

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE L'ENVIRONNEMENT

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière: Écologie et environnement

Spécialité: Biodiversité et écologie végétale.

Intitulé du thème:

*Contribution à l'étude de l'impact des micro-polluants sur la biodiversité de Barrage
Bouhanifia*

Présenté par: M^{elle} Mahiddine Aicha

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de:

Président de jury:	M ^m HELLAL TIDJANIA	M.C.B	(UDL/SBA)
Examineur:	M ^m ZINAIDI SARAH	M.A.A	(UDL/SBA)
Promoteur:	M ^m MOURI CHARAF	M.C.B	(UDL/SBA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin 2021 »

DÉDICACE :

Merci Allah (mon Dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "Ya Kayoum".

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère et à mon père, qui ont été mon ombre durant toutes les années des études, et de m'encourager tout au long de ma vie, me donner l'aide et me protéger. Que dieu les garde et les protège.

Pour tout l'amour, les bienfaits et les prières qu'ils m'ont accompagnées, apportées et soutenues chaleureusement.

Et sans oublier de dédier aussi ce travail du cœur au cœur :
À mes frères et mes sœurs.

À tous ceux qui m'ont aidé de près où de loin à réaliser de ce travail.

Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je voudrais exprimer mes profondes gratitude et mes profonds remerciements à mon encadreur madame Mouri, d'avoir accepté de m'encadrer, j'ai profité de sa présence et son aide tout au long de la préparation de cette mémoire, et pour son suivi infallible ses conseils et ses remarques. Sa disponibilité et sa présence de chaque instant de recherche m'ont fait preuve de beaucoup compréhension et illustration dans les moments nécessaires, elle n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager.

En second lieu, un grand remerciement aux membres de jury, Pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant de le juger. Premièrement Mme hellal Tidjania, Mcb UdL /SBA et de l'examiner par Mme Zenaidi sarah, MAA/UDL /SBA qui ont pris de temps de l'enrichir par leurs propositions et corrections.

Merci à toutes les personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression des mes très vifs remerciement.

RÉSUMÉ :

Les micro-polluants sont des substances toxiques susceptibles de provoquer des perturbations et l'altération des fonctions d'un organisme vivant entraînant des effets nocifs, voire la mort. Dans les faits, de nombreux cas de pollutions aiguës et accidentelles ont attiré l'attention sur l'impact sanitaire et environnemental des substances, sont connus pour avoir des effets même à faibles concentrations.

En effet, l'impact sur la biodiversité un organisme dépend de la toxicité mais aussi de l'exposition de l'organisme à cette substance, L'évaluation de cette exposition est complexe de par la multiplicité des produits de dégradation présents dans un milieu donné et des voies d'exposition des organismes (inhalation, application cutanée, ingestion) .

Notre étude s'est basée sur des analyses physiques et chimiques de l'eau prélevée du barrage de bouhanifia les résultats obtenus vérifient bien les normes, de L'eau utilise pour la consommation.

Les mots clé :

Biodiversité, micropolluant, toxique, pollution, perturbation.

ملخص

الملوثات الدقيقة هي مواد سامة قادرة على إحداث اضطراب وإعاقة لوظائف الكائن الحي مما يؤدي إلى أثار ضارة وحتى الموت. في الواقع ، لفتت العديد من حالات التلوث الحاد والعرضي الانتباه إلى الأثار الصحية والبيئية للمواد ، والتي من المعروف أن لها تأثيرات حتى عند التركيزات المنخفضة. في الواقع ، يعتمد التأثير على التنوع البيولوجي للكائن على السمية ولكن أيضًا على تعرض الكائن الحي لهذه المادة ، وتقييم هذا التعرض معقد بسبب تعدد منتجات التحلل الموجودة في بيئة معينة. الكائنات الحية (الاستنشاق ، دهن الجلد ، الابتلاع). استندت دراستنا إلى التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه المأخوذة من سد بوحنيقية ، والنتائج التي تم الحصول عليها تتحقق من معايير المياه المستخدمة للاستهلاك.

الكلمات المفتاحي : التنوع البيولوجي ، الملوثات الدقيقة ، السامة ، التلوث ، الاضطراب.

Abstract:

Micropolluants are toxic substances capable of disturbing and impairing the functions of an organism resulting in adverse effects and even death.

In fact, many cases of acute and accidental contamination have drawn attention to the health and environmental effects of substances, which are known to have effects even at low concentrations. The effect on the biological diversity of the organism depends on its toxicity and exposure to the substance, and the study is complicated by the multiplicity of decomposition products present in a given environment.

Our study was based on the physical and chemical analyses of the water taken from the Bouhanifia dam and the results obtained verify the parameters of the water used for consumption.

LISTE DES ABRÉVIATIONS :

ADE: Algérienne des eaux.

Mg : Microgramme.

MS : Micro-siémens.

C.E : Conductivité Electrique.

Cm : Centimètre.

DDT : Dichloro-diphényl-trichloroéthane.

DHW : Direction de l'Hydraulique de la Wilaya.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tetracétique.

E.VA : Ethyl Violet et l'Azide de sodium.

g : Gramme.

g/ j/hab. : Gramme par jour par habitant.

g/l : Gramme par litre.

H: Hectare.

hm³: Hectometer cube.

kg/lit/jour : Kilogramme par litre par jour.

Km : Kilomètre.

km² : Kilomètre carré.

L/J/Hab. : Litre par jour par Habitant.

l/s : Litre par seconde.

L : Litre.

M : Mètre.

m³ : Mètre cube.

m³ /j : Mètre cube par jour.

MES : Matière En Suspension.

Mg : Milligramme.

mg/l : Milligramme par litre.

Mm : Millimètre.

ml : Millilitre.

MTH : Maladies à Transmission Hydrique.

N : Normalité. **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

PH : Potentiel Hydrogène.

SM : Solution Mère.

T° : Température.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

T.G.E.A : Gélose Tryptone Glucose à l'Extrait de levure.

TH : Titre Hydrotimétriques.

Liste des figures :

Figure 1 La pollution par les déchets aquatiquespage16

Figure 2 Équipe de chantier Bouhanifia (1930-1939)..... page23

Figure 3 Vue générale du village 1930..... page23

Figure 4 Carte du barrage Bouhanifia..... page24

Figure 5 Barrage de Bouhanifia (18-01-1939)..... page25

Liste des tableaux :

Tableau 1 : résultats de barrage de bouhanifia	page47
Tableau 2 : résultats des paramètres physicochimiques	page48
Tableau 3 : résultat d'Eaux brute de barrage bouhanifia.....	page49
Tableau 4 : résultat d'Eaux traité de barrage bouhanifia	page51

Table des matières :

Liste des abréviations

Liste des figures

Listes des tableaux

Partie 1 : Partie bibliographique

Introduction générale.....	Page 01
Chapitre I : Généralité sur l'eau.....	Page 02
1. Répartition de l'eau dans le monde.....	Page 02
2. Ressources hydriques.....	Page 02
2.1. Eaux de pluie.....	Page 02
2.2. Eaux de surface.....	Page 02
2.3. Eaux souterraines.....	Page 02
3. Sources.....	Page 03
3.1. Nappe d'eaux.....	Page 04
3.2. Eaux de mers et les océans.....	Page 07
3.2.1. Qualité des eaux superficielles.....	Page 07
3.2.2. Qualité des eaux souterraines.....	Page 07
4. Eau et santé publique.....	Page 07
4.1 Maladies d'origine parasitaire.....	Page 08
4.2 Maladies d'origine virale.....	Page 09
4.3 Maladies en relation avec la constitution de l'eau.....	Page 09
Chapitre 2 : Pollution des eaux.....	Page 11
1. Définition de la pollution.....	Page 12

2. Types de pollution	Page13
3. Les réglementations de L'eau	Page14
4. La pollution en milieu urbain	Page16
Chapitre 3 : Des micro-polluants sur la biodiversité et leur classification	Page17
1. Les origines des micro-polluants	Page17
2. Les principaux micro-polluants	Page17
3. Les micro-polluants dans le milieu naturel	Page18
4. La législation sur les micro-polluants	Page19
5. La recherche sur les micro-polluants	Page20
Partie 2 : partie expérimentale	Page22
1. Présentation de la zone d'étude Barrage de BOUHANIFIA	Page22
2. Historique	Page23
3. Description du site du barrage de BOUHANIFIA	Page24
4. Situation géographique de la station de traitement des eaux du barrage de Bouhanifia	Page24
5. Description de la station de traitement du barrage de bouhanifia	Page25
Matériels et méthodes	Page26
1. Échantillonnage	Page26
2. Matériel de prélèvement	Page26
3. Mode de prélèvement.....	Page27
4. Transport des échantillons	Page28
5. Méthodes d'analyses	Page28
Résultats et discussions :	Page29
1. Résultats des analyses des paramètres physico-chimiques	Page30
2. Résultats des analyses des paramètres physiques	Page31
3. Résultats des analyses des paramètres chimiques.....	Page32
4. Résultats des analyses des paramètres de pollution.....	Page35
5. Conclusion générale.....	Page40

Références bibliographiques

Annexe 1

Annexe2

Introduction générale :

Depuis quelques années, on entend de plus en plus parler de l'eau comme étant le grand enjeu du XXI^e siècle.

Les eaux de surface contiennent des impuretés qui ont pour origine naturelle due des produits de dégradation des végétaux, métabolite des algues et des micro-organismes ; et d'origine artificielle due à la pollution urbaine, industrielle et agricole.(Kettab ,1992).

Ces impuretés peuvent engendrer des nuisances pour les êtres vivants ainsi pour l'environnement. Depuis fort longtemps, l'homme s'est rendu compte que l'eau pouvait être responsable de maladies sans pour autant préciser son rôle épidémiologique exact. Il a fallu attendre l'ère scientifique moderne inauguré par Pasteur et d'autres savants, pour comprendre les causes précises de la transmission hydrique de certaines maladies et le rôle joué par les micro-organismes.(Bonin,1982).

Répondre à la demande des consommateurs et assurer le maintien de la qualité de l'eau au cours de sa distribution est un souci majeur des traiters et distributeurs d'eau. Les analyses d'eau, dont l'objectif principal, reposent sur différents paramètres physiques, chimiques, mais également microbiologiques. En effet, le but du traitement mais une eau ne présentant pas de risque du point de vue de la santé publique. Par conséquent, peu de travaux, ont été consacrés à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques au niveau de la station de bouhanifia. Pour cette raison, nous nous sommes intéressés à l'étude de ces paramètres de pollution.

L'objectif de ce travail consiste à déterminer le degré de substance polluée de l'eau obtenu au niveau de la station de traitement des eaux de Bouhanifia., nous avons effectué des analyses physicochimiques,. Les analyses réalisées s'étalent sur une période de quatre (04) mois à raison d'un bulletin d'analyse une fois par mois. Ainsi, notre travail s'est structuré en deux parties :

La première partie, qui couvre la recherche bibliographique qui englobe trois chapitres qui sont :

1. rappel sur l'eau.
2. les pollutions liées à l'eau.
3. les micro-polluants et leur impact sur la biodiversité.

La deuxième partie, orientée sur l'aspect pratique, est basée sur la description de la région d'étude ainsi que, la méthode et l'interprétation des résultats d'analyses physicochimiques ON conclure notre travail par une conclusion générale qui comprend quelques recommandations qui nous paraissent nécessaires.

Chapitre 1. Généralités sur l'eau:

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (Gérard, 1999).

1.1. Répartition de l'eau dans le monde :

Comme tout le monde le sait, la planète terre est également appelée planète bleue, ceci provient du fait que sa surface est recouverte à 70 % d'eau.

La masse d'eau totale ne varie pas au cours de années, date de son apparition sur terre, c'est l'énergie solaire qui le moteur du cycle de L'eau en entraînant ses changement d'états (Morel, 2007).

1.2. Ressources hydriques :

On trouve quatre sources principales d'eau brute :

1. Les eaux de pluies.
2. Les eaux de surfaces.
3. Les eaux souterraines.
4. Les eaux de mer.

Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant :

1. Eaux de pluie :

Les eaux de pluies sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluies peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (Vilaines, 2005).

2. Eaux de surface :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Les eaux de surface proviennent surtout des pluies ; elles sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eaux souterraines. Elles sont constituées également par les eaux de ruisseaux, rivières, fleuves, étang, lacs, barrages-réservoirs, glaciers (Memento, 2005 ; Vilaginèse, 2005. Pomerolle, 1991).

Bien qu'il semble s'agir de masses d'eau bien individualisées solides ou liquides, immobiles ou en mouvement, on ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté. Elles peuvent ruisseler sans suivre de chenal déterminé, ou s'écouler dans un lit plus au moins bien tracé jusqu'à un étendue d'eau (mer ou lac) qui les recueille (Pomerolle, 1991).

Fleuves et rivière Les fleuves et les rivières, outre les eaux de pluie, sont alimentés par les nappes souterraines qui sont surtout mises à contribution en été quand les pluies sont beaucoup plus faibles. Leurs débits vont donc varier considérablement entre deux extrêmes (étiages et crues) (Vilaginèse, 2005).

Réserves d'eaux superficielles :

Elles peuvent être naturelles (lacs), ou artificielles (barrages-réservoirs). Etangs et lacs. On peut les considérer comme des bassins naturels de décantation dont la période de rétention est longue (Desjardins, 1999). Les lacs et étangs sont par définition situés sur des formations étanches qui peuvent être utilisées pour la création des réserves artificielles que sont les barrages-réservoirs.

Les barrages sont des étendues d'eau plus ou moins profondes, dont la rétention des eaux est due à l'existence d'une contre-pente qui peut se remplir par ruissellement (ou par des apports d'eaux de sources), et qui ne subit pas l'influence des mers et des océans du globe (Heschung, 2007).

3. Eaux souterraines :

Les formations géologiques poreuses et perméables qui ont la propriété de permettre l'infiltration, le stockage, et l'écoulement des eaux, constituent les aquifères et le réservoir des eaux souterraines. Ils peuvent être homogènes, à perméabilité interstices comme les sables, ou hétérogène à perméabilité de fissures comme les calcaires (Roux, 1995).

On peut classer les eaux souterraines en deux catégories :

1. Sources Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Toute source est alimentée par une portion de la nappe aquifère qui lui a donnée naissance (Gomella et al. 1974). Elles sont plus fréquemment rencontrées dans les régions montagneuses. On distingue trois types de sources : (Bouziani, 2000).

A. Sources d'affleurement :

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie (Vilagines, 2000).

B. Sources de déversement :

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible, pratiquement constant et peuvent facilement tarir. Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (Bonnin, 1982).

C. Sources d'émergence :

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner. Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (Gomella et Guerree, 1980)

2. Les Nappes d'eaux :

« L'aquifère », ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (Kettab, 1992). Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (Pomerol et al. 2011).

La porosité et la structure du terrain déterminent le type de la nappe et le mode de circulation souterraine. Les principaux types de nappes sont les suivantes :

2.1. Nappe libre :

Elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue.

2.2. Nappe captive :

Elle est alors séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle est généralement plus profonde. Elle devient artésienne lorsque sa surface piézométrique est supérieure au niveau du sol au-dessus de certaines zones de la partie captive de la nappe (Pomerolle et al, 2011).

2.3. Nappe alluviale :

Ce sont les nappes situées dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. Elles sont plus ou moins en relation avec les eaux de la rivière, mais suivant le degré de perméabilité et le colmatage des alluvions, son niveau peut être plus élevé que celui de l'eau libre. La qualité de ces eaux est alors directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière (Dégriment, 2005; Pomerolle et al. 2011)

La liaison hydrogène est à l'origine des propriétés chimiques et physiques particulières de l'eau :

L'eau peut se trouver sous trois états : liquide, solide et gazeux. Seul ce dernier état correspond exactement à la formule classique de la molécule d'eau H₂O. Les deux autres, liquide et solide, sont plus compliqués, et c'est cette complexité qui leur confère leurs propriétés exceptionnelles. (OMS, 1970).

Propriété chimique :

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments. De ce fait, elle peut attaquer les parois d'un récipient qui la contient, sculpter des paysages. Elle peut aussi dissoudre des gaz présents dans l'air comme le gaz carbonique ou l'oxygène (oxygène dissous). L'eau contenue dans le corps humain sert de support à la multitude de réactions et d'échanges qui sont nécessaires à la vie. (OMS, 1970).

L'eau vraiment pure n'existe pas. La définition de l'eau pure diffère suivant les usages que l'on veut en faire. Ainsi, un buveur d'eau n'aura pas les mêmes critères d'appréciation qu'un chimiste. Le premier voudra une eau débarrassée des germes mais pas des sels minéraux sans laquelle elle serait imbuvable. Le second cherchera à la débarrasser de ses cations et de ses anions mais ne se préoccupera pas de la présence de matières organiques. (OMS, 1970).

La première opération chimique réalisable avec l'eau est sa dissociation en protons H⁺ et en ions hydroxydes OH⁻. La répartition entre les deux se mesure avec le pH (potentiel hydrogène). L'échelle va de 0 à 14 : plus on se rapproche de 0, plus l'eau est acide, plus on se rapproche de 14, plus elle est basique. L'eau est neutre lorsque son pH est à 7, (Bouziani2000).

L'eau joue un rôle très important dans toutes les réactions chimiques qui impliquent des matières chargées électriquement. (Morel, 2007).

Outre ses qualités chimiques propres, l'eau est un excellent véhicule, notamment pour les agents agressifs comme les acides ou le gaz carbonique. Le gaz carbonique dans l'eau se transforme en un acide faible qui dissout, entre autres, le calcaire. Cependant, une élévation de température ou une aération de l'eau précipite le calcaire sous forme de tartre. De la même façon, l'eau des océans régule la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère. (OMS, 1970).

Les propriétés physiques : L'eau a de nombreuses propriétés physiques assez particulières, Le principe d'Archimède :

Le principe d'Archimède s'énonce ainsi : « Tout corps plongé dans un liquide subit une poussée vers le haut équivalente au poids du liquide qu'il déplace ». Ce principe se fonde sur la réalité de la pression hydrostatique : la masse d'un corps est neutralisée par une poussée hydrostatique vers le haut. La poussée hydrostatique est toujours égale au poids de l'eau déplacée par le corps. Si le corps est plus dense que l'eau, il coule ; s'il est moins dense, il flotte; si sa densité est la même, le corps reste flottant à n'importe quelle profondeur. (OMS, 1970).

L'application la plus courante de cette propriété est la flottaison des bateaux assurant les transports maritimes et fluviaux. (OMS, 1970).

Le principe de Pascal :

L'eau ne peut pas se comprimer, ni augmenter de volume, c'est le principe de Pascal. Si on lui fait subir une pression, elle va retransmettre cette pression subie. La pression d'une masse liquide est la même sur tous ses points d'application. C'est sur la base de ce principe que fonctionnent des appareils tels que les presses hydrauliques ou les systèmes de freinage hydrauliques. (OMS, 1970).

Autres propriétés physiques :

Une des propriétés physiques les plus particulières de l'eau est que, lorsqu'elle gèle dans les lacs, les rivières..., elle ne commence pas à geler par le fond mais par la surface. C'est dû au fait que la glace est plus légère que l'eau. L'eau augmente de volume en se solidifiant, sa densité va donc être moindre. (OMS, 1970).

La densité est le rapport de la masse par rapport au volume : donc la densité de la glace 0,920 moins la densité de l'eau égale : 0,997. (OMS, 1970).

Ainsi, la glace va flotter à la surface de l'eau. On peut observer ce phénomène en mettant des glaçons dans un verre d'eau, on constatera que les glaçons remontent automatiquement vers la surface. Le coefficient de compressibilité isotherme est petit mais suffisant pour abaisser le niveau des mers de 40 mètres. En conséquence, lorsqu'il y a de grandes décompressions atmosphériques, liées à des tempêtes, le niveau des mers remonte. La tension superficielle est aussi très élevée, ce qui permet à l'eau de s'insérer partout, dans les crevasses, les rochers... et ainsi, lorsqu'elle gèle, de faire éclater les rochers. L'eau tient une part importante dans le modelage de nos paysages. (Philippe Beaulieu ,2021) .

4. Eaux de mers et les océans :

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète. Les eaux de mers sont une source d'eau brute qu'on utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mers sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous. La salinité de la plupart des eaux de mers varie de 33 000 à 37 000 mg/l. elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement. Les eaux situées près de l'embouchure de fleuves importants ont habituellement une salinité plus faible (Desjardins, 1997).

5. Qualité des eaux :

5.1 Qualité des eaux superficielles :

La qualité des eaux brutes de surface dépend fortement des phénomènes saisonniers (prolifération des algues et des planctons, etc.) et des événements météorologiques. Leur capacité d'adsorption très limitée (réduites aux interactions eau - sédiments) et l'absence de mécanismes de filtration permettent aux solides, dissous ou non, de se propager très rapidement : d'où la qualité très fluctuante des eaux superficielles. Leur pollution microbiologique est généralement très importante. Les dangers proviennent des eaux de ruissellement sur les surfaces d'exploitation agricole et forestière (pesticides, fertilisants, engrais de ferme), des déversements d'eaux usées, de la sédimentation des polluants de l'air et des accidents (Auckenthaler et Urs von Gunten, 2010).

5.2. Qualité des eaux souterraines :

La composition et la qualité des eaux souterraines sont à l'origine liées à la nature géologique du terrain. Ils ont un impact direct sur celle des eaux de surface, ainsi que sur les écosystèmes aquatiques et terrestres associés. Les eaux souterraines sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, mais la croissance démographique et la modernisation de l'agriculture ainsi que le développement industriel entraînent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée. Les eaux usées domestiques et industrielles souvent déversées directement dans les oueds, participent fortement au changement de la qualité des eaux souterraine (Zerki, 2013).

6. Eau et santé publique :

L'eau qui tombe en pluie ou sous forme de neige a la composition de l'eau distillée, elle est donc pure, mais arrivée sur le sol, elle rentre en contact avec tous les éléments qui s'y trouve, en particulier avec les

micro-organismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Ce sont des bactéries, des virus, voire des champignons, des protozoaires, des algues. (Desjardins, 1997).

7

Les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes dans l'eau, mais aussi à plusieurs substances d'origine organique ou minérale, présentes par défaut (maladies de carence) ou en excès dans l'eau de boisson (Haslay et Leclerc, 2006 ; Bouziani, 2000). II.1. Maladies à transmission hydrique Bon nombre de personnes infectées par une maladie hydrique courante ne présenteront aucun symptôme et ne sauront probablement jamais qu'elles ont été atteintes. Avec le temps, les germes seront éliminés par le système digestif et les selles. En cas d'une contamination, l'état du malade dépendra du type d'infection. (Desjardins, 1997).

Pour de nombreuses maladies hydriques, les symptômes commencent à se manifester de deux à dix jours après la consommation d'eau contaminée. Le malade peut avoir de la diarrhée, ressentir des crampes d'estomac, des nausées, de la fièvre et se mettre à vomir (Bouziani, 2000). II.1.1. Maladies d'origine bactérienne Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes : ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : *Salmonella typhi* et paratyphi A, B et C.

Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleur abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le typhos) et des complications graves, par fois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques.

La contamination se fait par voie digestives à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales (Benzaid, 2012).

Choléra :

C'est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Il se caractérise par une diarrhée profuse à grains riziformes.

Elle s'accompagne de vomissements et de douleurs épigastriques avec anurie et crampes musculaires. Son évolution est mortelle en l'absence de réhydratation et d'antibiothérapie. Revue bibliographique 7 L'infection se transmet essentiellement par voie orale en présence de mauvaise condition hygiénique (eau, alimentation) (Haslay et Leclec, 2006).

1.7.1 Maladies d'origine parasitaire (protozoaire) :

Les parasites sont généralement véhiculés dans l'eau sous forme : d'œufs, de kystes ou de vers. Parmi les parasites pathogènes les plus fréquents dans l'eau, on distingue :

Amibes :

8

L'amibe *Entamoeba histolyca* est responsable de la dysenterie amibienne. Elle induit les symptômes classiques des entérocolites avec crampes et diarrhée mucosanglante dans les cas sévères.

Elle peut diffuser dans tout l'organisme à travers les systèmes portes et engendrer des abcès de la foie, du poumon et du cerveau (Haslay et Leclec, 2006).

Paludisme (malaria) :

Elle est transmise à l'homme par des piqûres de moustiques, les anophèles, porteurs d'un parasite, le plasmodium, caractérisé par des cycles de frissons et de fièvre, dont les cas sévères peuvent aboutir à une anémie ou au décès. Plus d'un million de personnes en meurent chaque année. L'Afrique représente 80% des cas de paludisme dans le monde (Benzaid, 2012).

1.7.2. Maladies d'origine virale :

Les virus sont micro-organismes infiniment plus petits et plus résistants dans l'eau. Ce sont des micro-organismes qui ont un métabolisme spécifique, ils ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Leur présence dans l'eau est liée à une élimination humaine, par les selles, plus rarement par les urines ou les excréments nasopharyngées (Vilagenese, 2000).

Parmi les virus responsables de ces maladies, on distingue : Hépatite A : également nommée hépatite infectieuse, elle est provoquée par un virus de famille des Picornaviridae.

L'évolution clinique de l'infection varie de la maladie anictérique à l'ictère hépatique sévère et prolongé. Après une courte phase pré-ictérique, de l'ordre d'une semaine, caractérisée par de la fièvre, de la fatigue, myalgies, nausées et vomissement, survient la phase ictérique avec urines brun-doré, sombres en raison de la présence de bilirubine, se continuant de un à plusieurs jours plus tard par des selles décolorées avec coloration jaune de la conjonctive et de la peau. La durée des 4. Maladies en relation avec la constitution des eaux symptômes est de 4 à 8 semaines.

1.7.3. Maladies en relation avec la constitution des eaux :

L'eau contient de nombreux oligo-éléments qui sont bénéfiques à faible concentration comme le fer ou le fluorure mais toxiques à plus fortes doses pour l'homme.

Certains éléments tels que l'arsenic, le cyanure ou le plomb sont dangereux même à faible concentration. Exemples de quelques-unes des maladies hydriques et risques chimiques liées à une exposition excessive de certains éléments (Bouziani, 2000).

Fluorose :

Ils sont favorables et même indispensables à faible concentration (0,5 mg/l) , ils constituent un élément essentiel de l'alimentation et de l'eau de boisson est due à des doses supérieurs au seuil de fluor dans l'eau de boisson entraînant la destruction de l'email et provoquent un ensemble de troubles à caractère endémique ; qui se traduisent par des malformations dentaires, des taches de l'émail, des décalcifications, des troubles digestifs et nerveux...

En cas d'insuffisance en fluor dans l'eau de boisson, on envisage donc un apport artificiel de fluor, c'est la fluoruration (ou fluoration) qui utilise divers procédés et plusieurs produits à base de fluor (Bouziani, 2000).

Arsénicisme :

C'est le résultat de l'exposition prolongée à de faibles concentrations d'arsenic dans l'eau de boisson, et cause une kératodermie douloureuse (lésions durcies) et peut déboucher sur des cancers de la peau, des poumons, de la vessie et des reins (Benzaid, 2012).

Saturnisme :

L'exposition au plomb a divers effets sur la santé, et touche les enfants en particulier

Le plomb :

C'est un métal qui ne présente aucun avantage connu pour l'homme sur le plan biologique. Un excès de plomb peut nuire à plusieurs systèmes dans l'organisme, y compris le système nerveux et reproductif et les reins, et il peut causer une hypertension artérielle et une anémie. La maladie peut être reconnue à la ligne bleue qui entoure les gencives. Le plomb interfère avec le métabolisme du calcium et de la vitamine D. A très fortes concentrations, le plomb peut causer des convulsions, un coma et la mort (OMS, 1970).

Nitrate :

Elles peuvent engendrer un empoisonnement du sang (méthémoglobinémie ou maladie bleue), et peuvent se transformer en nitrites qui oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène et perturbe la

respiration cellulaire. Associés à certains pesticides, ils peuvent engendrer à long terme des cancers chez les adultes (Benzaid, 2012).

Chapitre 2 : La pollution de L'eau

1. Le terme pollution recouvre des acceptions fortes diverses et qualifie une multitude d'action qui dégradent d'une façon ou d'une autre le milieu naturel, (web1).

Certes les vocables désignent sans ambiguïté les effets des composés toxiques rejetés par l'homme dans l'environnement (OMS, 1970) .

Constitue une pollution toutes modification anthropogénique d'un écosystème, tout altération d'une biocénose naturelle provoqué par une modification du à l'homme de l'abondance de certaines de ses espèces ou à la pullulation d'espèces exotiques dans des habitats éloignés de leur aire d'origine. (OMS, 1970).

2. On distingue trois principaux types de pollution de l'eau :

2. 1. La pollution bactériologique :

Il s'agit de bactéries qui proviennent principalement des rejets d'eaux usées (non traitées) contenant de la matière fécale et des déchets organique (Gérard, 1999) .

2.2 La pollution chimique :

Provient généralement des rejets d'eaux usées contenant des produits d'entretien, des hydrocarbures et des métaux lourds. (pomorrelle1991).

2.3. La pollution par les déchets aquatiques:

Elle est définie comme « Tout matériau ou objet fabriqué utilisé au profit de l'humanité qui est directement ou indirectement jeté ou abandonné dans les milieux aquatiques. » cours les océans la poubelle du monde. Ces pollutions peuvent avoir de nombreuses origines, on en distingue quatre principales. (Kettab 1992).



Figure 1. La pollution par les déchets aquatique. (Bouziani, 2000).

3. Réglementation de l'eau à travers le monde :

Dans les sections suivantes, nous présenterons d'une façon succincte l'évolution de la réglementation environnementale, et plus particulièrement celle concernant l'eau, pour les EtatsUnis et d'une façon plus détaillée pour l'union européenne et la France.(web5)

3.1 Etats-Unis :

Aux Etats-Unis, l'année 1970 a été marquée par la naissance du premier mouvement moderne, symbolisée par la première fête de la journée de la terre « Earth Day » le 22 avril, démontrant un intérêt pour la pollution de l'eau, de l'air et la préservation de la nature (Ausubel et *al.* 1995).

Cette année est aussi marquée par la création de l'Agence de Protection de l'Environnement aux EtatsUnis (US-EPA), porteuse de deux programmes fédéraux sur la santé publique. (Web 10).

- Un polluant toxique peut désigner un groupe chimique de substances et non pas une substance individuelle.

- Pour certains polluants toxiques, il n'existe pas de méthode d'analyse normalisée contrairement aux polluants prioritaires.

- Certains polluants toxiques sont inclus dans la liste des polluants prioritaires lorsqu'ils sont analysables.

La loi américaine attribue également des seuils à d'autres paramètres dits « polluants classiques » comme les matières en suspension (MES) et la demande biologique en oxygène (DBO), les coliformes fécaux, les graisses et le pH. (web5)

3.2 France :

En France, dans les années 60, la dégradation de la qualité de l'eau est devenue une réalité pour les rivières. C'est dans ce contexte, que la première loi sur l'eau (n° 64-1245) du 16 décembre 1964 est établie.

13

Elle a pour objectif de réduire la pollution des eaux générée par l'activité industrielle et urbaine. C'est une loi de référence organisant la gestion de l'eau par bassin au niveau de la France ; elle crée les organismes de bassin (Web 5)

En 1971, le Ministère de l'environnement est créé et l'environnement est devenu un objet de politique en France. La politique de l'eau est relancée par la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992, dite « loi sur l'eau ». Elle découlait du besoin d'adapter la politique environnementale à la décentralisation mise en œuvre à partir de 1982, comme de la pression croissante exercée par les directives. (web5)

Cette loi promulgue l'eau au statut de patrimoine commun de la nation, c'est-à-dire une propriété commune, sujette à des régulations de droits d'usage.(web10)

Elle a également renforcé la compétence des communes dans la gestion de l'eau (collecte, épuration et distribution des eaux). La gestion est, donc, planifiée et organisée à partir de Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et de Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Les mesures de protection s'appliquent aux eaux superficielles et souterraines, et aux eaux de mer dans la limite des eaux territoriales. (web10)

Afin de réduire son retard en matière de substances dangereuses, par rapport à la directive 76/464/CEE, et d'acquérir des connaissances sur les substances prioritaires, la France a lancé une action nationale de Recherche et de Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau (3RSDE) par les ICPE (circulaire du 4 février 2002). Elle a été lancée par le MEEDDAT en 2002 et s'est achevée en 2007 (Géraud-Hoveman et *al.* 2008). Les résultats de cette action doivent servir à fixer des valeurs limites d'émissions de certains établissements dont les rejets ont été identifiés comme insuffisamment adaptés à la sensibilité du milieu. (web10)

3.3 Réglementation française sur les eaux pluviales :

Avant la loi sur l'eau de 1992, le document majeur concernant les rejets d'eaux pluviales était l'instruction technique de 22 juin 1977, relative aux réseaux d'assainissements des agglomérations. Il préconisait des analyses hydrauliques plus fines du fonctionnement des réseaux, et proposait pour la première fois une alternative de stockage des eaux pluviales sur place (bassin de retenue), auparavant l'objectif était de les évacuer le plus loin possible des habitations (Chosât and Eurydice 1997).

La loi sur l'eau de 1992 laisse entendre que les collectivités locales doivent assurer la maîtrise des eaux pluviales et du ruissellement quand ces derniers menacent l'équilibre naturel. Les communes ou leurs groupements doivent délimiter, après enquête publique, les « zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement », ainsi que les « zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement » (Miquel 2003).

Donc, pour la question de la gestion de l'eau pluviale, il n'y aucune proposition explicite de technique, il existe seulement une proposition de taxes pour la collecte, le transport, le stockage et le traitement des eaux pluviales et de ruissellement.(web10)

4. Sources de polluants en milieu urbain en temps de pluie :

Dans la nature, l'eau « pure » n'existe pas. L'eau est si bon solvant, que même dans les régions les moins polluées, elle contient au moins du gaz carbonique, de l'oxygène et de l'azote dissous ainsi que certains ions Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} . L'introduction des divers rejets traités ou non dans le milieu récepteur peut provoquer la pollution de l'eau. Les toxicologues restent aujourd'hui loin de pouvoir prédire pour la majorité des polluants, à une concentration donnée quels seront les effets observés après un certain temps de séjour dans le milieu.(web7)

4.1 Outre les microorganismes pathogènes, qui ne seront pas abordés dans ce travail, nous portons tout particulièrement, notre attention sur les micropolluants minéraux constitués essentiellement de métaux toxiques et des micropolluants organiques règlementés par la DCE. L'un des secteurs essentiels responsable de leur introduction dans l'environnement est le secteur industriel entre autre (Bliefert and Perraud 2001) :

- Lors de la production, par transfert directement dans l'air ou les eaux usées, ou indirectement lors du traitement des déchets liés au procédé.
- Lors de la défaillance des installations de sécurité pendant la production, le stockage ou le transport des substances.
- Lors de l'utilisation de composés comme les pesticides, les solvants, les peintures, etc.

Chapitre 3 : Les micro-polluants et leur impact sur la biodiversité

Un micropolluant est une substance (minérale, biologique, organique, radioactive..) polluante (et donc altéragène Biologique, physique ou chimique) présente dans des concentrations très faibles dans l'eau (de l'ordre du microgramme ou Du nanogramme par litre), dans l'air ou le sol, et qui peut avoir une action toxique ou écotoxique pour tout ou partie des Organismes ou l'écosystème. Par exemple : les résidus médicamenteux, les hormones, les pesticides ou encore les Cosmétiques.

Certains de ces produits sont plus ou moins rapidement dégradables, d'autres ne le sont pas. (Oms, 1970).

1. Les origines des micropolluants :

Les micropolluants proviennent principalement des activités humaines. Si on ignore actuellement l'importance de chaque source de pollution, on les a identifiées: épandage de pesticides (herbicides, insecticides, fongicides, etc.) dans l'agriculture et les jardins; rejets industriels et hospitaliers; traitements des matériaux de construction contre la corrosion et l'incendie (ignifugation); protection du bois contre l'attaque des insectes et des champignons; polluants de l'air précipités au sol, puis conduits par ruissellement dans les eaux; etc. (Gérard, 1999).

Les ménages y contribuent aussi pour une bonne part avec les produits de nettoyage et de bricolage, les produits pour la lessive et la vaisselle, les cosmétiques et les crèmes solaires, ainsi que les médicaments et les contraceptifs hormonaux (rejetés par les voies naturelles).

Même des additifs alimentaires, tels certains édulcorants artificiels, se retrouvent finalement dans nos eaux. (Julien, 2004).

Chaque année, l'industrie chimique met au point 200 à 300 nouvelles substances qui viennent s'ajouter aux 100'000 déjà homologuées sur le marché (plus de 30'000 sont utilisées en Suisse). Or, seulement une sur dix est actuellement documentée sur le plan de la toxicité pour l'être humain, et seulement une sur cent pour sa toxicité sur l'environnement. De surcroît, la composition exacte des nombreux produits courants n'est pas révélée par les fabricants, afin de protéger leur secret de fabrication (vilaines, 2005).

Ce n'est que lorsqu'elles polluent les eaux que ces substances peuvent être découvertes, pour autant que les méthodes d'analyse de laboratoire puissent les repérer. (Bonnin, 1982).

2. Les principaux micropolluants :

Le système actuel de l'UE pour les produits chimiques industriels, tel qu'il est également appliqué en Suisse depuis le 1er août 2005 dans le cadre de la nouvelle loi sur les produits chimiques, distingue les «substances existantes» des «nouvelles substances». Jusqu'en 1981, on connaissait environ 100 000 substances organiques synthétiques (appelées «substances existantes»), qui représentent plus de 99 % de la

17

quantité totale des substances actuellement disponibles sur le marché. 140 substances existantes ont été déclarées prioritaires par l'UE. Celles-ci font l'objet d'analyses détaillées des risques, avec données relatives aux quantités de production et d'utilisation, ces informations étant accessibles au public.

(Benzaid, 2012).

En outre, il existe des données incomplètes sur les quantités de production et d'utilisation ainsi que sur l'influence sur l'environnement d'environ 10'000 substances existantes. (Morel, 2007).

Depuis 1981, quelque 3000 nouvelles substances ont été enregistrées, avec des données éco toxicologiques de base lorsqu'elles sont mises en circulation par une entreprise dans l'UE à raison de plus d'une tonne par an. La nouvelle législation de l'UE sur les produits chimiques pourrait améliorer la situation au niveau des données disponibles, notamment pour ce qui concerne les substances existantes. (Desjardin, 2005).

La législation suisse relative aux produits chimiques a été revue avec l'entrée en vigueur de la nouvelle loi sur les produits chimiques, le 1er août 2005, et correspond ainsi à la pratique actuelle au sein de l'UE. D'une manière générale, on dispose de plus de données environnementales relatives aux principes actifs des pesticides. Les principes actifs pharmaceutiques sont également soumis à l'enregistrement obligatoire, mais seuls quelques-uns ont été étudiés quant à leurs effets sur l'environnement. Les produits biocides sont désormais soumis eux aussi à l'enregistrement obligatoire en Suisse et font l'objet d'une ordonnance spécifique (Bonnin, 1982).

3. Les Micropolluant dans le milieu naturel :

On appelle micropolluants les composés traces organiques ou métalliques présents dans l'eau à des concentrations extrêmement faibles d'un milliardième à un millionième de gramme par litre, (halsey, 2006).

Pour se faire une idée : un milliardième de gramme (soit un nanogramme) par litre, Les micropolluants peuvent être des substances issues de préparations biocides ou phytosanitaires, de médicaments, de produits de soin ou d'entretien, d'imperméabilisants textiles, de peintures etc. (Zerki, 2010).

Libérées dans le milieu aquatique à partir de sources diverses telles que l'agriculture, les activités domestiques, le bâtiment et les transports. Suite à la progression des substances chimiques dans tous les domaines et au vieillissement de la population, la consommation de ces composés continuera d'augmenter. (Web 3).

La possibilité de contamination du milieu aquatique par une substance dépend de ses caractéristiques physicochimiques. Les polluants hydrosolubles et peu biodégradables traversent les stations d'épuration (STEP) sans encombre notable et peuvent être détectés dans le milieu naturel. (Benzaid, 2012).

18

Les substances particulièrement stables comme les contrastants radiologiques atteignent même les eaux souterraines. Les petits cours d'eau récepteurs de grandes ou de plusieurs STEP sont particulièrement susceptibles d'en présenter de fortes concentrations, (Pomerolle, 2011).

Les polluants produisent en général dans le milieu naturel les mêmes effets que ceux pour lesquels ils ont été conçus, mais sur des organismes non cibles: les herbicides inhibent la photosynthèse des algues, les insecticides neurotoxiques attaquent le système nerveux des animaux aquatiques et les substances hormonales de la pilule ou des plastiques perturbent la reproduction des poissons. (Bouziani, 2000).

Mais des effets plus subtils sont également possibles : perturbations comportementales ou atteintes du système immunitaire par ex.(web8).

La situation est d'autant plus complexe que les effets de composés similaires peuvent s'additionner et que les métabolites formés à partir des substances d'origine peuvent avoir un impact inattendu. De plus, certains facteurs de stress (UV, chaleur) peuvent exacerber les effets. (Web ,5). du domaine d'utilisation, des propriétés et du mode d'action des substances, les services cantonaux de la protection des eaux et Faits et chiffres En Suisse, plus de 30'000 substances sont employées chaque jour dans l'industrie, l'artisanat et les ménages, (web 7).

L'agriculture fait appel à environ 1300 tonnes de produits phytosanitaires par an, On estime qu'en milieu urbain, 2000 tonnes de produits biocides sont utilisés chaque année, (web 4).

Les ménages suisses consomment plus de 500 tonnes de médicaments par an, 170 tonnes sont rejetées dans les eaux usées avec les urines et excréments. Les conditions d'autorisation de mise sur le marché des pesticides sont définies par les ordonnances sur les produits biocides. L'ordonnance sur la protection des eaux ne contient encore qu'une valeur limite unique de 100 ng/l pour les pesticides organiques ainsi que des valeurs dépendant des effets pour les métaux lourds. (Web 4).

Elle ne comprend encore aucun seuil défini en fonction des modes d'action pour d'autres substances et ne fait pas non plus cas des perturbateurs endocriniens, (web 6).

Les ressources utilisées pour l'alimentation de la population en eau potable ne présentent pas de risque pour le moment mais des mesures de prévoyance doivent être engagées pour garantir la sécurité des consommateurs, (web1).

4. La législation sur les micro-polluants:

Tous les participants proposent les mêmes catégories de solutions pour lutter contre les micropolluants dans l'eau, traduisant des possibilités d'actions à l'échelle individuelle ou collective. Ces catégories, proposées en tant que solutions possibles dans le questionnaire, se déclinent en :

19

- Des solutions à l'échelle individuelle : substituer des produits ; réduire les doses ; limiter le nombre de produits ; utiliser des produits éco-labélisés.
- Des solutions dans l'offre marchande : rendre les solutions alternatives plus attractives (présence dans les rayons, publicité) ; mettre en place des collecteurs de produits toxiques dans les supermarchés.
- Des solutions éducatives : informer les populations sur la présence de micropolluants dans l'eau (surtout sur les cosmétiques qui, selon les participants, ne polluent pas le milieu) ; informer les populations sur la façon d'utiliser des produits plus respectueux de l'environnement (par une diffusion de recettes pour fabriquer soi-même ses produits d'entretien, ses cosmétiques) ; éduquer les enfants.(Desjardins,1999) .
- Des solutions réglementaires : légiférer sur les composants qu'il est autorisé de mettre dans les produits ; obliger les fabricants à mettre une échelle de toxicité sur leurs produits (pastille de couleur, note comme pour l'électroménager) ; taxer davantage les produits qui posent problème.
- Des solutions par l'innovation : développer la recherche sur de nouveaux produits non polluants, efficaces et pas chers. (Julien, 2004).

5. La recherche sur les micro-polluants :

Le terme micropolluants désigne un composé minéral ou organique dont les effets sont toxiques à très faible concentration (les teneurs sont évaluées en mg/litre). Ces micropolluants contaminent les cours d'eau soit par apport direct, par ruissellement, par érosion, soit indirectement par la pluie. On distingue aussi des apports ponctuels avec des sources clairement identifiées (rejets industriels, pollution accidentelle, rejets des eaux usées domestiques) et des sources diffuses, liées aux activités agricoles ou aux pluies (les pesticides, épandus sur de très larges surfaces, sont être transportés dans l'atmosphère et retombent avec les pluies). (Heschung, 2007).

Les métaux :

Les métaux sont naturellement présents dans les roches et les sols, La présence de gisements métallifères (Massif central, Alsace) contribue à la contamination métallique des eaux.

Néanmoins, l'essentiel provient des apports d'origine industrielle, qu'il s'agisse des exploitations minières, des activités industrielles anciennes, ou des activités actuelles, Les éléments métalliques surveillés sont le fer, le chrome, le zinc, le nickel, qui sont utiles au monde vivant en très faible quantité, et les métaux

20

lourds, dont on ne connaît aucune utilité pour l'homme, et qui ont la propriété de s'accumuler dans la chaîne alimentaire : mercure, cadmium, plomb, arsenic, etc.(Zerki,2013).

1. Les métaux lourds ont un fort caractère bio accumulatif et ont la particularité de ne pouvoir être éliminés. Ils changent simplement de forme. Au-delà d'un certain seuil, ils deviennent des toxiques importants pour l'homme. Les contaminations des cours d'eau sont étroitement liées aux implantations industrielles, notamment aux activités les plus polluantes :

Les activités minières et sidérurgiques, les activités de traitement de surfaces, la tannerie...

b) Les pesticides destinés à lutter contre les parasites des plantes. L'agriculture est le principal utilisateur de pesticides. (Desjardins ,1999).

c) Les « autres micropolluants organiques »: Ce sont surtout des substances chimiques., On distingue principalement les hydrocarbures et les solvants. Les hydrocarbures, peu biodégradables, s'accumulent et enrobent les plantes, les berges, stoppant leurs échanges vitaux et interdisant le développement de la faune et la flore. Lorsqu'ils forment un film de surface, ils s'opposent à l'oxygénation naturelle de l'eau. Les principaux hydrocarbures sont les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les solvants chlorés, utilisés dans le traitement des métaux, notamment les PCB, polychlorobiphényles, dérivés du benzène et du chlore, utilisés jusqu'en 1976 comme isolants dans les transformateurs électriques.(julien,2004).

d) le micro polluants issus de la micro biologie : bactéries, virus et parasites Cette dernière catégorie, d'origine naturelle ou humaine, les autres micro-polluants sont surtout utilisés dans l'industrie. Ils se retrouvent dans les cours d'eau en aval de toutes les grandes agglomérations (entraînés par les eaux de ruissellement, (Zerki, 2013).

Partie 2: partie expérimentale

1. Présentation de la zone d'étude.
2. Historique de Barrage de BOUHANIFIA.
3. Description du site du barrage de BOUHANIFIA.
4. Situation géographique de la station de traitement des eaux du barrage de Bouhanifia.
5. Description de la station de traitement du barrage de Bouhanifia.

1. Présentation de la zone d'étude :

I. Ressources en eau de la wilaya de Mascara : L'analyse des différentes sources d'approvisionnement en eau potable au niveau de la wilaya de Mascara pour l'année 2004, révèle que l'approvisionnement en eau potable est assuré par 71 ouvrages : 66 forages, 2 puits et 3 sources et un débit qui correspond à 80 % du débit total. Huit communes sont approvisionnées des trois barrages de Bouhanifia, de Chorfa et Fergoug, soit 17 % des communes de la wilaya avec un débit de 232 l/s qui correspond à 21 % du débit total. Six communes sont approvisionnées uniquement à partir des barrages. Deux communes connaissent un approvisionnement mixte barrage et forage : il s'agit des communes de Sig et de Mohammedia. (web8) .

Sur les 47 communes que compte la wilaya de Mascara, seules 5 communes ont un taux de mobilisation dépassant les 100%.

Ressources souterraines :

□ Les ressources souterraines sont mobilisées principalement par la nappe de Mascara à partir des aquifères suivants :

- Aquifère alluvionnaire (phréatique): Apports 33,8 Hm³ /an.
- Aquifère des calcaires dolomitiques : Apports 24,7 Hm³ /an.
- Aquifères calcaires lacustres : Apports 5,2 Hm³ /an. S'ajoutent à celles

-ci quelques des nappes identifiées dont les contours hydrogéologiques sont définis. Cependant les bilans d'exploitation ne sont pas évalués pour la nappe de Gaz, la nappe des calcaires de Zahana et la nappe des calcaires des Monts de Menaouer. (web4) .

Ressources en eaux superficielles :

□ Les eaux superficielles du bassin versant Habra sont régularisées par quatre barrages dont les capacités initiales sont pour Ouizert de 100 Hm³, Bouhanifia 72 Hm³, Fergoug 17 Hm³ et Chorfa 83 Hm³. Les eaux superficielles du sous bassin versant Habra sont mobilisées par trois (03) barrages (Triplex: Ouizert, Bouhanifia et Fergoug). Le barrage de Chorfa régularise, quant à lui les eaux du sous bassin de la Mekerra (Oued Mebtouh, (web5).

22

Le réseau hydrographique de la zone se trouve dans le bassin versant de la Macta .Il s'agit d'un réseau comprenant beaucoup d'affluents. Tout en long de l'Oued El Hammam, 03 barrages ont été aménagés de l'amont à l'aval. Il s'agit des barrages de Fergoug, Bouhanifia et Ouizert. (Djellouli, 2014).

2. Historique de Barrage de Bouhanifia:

D'une retenue de 70 millions de m³ dont la construction qui a commencé en 1930 pour s'achever en 1940 doit son nom au village de Bouhanifia situé à 4,5 kilomètres au N-NE. Mise en œuvre par la Société Léon Chagnaud d'Alger et Soletanche Paris sous la direction de Vergniaud, Drouhin et Arages.

Il remplace celui de l'Oued Fergoug, situé à 20 km en aval, lequel a été détruit en 1927 lors de la crue évaluée à plus de 5000 m³ /s.(web4) .



Figure .2 Équipe de chantier dans les Travaux de construction du barrage Bouhanifia (1930-1939), web 6



Figure 3 : Vue générale du village 1930.(web10)

23

3. Description du site du barrage de Bouhanifia:

Le barrage de Bouhanifia est situé au nord-ouest de l'Algérie à environ 100 km au sud d'Oran et à 25 km de Mascara dans la commune de Sidi Slimane. C'est un barrage en enrochement arrimé de 460 m de longueur totale en crête, il s'élève 56 m au-dessus du thalweg, sa largeur au sommet est de 5 m, elle atteint 125 m à la base. La retenue du barrage de Bouhanifia est alimentée principalement par l'oued El hammam qui prend sa source au niveau des trois rivières, point de confluence des oueds Melrir, Hounet (formé par la confluence des oueds Sefioum et Berbour) et l'oued Sahouet (formé par la confluence des oueds Taria et Saïda) et grossi par l'oued Fekane. Le bassin versant de l'oued El Hammam en amont du barrage de Bouhanifia couvre une superficie d'environ 7700 km². Il est sous l'influence du climat méditerranéen dont la température oscille entre 8° C et 10° C en hiver à +30° C en été, avec une moyenne des précipitations de 350 mm par an. (web10).

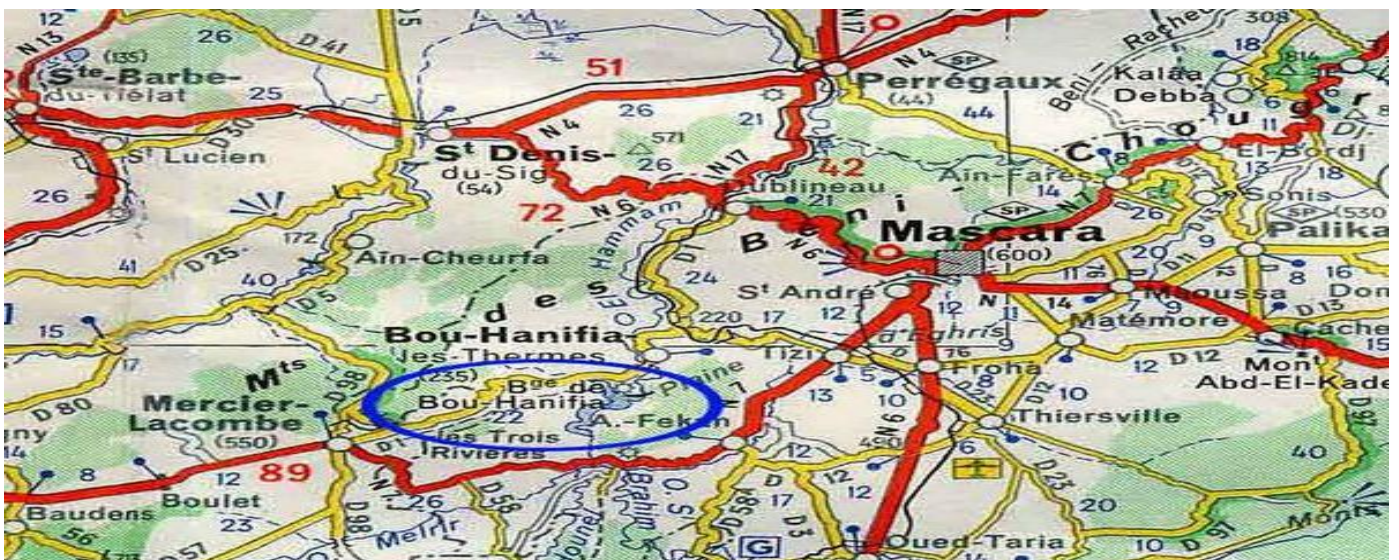


Figure 4 : Carte du barrage Bouhanifia (web10).

4. Situation géographique de la station de traitement des eaux du barrage de Bouhanifia:

La station de traitement de Bouhanifia se trouve à une distance de 3km au sud de la ville de Bouhanifia. Les villes qui sont avantagées par cette station sont : Sfifef (Wilaya de Sidi Bel Abbes), Bouhanifia, Tizi, El Guetna, Hacine (Wilaya de Mascara). La station est limitée par : Présentation de la zone d'étude 27 La ville de Bouhanifia au nord. La ville de Sfifef à l'est. Le village de Sidi Slimène au sud. Les Montagnes Wssillesse à l'ouest.(web10)

24



Barrage de Bou-Hanifia- Batardeau amont et les deux galeries séparées par un large môle 16/01/1939

figure 5 :Barrage bouhanifia 1939(web9)

5. Description de la station de traitement du barrage de Bouhanifia:

La station de traitement de Bouhanifia s'étend sur une superficie de (03) trois hectares dans le but de satisfaire, en eau potable, les populations de Bouhanifia , ElGuetna, Hacine (Wilaya de Mascara), Sfifef (Wilaya de Sidi Bel Abbes), et le renforcement de l'AEP (Alimentation en Eau Potable) de Mascara via la station de pompage de Tizi. (web9)

A. Conduite de refoulement:

La station de traitement est conçue pour une capacité de traitement d'eau potable de 250 l/s soit 21600 m³ /J. Une extension de la capacité de la station de traitement de l'eau potable pour porter sa capacité de 250 à 450 litres/seconde soit 38880 m³ /J. avec la réalisation d'une double adduction. Le système d'approvisionnement en eau brute de la station de traitement à partir du barrage de Bouhanifia se fait par

pompage à l'aide de : deux (02) groupes électropompes immergées de 100 L/S chacune. Une pompe de 150 l/s flottante sur le lac du barrage.(web10).

B. Différents ouvrages de la station de traitement de Bouhanifia:

La station est de type physico-chimique, utilisant les réactifs suivants :

- Coagulation: sulfate d'alumine
- Flocculation : polymère de synthèse
- Correction pH : lait de chaux.
- Préchloration et post-chloration : chlore gazeux

25

C. Matériels et méthodes:

L'étude expérimentale consiste à déterminer la qualité de l'eau brute et traitée du barrage Bouhanifia (willaya de Mascara) par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Les analyses bactériologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE de SIDI BEL ABBES en station de traitement des eaux du barrage.

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

Prélèvement, échantillonnage

Analyse.

Interprétation.

Résultats.

A. Échantillonnage:

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

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

Procéder à un choix judicieux des points de prélèvement.

- Le strict respect des procédures de traitement.

- La conservation adéquate de l'échantillon.(Ade2021).

B. Matériel de prélèvement:

Les échantillons sont recueillis dans des flacons en verre borosilicates, soumis à un nettoyage régulier après chaque utilisation et ce, avec de l'eau distillée. Pour les analyses bactériologiques, on utilise des flacons de 250 ml. Ces flacons doivent assurer une protection totale contre toutes contaminations et doivent être soigneusement lavés, rincés à l'eau distillée, puis stérilisés soit à l'autoclave à $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durant 15 mn, soit à sec (four pasteur) à $170^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durant 40 mn.(Ade,2021) .

26

Turbidimètre modèle 2100n (ADE2021)



Figure.3 Appareil Anton par pour mesure de la masse volumique (web10).

C. Mode de prélèvement Dans notre travail:

Le prélèvement se fait dans deux différents points des ouvrages de la station de traitement du barrage de Bouhanifia ; l'un dans le déboureur (à l'arrivée de Matériel et Méthodes 32 l'eau brute) et l'autre après le traitement, dans des conditions réglementaires d'hygiène et d'asepsie. Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau : Pour faciliter le travail de l'analyste et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, il convient d'étiqueter ou de numéroter les prélèvements. Chaque flacon doit être accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire et comportera les renseignements suivants : Identité du préleveur. Date et l'heure du prélèvement. Motif de la demande d'analyse. Nom du point d'eau et localisation précise. Origine de l'eau (barrage Bouhanifia).(Ade,2021) .

27

D. Transport des échantillons:

Les analyses bactériologiques doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10° C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses (Ade, 2021).

E. Méthodes d'analyses:

Volumétrie

Son principe constitue à faire réagir des quantités équivalentes de deux réactifs contenus dans des volumes bien déterminés. La réaction entre les deux réactifs doit être totale. (web9) .

L'un des réactifs est ajouté au deuxième par petites quantités jusqu'à la transformation de ce dernier ; la fin de la réaction (point d'équivalence) est indiqué par le virage d'un indicateur coloré. Cette méthode nous permet d'analyser :

TH : titré avec la Solution d'E.D.T.A N/50. TA, TAC : se mesurent après détermination du pH de l'eau, sur une prise d'échantillon de 50 ml. Pour le TAC on titre avec HCl à 0,1N. O₂ dissous : titré avec le sodium carbonaté.

Les chlorures : Titrer avec Ag NO₃ à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.(Ade,2021) .

Colorimétrie (Spectrophotométrie d'absorption moléculaire):

Cette technique est basée sur la propriété de certaines molécules d'absorber certaines longueurs d'ondes du spectre UV-visible. Elle permet de réaliser des dosages grâce à la loi de Beer-Lambert qui montre une

relation de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration. Dans ce travail, deux spectrophotomètres UV- visible ont été utilisés : Spectrophotomètre HACH DYSSEY et HACH DR/2010 sont fournis avec un ensemble complet de programmes d'application et un support multilingue.

Ce système de menus peut aussi être utilisé pour générer des rapports et des évaluations statistiques, des courbes d'étalonnage, ainsi que la réalisation des contrôles de diagnostic de l'appareil. [Mode d'emploi HACH LANCH] Cette méthode nous permis d'analyser les paramètres indésirables (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , H_2S , Fe, Mn, Zn, Cu, Fe).(Benzaid,2012).

28

F .Différentes mesures d'analyses :

L'eau est contrôlée réglementairement par un texte réglementaire tel que le décret exécutif n° 11-125 du Rabie Ethani 1432 Matériel et Méthodes 35 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.

Au sens de ce présent décret, il existe deux valeurs relatives aux paramètres concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau destinée à cette dernière. (Julien, 2004).

Valeur limite :

C'est les valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et bactériologiques et dont le dépassement constitue un danger potentiel pour la santé des personnes. Valeurs indicatives : c'est les valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes (Jorad. 2011).

On a donc réalisé des analyses pour déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage et les comparer avec les normes. a. Mesure de paramètre physico-chimique Au sein du laboratoire d'analyse physico-chimique de l'ADE, sont effectuées deux types d'analyse qui sont comme suite et cela selon la demande.

Méthodes d'analyses organoleptiques:

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

. Test de la couleur et odeur Couleur:

- Principe La coloration d'une eau placée dans des tubes à colorimétrie est comparée soit avec celle d'une solution de référence de platine-cobalt soit avec des disques de verre colorés et exprimée en unités Hazen. La couleur a été évaluée par observation oculaire de la bouteille et flacons remplies d'eau prélevée.(Ade,2021) .

Odeur:

- Principe Dilution de l'eau à examiner jusqu'à ce qu'elle ne présente plus d'odeur perceptible.Elle a été évaluée par simple sensation olfactive.

. Détermination de turbidité:

Principe: La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...).

29

L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. Sa mesure permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle a été faite à l'aide d'un turbidimètre optique et électronique HACH modèle 2100N (appelé aussi néphélogéométrie), en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser. (Ade, 2021).

7.Expression des résultats :

La lecture se fait directement sur le turbidimètre, à l'appui sur le bouton pour faire la mesure, on note rapidement le premier chiffre qui apparaît.

7.1. Méthodes d'analyses physicochimiques:

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

. Détermination de la température:

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. La température est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation, elle est mesurée avec l'appareil multi-paramètre qui a un thermomètre intégré.

. Détermination du pH Principe:

La détermination électro-métrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution. Cette différence de potentiel est une fonction linéaire du pH de la solution.

L'électrode est introduite dans 50ml l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'appareil multi-paramètre quand l'affichage est stabilisé. L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 8,76. (Ade, 2021).

Dosage de matière organique Principe :

C'est en mesurant la quantité d'oxygène qu'elles absorbent que les matières organique sont évaluées. La procédure d'analyse repose sur un dosage par le permanganate de potassium. Par définition, l'indice permanganate d'une eau est la concentration en masse d'oxygène en relation avec la quantité d'ions permanganate consommée par un échantillon d'eau faiblement chargé en matière organique. (Ade,2021).

7.2 Résultats des analyses des paramètres chimiques: Résultats des analyses physico-chimiques Afin d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia, nous avons procédé à analyser quatre échantillons prélevés mensuellement au niveau de la station de traitement:

30

Nous remarquons que les valeurs de la couleur apparente sont très élevées dans les eaux brutes qui sont comprises entre 45 mg/l pt.co et 75,5 mg/l pt.co comme valeurs maximales et minimales marquées respectivement. Contrairement aux valeurs des eaux traitées qui sont comprises entre 5,6 mg/l pt.co et 9,2mg/l pt.co qui sont non conformes par rapport à la norme établie. Ces valeurs traduisent une eau très pauvre en substances dissoutes responsables de sa coloration ; ce qui écarte tous les problèmes posés par des substances potentiellement dangereuses comme les composés organologénés qui sont formés à partir des acides humiques et fulviques.

L'odeur est l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles, qui sont à l'origine des sensations particulières. L'eau brute analysée présentait une odeur plus au moins appréciable qui est peut être due à la présence de matières organiques en décomposition et micro-organismes au niveau du barrage. Une fois l'eau est traitée, la seule odeur que nous pouvons apprécier c'était celle du chlore résiduel vue que la désinfection se fait par le chlore, chose normale pour l'odeur et même pour la saveur car le chlore résiduel avoisine les 0,6 mg/l, c'est aussi pour des mesures de sécurité. En général, les résultats du test organoleptiques indiquent une eau de bonne qualité avec une légère odeur du chlore donc du gout. Ces résultats demeurent très subjectifs En outre, au niveau de l'entreprise nous avons constaté l'absence de dégustateur qualifié pour évaluer le paramètre organoleptique (odeur et gout) afin de les comparer à la norme.

La turbidité :

Nous remarquons que la turbidité des eaux brutes est largement fluctuante au cours de notre étude. Nous notons une différence la valeur maximale enregistrée estimée à 19,93 au 2020. Par contre, nous

remarquons que la variation de la turbidité des eaux traitées. Elle est seulement de 2,43. Entre autre, nous enregistrons une augmentation de la turbidité de l'eau brute. Une fois traitée, l'eau présente une valeur moyenne de turbidité égale à 2 à 3 NtU. Celle-ci est bien inférieure à la norme algérienne établie dans le JORAD, et qui nous permet de la classer dans la classe des eaux claires selon Rodier ($NTU < 5$).

Ph:

Les pH relevés au niveau de nos échantillons sont en moyenne de 8,76 pour les eaux brutes et de 7,33 pour les eaux traitées ; ce qui indique que les eaux du barrage de Bouhanifia ont un pH qui se rapproche de la neutralité. Ainsi les valeurs du pH enregistrées sont comprises entre 6,5 et 8,5 considérées comme valeurs limites pour les eaux potables selon le JORAD. En résumé, les pH des échantillons étudiés sont acceptables, et par conséquent, ne présentent aucune incidence négative ni sur les canalisations, ni sur le circuit de distribution ni même sur le consommateur.

31

La conductivité:

Nous remarquons que les valeurs de la conductivité enregistrés ne diffèrent pas entre les eaux brutes et les eaux traitées, elles sont presque semblables. Nous remarquons que les eaux traitées sont plus au moins élevées que celle des eaux brutes, d'où une valeur extrême minimale de 1421 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une valeur maximale de 1872,02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les eaux traitées, et de 1456 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et de 1714,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme valeurs extrêmes minimale et maximale marquées respectivement au niveau des eaux brutes. La comparaison des valeurs obtenues avec la valeur limite décrite dans le JORAD, indique que celles-ci sont conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limite de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité d'une large variété de substances ou de matières inorganiques solides dissoutes dans les solutions d'eau. Les substances dissoutes communes sont : sodium, chlorure, sulfates, calcium, bicarbonate, nitrites, phosphates, fer, et magnésium. Tous ces matériaux à certaines concentrations ont la capacité de porter un courant électrique. Une conductivité élevée signifie que l'eau est riche en sels minéraux.

TDS:

TDS des deux eaux analysées sont très rapprochées, où nous enregistrons une valeur minimale d'environ 600 mg/l et une valeur maximale de 778 mg/l. cela est dû à la répartition équitable des ions de l'eau. Une augmentation du taux des sels dissous au fil des prélèvements est observée, ce qui s'explique par l'élévation des températures qui favorise la dissociation des matières solides. La Teneur de sels est corrélée positivement avec la conductivité électrique. (Ade ,2021).

Salinité:

Montrons que la valeur minimale enregistrée est de 0,5 % une valeur maximale de 0,8%. Ainsi, nous pouvons dire que les résultats obtenus répondent à la norme indiquée dans le JORAD estimée à 1,5 %. Les valeurs notées pour les eaux brutes et les eaux traitées sont identiques et cela est dû aux mêmes sels présents dans l'eau, c'est-à-dire que le traitement n'a pas influencé les éléments minéraux présents.

Résultats des analyses des paramètres chimiques ;

Nous observons que les valeurs de TAC sont comprises entre 230 et 260 mg/l (Ca CO₃) pour les eaux brutes, et de 225 et 260 mg/l (Ca CO₃) pour les eaux traitées analysées. Ainsi, nous observons qu'à la date du 2019, la valeur du TAC de l'eau traitée est élevée par rapport à celle de l'eau brute, et vice versa pour 2021. Nous pouvons déduire que les eaux du barrage sont moyennement riches en OH⁻. Les résultats obtenus sont largement conformes à la norme algérienne qui est égale à 500mg/l (Ca CO₃).

32

Th: Les valeurs de TH des eaux analysées qui égale à 43,14 mg/l correspondent aux eaux traitées en année du 2020. Comme nous le remarquons, les valeurs de TH ne présentent pas une très grande variation entre les eaux brutes et traitées, De ce fait, les résultats obtenus sont au-dessus de la norme établie par le JORAD qui est estimée de 500 mg/l. D'après les analyses de l'eau traitée, nous avons TH > TAC ceci donne une eau hydrogénocarbonate calcique.

Calcium: Ca sont élevés, dont nous enregistrons une valeur maximale qui part de 114,21 mg/l de l'eau brute, comme valeur maximale pour les eaux traitées 102,11; et une valeur minimale de 58,61mg/l) pour les eaux traitées. Malgré les valeurs dans les eaux traitées, elles restent conformes à la valeur décrite dans le JORAD. Et cela est dû à la pré-chloration qui se fait avec de l'hypochlorite de sodium.

Magnésium (Mg⁺⁺): Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, car il est très soluble dans l'eau. Pour le magnésium, comme pour le calcium, sa concentration est fonction de la nature géologique des terrains traversés. Il contribue à la dureté totale sans être l'élément majeur, sa teneur dans l'eau peut être importante, allant de quelques milligrammes à, quelquefois, plusieurs centaines de milligrammes par litre, valeur maximale en 2018 de 86,01 mg par litre.

Cl: La valeur des ions chlorures minimale est de 289,20 mg/l et le maximal est de 490,48 mg/l. Le JORAD a fixé la valeur limite à 500 mg/l, les résultats obtenus ne dépassant pas cette limite.

Paramètres de pollution: Ammonium Dans l'eau, l'azote réduit soluble se trouve sous deux formes : l'ion ammonium (NH_4) et la forme non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3). Ces deux formes traduisent un équilibre acido-basique.

Les résultats d'analyses effectués pour les eaux traitées sont inférieurs aux résultats des eaux brutes avec une diminution de 0,03mg/l à 0,01mg/l pour les eaux traitées, Les valeurs enregistrées répondent à la valeur limite fixée par le JORAD. Le JORAD fixe la valeur à ne pas dépasser à 0,5 mg/l d'ammonium dans les eaux destinées à la consommation et les eaux analysées répondent à cette norme.

Nitrites: En moyenne, les résultats obtenus sont inférieurs à la limite fixée par le JORAD, même si nous trouvons une valeur qui dépasse la norme mais ça n'aura pas d'effet sur le consommateur car les nitrites ont un effet cumulatif sur l'organisme vivant.

Nitrate : Nous remarquons que les valeurs obtenues dans les eaux traitées sont élevées par rapport à celles obtenues dans les eaux brutes, ceci est dû aux étapes de la pré-chloration et de la chloration du traitement

33

qui favorise l'oxydation des nitrates. Les résultats analytiques obtenus sont largement inférieures à la norme décrite dans le JORAD.

Phosphore: Nous remarquons que les valeurs du phosphore dans les eaux brutes varient entre la valeur extrême minimale qui est de zéro mg/l et la maximale de 0,04 mg/l.

Fe : L'analyse du fer s'est faite à la fin de mon stage pratique, c'est ce qui nous a permis de réaliser uniquement une seule analyse pour le dernier prélèvement. La valeur enregistrée est de 0,29 mg/l pour les eaux brutes et de 0,05s mg/l pour les eaux traitées Cette valeur est considérée comme trace en l'a comparant à la norme algérienne qui est de 0,3 mg/l.

Chlore (résiduel):Le chlore est l'un des réactifs le plus utilisé lors de la désinfection. En distribution, la teneur résiduelle en chlore constitue un indicateur de non contamination du réseau après le traitement, et un témoin de l'efficacité de traitement bactéricide.

Il ne devrait pas dans les conditions normales d'exploitation, subsister plus de 0,6 mg/l à Fer (mg/l) 0,35 au niveau de la station, car des problèmes d'ordre organoleptique peuvent apparaître chez le consommateur. Le seuil de détection du chlore par la saveur étant de 0,2mg/

Les eaux brutes ne contiennent pas de chlore résiduel car constitue un indicateur de non contamination du réseau après le traitement, et un témoin de l'efficacité du traitement Mais les eaux traitées le contiennent, et

sa valeur varie de 0,3 mg/l à 1 mg/l valeur minimale et maximale. Les valeurs obtenues sont inférieures à la norme établie dans le JORAD

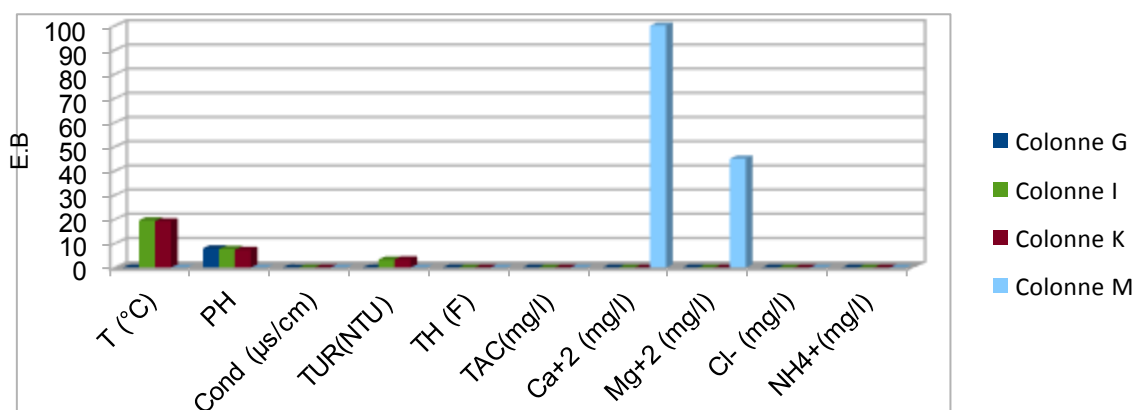
Tableau 1 :Résultats de Barrage de Bouhanifia

Année	BOUHANIFIA									
	2016		2017		2018		2019		2020	
Paramètres	E.B	E.T	E.B	E.T	E.B	E.T	E.B	E.T	E.B	E.T
T (°C)	22.65	19,29	21.27	18.91	20.23	18.25	21.24	19,581	20,26	19,16
PH	7.87	7,94	8.20	7.60	8.76	7.21	8,02	7,72	8.03	7,33
Cond (µs/cm)	1456.	1591.02	1485.20	1528.30	1714.23	1872.02	1561.60	1620.29	1525.20	1421,13
RS (mg/l)	1413.02	1405.270	1419.06	1316.25	1592.27	1411.201	1310.33	1272.20	1416.22	1317.12
OD (mg/l)	8.1	8.2	9.16	9.02	8.20	9.36	8.12	9.22	8.156	7.362
TUR(NTU)	7.9	2.43	16.21	3.6	12.04	3.1	13.25	3,28	19,93	3,39
TH (F)	53.96	44.211	62.21	47.28	58.54	48.61	46.43	32.27	48.08	43.14
TAC(mg/l)	32.42	42.25	39.35	42.47	46.02	56.13	39.24	33.20	36.35	22.32
Ca ⁺² (mg/l)	98.5	77.5	74.21	58.61	114.21	102.11	82.34	70.92	104.14	98.58
Mg ⁺² (mg/l)	56.8	51.25	46.21	41.03	86.01	54.35	49.24	32.38	59.13	55.10
Na ⁻ (mg/l)	105.7	117.20	124.02	134.21	125.30	129.10	103.29	127.22	112.11	129.26
K ⁻ (mg/l)	8.19	7.02	7.3	9.1	6.21	7.27	9.11	8.25	10.26	7.59
MO (mg/l)	6.3	1.26	9.21	2.05	9.46	3.12	7.812	2,26	9.82	1.9
DCO(mg/l)	21	4.2	18.23	5.1	18.65	2.17	22.13	3.23	17.25	2.40
DBO(mg/l)	3.2	1.05	6.20	1.2	6.11	5.24	6.23	3.15	7.22	3.60
MES(mg/l)	4.25	1.01	5.23	1.2	6.1	1.3	4.23	2.20	6.6	2.6
NO ₃ ⁻ (mg/l)	5.68	3.26	7.25	5.29	8.26	5.06	5.51	3, 05	7.20	6.25
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.56	0.09	0.71	0.09	0.54	0.013	0.31	0.04	0.340	0.018
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	0.159	0.05	0.29	0.13	0.127	0.096	0.180	0.056	0.185	0.019
SO ₄ ⁻² (mg/l)	93.56	98.68	109.32	118.56	129.36	132.56	97.22	110.22	94.60	116.39
Cl (mg/l)	443.7	482.60	485.33	490.48	455.35	486.52	445.20	460.29	470.28	289.20
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.93	0.09	0.750	0.100	0.857	0.022	0.52	0.11	0.761	0.030
Fe(mg/l)	0,0356	0.022	0,142	0.090	0,127	0,053	0,029	0,023	0,385	0.056
Mn(mg/l)	0.094	0.021	0.110	0.081	0.123	0.096	0,026	0,011	0.160	0.011
cu(mg/l)	0.009	0.006	0.009	0.002	0.029	0.042	0.012	0.010	0.016	0.003
Ni(mg/l)	0.005	0.001	0.008	0.002	0.006	0.003	0.008	0.004	0.017	0.0143
pb(mg/l)	0.007	0.003	0.004	0.001	0.008	0.004	0.013	0.003	0.011	0.006

As(mg/l)	0.005	0.003	0.006	0.002	0.008	0.003	0.009	0.004	0.009	0.004
Cd(mg/l)	0.004	0.002	0.008	0.002	0.007	0.003	0.005	0.001	0.005	0.002
Ba(mg/l)	0.004	0.001	0.004	0.001	0.005	0.001	0.008	0.003	0.003	0.002
Al(mg/l)	0.020	0.019	0.026	0.019	0.008	0.002	0.022	0.011	0.004	0.001
Cr(mg/l)	0.008	0.002	0.006	0.002	0.008	0.003	0.003	0.002	0.007	0.003

Tableau 2 : résultats des paramètres physicochimique de barrage bouhanifia (Ade 2021).

les paramètres de l'eau brute barrage de Bouhanifia



Les colonnes :

Colonne c : ph

Colonne E : conductivité (us /cm)

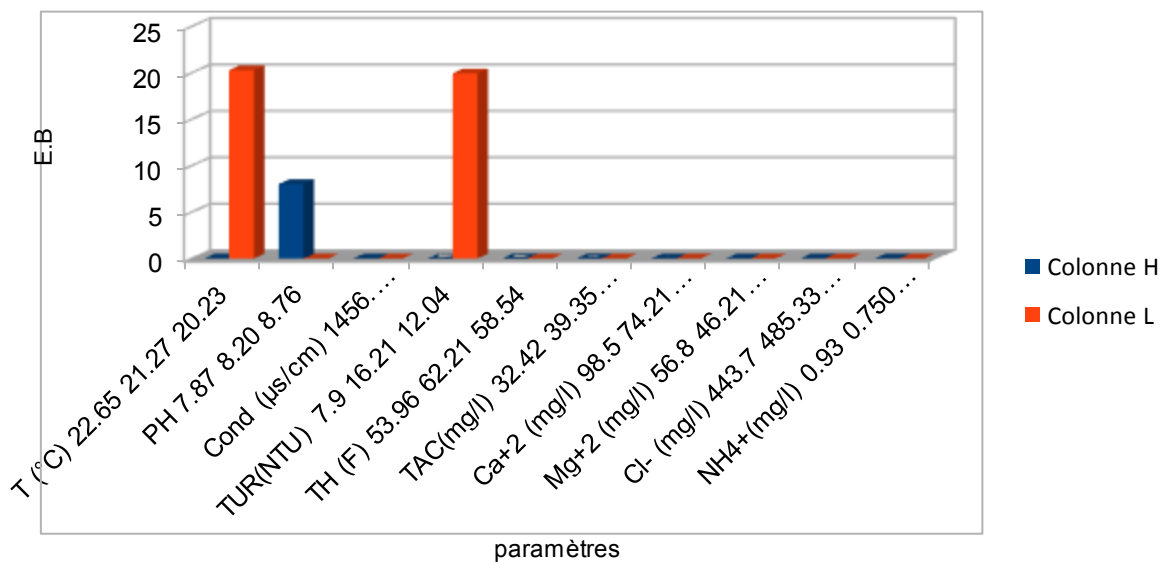
Colonne G : Th (mg/l)

Colonne I : température

Colonne K : turbidité(NtU)

Colonne M : ca (mg/l)

paramètres de E.B barrage de bouhanifia 2016-2021



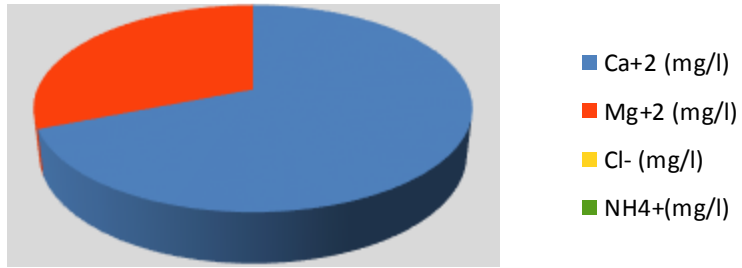
Les colonnes :

Colonne h : PH

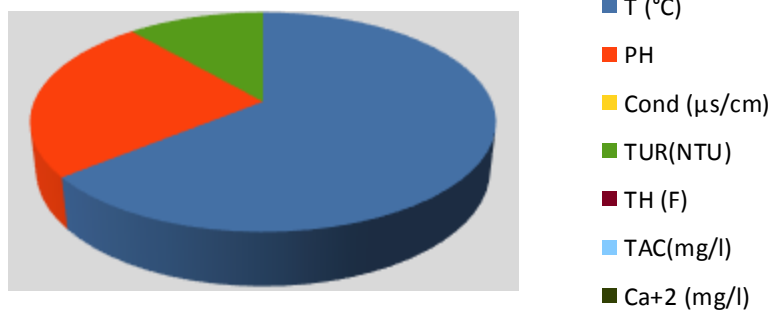
Colonne G : turbidité (NtU)

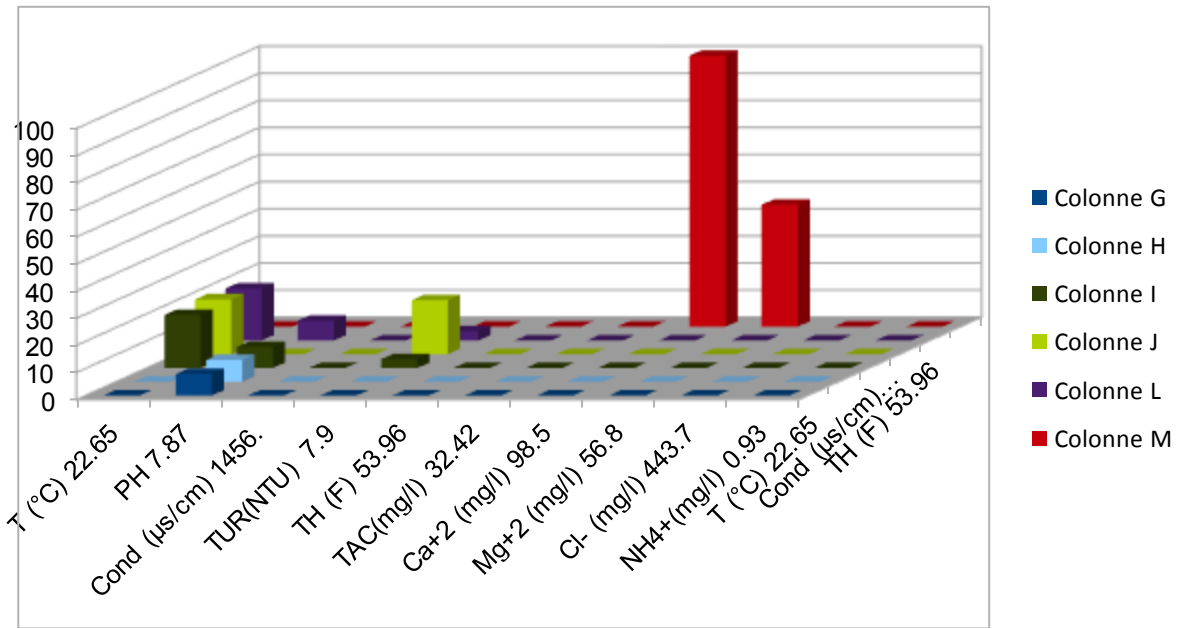
Colonne L : conductivité (us/cm)

E.T Barrage de bouhanifia 2021



E.T barrage de bouhanifia 2020





Les colonnes :

Colonne C : Ph

Colonne D : ca

Colonne E : Mg

Colonne F : Turbidité

Colonne G : TH

Colonne H : Cond

Colonne I : Tac

Colonne J : Nh4

Colonne K : TH

Colonne L : CL

Colonne M : température

Conclusion générale:

Au terme de ce travail, nous disons que la qualité de l'eau distribuée, en vue de la consommation humaine, répond amplement aux exigences locales et normes nationales, voire internationale comme celles de l'OMS. Cette eau constitue un élément très important pour la protection de la santé publique, pour la protection des réseaux et l'usage domestique de l'eau. Selon les résultats des analyses effectuées, les eaux de la station de traitement Bouhanifia (Mascara) ont des caractéristiques organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques spécifiques. Cette bonne qualité, selon les paramètres étudiés, est due à la nature de l'eau brute du barrage et aux opérations de traitements effectuées au sein de cette station. Néanmoins, la station de traitement de Bouhanifia, n'effectue pas les tests organoleptiques pour évaluer la qualité de l'odorat et du goût de l'eau.

Outre, qu'ils peuvent servir de dernière vérification à la bonne neutralisation de l'eau. Ces contrôles nous paraissent essentiels car, ils sont prépondérants dans la détermination de la qualité perçue par la population. En effet, des profils démographiques qui évoluent, des goûts qui changent, de nouvelles exigences de qualité, une réglementation qui progresse et la contrainte des prix : autant de facteurs qui pèsent sur la qualité de l'eau.

Ce secteur est confronté à toute une série de défis. Les exigences des états vont croître et les préoccupations de sécurité de la population sont toujours au premier plan. Les traiteurs et distributeurs d'eau rechercheront toujours plus de souplesse sur les volumes à produire pendant que la qualité des eaux prend de l'importance. Dans ce contexte, l'avantage concurrentiel est prioritaire : mesurer pour mieux contrôler, voilà un souci qui est au cœur des préoccupations industrielles. C'est la clé qui permettra de gagner de la valeur, de renforcer la qualité, d'améliorer la rentabilité et d'assurer la fiabilité.

Références bibliographiques :

- [1] Auckenthaler. A et Urs var Gunten 2010. Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable Éd Département fédéral de l'intérieur (DFI).
- [2] Bonnin .J :1982. Aide-Mémoire Hydraulique Urbaine, Ed Eyrolles
- [3] Bouziani. M 2000. L'eau de la Pénurie A la maladie Ed Eben Khaldoun
- [4] Benzaid 2012 cours d'études dunod
- [5] Desjardins, R, 1997. Le traitement des eaux. ISBN 978-2-553-00643-2., 2ème Edition
- [6] Gérard. , 1999. L'eau : Milieu naturel et maîtrise, Ed INRA : Volume 1(999).
- [7] Gommella M, Gurree .H ; Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurale Ed : EYROUE(6)
- [8] Gommella. M, Gurree. H, 1983. Les eaux usées dans les agglomérations urbains ou rurales Ed EYROLLES 61 boulevard saint – Germain, 1983, 249 p
- [9] Haslay. Leclerc, 1993. Microbiologie des eaux alimentaires, Edition Technique et Documentation Lavoisier (p 495).
- [10] Heschung, M, 2007. Master en Architecture et Développement durable : Guide pour la réhabilitation des moulins hydraulique en vue de la production d'électricité. (112 p)
- [11] J Julien et al , 2004. Eau ressource et menace ,2004 . (30p) PDF
- [12] Kettab A., 1992. Traitement des eaux : les eaux potables. Edition Office des publications universitaires. Alger.1992.
- [13] OMS, 1970. Directives de la qualité de l'eau. Deuxième édition Genève
- [14] Pomerol, Ch. et Vilagenese, R, 2003. Eau, environnement et santé public ; introduction à l'hydrologie ; 2ème édition ; édition médical international. (198P)
- [15] Zerki 2013. thèse de doctorat en chimie physique : apport de la chimie pour l'analyse et l'interprétation de quelques paramètres physicochimiques influençant la répartition des métaux lourds, des éléments nutritifs et des anions dans eaux de l'oued de bouregreg, Université Mohammed v –agdal faculte des sciences rabat ,2013.
- [16] Morel 2007 pollution des eaux
- [17] julien et al 2007, eau ressource menace 2007 ,30 page PDF.
- [18] Vilagenese 2005 Eau, environnement et santé public ; introduction à l'hydrologie 2 ème édition médical international (198p) .
- [19] Memento ,2007 étude de la pollution chimique et la pollution des eaux, mémoire master, université kasdi marbah Ouargla ,2013(59p).
- [20] Pomerolle 1991 élément de géologie, Ed colin ,1991.
- [21] Desjardin, 1999 le traitement des eaux 2ème édition de l'école polytechnique de Montréal (304p).

- [22] Gommella M Gurree, 1980, les eaux usées dans l'agglomération urbaines ou rurales Ed Eyrolles 61 boulevard saint germain ,1980 ,249p.
- [23] Cours ; les océans les poubelles du monde.
- [24] Article sur l'impact des micropolluants sur la biodiversité et la santé.
- [25] Beketov et al 2013 : pesticides régional de la biodiversité des invertébrées, national academies des sciences 110 page.
- [26] vandijk 2013 : journal polos.org.
- [27] Moschet et al, 2014 : c Moschet, 2014 infoxience.Epfl.ch.
- [28] Clevers et al.2004 : JE claver, 2004 national adac sciences.
- [29] Kidd et al, 2007 : online bibliothèque..
- [31] Petrie et al, 2015 : journal of biomolécules nmr 6213), 239,245 ,2015 .
- [32] plan micropolluant016, 2021 pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité. .
- [33] le monde, Fr 2018 cours master des France 2018
- [34] Cans. FR 2011b: Archives sic, cased cnrs.fr / sic 01716543.
- [35] plan assainissement, 2013 : plan assainissement ,2013 projet des eaux usées les eaux pluviales et déchets solides ,2013.
- [36] Cnrs FR, 2011 c : site du centre national de la recherche scientifique mode de gestion agricole et influence sur la biodiversité du sol, 2011.
- [37] Cnrs, FR 2013b : site du centre national de la recherche scientifique la pollution par les phosphates ,2013.
- [38] revue R .N.H.A n92 de Claude Morrice Roberte 1927.
- [39] Jean-Michel Crassula, le 12-09-2017. Dernière mise à jour: octobre 2019. Les micro-polluants c2018CNFPT.
- [40] Chosât et Eurydice 1997.
- [41] Mycquel ,2003
- [42] Bliefert et Perraud 2001.

Site web :

- Web1: article sur impact des micropolluant sur la biodiversities ET la santé.
- Web2:<http://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/presse/fiches-info/amibiase>
- Web3: <http://www.grotius.fr/quelles-sont-les-maladies-liees-a-l%E2%80%99eau/OMS>, 2016.
- Web4: Aide-mémoire N°328 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs328/fr/>
- Web5: <http://popodoran.canalblog.com/archives/2013/03/21/26708113.html>
- Web6: Océan2011Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer. *Prévention des risques : Directive Cadre sur l'Eau. Janvier 2010*
- Web7: http://www.lesagencesdeleau.fr/espace-pedagogique-2/espace_pedagogique/
- Web9: <https://www.cieau.com/connaître-leau/connaître-leau/les-proprietes-de-leau/>
- Web10: Eaumelimelo, 2014 ([http : éco toxicologies, FR biblio Eaumelimelo](http://eco-toxicologies.fr/biblio/Eaumelimelo)).
- Web11: propodoran.com

Annexe 1.

Matériels et réactifs utilisés au laboratoire lors des différentes analyses Analyse volumétrique :

- Burettes
- Erlenmeyers.
- Pipettes.
- Béchers.
- Aides pipette.
- Éprouvettes.
- Pisettes d'eau distillée
- Flacons pour les réactifs
- Distillateur
- Agitateur magnétique
- Barreaux magnétiques
- Compte
- goutte
- Réactifs

Paramètres de table :

- Turbidimètre.
- Appareil multi
- paramètre : pH mètre,
- Conductimètre.
- Chlorométrie de terrain.

Annexe 2 :

Mode opératoire de la conductivité : On utilise une verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec de l'eau distillée et on fait la mesure à l'aide de l'appareil multi-paramètre, On ajuste l'appareil à zéro, et en suit

On ajuste la température de l'eau sur l'appareil.

On rince plusieurs fois l'électrode de platine d'abord avec l'eau distillée puis on le plonge.

Dans un bicher de 50ml contenant l'eau à analyser en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. On attend jusqu'à ce que la conductivité se stabilisera et la noter.

On appuie sur la clique (cond, TDS, minl) pour mesurer les autres paramètres.

On rince abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure.

Mode opératoire de l'alcalinité (TA et TAC) :

On prélève 100ml d'eau à analyser, à qui on ajoute 1 à 2 gouttes de l'indicateur coloré méthyle orange 1% qui donnera la couleur orange à la solution. On titre par l'acide chlorhydrique à 0,1 mol/l, jusqu'à observation de virage de couleur vers orange foncé.

Mode opératoire de titre hydrométrique (TH) :

On prélève 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser, on ajoute 5 ml de la solution tampon, (pH=10) et 1 à 2 gouttes de l'indicateur coloré noir urochrome T (NET). Bien mélanger, la solution doit se colorer en vio let foncé.

Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu. La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Mode opératoire des ions de Calcium :

On prélève 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser, on ajoute 2 ml de la solution Na OH à 2 N et une pincée de poudre d'indicateur (Murex ide). Bien mélanger le tout. La titration se fait par l'EDTA jusqu'au virage de la couleur rose qui deviendra nettement violet ; La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Mode opératoire des ions de chlorure : On prélève 5ml d'eau à analyser, on ajoute 2 à 3gouttes de chromate de potassium 100 g/l (K_2CrO_4).

Il se produit une couleur jaune. On titre par les nitrites d'argents à 0,02 mol/l, tout en agitant la solution à l'aide d'un agitateur et ses barreaux magnétiques jusqu'à observation de virage de couleur rouge brique. On remarque comme un résidu blanc au fond de la verrerie.

Mode opératoire de l'Indice permanganate :

Acidifier l'échantillon avec 25 ml d'acide sulfurique et le porter à 98 °C .

□Ajouter 25 ml de permanganate de potassium (solution titrée) et maintenir l'ébullition pendant 10 minutes (\pm 15 secondes) : au cours de cette phase, le permanganate de potassium sera consommé par les matières oxydables contenues dans l'échantillon, Après 10 minutes d'ébullition, ajouté 25ml d'oxalate de sodium (solution titrée) en excès, pour réduire le permanganate de potassium qui n'a pas été consommé. Titrer les solutions encore chaudes avec la solution de permanganate de potassium 0,01N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistant environ 30 s.

Noter le volume de Annexes solution de permanganate consommé, soit : (VBL pour l'eau distillée, VT pour l'eau traité, VB pour l'eau brute) Ajouter 25 ml d'oxalate de sodium pour l'échantillon d'eau distillée pour décolorer puis titrer une autre fois avec le permanganate de potassium, il s'agit donc d'un dosage en retour du permanganate de potassium non consommé par les matières oxydables. Noter le volume consommé, soit VBL retour.

Mode opératoire des ions de sulfates :

On fait une dilution, en prélevant 10ml d'échantillon à analyser et ramener le volume à 100ml avec de l'eau distillée (les eaux de surface sont très riche en sulfate contrairement aux eaux souterraine) dans un erlenmeyer.

On ajoute 5ml de solution stabilisante et agité une minute, puis ajouter 2ml de chlorure de baryum et agité une minute pour la seconde fois.

Procéder comme décrit à la calibration en effectuant un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

Mode opératoire de l'ammonium : On prélève 25ml d'échantillon d'eau à analyser, et un autre échantillon d'eau distillée comme témoin dans une cuve à spectre. On ajoute 2à 3 gouttes de solution stabilisante puis de l'alcool polyvinylique, sa produira une couleur rose pale, on ajoute 1ml de nester-reactif et la couleur deviendra jaune pale (jaune transparent).

Attendre une minute.

Procéder comme décrit à la calibration en effectuant un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

Mode opératoire des nitrites :

Appuyer sur programmes enregistrés, sélectionner le programme d'analyse (371 N Nitrite LR PP) ; Préparation de l'échantillon : remplir une cellule de 10 ml de l'échantillon ; Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrites Nitrite 3 dans la cellule, agiter pour homogénéiser jusqu'à dissolution de la poudre ; Une coloration rose se développera en présence de nitrites ; Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, appuyer sur OK.

Laisser réagir 20 minutes ; Préparation du blanc : remplir une cellule de 10 ml avec l'échantillon, essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de la cellule, sélectionner sur l'écran : Zéro, indication à l'écran : 0,000 mg/l NO₂ -N. Essuyer l'extérieur de la cellule contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de la cellule, sélectionné sur l'écran Mesurer.

Mode opératoire des nitrates :

Appuyer sur programmes enregistrés, sélectionner le programme d'analyse (351 Nitrate LR) ; Remplir une éprouvette graduée de 25 ml jusqu'au trait de 15 ml avec l'échantillon.

Transférer le contenu d'une pochette de réactif Nitra Ver 6 dans l'éprouvette.

Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, appuyer sur OK. Laisser réagir 3 minutes.

Agiter énergiquement l'éprouvette pendant 3 minutes.

Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK, Laisser réagir 2 minutes .

Transférer ensuite 10 ml de l'échantillon dans une cellule propre avec soin.

Transférer le contenu d'une pochette de réactif NitraVer 3 dans la cellule (l'échantillon préparé) ; Appuyer sur l'icône représentant la minuterie.

Appuyer sur OK, une période de réaction de 30 secondes va commencer ; Agiter doucement la cellule pendant 30 secondes, une coloration rose apparaîtra en présence de nitrates ; Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, appuyer sur OK. Laisser réagir 15 minutes.

□Préparation du blanc : lorsque la minuterie retentit remplir une cellule de 10 ml avec l'échantillon original ; Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de la cellule; Sélectionner sur l'écran : Zéro, indication à l'écran : 0,00 mg/l NO₃ - -N ; Essuyer l'extérieur de la cellule contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de la cellule, sélectionner sur l'écran Mesurer.

Mode opératoire des phosphates :

Appuyer sur programmes enregistrés, sélectionner le programme d'analyse (490 P. réactif. PV) ; Remplir deux cellules de 10 ml avec l'échantillon à analyser.

Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour phosphate PhosVer 3 dans une cellule, immédiatement boucher la cellule et l'agiter vigoureusement pour 30 secondes pour homogénéiser ; Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, appuyer sur OK.

Laisser réagir 2 minutes ; Lorsque la minuterie retentit, on passe à la mesure.