
➤ conductivité électrique	µs/cm	1500	2800
➤ TDS	mg/l	-	-
➤ Salinité	%	-	1,5
➤ Turbidité	NTU	-	140
Paramètres microbiologiques:			
➤ Germes aérobies à 37°C	Germe/ml	3000	
➤ Germes aérobies à 22°C	Germe/ml	-	
➤ Coliforms totaux	Germe/100ml	5000	
➤ Coliforms thermo-tolerantes	Germe/100ml	2000	
➤ <i>Escherichia coli</i>	Germe/100ml	2000	
➤ Stréptocoques	Germe/100ml	1000	
➤ <i>Clostridium sulfite-réducteurs</i>	Germe/20ml	-	

(OMS, RF).

Annexe 4

CLASSES D'APTITUDE AUX USAGES

1. Production d'eau potable

<i>Classes d'aptitude</i>	<i>fi</i>	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
NITRATES						
Nitrates (mg/l NO ₃)		50				
PARTICULES EN SUSPENSION						
MES (mg/l)		2	50	2000	5000	
Turbidité (NFU)		1	35	1500	3750	
ACIDIFICATION						
pH	min max	6,5 9				
MINERALISATION						
Conductivité (µS/cm)	min max	180 2500	- 3000	- 3500	⁵ 4000	
Chlorures (mg/l)		200				
Sulfates (mg/l)		250				
Calcium (mg/l)	min max	32 160			⁶ ⁷	
Magnésium (mg/l)		50	75	100	400	
TAC (d°F)	min max	8 40		3 75		
Dureté (d°F)	min max	8 40		4 90		
MICRO-ORGANISMES						
Coliformes totaux (u/100ml)		50	500	5000	50000	
Eschérichia Coli (u/100 ml)		20	200	2000	20000	
Entérocoques ou streptocoques fécaux (u/100ml)		20	200	1000	10000	

⁵ Le traitement adapté à des conductivités inférieures à 180 mS/cm est une reminéralisation ;

⁶ Le traitement adapté à des concentrations en calcium inférieures à 32 mg/l est une reminéralisation ;

⁷ Le traitement adapté à des concentrations en calcium supérieures à 160 mg/l est une déminéralisation.

2. Loisirs et sports aquatique

<i>Classes d'aptitude</i>	<i>fi</i>	Bleu	Vert	Rouge
PARTICULES EN SUSPENSION				
MES (mg/l)		25	50	
MICRO-ORGANISMES				
Coliformes thermo-tolérants (u/100 ml)		100	2000	
Coliformes totaux (u/100ml)		500	10000	

3. Irrigation

<i>Classes d'aptitude</i> <i>fi</i>	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
MINERALISATION					
Résidu sec à 105°C (mg/l)	500	1500	2500	3500	
Chlorures (mg/l)	180	360	700		
MICRO-ORGANISMES					
Coliformes thermotolérants (u/100 ml) ¹⁰	100				
Coliformes totaux (u/100ml)	1000				

4. Abreuvement

<i>Classes d'aptitude</i> <i>fi</i>	Bleu	Vert	Rouge
MATIERES AZOTEES HORS NITRATES			
NO ₂ (mg/l NO ₂)	0.1	30	
NITRATES			
Nitrates (mg/l NO ₃)	50	450	
MINERALISATION			
Résidu sec à 105°C (mg/l)	1000	5000	
Sulfates (mg/l)	250	1000	
Calcium (mg/l)	1000		

5. Aquaculture

<i>Classes d'aptitude</i> <i>fi</i>	Bleu	Vert	Rouge
MATIERES ORGANIQUES ET OXYDABLES			
Oxygène dissous (mg/l O ₂)	7	5	
MATIERES AZOTEES HORS NITRATES			
NO ₂ (mg/l NO ₂)	0.03	1	
NITRATES			
Nitrates (mg/l NO ₃)	10	100	
PARTICULES EN SUSPENSION			
MES (mg/l)	10	50	
ACIDIFICATION			
pH	min max	6,5 8	
MINERALISATION			
Calcium (mg/l)	min max	50 160	
TAC (d°F)		37.5	

Tableau 14. Classes d'aptitude aux usages.

Classe	1	2	3	4	5
Production eau potable	consommable	Traitement simple	Traitement classique	Traitement complexe	Inapte
Loisirs et sports nautiques	optimal		acceptable		Inapte
Irrigation	Plante très sensibles	Plante sensible	Plante tolérante	Plante très tolérante	Inapte
Abreuvement	Tous animaux	Animaux matures			Inapte
Aquaculture	Tous élevages	Poissons adultes			Inapte

Références bibliographiques

Aba Aki. R, 2012. Elimination des métaux lourds (Cd, Pb, Cr, Zn et As) des eaux usées industrielles et naturelles par le procédé d'infiltration-percolation. En vue d'obtention de doctorat national en chimie. Université de Ibnouzhir, Agadir. P 21-24.

Abdeselem. A, 1999. Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique de Trois Serres Alimentant de La Région de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur institut de biologie. Université de Tlemcen. P 2-18.

Afnor, 1992. Essai des eaux : détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Normalisation française NF T90-350. AFNOR, Tour Europe F-79204 Paris, France, Décembre 1992. P 09.

Afri-Mehnaoui, 1998. Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en Ecologie. Université Mentouri, Constantine. P 238.

Aissaoui. A, 2013. Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage Hammam Grouz de la région d'oued Athmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles. En vue d'obtention du diplôme de Magister en biologie. Université Mouloud Maameri de Tizi Ouzou. P30.

Algérienne des eaux, 2016.

Baghdad. M et Chadouli. M, 2010. Contribution à l'étude de la qualité des eaux épurées de la station de traitement des eaux. Mémoire de fin de stage, Alger. P 78.

Bakroune. M-CH, 2011. Analyse dynamique d'un barrage en béton compacté au rouleau (B.C.R) sous charge sismique. Mémoire de Magister en Hydraulique. Université Hadj Lakhdar-Batna. P 48.

Bassompierre. C, 2007. Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse Doctorat Institut National Polytechnique De Grenoble. P 25-42

Bechac. J et Boutin. P, 1984. Traitements des eaux usées. *Edition EYROLLES Bd St Germain.* P 121.

Benaziza. A et Ameer. N, 2007. Etude spatiotemporelle de la qualité physico-chimique des eaux de l'oued Djenjen. Mémoire de fin d'étude. Université de Jijel facultés. P 50.

- Benmansour B, 2001.** Inventaire floristique du jardin d'El-Hartoun wilaya de Tlemcen. Mémoire de fin d'étude. P 90.
- Berne. F, Jean. C, 1991.** Traitement des eaux, *Édition TECHNIP*. P 306.
- Bertrand. G, 2008.** Utiliser L'eau De Pluie, *Editions Eyrolles*. P 130.
- Biolet. F; Estève. R; Sturbois. A, 2010.** Dictionnaire de la protection de la nature. Presses Universitaires de Rennes. P 357.
- Boissonneault.Y, 2009.** Etats des eaux WWW.BOISSONNEAULT.CA 1.8IiVi9. P2682.
- Bonnard. R ; Lafont. M et LePimpec. P, 2003.** Notions d'hydro-écologie et de qualité biologique des eaux courantes. Ingénieries Eau Agriculture Territoire. Cemagref. P 33.
- Bontoux. J ; Reboul. A ; Lesoue. M, 1979.** Cycle et bilan de l'azote en rivière. Comptes-rendus des troisièmes journées scientifiques et techniques : L'eau, La recherche et l'environnement, Limoges, (10 – 12 Oct.). P 185-203.
- Boucheseiche. C ; Cremille. E ; Pelte ; Pojer. K. 2002.** Guide technique n°7. Pollution Toxique et écotoxicologie. Agence de l'Eau Artois Picardie. P 11.
- Bouderbane. K et Harrati. M, 2012.** Extension durable du centre universitaire à Mila. Mémoire de fin d'étude fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Architecte. Université de Jijel. P 93-94.
- Boukroma. N, 2008.** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau d'un écosystème aquatique artificiel: cas de la retenue collinaire de Ain Fakron, wilaya d'Om El Bouaghi. Memoire de Magister. Université de Guelma. P 64.
- Bourgeois, C ; Leveau. J.Y et al, 1980.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 3 : Le contrôle microbiologique, Collection Sciences et techniques agro-alimentaires, P 331.
- Brémond. R et Vuichard. R, 1973.** Les paramètres de la qualité de l'eau. *Edition. La documentation française*. Paris. P 173.
- Cieau, 2009.** Centre d'information sur l'eau. Disponible sur le site Internet : www.Cieau.com/toutpub/sommaire/texte/2/contenue/21.htm
- Conservation des forêts, 2016.**

Coulibaly. K, 2005. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Université de Bamako. P 69.

Direction de la pêche, 2016.

Dreux. P, 1980- Précis d'écologie. *Edition. Presse Université.* France. Paris. P 231-229.

Edition, Paris. P 1260.

El Morhit. M, 2009. Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Lukkos). Thèse de Doctorat en Toxicologie. Université Mohammed V. Agdal, Rabat, Maroc. P 260.

Elafri. A, 2010. Contribution à l'étude de la pollution des eaux du bassin de la Seybouse : Cas des rejets industriels de l'Unité du marbre et des Carrelages. (Suivi de la qualité physicochimique et bactériologique). Mémoire de Magister. Université de Guelma. P 120

Etablissement public de l'environnement et du développement durable ; Institution Adour et Aquitaine, 2006.

Ezziane. S, 2007. Traitement des eaux de rejets. Mémoire de Magister. Université Hassiba Ben Bouali de Chlef. P 186.

Farah. A ; 1991. Etude du comportement hydrochimique d'un oued en zone méditerranéenne semi- aride d'Afrique du Nord et de ses causes naturelles et anthropiques : l'Oued Rhumel, Constantinois, Algérie. Thèse de Doctorat en Géologie Appliquée (Hydrogéologie). Université d'Orléans. P 217 .

Fortin. C, 2008. Notion Clé : Le cycle de l'eau. Réseaux Partenarial des Données sur l'Eau. Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes (France). Disponible sur le site internet : http://www.observatoire-environnement.org/tbe/spip.php?page=notions&id_outil=5&id_rubrique=15&id_article=170

Galvez-Cloutier. R ; Ize. S et Arsenault. S, 2002. La détérioration des plans d'eau : Manifestations et moyens de lutte contre l'eutrophisation. VECTEUR environnement. Volume 35. Numéro 6.

Garcia-Armisen. T, (2006). Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine. Thèse Doctorat. Université Libre de Bruxelles. P 15-16

- Gaujous, 1995.** La pollution des milieux aquatiques, Aide-mémoire, 2^{ème} Edition. *Technique et Documentation, Lavoisier, Paris*. P 220-520.
- Genin. B ; Chaurin. Ch et Ménard. F ; 2003.** Cours d'eau et indice biologiques. Pollution- méthodes- IBGB, 2ème édition Educagri. P 221.
- Georges. T et Pierre. J, 2002.** L'eau, patrimoine mondial commun, Belgique, presses universitaire de NUMUR. P 303.
- Gommella. M ; Gurre. H, 1983.** Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurales *Edition EYROLLES* 61 boulevard saint – Germain. P 249.
- Grandmottet. J-P, 2007.** Etangs et petits plans d'eau à vocation piscicole : de la connaissance à la gestion rationnelle de la ressource halieutique. Teleos Suisse sàrl. P 19.
- Gregorio. C, Pierre-Marie. B, 2007.** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Université. Franche-Comté. P 356.
- Groga. N, 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat en Ecologie Fonctionnelle. Université de Toulouse. P 35, 38, 89, 93.
- Guichard. S, 2009.** La médiathèque de la citer de la mer. Institut français de recherche pour l'exploitation. Disponible sur le site Internet : www.mediathequeciterdelamer.com
- Guilbert. L, 2000.** Chimie Dans La Buanderie, Projets d'Intégration des Sciences et des Technologies en Enseignement au Secondaire. P 21.
- Jean-Claude. B, 1983.** Contrôle des Eaux Douces et de Consommation Humaine. Techniques Ingénieur. P 2-8.
- Jean-Noël. S, 2008.** Bon état des eaux, Toulouse. P 20-23.
- John. P et Donald. A, 2010.** Microbiologie, 3ème Édition. 1216.
- Kerdoud. S, 2006.** Basant versant Beni Haroun eau et pollution. Mémoire de Magistère en Aménagement du territoire. Université Mentouri– Constantine. P 7, 22, 55,57.
- Krejciv. V ; Frutiger. A ; Kreikenbaum. S et Rossi. L, 2005.** Impact des rejets pluviaux urbains sur les milieux Récepteurs, Suisse. P 2.

Lenntech , 2004. Faq-eau et écologie. Disponible sur le site Internet : <http://www.lenntech.com/fran%C3%A7ais/faq-eau-ecologie.htm>

Leynaud. G et Verrel J. L, 1980. Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions, 1-80 in Pesson P. (La pollution des eaux continentales, incidence sur les biocénoses aquatiques). *Edition Gautier-Villards. Paris.* P 345.

Leyral. G ; Ronnefoy. C et Guillet. F, 2002. Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris. P 245.

Martin. G, 1979. Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation. *Edition. Lavoisier. Paris.* P 279.

Mazzuoli. L, 2012. La gestion durable de l'eau, Ressource. Qualité. Organisation. *Edition Dunod.* P 249.

Mebarki. A, 2005. Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat en Hydrologie. Université Mentouri – Constantine. P 244.

Mebarki. A, 2009. Ressources en eau et aménagement en Algérie : Les bassins hydrographiques de l'est. OPU Alger.

MEDD et Agences de l'eau, 2003. Grille de Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau).

Meedem, 2007. Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable de la Mer, (France).

Mekhalif. F, 2009. Réutilisation des eaux résiduaires Industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister. Université du 20 Août 1955 Skikda. P 158.

Melghit. M, 2009. Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau /Sédiments de l'oued Rhumel, et barrages Hammam Grouz et ben haroun Université Mentouri de Constantine. Mémoire de Magistère en Ecologie. P 141.

Melhaoui. M, 2009. Echantillonnage et étude des macro-invertébrés de la Moulouya, Projet UICN Med/ABHM Moulouya – Maroc. P 17.

Merabet. S, 2010. Evaluation de la qualité physicochimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de Beni Haroun. Mémoire de magister en chimie analytique. Université Mentouri de Constantine. P 1.

Mihoubi, 2008. Fonctionnement et gestion hydrogéologique et hydrologique des ressources en eau du bassin de hammam grouz. Mémoire de Magister en hydrogéologie. Université Mentouri–Constantine. P 50, 128.

Mutin. G, 2000. De l'eau pour tout. Dossier n° 8014 de la documentation photographique française. P 64 disponible sur le site internet : www.edu.ge.ch/sem/documentation/documents/eau2.pdf

Nisbet. M et Verneaux. J, 1970. Composantes chimiques des eaux courantes : discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses. Ann. De limnologie. Tome 6, n°2. P 161-190.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1989. Toxicological évaluation of certain food additives and contaminants. 3^{ème} rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, rapport technique n°776 de l'OMS. Genève (Suisse). P 156.

Paul. R, 1998. Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuration, utilisation, Société d'Éditions techniques. P 192.

Ramade. F, 1984. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. *Edition Mc Grew- Hill, Paris*. P 397.

Ramade. F, 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. *Edition. Science Internatinal. Paris*. P 822.

Ramade. F, 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2^{ème} Editions. P 107.

Rejsek. F, 2002. Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Bordeaux. P 360.

Rodier. J ; Bazin. C ; Broutin. J. P ; Champsaur. H et Rodi. L, 2005. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8^{ème} Edition. *DUNOD*. Paris. P 1383.

Rodier. J, 1984. L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer), 7^{ème} Edition. *Dunod Edition*, Paris, France. P 177.

Rodier. J, 1996. Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8^{ème} Edition, Paris. P 1260.

Rodier. J, 1997. L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer), 8^{ème} Edition, *Dunod*, Paris. P 66.

Van Overmeiren, 2008. Mémoire de Master en science et gestion de l'environnement. Université Libre de Bruxelles. P 96-98.

Verneaux et Tuffery, 1982. Une nouvelle méthode pratique d'évaluation de la qualité des eaux courantes. Un indice de Qualité générale (IBG). Ann. Science .Université .Franche. Compté, Besançon, 4(3) ; Water, EPA841-B-99-002, 11 chapitres, 4 annexes. P 11-21.

Wetzel. R. G, 1983. Limnology, Edition .*Saunders College Publishing*, 2^{ème} Edition, USA. P 767.

YvesCharbonnel, 1989. Manuel de lagunage à macrocytes en régime tropical, agence de coopération culturelle et technique. P 37.

Zerouali. M, 2012. Contribution à l'optimisation des performances d'un distillateur solaire pour obtenir le diplôme de Magistère en physique. Université Hadj Lakhdar-Batna. P 3-11.

Zouidia. H, 2006. Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. Thème de magistère en écologie et environnement. Université Mentouri, Constantine. P 126.

Résumé

Résumé

Le barrage de Beni-Haroun est l'ouvrage de la réserve en eau le plus important en Algérie. Les cours d'eau, les affluents et les oueds qui alimentent cette structure subissent l'impact nocif de la démographie, l'industrie et l'agriculture. Cette étude est une contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique (T° , pH, conductivité, nitrite, phosphate, MO_{4-2} ...) et microbiologique (coliformes totaux et thermo-tolérant, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfito-réducteurs) des eaux qui alimentent ce barrage. Les polluants sont présents dans toutes les stations de prélèvement avec un taux de concentration relatif. La contamination est plus importante au niveau des stations de Oued Endja (turbidité 771,05 NTU et les MO_{4-2} 8,48mg d' O_2 /l), Oued El-Kton (TH 396 mg $CaCO_3$ /l et salinité 0,65 ‰) et Oued Mila (NO_3 10,76 mg/l et CE 1240 μ S/cm) du fait des rejets de la ville et des villages avoisinants. La qualité bactériologique de ces eaux nous montre aussi une situation alarmante. Elle est plus ressentie au niveau des stations : Oued Endja, Oued El-Kton et Oued Mila. Les causes de cette pollution sont multiples, on cite principalement, l'insuffisance dans le traitement des rejets (industriels et domestiques) ainsi que la présence des décharges municipales dans les rives de ces cours d'eau. Pour remédier à ce problème, il serait important de mettre en œuvre dans l'immédiat des moyens de lutte contre la pollution redoutable de ces cours d'eau pour assurer une qualité acceptable des eaux de ce barrage pour les divers usages.

Mots clés : Barrage de Béni-Haroun, classes de qualité des eaux, paramètres microbiologiques, paramètres physico-chimique, pollution des eaux.

Abstract

The dam of Beni-Haroun is the work of the water reserve the most mattering in Algeria. Streams, tributaries and owed which feed this structure undergo the harmful impact of the demography, the industry and the agriculture. This study is a contribution has the evaluation of the physico-chemical quality (T° , pH, conductivity, nitrite, phosphate, MB ...) and microbiological (coliformes totals and thermo-tolerating, faecal Streptococci and sulfito-reducing Clostridium) waters which feed this dam. Pollutants are present in all the stations with a relative rate of concentration. The contamination is more important at the level of the stations of Oued Endja (turbidity 771.05 NTU and OM 8.48 mg of O_2/l), Oued El-Kton (TH 396 mg $CaCO_3/l$ and salinity 0.65 %) and Oued Mila (NO_3 10.76 mg/l and conductivity 1240 $\mu s/cm$) because of the rejections of the city and the neighbouring villages. The bacteriological quality of these waters also shows us an alarming situation. It is more felt at the level of stations: Oued Endja, Oued El-Kton and Oued Mila. The causes of this pollution are multiple; we quote mainly, the insufficiency in the treatment of the discharges (industrialists and domestics) as well as the presence of municipal dumps in the banks of these streams. To remedy this problem, it would be important to implement for the moment ways of formidable fight against pollution of these streams to assure an acceptable quality of waters of this dam for the diverse uses

Key words: Dam of Beni-Haroun, parameter microbiological, Parameters physico-chemical, quality classes of waters, water pollution.

المخلص

ان سد بني هارون هو اهم عمل احتياطي للمياه في الجزائر بحيث مجموع المجاري المائية والاودية التي تغذي هذا الهيكل تخضع للأثر الضار من طرف الديموغرافيا، الصناعة والزراعة.

هذه الدراسة هي مساهمة في تقدير النوعية الفيزيوكيميائية (الحرارة، الحموضة، الناقلية، النترية، الفوسفات، المواد المؤكسدة....الخ) والميكروبيولوجية (الجراثيم الكلية الجراثيم و الجراثيم الملوثة بالإضافة الى جراثيم اخرى) للمياه التي تغذي هذا السد.

الملوثات تتواجد في جميع محطات اخذ العينات بتركيز نسبية حيث تكون بنسبة معتبرة على مستوى واد النجاء (التعكر 771.05NTU ، والمواد المؤكسدة $8.48 \text{ mg d'O}_2/\text{l}$) ، واد القطن وواد ميله (النترات 10.86 mg/l (والناقلية $1240 \mu\text{s/cm}$) وذلك بسبب الفضلات المطروحة من طرف المدينة والقرى المجاورة .

النوعية الميكروبيولوجية لهذه المياه هي الاخرى تبين لنا حالة غير عادية خاصة على مستوى واد النجاء ، واد القطن وواد ميله.

تتعدد اسباب التلوث كعدم الاكتفاء في معالجة الفضلات المطروحة (الصناعية والمنزلية) بالإضافة الى تواجد الممرغات العمومية على ضفاف المجاري المائية.

لعلاج هذه المشكلة، سيكون من المهم تنفيذ في الوقت الراهن السبل المتاحة لمكافحة تلوث المجاري المائية وذلك لضمان نوعيتها التي تسمح باستعمالها في مجالات مختلفة.

الكلمات المفتاحية: سد بني هارون ،اقسام نوعية المياه، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص والميكروبيولوجية، تلوث المياه.