

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار تليجي الاغواط

UNIVERSITE AMAR TLIJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم البيولوجيا

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

THEME

Analyses Physicochimiques et Bacteriologiques de l'Eau Potable de Quelques Communes de la Wilaya de Laghouat

Présenté par :
M^{me} Lachkhem Aicha

Devant le jury composé de :

Président(e) : Mr Laboukh mourad

MAA

UATL

Examineur(s) : Mr Gouzi Hicham

Pf

UATL

Rapporteur : Mr Benaceur Farouk

MCB

UATL

soutenu publiquement le 08/07/2019



Dédicace



*Je dédie ce modeste travail à ma chère mère qui m'a
toujours apporté son soutien moral et son affection*

à mon chère père,

*qui m'a toujours encouragé à mon fils et à mon mari
à mes amis et mes collègues*

Aicha

Remerciment

notre travail n'aurait jamais vu le jour sans la volonté de
DIEU Je tiens à remercier sincèrement Monsieur benaceur
farouk non seulement pour avoir courage et volonté
jusqu'au dernier moment mais aussi pour sa patience et
pour la totale confiance qu'il m'a accordé
je tiens à remercier aussi l'ensemble du personnel de l'Ade
Laghoutat

Aicha

Résumé

Ce mémoire étudie certaines caractéristiques de la qualité physico-chimique et bactériologiques de quelques échantillons d'eaux de robinet de la wilaya de Laghouat .

Nous avons utilisé des méthodes normalisées et utilisées par les laboratoires de l'Algérienne des eaux de Laghouat. Nos résultats ont été comparés aux normes de l'OMS, CEE et les normes algériennes.

L'étude des paramètres physicochimiques a démontré que toutes les eaux semblent être dans les normes avec un pH 7.25 à 8.38 et une conductivité et TDS un peu élevé à sidi makhlouf avec une minéralisation moyenne ; Cependant l'étude bactériologique révélant l'absence totale des germes provoquant des risques sur la santé du consommateur.

Mots clés : Eau-analyses physicochimiques - analyses bactériologiques .

Table des Matières

titre	N° page
Résumé	
Dédicace	
Remerciements	
Tables des matières	
Liste des figures	
Abreviations	
Introduction	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre1 : Généralités sur l'eau	
1-Introduction	3
2-Définition de l'eau	3
3-Importance de l'eau	4
4-Cycle de l'eau	4
5-Répartition de l'eau sur la planète	5
6 Adéquation entre ressources et besoins en eau	7
7 Les principaux types de sources d'approvisionnement en eau	7
7-1 Les eaux de surface	8
7-2 Les eaux souterraines	8
8-Eau en Algérie	
Chapitre 2 :Pollution des eaux	
1-Généralités	10
2-Définition	10
3-Sources de la pollution	10
3.1- pollution domestique	10
3.2- pollution industrielle	11
3.3- pollution agricole	11
3.4- pollution accidentelle	11
4- les principaux polluants	11
5-Conséquences de la pollution	12
6-Principales maladies d'origines hydriques	12
Chapitre 3 :Traitement des eaux usée	
1-Introduction	15
2– Définition de traitement des eaux usées	15
3- Les étapes de traitement des eaux	15
3-1 Le prétraitement	15
3-2 Le traitement primaire	15

Table des Matières

3-3 Le traitement secondaire	16
3-3-1 Les boues activées	16
3-3-2 Lits bactériens anaérobie	17
3.3.3Lits bactériens aérobie	17
3-3-4Les disques biologiques	17
3-4 Le traitement tertiaire	17
3-5 La désinfection	18
3-5-1 la chloration de l'eau	18
3-5-2 l'ozonation	18
3-5-3 la stérilisation par les rayons U.V	18
3-5-4 La microfiltration	19
4- Contrôle de qualité d'eau	19
5 -Les normes de la potabilité d'eau	19
Chapitre 4 : l'eau potable	
1. Définition	21
2. Types d'eau potable	21
2.1. Les eaux du robinet	21
2.2. Les eaux de source	22
.2.3. Les eaux minérales	22
3.. Critères de potabilité	23
3.1. Caractères organoleptiques	23
.3.2Paramètres physico-chimique	24
.3. 3. Caractères microbiologiques	27
.4. Réglementation de la qualité des eaux potables	27
4.1. Les Normes de qualité des eaux potables	27
MATERIEL ET METHODES	
1. Echantillonnage et site de prélèvement	32
2.Analyses physico-chimiques	32
2.1Evaluation de l'odeur et de la saveur	32
2.2Mesure de la turbidité	32
2.3 Mesure de PH	33
2.4-Mesure de la conductivité et TDS et de la T° :	33
3. Analyses bactériologiques :	34
3.1Recherche des coliformes	34
3.2 Recherche de streptocoques fécaux	35

Table des Matières

RESULTATS ET DISCUSSION	
1- Paramètres organoleptiques	37
2-Parametres physicochimiques	37
3-Interprétation des résultats bactériologiques	46
Conclusion et recommandations	51
ANNEXES	

Liste des tableaux

Numero de tableau	Titre de tableau	N° DE PAGE
1- Tableau 01	Réserves d'eau de la planète	06
2- Tableau 02	les principales maladies d'origines hydriques et leurs agents pathogènes .	12
3- Tableau 03	Classification de l'eau selon de conductivité électrique.	25
4- Tableau 04	classification des eaux d'après leur pH	26
5- Tableau 05	classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)	26
6- Tableau 06	Les normes de qualité physico-chimique de l'eau potable.	28
7- Tableau 07	les normes algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	29
8- Tableau 08	turbidité des eaux analysées.	37
9- Tableau09	T° des eaux analysées	38
10- Tableau 10	pH des eaux analysées.	40
11- Tableau 11	conductivité des eaux analysées .	41
12- Tableau 12	calcul de minéralisation à partir de la conductivité	43
13- Tableau 13	minéralisation des eaux analysées.	43
14- Tableau 14	Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l).	45

Liste des Figures

numero	Titre de Figure	N° DE PAGE
1. Figure 01	L'appareil du Turbidimètre utilisé	32
2. Figure 02	pH-mètre. Et le multiparamètre	33
3. Figure 03	protocole de filtration par membrane	35
4. Figure 04	T° des eaux analysées.	39
5. Figure 05	pH des eaux analysées.	41
6. Figure 06	conductivité des eaux analysées.	42
7. Figure 07	minéralisation des eaux analysées.	44
8. Figure 08	Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l)	46

Abbreviations

MTH : maladies à transmission hydrique

M³ : Mètre cube

km³ : Kilomètre cube

M.E.S : Matière en suspension

DNF : Déplacement Nutritif Biologique

U.V : Ultra violet

DMA : Doses maximales admissibles

pH : Potentiel d'hydrogène

OMS : Organisation mondiale de la santé

ARNH : Automotive resource network holding

CEE : Comité européenne des eaux

NTU : Nephelometric turbidity unit

VG : Valeurs guides

Mg/l : Milligramme / Litre

TTC : Chlorure 2-3-5 triphényl- tétrazolium

μS/cm : Micro siemens par centimètre

Ade : Algérienne des eaux

PVC : Polychlorure de vinyl

PEHD : Polyéthylène haute densité

INTRODUCTION GENERALE

Satisfaire la demande des consommateurs. L'homme a eu toujours des difficultés d'apprécier la qualité de l'eau à consommer. Il ignore que cette dernière peut propager pas mal de maladies pouvant même lui donner la mort.

Les études menées par le plan bleu pour l'environnement et le développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour l'environnement, indique que les régions méditerranéennes Les eaux recouvrent trois quart de la surface terrestre. Les eaux contribuent également de 60 à 90 pour cent de la constitution des êtres vivants. Cela montre que l'eau est indispensable à la vie sur terre. Malgré tout, la qualité de l'eau potable disponible est de loin de et notamment l'Algérie, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et une importante pollution des ressources en eau induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme).

En Algérie, la conjugaison de la croissance démographique, du développement des secteurs industriels et agricoles, a entraîné un accroissement spectaculaire des besoins en eau ; accroissement nettement plus important par rapport aux quantités mobilisées, au point où le déficit entre l'offre et la demande en eau risque de constituer, à long terme, un handicap insurmontable au développement et un impact négatif sur le plan socio-économique. (Khodhir2002, eblin et al 2014).

Pour cela et vue au développement rapide que connaît notre secteur d'étude surtout la wilaya de laghouat une étude des eaux de à consommer est nécessaire

Ce travail, consiste à réaliser après une première partie qui est une synthèse bibliographique, une deuxième partie consacrée à des analyses physicochimiques et bactériologiques sensorielles et la dernière partie portera sur les résultats obtenus et leurs interprétations.

OBJECTIF : déterminer la qualité physico chimiques et bactériologiques des eaux de consommations dans la ville de Laghouat

OBJECTIF SPECIFIQUE : contrôle et suivi de la qualité de l'eau potable par les mesure des paramètres physicochimiques et bactériologiques .

Surveillance de la conformité des normes au niveau de robinet du consommateur ;

Accordant la priorité en matière de protection et promotion de la santé par la préventions à préserver leurs habitants de certaines maladies liées à l'utilisation de l'eau polluée.

1-Introduction

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer ; En fait, tous les êtres vivants vivent sur une planète « planète bleu » qui se distingue des autres planètes du système solaire par l'abondance de l'eau. L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie

(HUBERT P. et MARIN M , 2001 , p 64) (LUNA B. et KENNETH S, 1972, P9.)

2-Définition de l'eau

L'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants **(BERNARD C, 2007)**.

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé selon l'organisation mondiale de la santé. C'est une eau exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces micro-organismes sont grands. Ses caractéristiques de potabilité répondent à des normes établis soit au niveau national, ou international. Son accessibilité est variable d'une région à l'autre du fait des phénomènes climatiques, géographiques, socioculturels et économiques. Ce qui peut amener les populations à utiliser des eaux de qualité douteuse. D'où l'intérêt d'une surveillance et d'un contrôle codifié et rigoureux de la qualité de l'eau de consommation depuis la source d'approvisionnement, quel qu'en soit le type, au consommateur. L'objectif principal étant de préserver la santé de la population. La loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et la promotion de la santé, expose à un risque de maladie. Le risque majeur étant la survenue de maladies à transmission hydrique (MTH) suite à une contamination fécale humaine ou animale. L'approvisionnement en eau potable se fait soit à partir d'eaux souterraines par le biais d'ouvrages tels que les forages, les puits et les sources soit à partir d'eaux de surface par le biais de retenues d'eau ou barrages avec acheminement de l'eau dans un réseau de canalisations **.(Rapport sur la surveillance de la qualité de l'eau potable en Algérie, 2008)**

3-Importance de l'eau

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation (BALDERACCHI,2009,)

4-Cycle de l'eau

La masse d'eau totale de l'hydrosphère n'évolue pas au cours des années, elle reste toujours constante : l'eau s'évapore, forme la vapeur d'eau qui, en se transformant en pluie, va alimenter les mers, les océans et les nappes souterraines.

On peut appliquer au cycle de l'eau la fameuse phrase de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

L'eau change d'état au cours de son cycle, passant de l'état gazeuse à l'état liquide ou à l'état solide. Cependant, sa qualité globale est restée inchangée depuis trois milliards d'années, date de son apparition sur terre .

Dans l'atmosphère, l'eau est surtout présente à l'état de vapeur. Puis sous l'effet du refroidissement, l'eau passe de l'état de vapeur à l'état liquide. Cette eau liquide est rentrée dans les nuages puis dans les précipitations.

Une fois que l'eau a atteint le sol, son cycle va se dérouler de façon essentiellement liquide. Seule, une toute petite partie de cette eau est en mouvement, la grande majorité étant stockée dans les nappes souterraines. Une partie de l'eau est utilisée par les plantes, le reste est drainé vers les rivières ou dans les nappes. Les racines des plantes vont capter l'eau, qui s'évaporerait ensuite par le système de transpiration des feuilles. Cette transpiration constitue de la vapeur d'eau. De la même façon, les lacs, les océans, vont évaporer une partie de leur eau.

La somme des évaporations, soit 500 000 km³/an, est toujours égale à la somme des précipitations. Or, sur les continents, les précipitations sont supérieures de 40 000 km³/an à l'évaporation. Sur les océans, de façon à ce que le cycle de l'eau soit équilibré.

Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qu'il dégage. En effet, c'est cette dernière qui entraîne les changements d'état de l'eau : la formation et la fonte des glaces, ou encore l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère ..
(Alain Maurel, 2006)

5-Répartition de l'eau sur la planète

Dans l'optique de son utilisation par l'homme, les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'eau sont étroitement liés :

- 97% de l'eau se trouve dans l'océan... mais elle est salée ;
- L'atmosphère, qui retient seulement un cent millième de l'eau douce, joue cependant un rôle clé dans le cycle hydrologique par le recyclage rapide qu'elle assure
- Les calottes polaires, notamment celle de l'Antarctique, stockent les trois quarts de l'eau douce de la planète, cette réserve étant malheureusement inaccessible ; L'eau que nous utilisons provient essentiellement des lacs, des cours d'eau et des nappes d'eau souterraine. Si pour l'essentiel ces ressources sont renouvelables, il existe des gisements d'eaux souterraines dites : « fossiles » peu impliqués dans le cycle de l'eau compte tenu de leur profondeur (jusqu'à 1000 m), qui constituent des stocks quasi non renouvelables à l'échelle humaine : le renouvellement n'est jamais nul mais il est très lent, de l'ordre de plusieurs millénaires ou dizaines de millénaires. Accessoires à l'échelle mondiale, mais capitaux pour quelque pays, ces gisements d'eaux souterraines « fossiles » constituent par exemple d'importantes réserves d'eau de bonne qualité dans les grands bassins du Sahara et de la Péninsule arabe :

Arabie Saoudite : 500 milliards de m³ ;

Jordanie : 30 milliards de m³ ;

Lybie (nappe de Kufra) : 3 400 milliards de m³ ;

Lybie (nappe de Murzuk) : 4 800 milliards de m³.

L'exploitation de ces eaux souterraines « fossiles » n'est pas seulement « minière » par les techniques de recherches et de production, mais aussi parce que ces gisements d'eau s'épuisent comme des gisements de pétrole ou de minerai. Enfin, des nappes aquifères, réparties sur plusieurs pays, peuvent provoquer des situations conflictuelles.

En comparant les flux des différentes parties de l'hydrosphère aux volumes de chacun des réservoirs, on peut estimer la durée de renouvellement moyen de chacun d'eux, soit :

- 2 500 ans pour les océans ;

De 1 000 à 10 000 ans pour les glaciers et les calottes glaciaires ;

- 1 500 ans pour l'ensemble des eaux souterraines ;
- 17 ans pour les lacs d'eau douce ;
- 1 an pour l'humidité des sols ;
- 8 jours pour l'atmosphère ;
- 16 jours pour les cours d'eau.

Tableau 01 : Réserves d'eau de la planète

Réservoirs	Volume (10^{15} m^3) ^a	Total %	Temps de résidence
Océans	1 3500	97	2 500 ans
Glaciers (calotte glacière)	33	2.4	1 000 à 10 000 ans
Eaux souterraines	8	0.6	1 500 ans
Lacs	0.1	<0.01	17 ans
Eau dans le sol	0.07	<0.01	1 an
Eau dans l'atmosphère	0.013	<0.001	8 jours
Rivières	0.0017	0.0001	16 jours
Eau dans la matière vivante	0.0011	0.0001	Quelques heures
Total	1 391	100	

6 . Adéquation entre ressources et besoins en eau

Les ressources en eau renouvelables offertes par la nature peuvent être estimées à partir des flux du cycle de l'eau et plus particulièrement des flux de circulation des eaux continentales aux environs de 40 000 km³/an.

Compte tenu de la population actuelle de la planète qui est d'environ 6 milliards d'habitants, la quantité moyenne d'eau renouvelable disponible est de l'ordre de

7 000 m³/an/habitant soit 20 m³/jour/habitant, ce qui est très largement supérieur aux besoins.

En fait, les problèmes actuels et futurs sont multiples :

- La population de la planète ne cesse d'augmenter alors que la ressource reste constante. Dans certains cas mêmes, cette ressource diminue par suite des problèmes de pollution.
- Les ressources en eau sont très inégalement réparties sur la planète. Il y a les déserts et les zones subarides (30% des terres émergées) qui n'ont que peu ou pas d'eau. Il y a aussi certaines zones équatoriales ou tropicales sur lesquelles tombent chaque année plusieurs mètres de pluie.

Ainsi, neuf pays se partagent 60% des ressources en eau (40 000 km³/an) : Brésil, Russie, Chine, Canada, Indonésie, États-Unis, Inde, Colombie, Zaïre. Très souvent, des inégalités peuvent exister au niveau d'un pays. En Algérie, par exemple, 75% des ressources renouvelables sont concentrées sur 6% du territoire ;

Les besoins en eau sont très variables suivant les pays. Il y a les pays en voie de développement peu industrialisés où la consommation par tête n'excède guère une quarantaine de litres par jour, tous usages compris. Mais, il y a des États industrialisés où la consommation journalière atteint plusieurs milliers de litres par personne si on additionne les besoins domestiques, agricoles et industriels. Ici, les populations – femmes et enfants surtout – sont astreintes à porter sur des kilomètres les quelques litres d'eau indispensables à la boisson et aux usages domestiques. Ailleurs, des installations gaspillent des milliers de tonnes d'eau qu'il existe des procédés permettant des économies énormes. (Alain Maurel, 2006)

7 . Les principaux types de sources d'approvisionnement en eau

7-1 Les eaux de surface

Les eaux de surface comprennent les eaux des cours d'eau (lacs, étangs, bassins, rivières, fleuves). Elles sont sujettes à contamination. En effet, ce sont des eaux où viennent boire les animaux et où pataugent parfois les enfants. Leurs abords constituent souvent des lieux de défécation et les feuilles des arbres s'y accumulent et s'y décomposent généralement.

7-2 Les eaux souterraines

Ce sont les eaux des nappes. Elles peuvent être classées en deux catégories:

- les nappes phréatiques ou nappes de puits : elles reposent non loin du sol (quelques dizaines de mètres) et sont peu protégées, donc soumises à la contamination biologique;
- les nappes profondes : elles sont situées à quelques centaines de mètres de profondeur et reposent sur des couches d'argile imperméables, profondes.

L'eau de pluie est ainsi filtrée à travers plusieurs couches de terre avant de constituer la nappe

8-Eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi-aride et aride, dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement irrégulières et localisées: Dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'Zab, Saoura, etc. sinon, ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossiles, et qui sont très peu utilisées.

Dans le nord d'Algérie l'apport principale vient du ruissellement, après précipitation. Le régime d'un oued est caractérisé par le fait que durant des mois, voire des années, le lit mal délimité est parcouru par un filet d'eau trompeur et que, tout-à-coup, et pendant un temps bref, il roule jusqu'à 5000 **m 3/seconde** provoquant une crue dévastatrice. En effet, elles sont croissantes d'Ouest en Est et affectent successivement les Monts de Tlemcen, le versant nord de l'Ouarsenis, le massif de la Kabylie, le nord Constantinois et enfin le massif des Aurès **.(Abdessamad Dris 2005).**

1-Généralités

Le terme « pollution » désigne la présence d'une substance au-delà d'un seuil pour lequel des effets négatifs sont susceptibles de se produire **(Dr Katia Stucki 2014. . P:1920)(Rev Med Suisse 2014 ; 10 : 1918-23.)**

Polluer signifie étymologiquement : profaner, souiller, salir, dégrader. Ces vocales ne prêtent pas à équivoque et nous paraissent tout aussi adéquats que les longues définitions données par les experts. Parmi celles-ci nous retiendrons la suivante, publiée dans un rapport rédigé en 1965 par le comité scientifique officiel de la maison blanche intitulée : «pour restaurer la qualité de notre environnement » : «La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de faction humaine, au travers d'effets directs ou indirects altérant les critères de répartition du flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en autres produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'ils possèdent, les possibilités réactives du milieu » **(François R, 2002,)**

2-Définition

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines :

- Urbaine (activités domestiques ; eaux d'égout, eaux de cuisine...)
- Agricole (engrais, pesticides)
- Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...)

La pollution est directement liée aux activités industrielles et agricoles.**(Tekfi K, 2006)**

3-Sources de la pollution

3.1- pollution domestique

Elle provient des utilisations de l'eau par les habitants. On distingue les eaux vannes (eau des toilettes) et les eaux ménagères (eau de lavages).

La pollution domestique est surtout organique (graisses, déchets organiques) ; elle peut aussi être chimique (poudres à laver, détergents, produits utilisés dans les jardins...).

Aux eaux usées domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux "collectives" de lavage des rues, des marchés, des commerces, des bâtiments scolaires, des hôpitaux. Ainsi que les pollutions par des pesticides pour le traitement des espaces verts et des voiries.

3.2- pollution industrielle

La pollution générée par ces rejets varie suivant le type d'activité industrielle. Ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides ...)

3.3- pollution agricole

La concentration des élevages peut entraîner un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous- sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique. Les engrais chimiques (nitrates et phosphates), employés en agriculture, altèrent la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés.

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau.

3.4- pollution accidentelle

Leurs origines sont multiples. Certains déversements de produits polluants sont dus à des accidents (camions citernes, bacs endommagés, fuites sur canalisations...). D'autres surviennent dans des usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminées en peu de temps dans la nature.

Les stations d'épuration elles-mêmes peuvent tomber en panne et déverser leurs eaux usées ou leurs boues directement dans le milieu aquatique. Enfin, la pollution peut être due à l'ignorance ou à la légèreté de certains usagers : rejet de solvants chlorés dans les égouts, huiles de vidange .(**ONEMA**)

4- les principaux polluants

- Les matières en suspension
- Les polluants organiques
- Les matières fertilisantes
- Les polluants métalliques et les polluants chimiques persistants
- Les sels minéraux
- La pollution microbiologique.(**M. LAOUAR, 2012**)

5-Conséquences de la pollution

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.

(S. BIREECH et I. MESSAOUDI, 2007)

- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau . (Olivier Tenaillon, David Skurnik, Bertrand Picard and Erick Denamur.Mars 2010. ; Vol 8; P:207.)

6-Principales maladies d'origines hydriques

Tableau 02 : les principales maladies d'origines hydriques et leurs agents pathogènes .

Maladies	Agents
Origine bactérienne	
Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> A et B
Dysenteries bacillaires	<i>Shigella</i>
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastro -entérites aiguës et diarrhées	<i>Escherichia coli</i> entérotoxigène <i>Campylobacter jejuni</i> / <i>E.coli</i> / <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella</i> sp. <i>Shigella</i> SP.
Pneumonies	<i>Legionella pneumophila</i>
Origine virale	
Hépatite A et E	Virus hépatites A et E
Poliomyélite	Virus poliomyélique
Gastro -entérites aiguës et diarrhées	Virus de Norwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Coronavirus Entérovirus Adénovirus Réovirus

Origine parasitaire*	
Dysenteries amibiennes	<i>Entamoeba histolytica</i>
Gastro –entérites	<i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

(C. Haslay et H. Leclerc, « Microbiologie des eau x d'alimentation », 1993)

1-Introduction

Les eaux de surface devraient subir des modifications physiques, chimiques et biologiques qui les rendent potables. Pour cela, il faut donc traiter les eaux de surface par des moyens appropriés qui sont très coûteux et demandent une main-d'oeuvre spécialisée. Ces traitements correcteurs qu'on leur applique sont assez stéréotypés et n'éliminent pas toujours tout ce qui (connu ou méconnu) demanderait à être éliminé.

Ces traitements ne peuvent que réduire la nuisance et les eaux naturelles doivent également subir un traitement avant leur utilisation (alimentation, industrie...).

Ainsi les eaux résiduaires doivent être traitées avant déversement dans la nature et les eaux superficielles doivent aussi être traitées avant consommation.

2– Définition de traitement des eaux usées

Le traitement des eaux usées sert à éviter le plus possible de la pollution de milieu naturel.

Aujourd'hui, les stations de traitement des eaux usées sont devenues des usines de dépollution compactes, couvertes, désodorisées et automatisées. Elles mettent en oeuvre des traitements de plus en plus performants, capables d'éliminer à la fois les différentes substances polluantes carbonées, azotées et phosphorées. Ces stations sont dimensionnées pour traiter une certaine charge de pollution et assurer un rejet conforme aux valeurs limites définies par l'arrêté préfectoral d'autorisation .

3- Les étapes de traitement des eaux

Les différentes étapes du traitement des eaux usées sont classiquement les suivantes :

3-1 Le prétraitement

Consistent à débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus grossiers (dégrillage,dégraissage). Ce sont de simples étapes de séparation physique (**Ali Bettach 2013**)

3-2 Le traitement primaire

Le traitement primaire regroupe les procédés physiques ou physico-chimiques visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières minérales ou organiques en suspension. A l'issue du traitement primaire, seules 50 à 60 % des matières en suspension sont éliminées. Ce traitement primaire ne permet pas d'obtenir qu'une épuration partielle des eaux usées. Ils ont d'ailleurs tendance à disparaître en tant que seul traitement, notamment lorsque l'élimination de la pollution azotée est requise. Pour répondre aux exigences réglementaires, une phase de traitement secondaire doit être conduite.

(**Ben Abdelmoumene Naàma; Ahed Messaoud Leàla 2011**).

- Le principe du traitement physico-chimique

Utilisation d'adjuvants chimiques pour éliminer les matières en suspension. Il comporte une phase de coagulation (agglomération des colloïdes par addition par exemple de sels de fer ou d'aluminium), une phase de floculation et une phase de décantation pour assurer la séparation entre solide et liquide suite à l'injection des agents flocculant tel le charbon actif en poudre. Ces traitements acceptent les variations brutales de charges polluantes, mais ils sont très coûteux en exploitation selon les adjuvants chimiques utilisés

3-3 Le traitement secondaire

Il s'agit d'un traitement biologique dont l'objectif est l'élimination de la pollution carbonée, azotée et phosphorée. Le principe de l'épuration par voie biologique consiste, dans un premier temps, à faire assimiler la pollution carbonée par des microorganismes dont l'activité est améliorée en la plaçant dans des conditions optimales, la pollution de l'eau est alors transformée en biomasse. Puis cette biomasse est extraite de l'eau sous forme de boues .

(Yahiatene Sofiane et Tahirim El Tiadj 2010.)

- Le principe du traitement biologique

Il permet la biodégradation des matières organiques des eaux usées grâce à des bactéries aérobies ou anaérobies dans des systèmes suivants :

- Système intensif

à cultures fixes telles que les lits bactériens et les disques biologiques ou à cultures libres telles que les boues activées.

- Système extensif

dont le plus répandu et le plus classique est le lagunage surtout dans les pays à climat chaud et où le terrain est disponible à coût raisonnable. Il consiste en un lent écoulement de l'affluent dans un ou plusieurs réservoirs plus ou moins profonds. **(Ben Abdelmoumene Naàma; Ahed Messaoud Leàla 2011.)**

3-3-1 Les boues activées

Le traitement par boues activées est très largement utilisé. Il s'agit d'un réacteur qui contient les eaux à traiter mélangées avec microorganismes flocculant et de l'oxygène dissous. Les bactéries consomment la matière organique et contribuent à l'élimination de l'azote et du phosphate. Le bassin d'aération est équipé d'un système d'aération fonctionnant en discontinu. La nitrification s'effectue durant les phases aérobies et la dénitrification durant les phases d'anoxie biomasse . **(Ali Bettach 2013.)**

3-3-2 Lits bactériens anaérobie

Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur, le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé «digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...).

Dans ce traitement l'oxygène n'est présent que dans les couches supérieures et dans laquelle, seule, une partie des M.E.S. est maintenue en suspension

3.3.3Lits bactériens aérobie

Si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées, le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse .

Dans ce traitement l'oxygène et les M.E.S. sont uniformément répartis dans tout le bassin.

3-3-4Les disques biologiques

Les biodisques sont des bioréacteurs dans lesquels des disques fixés sur un axe horizontal sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces biodisques se développe un biofilm bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries respirent dans l'air l'oxygène nécessaire à leur survie, tandis que pendant leur immersion dans les eaux usées, elles absorbent comme nourriture la pollution dissoute dans les eaux usées. Avec le temps, le biofilm grossit et vieillit, puis finit par se détacher sous forme de flocons de boues des disques rotatifs. Ces résidus de boues biologiques sont entraînés vers un décanteur secondaire, où s'opère alors leur séparation avec les eaux épurées. Les boues biologiques sont généralement recyclées par pompage vers un digesteur pour y être minéralisées .

3-4 Le traitement tertiaire

Ce traitement est à la fois physico-chimique et biologiques. On les réalise après les traitements primaires et secondaires afin d'éliminer des éléments nutritifs résiduels, des polluants organiques résistants, des métaux et des pigments. Par exemple, on peut utiliser des traitements biologiques avancés pour éliminer le phosphore par le Déplacement Nutritif Biologique (DNF). On fait passer l'eau par différents réservoirs avec des bactéries et dans des conditions environnementales différentes (différence de concentration en dioxygène par exemple). On récupère ensuite les boues lors d'un nouveau passage dans un clarificateur .

3-5 La désinfection

La désinfection a pour but de détruire tous les organismes nocifs qui sont présents dans l'eau pour la rendre propre à la consommation .

Elle consiste à détruire le microorganisme pathogènes encore présent dans l'eau après la filtration. Plusieurs substances chimiques peuvent être utilisées comme désinfectant. Le chlore est employé sous formes de solutions Hypochlorite de calcium Ca_2Cl ou de sodium (Na Cl). Il peut aussi être utilisé sous forme gazeux .Il existe actuellement quatre méthodes courantes pour la désinfection de l'eau : la chloration de l'eau, l'ozonation, la stérilisation par les rayons U.V, la microfiltration.

3-5-1 la chloration de l'eau

La désinfection par le chlore est la plus utilisée car moins coûteuse et plus facile à mettre en application. En effet, le chlore et ses composés (exemple l'hypochlorite de calcium) sont bons marchés et faciles à obtenir. Il faut noter que son pouvoir rémanent fait de lui un produit très conseillé pour la désinfection de l'eau. Ses désavantages sont : il donne un goût caractéristique à l'eau, certains de ses dérivés .

3-5-2 l'ozonation

Le traitement de l'eau avec l'ozone est un procédé automatique qui permet de détruire les matières organiques, les bactéries, les germes et les virus. L'ozone désinfecte, améliore la couleur, le goût et l'odeur de l'eau. Il se décompose facilement en oxygène sans laisser de produits dérivés dans l'eau comme le chlore. Il y a moins de produits chimiques qui agressent les yeux, la peau ou les cheveux. L'ozone étant très instable, il faut donc le préparer au fur et à mesure des besoins. Ses désavantages sont : sa production consomme de l'énergie, son utilisation est assez complexe et demande un investissement de départ très important, il ne possède pas de pouvoir rémanent.

3-5-3 la stérilisation par les rayons U.V

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes.

Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30 s) .(Soror Wahiba Dekhil 2012),(Solène Moulin; David Rozen-Rechels et all 2013.P3),(Organisation mondiale de la santé 2013 ,P2),.(Freddy Shukuru Salumu 2010.)(Waris Kéwouyèmi Chouti 2007.)

3-5-4 La microfiltration

Les micros filtres utilisés ont des pores suffisamment petits (0,2 micromètre) pour arrêter les bactéries présentes dans l'eau. Le système est très simple et les bactéries sont enlevées de l'eau et pas seulement inactivées. Mais c'est un système coûteux à l'utilisation car il faut renouveler régulièrement les cartouches filtrantes, il n'y a aucun effet sur les virus et n'a pas de pouvoir rémanent .

4- Contrôle de qualité d'eau

Les analyses s'effectuent aux différents points critiques des chaînes de traitement dans le but de vérifier l'efficacité des traitements et d'apporter les mesures et actions correctives en cas de non-conformité .

5 -Les normes de la potabilité d'eau

Une eau potable peut être définie comme une eau qui, lorsqu'elle est bue de façon permanente, ne présente aucun risque pour la santé. Et ceci lorsqu'elle respecte les normes de potabilité. Les normes de qualité de l'eau potable sont très rigoureuses. Elles s'appuient en général sur les travaux médicaux établissant les doses Maximales Admissibles (DMA), c'est à-dire la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement tout au long de sa vie. La qualité bactériologique doit être assurée en toutes circonstances et faire l'objet d'une surveillance très stricte.

L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène. La qualité microbiologique est évaluée lors des contrôles analytiques réglementaires, par la recherche de bactéries, principalement des germes témoins de contamination fécale.

Il est indispensable de toujours contrôler la qualité de l'eau après son traitement et avant sa consommation parce que ce dernier peut être défaillant ou que la qualité de l'eau peut s'altérer avant son arrivée au robinet du consommateur . **(Kouessi Joachim Dalohoun 2010).**

1. Définition

Les fonctions vitales, alimentaires et sanitaire de l'eau sont primordiales, sur les 3600milliards de mètres cube utilisés chaque année dans le monde, l'eau potable représente moins de 10%.L'eau de boisson ou l'eau potable peut être définie, en se référant seulement l'OMS, comme étant« une eau ne renferme ni quantité dangereuses ni substance chimique, ni germes nocifs pour la santé » **(Bountoux, 1983).**

Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques, biologiques et en outre doit répondre à des critères organoleptiques essentiels appréciés par le consommateur (elle doit être incolore, insipide, inodore et fraîche). L'organisation mondiale de la santé (OMS) a édité des normes internationales pour l'eau de boisson. La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit impérativement être conforme aux normes de potabilité. Si de telles norme sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas le même dans la plupart des pays en développement **(Bernard, 1989) ;(Moll,1990) ;(Vilagines, 2000).**

.2. Types d'eau potable

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

C'est le décret exécutif 04-196 en date du 15 juillet 2004 (Joradp n°45 du 18 juillet,2004) qui définit et règlemente les eaux minérales naturelles et les eaux de source.

Auparavant, c'était l'arrêté du 26 juillet 2000 (Joradp n° 51) qui règlementait l'exploitation de l'eau minérale.

2.1. Les eaux du robinet

L'eau du robinet ou eau de distribution, est une eau potable que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau :

a). *Les eaux dures*

Une eau dure est une eau qui contient beaucoup de sels dissous, comme les sels de calcium (le carbonate de calcium ou calcaire par exemple) et de magnésium. **(Gassambe,2012)**

b). *Les eaux douces*

Une eau douce est une eau qui ne contient pas assez de sels dissous. Une eau trop douce est une eau corrosive. **(Gassambe, 2012)**

2.2. Les eaux de source

L'eau de source est directement potable à l'état naturel car elles sont issues de nappes d'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines. **(JORA, 2004)**.

Elles sont classées en :

a). Eau de source

L'eau de source est une eau de source introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément aux dispositions, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients. **(JORA, 2004)**

b). Eau de source gazéifiée

L'eau de source gazéifiée désigne une eau de source qui, sous réserve des traitements éventuels autorisés, est rendue effervescente par addition de gaz carbonique **(JORA, 2004)**.

2.3. Les eaux minérales

Les eaux minérales sont des eaux microbiologiquement saines, souterraines donc provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain et ayant des propriétés particulières :

leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur teneur constante et spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants **(Gassambe, 2012)**.

Elles sont classées en :

a). Eau minérale naturelle non gazeuse

L'eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogène-carbonatés présents dans l'eau.

b). Eau minérale naturelle naturellement gazeuse

L'eau minérale naturelle naturellement gazeuse est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz est, après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, la même qu'à l'émergence compte tenu des tolérances techniques usuelles.

c). Eau minérale naturelle dégazéifiée

L'eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence.

d). Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source

L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui fait l'objet d'adjonction en gaz carbonique émanant de la source.

e). Eau minérale naturelle gazéifiée

L'eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autre provenance (JORA, 2004).

3. Critères de potabilité

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricts fixés par le ministère de la santé, les critères d'une eau "propre à la consommation" portent sur :

- La qualité organoleptique : L'eau doit être limpide, claire, aérée et ne doit présenter ni saveur ni odeur désagréable.
- La qualité microbiologique : L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène.
- La qualité chimique : Les substances chimiques autres que les sels minéraux font l'objet de normes très sévères. Ces substances sont dites "indésirables " ou "toxiques".
- Les substances indésirables : Leur présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (le fluor et les nitrates par exemple).
- Les substances aux effets toxiques : Le plomb et le chrome en font partie. Les teneurs tolérées sont extrêmement faibles.

3.1. Caractères organoleptiques**a). L'odeur**

Une eau potable doit être inodore. L'odeur est un signe de la présence de matières organiques volatiles ou de certains gaz. Les odeurs révèlent aussi la présence de microorganisme; elles peuvent aussi provenir de pollutions issues des activités humaines .

b). La couleur

La couleur de l'eau est le résultat de la présence de matières organiques colorées, de métaux ou de rejets industriels.

Les métaux qui colorent l'eau sont notamment le fer (couleur rouge) , qui provient soit de la composition naturelle des eaux, soit de la dissolution des tuyauterie métalliques des réseaux

de distribution, et le manganèse (couleur noire). Dans les cas extrêmes, une coloration bleu clair peut apparaître en présence de cuivre. Aussi la turbidité de l'eau ou l'opacité est la réduction de la transparence d'une eau suite à la présence de matières non dissoutes, elle est causée par la présence de matière en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons les grains de silice et les microorganismes .(anonyme)

c). La saveur

Une mauvaise saveur peut être le résultat d'une croissance de micro-organismes occasionnelle, d'une contamination par les matériaux utilisés, de la présence de substances organochlorés Une eau potable de qualité doit avoir une saveur faible et agréable.

3.2 Paramètres physico-chimique

Les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché :

Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en terme de conductivité équivalente à 20 ou 25 C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en général automatiquement cette conversion.

Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. La procédure est simple et permet d'obtenir une information très utile pour caractériser l'eau.

Comme la température, des contrastes de conductivité permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélanges ou d'infiltration. La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau : la valeur mesurée sur le terrain doit être comparable à celle mesurée au laboratoire.

La conductivité électrique d'une eau est un indicateur direct de sa salinité. C'est un facteur vital à suivre lorsqu'on est intéressé par une réutilisation des eaux usées en agriculture. La mesure de la conductivité électrique a été faite à l'aide d'un multi paramètres

Tableau 03 : Classification de l'eau selon de conductivité électrique.

Conductivité	Nature de l'eau
50-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau excellent
400-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau de bonne qualité
750-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau de moyenne qualité
> 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau médiocre

(Kihel et al, 2001.)

pH

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

La mesure du pH donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité des eaux.

le pH joue un rôle primordial à la fois :

- Dans les propriétés physico-chimiques.
- Dans les processus biologique.
- Dans l'efficacité des certains traitement.

Tableau 04 : classification des eaux d'après leur PH

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

Tableau 05 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

La minéralisation

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate.

Total des solides dissous (TDS) :

représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques

communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

Ces minéraux peuvent provenir d'un certain nombre de source naturelle autant que suite aux activités humaines. Des sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles ont coulé à travers des régions où les roches contiennent beaucoup de sel. L'eau dans les prairies contient beaucoup de solides dissous dus aux fortes quantités de calcium et magnésium dans le sol.

Ces minéraux peuvent aussi provenir d'activités humaines. Les eaux de ruissellement agricoles et urbaines peuvent provoquer un surplus de minéraux dans les sources d'eaux comme les bassins d'eaux usées, eaux usées industrielles et le sel qui est utilisé pour dégivrer les routes.

3.3 Caractères microbiologiques

Une eau potable ne doit pas contenir d'organismes pathogènes tout au moins en quantité susceptible de provoquer une contamination même chez les personnes les plus sensibles .

L'eau potable peut contenir des polluants très divers comme pollution naturelle.

Les normes microbiologiques pour l'eau potable sont variables d'un pays à l'autre (La normalisation française directe :

- Absence de Salmonella dans 5 litres.
- Absence d'autres germes pathogènes.
- Absence de bactériophages fécaux dans 50 ml.
- Absence de Coliformes thermo-tolérants et de Streptocoques fécaux dans 100ml.

4. Réglementation de la qualité des eaux potables

L'OMS a évalué les informations concernant les aspects sanitaires liés à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Les valeurs des différents paramètres de qualité des eaux sont, à titre de recommandation, sous forme des valeurs guides(VG) qui correspondent à la concentration à laquelle l'eau ne présent pas de risque sensible pour la santé du consommateur et conserve ces qualités organoleptique (Monteil et Duguet, 2000).

4.1. Les Normes de qualité des eaux potables

L'eau potable nécessaire à l'alimentation doit présenter certaines qualités physicochimiques et biologiques complexes, définies à l'échelle mondiale par l'organisation de la santé (OMS).Si

de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas de même dans la plupart des pays en développement, où le manque d'eau potable constitue aujourd'hui le problème environnemental le plus grave (Bernard, 1989).

Les normes définissent les doses maximales admissibles pour une substance donnée correspondant à la quantité qu'un individu peut absorber sans danger pour sa santé tout au long de sa vie. Elles représentent les valeurs à ne pas dépasser.

Les principales normes sont les suivantes :

- Normes internationales pour l'eau de boisson OMS 1971.
- Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada, ministère de la Santé nationale et du bien-être social 1978.
- Normes européennes applicables à l'eau de boisson OMS 1979.
- Normes Américaines. Actuellement plusieurs normes sont en vigueur aux États-Unis.
- Règlement sur l'eau potable éditeur officiel de Québec 1984.
- Normes algériennes JORA 2004.

a). Les normes internationales de l'eau potable

Les normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine suivant l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Communauté Européenne des eaux (CEE) sont présentées dans le tableau 06 (Document de l'ANRH).

Tableau 06 : Les normes de qualité physico-chimique de l'eau potable.

Paramètre	Unités	OMS	CEE
	Paramètres physico-chimiques		
Turbidité	NTU	5	4
Température	°C	-	25
pH	Un. pH	6.5 à 8.5	-
conductivité	µs/cm		
Résidu sec	Mg/l	2000	1500
Chlorures	Mg/l	250	200
Sulfates	Mg/l	400	250
Calcium	Mg/l	100	-
Magnésium	Mg/l	200	150
Sodium	Mg/l	200	150
Potassium	Mg/l	-	12

Nitrates	Mg/l	44	50
Nitrites	mg/l	3	0.1
Ammoniaques	mg/l	-	0.5
Hydrocarbures	µg/l	-	10
Fer	µg/l	-	10
Manganèse	µg/l	300	200
Cuivre	µg/l	1000	-
Zinc	µg/l	5000	5000
Fluorure	µg/l (8-12°C)	1500	1500
MES	µg/l	-	-
Cadmium	µg/l	5	5
Chrome	µg/l	50	50
Plomb	µg/l	50	50
Chlore	F	50	50
Dureté totale °	µg/l	0.1	—
Minéralisation	Mg/l	50	10-35
Alcalinité	°F	- -	-

b). Les normes Algériennes pour la qualité physico-chimique de l'eau potable

L'Algérie s'est basé sur les normes internationales, pour établir ses propres normes, on peut dire que c'est une combinaison de différentes normes qui existent sur le plan international

Tableau 07 : les normes algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.

Paramètres	Valeurs	Unités
Paramètres organoleptiques		
couleur	25	mg/1 pt-Co
Odeur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Turbidité	5	NTU
Saveur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Paramètres physico-chimiques		
température	25	°C
pH	6.5 -8.5	
conductivité	2800	µs/cm

Résidu sec (110)	2000	
calcium	75 -200	
Magnésium	150	
sodium	200	
potassium	20	
chlorure	200 –500	
sulfates	200 -400	
Co3 --co3H-	-	-
aluminium	0.5	
manganèse	0.5	
Paramètres	Valeurs	Unités
Baryum	0.7	mg/l
Phénols		
Fluorure	0.8-2	mg/l
Agent	-	-
Carbone Organique total	-	-
Azote	2	
Substances Toxiques		
Arsenic	0.05	
Cadmium	0.01	
Cyanure	0.05	
Paramètres bacteriologiques		
Coliformes totaux	0	N/100ml
Streptocoque fécaux	0	N/100ml
Coliformes thermo tolérants	0	N/100ml
E-coli	0	N/100ml

(Document de l'ANRH.)

1. Echantillonnage et site de prélèvement

Dans cette étude, nous avons effectué 18 prélèvements d'eau potable de plusieurs communes à savoir ;Celle de Sidi Makhlouf ;de benacer ben chohra de tadjmot et aussi celle de la commune de Laghouat .

Sachant de même que les différentes analyses ont été faites au niveau des laboratoires de l'Algérienne des Eaux (ADE) Laghouat.

2. Analyses physico-chimiques

2.1 Evaluation de l'odeur et de la saveur

L'odeur a été évaluée par simple sensation dans le lieu de prélèvement alors que la saveur a été évaluée par dégustation de l'eau au point de prélèvement.

L'exploitation des résultats se fait par une lecture directe sur l'écran de l'appareil

2.2 Mesure de la turbidité

La turbidité (mesure de la matière en suspension) a été mesurée par un turbidimètre (NachTL2300)(Figure 01)

La lecture des résultats a été faite directement sur l'écran de l'appareil et est exprimée en NTU .



Figure 01 : L'appareil du Turbidimètre utilisé

2.3 Mesure de PH

On a mesuré le potentiel hydrogène par un pH-mètre de type(Hanna H12550 5)
(Figure n° 02)

2.4- Mesure de la conductivité et TDS et de la T° :

Ces mesures ont été fait à l'aide d'un multiparamètres (HANNA HI 2300)
La conductivité est exprimée en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).
Le TDS en Mg/l .



Figure 02: pH-mètre. Et le multiparamètre

3. Analyses bactériologiques :

3.1 Recherche des coliformes

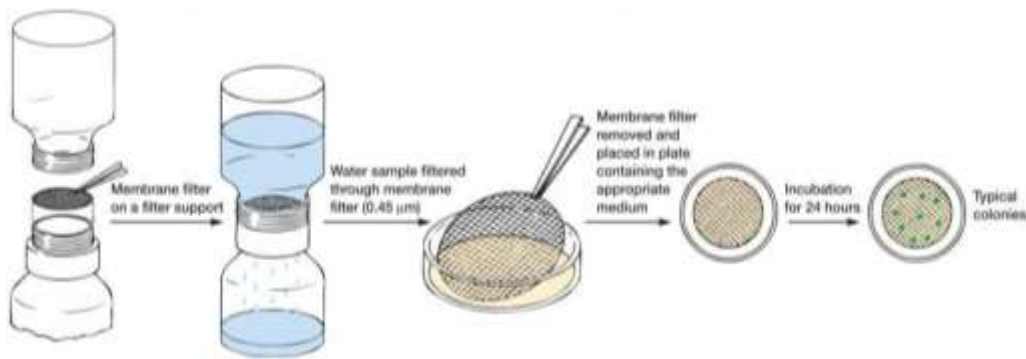
On appelle coliformes les microorganismes appartenant à la famille des enterobacteriaceae (Ce sont des bacilles à Gram négatifs, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatifs) fermentant le lactose avec production de gaz à 37°C.

Les Coliformes thermotolérants sont résistants à une température de 44°C, notamment le colibacille, *Escherichia coli*.

Principe de la mesure

On procède à la filtration sur membrane diamètre 0,45 mm de 100 mL d'eau puis la membrane est mise en culture sur une gélose nutritive tout en respectant les conditions d'asepsie

Une description de la méthode est décrite dans la figure ci-dessous :



Matériel

- Matériel de stérilisation (four, autoclave ou autocuiseur).
- Etuve ou enceinte thermostatée .
- Matériel de microbiologie : boîtes de pétri stériles petit diamètre, pipettes 1 mL stériles (usage unique), flacons stériles.
- La rampe de filtration .
- Gélose TTC Tergitol 7.



Figure 03: protocole de filtration par membrane

A- Recherche des coliformes totaux :

La membrane de filtration est placée dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de gélose TTC .Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 .

B-Recherche des coliformes fécaux :

nous avons utilisé même protocole pour les coliformes totaux et nous avons incubé les boîtes à 44°C pendant 24H pour la recherche des coliformes fécaux.

Dénombrement des coliformes :

Le résultat est exprimé en nombre de colonies par 100 mL. Tenir compte de la dilution éventuelle.

3.2 Recherche des streptocoques fécaux

Ce sont des bactéries Gram positif, sphériques ou ovoïdes, formant des chainettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène D, cultivant en anaérobiose, et capables d'hydrolyser l'esculine. Ils se répartissent en deux genres streptococcus et enterococcus Pour la recherche et dénombrement des streptocoques nous avons utilisé des membranes filtrantes sur gélose de slanetz et bartley.

1- Paramètres organoleptiques

1.1-couleur

L'eau traitée étudiée était transparente.

Elle peut être l'indice d'une pollution par diverses substances chimiques (**organisation de la santé canada 2005recomendation pour la qualité de l'eau potable au canada**) .

1.2 Saveur

De nombreuses substances chimiques peuvent donner une saveur désagréable (**organisation de la santé canada 2005recomendation pour la qualité de l'eau potable au canada**) ; aucune saveur n'est détectée .La chose qui est conforme avec les résultats des études précédentes.

2-Parametres physicochimiques

2.1Turbidité

La turbidité est un paramètre important à suivre lors de la production de l'eau destinée à la consommation humaine car il rend compte de la bonne efficacité des étapes de clarification et de filtration.

Tableau 08 : turbidité des eaux analysées.

LIEU DE PRELEVEMENT	NTU
BENACER BEN CHOHRRA	0.71
SIDI MAKHLOUF	0.83
LAGHOUAT VILLE	0.77
LAGHOUAT VILLE	0.88
SIDI MAKHLOUF	0.67
SIDI MAKHLOUF	0.52
LAGHOUAT VILLE	0.26
LAGHOUAT VILLE	0.36
KSAR EL HIRANE	0.55
LAGHOUAT VILE	0.80
LAGHOUAT VILLE	0.67
LAGHOUAT VILLE	0.74
BEN NACER BEN CHOHRRA	0.25
TADJMOUT	0.36
KSAR EL HIRANE	0.77

Résultats et discussion

LAGHOUAT VILLE	1.21
SIDI MAKHLOUF	0.70
LAGHOUAT VILLE	2.63

D'après la réglementation algérienne et l'OMS une eau claire ne doit pas dépasser (5NTU)

Nos résultats varient entre 0.26 et 2.6 ce qui nous permet de dire que notre eau est claire (dans les normes) .

2.2-Température

Les directives du conseil de communauté européenne, la réglementation française ainsi que la réglementation algérienne fixent la température de l'eau potable à 25°C

La température mesurée entre le mois de novembre et le mois d'avril est de 8.2 ET 22.2 °C.

Tableau 09: T° des eaux analysées.

LIEU DE PRELEVEMENT	T°
BENACER BEN CHOIRA	20°
SIDI MAKHLOUF	15.8
LAGHOUAT VILLE	20.3
LAGHOUAT VILLE	17.2
SIDI MAKHLOUF	16.3
SIDI MAKHLOUF	15
LAGHOUAT VILLE	16.3
LAGHOUAT VILLE	14.4
KSAR EL HIRANE	14.7
LAGHOUAT VILLE	14.2
LAGHOUAT VILLE	17
LAGHOUAT VILLE	19
BEN NACER BEN CHOIRA	15.8
TADJMOUT	15.2
KSAR EL HIRANE	11.10
LAGHOUAT VILLE	22.2
SIDI MAKHLOUF	19.8
LAGHOUAT VILLE	8.2

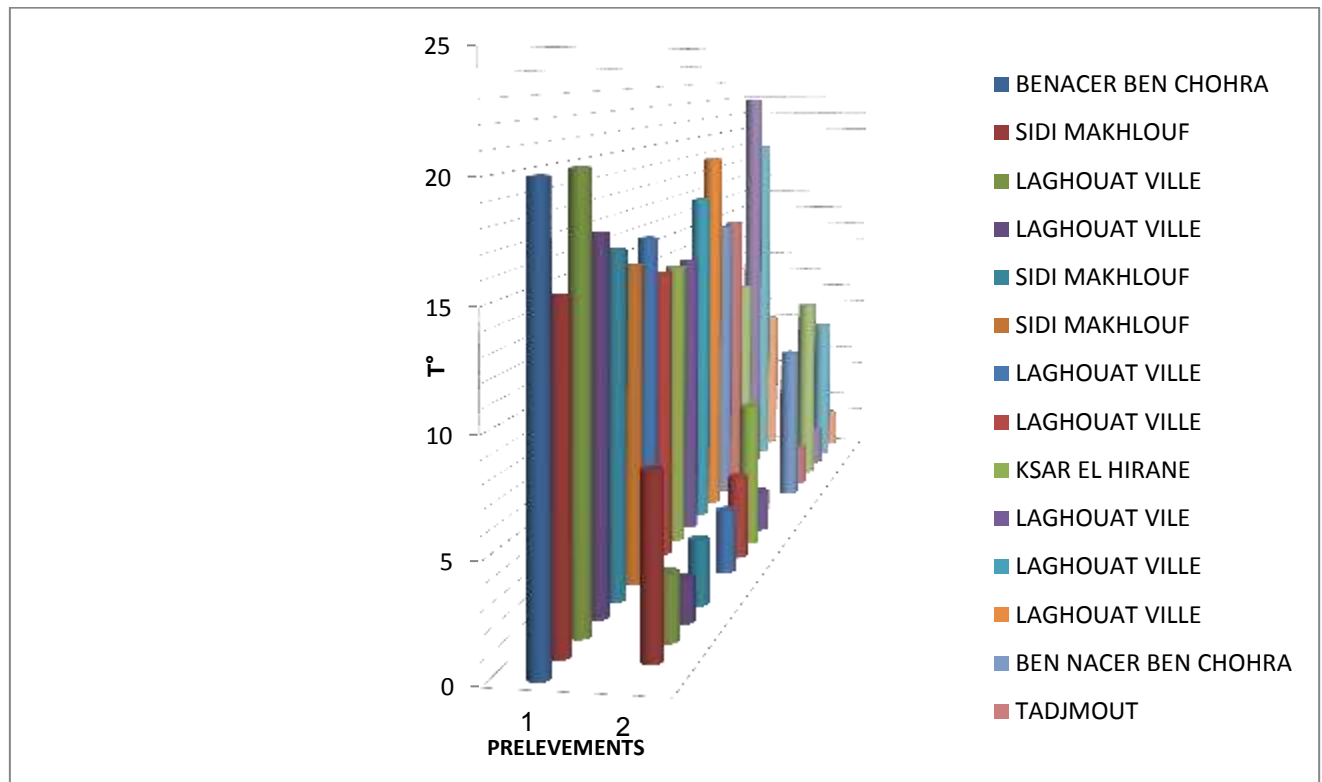


Figure 04 : T° des eaux analysées.

Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes.

2.2-Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH représente le caractère acide ou alcalin d'eau ce paramètre est sensible à la température (agence de l'eau boire _ bretagne 2006)

La réglementation algérienne indique un pH dans l'intervalle de 6.5 à 8.5.

Résultats et discussion

Tableau 10 : pH des eaux analysées.

LIEU DE PRELEVEMENT	ph
BENACER BEN CHOHRRA	7.92
SIDI MAKHLOUF	7.83
LAGHOUAT VILLE	7.71
LAGHOUAT VILLE	7.74
SIDI MAKHLOUF	7.86
SIDI MAKHLOUF	7.65
LAGHOUAT VILLE	7.41
LAGHOUAT VILLE	8.16
KSAR EL HIRANE	8.08
LAGHOUAT VILE	8.02
LAGHOUAT VILLE	8.01
LAGHOUAT VILLE	7.81
BEN NACER BEN CHOHRRA	7.9
TADJMOUT	8.38
KSAR EL HIRANE	8.17
LAGHOUAT VILLE	8.17
SIDI MAKHLOUF	7.25
LAGHOUAT VILLE	8.2

Résultats et discussion

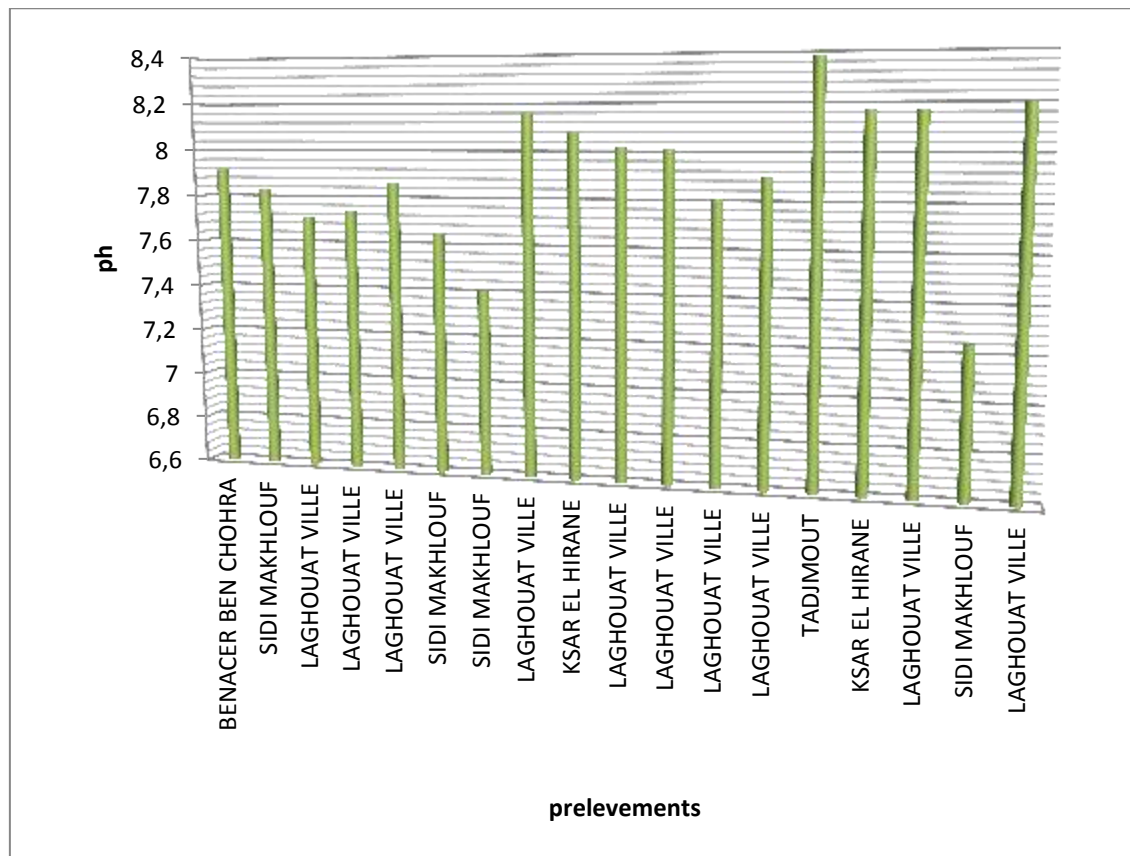


Figure 05 : pH des eaux analysées.

Les mesures de nos échantillons ont donné une valeur de pH égale à pH 7.25 à 8.38
Ph relativement stables et dans les normes.

2.3-Conductivité

TABLEAU 11: conductivité des eaux analysées .

LIEU DE PRELEVEMENT	Conductivité
BENACER BEN CHOIRA	1291 μ S /Cm
SIDI MAKHLOUF	2105 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1543 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1453 μ S /Cm
SIDI MAKHLOUF	1201 μ S /Cm
SIDI MAKHLOUF	115 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1461 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1465 μ S /Cm
KSAR EL HIRANE	1511 μ S /Cm

Résultats et discussion

LAGHOUAT VILE	1442 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1343 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1458 μ S /Cm
BEN NACER BEN CHOHRRA	1291 μ S /Cm
TADJMOUT	2017 μ S /Cm
KSAR EL HIRANE	1507 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1323 μ S /Cm
SIDI MAKHLOUF	1062 μ S /Cm
LAGHOUAT VILLE	1512 μ S /Cm

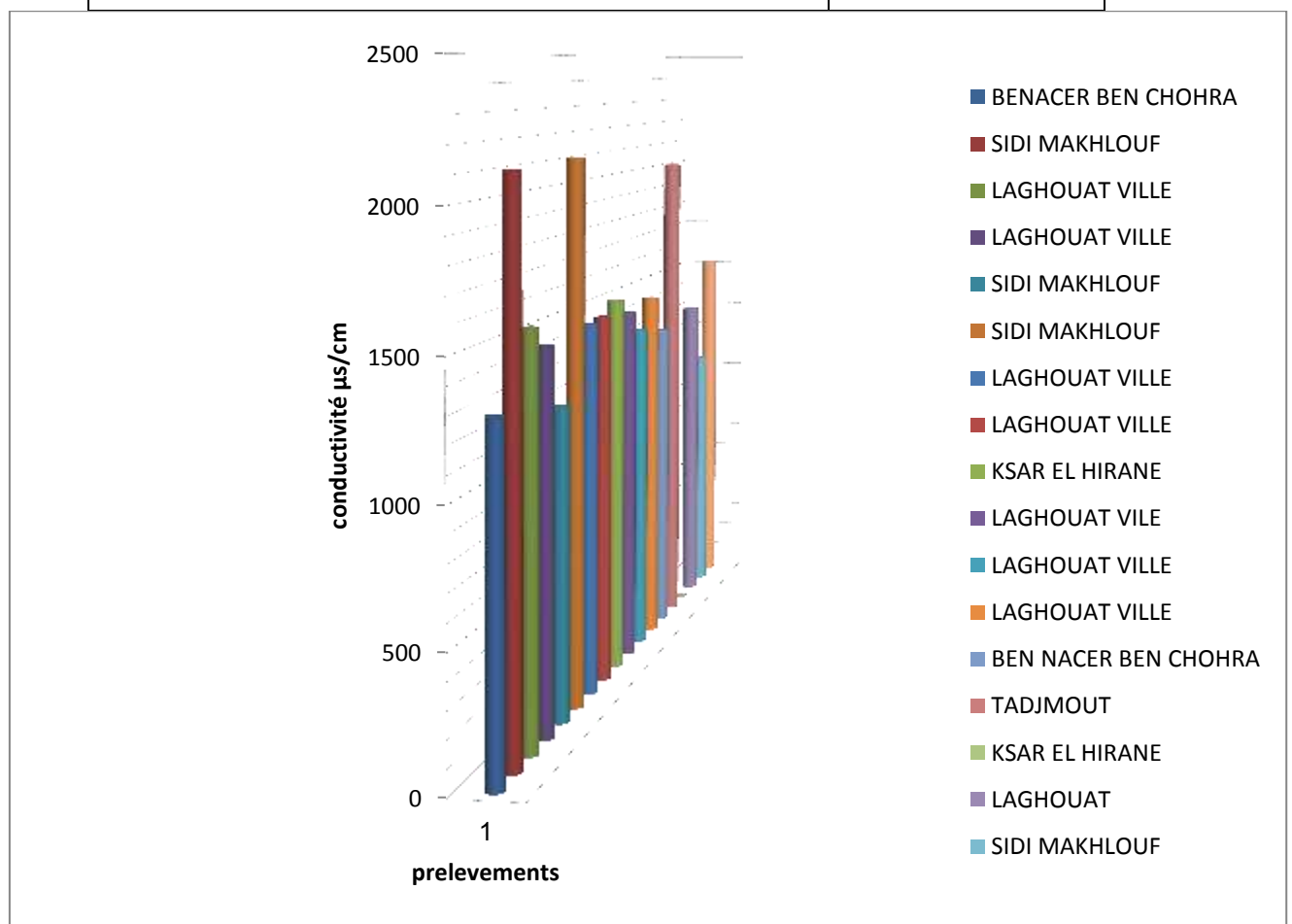


Figure 06 : conductivité des eaux analysées.

Nous avons constaté que la conductivité à sidi makhlouf la plus élevée par rapport à celle des autres communes c'est-à-dire que c'est une eau passable à bonne .

Selon (Hade, 2002) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que

- ❖ La géologie du bassin versant.
- ❖ Les apports d'eau souterraine.
- ❖ La température de l'eau.

Résultats et discussion

Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent l'oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).

Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglaçage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (**Rejsek, 2002**).

En effet, **Egborge (1974)** a trouvé que la production de phytoplancton est étroitement liée à la conductivité et à la transparence des eaux (**Welcomme, 1975**).

2.4 Minéralisation :

I.4.4. La minéralisation.

La minéralisation correspond aux taux de sels dissous. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Toute fois, la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité :

Tableau 12 : calcul de minéralisation à partir de la conductivité

Conductivité	($\mu\text{S/cm}$ Minéralisation (mg/L))
< à 50	$1,365079 \times \text{Conductivité}$
Entre 50 et 166	$0,947658 \times \text{Conductivité}$
Entre 166 et 333	$0,769574 \times \text{Conductivité}$
Entre 333 et 833	$0,715920 \times \text{Conductivité}$
Entre 833 et 10000	$0,758544 \times \text{Conductivité}$
> à 10000	$0,850432 \times \text{Conductivité}$

Tableau 13 : minéralisation des eaux analysées.

LIEU DE PRELEVEMENT	Minéralisation Mg /L
BENACER BEN CHOHRRA	979 Mg /L
SIDI MAKHLOUF	1596Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1170Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1102Mg /L
SIDI MAKHLOUF	911Mg /L

Résultats et discussion

SIDI MAKHLOUF	1604Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1108Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1111Mg /L
KSAR EL HIRANE	1146Mg /L
LAGHOUAT VILE	1039MG/L
LAGHOUAT VILLE	1018Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1105Mg /L
BEN NACER BEN CHOIRA	979 Mg /L
TADJMOUT	1529Mg /L
KSAR EL HIRANE	1143Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1003Mg /L
SIDI MAKHLOUF	1215Mg /L
LAGHOUAT VILLE	1146 Mg /L

Résultats et discussion

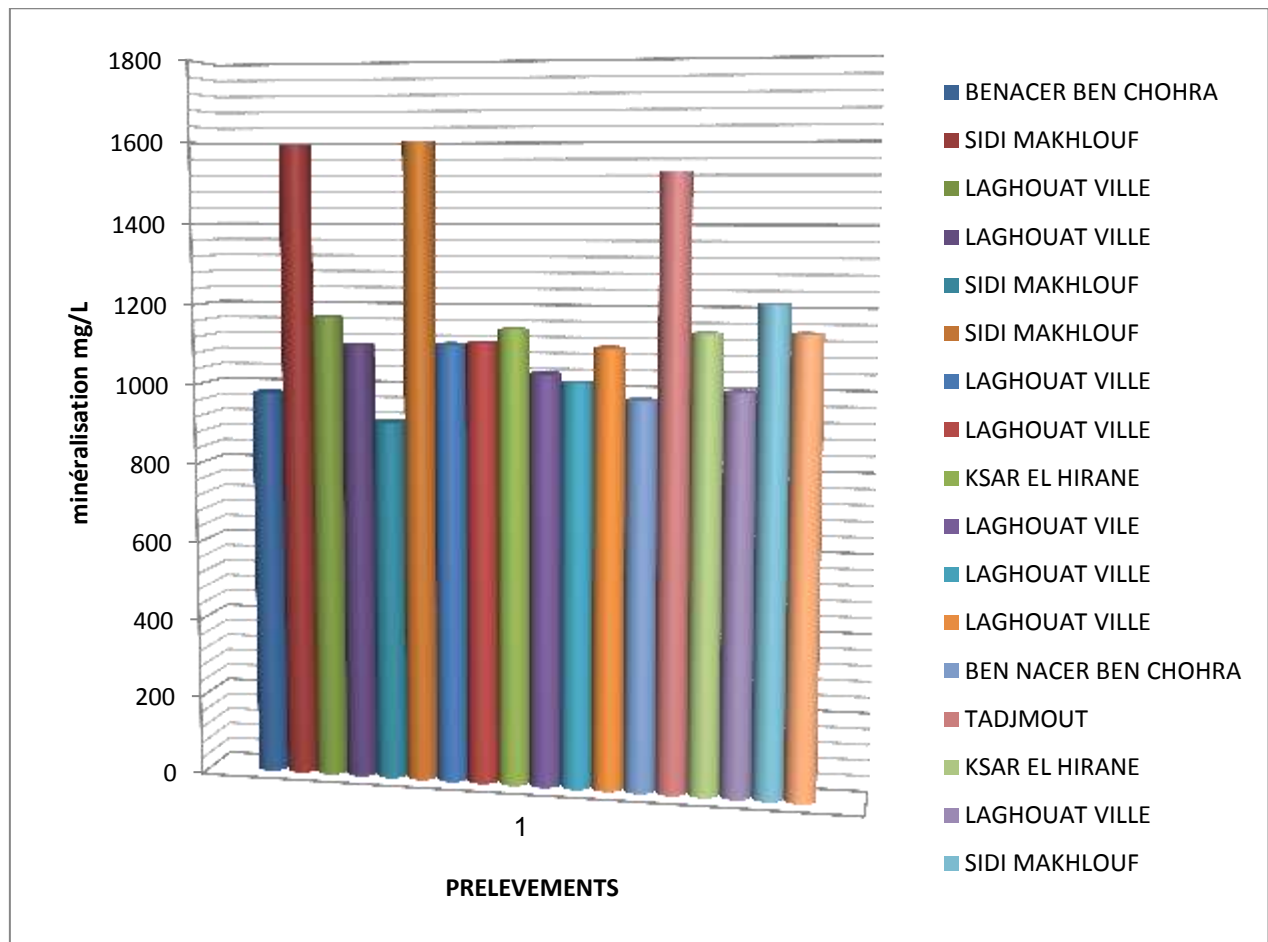


Figure 07: minéralisation des eaux analysées.

2.5 TDS :

Le mesure de TDS est effectué par l'appareil multi- paramètre (), même principe que la mesure de la conductivité. On garde l'électrode de conductivité dans le recepaient qui contient l'eau examinée puis on appuis une fois sur le bouton de conductivité pour donne le résultat de taux des sels dissous.

La salinité correspond à la quantité de sels dissouts à savoir le chlorure de sodium (NaCl), chlorure de magnésium (MgCl₂).... Une augmentation de la salinité indique une augmentation en ions sodium (Na⁺), magnésium (Mg⁺⁺), chlorure (Cl⁻), après dissociation des sels (Figarella et Leyral, 2002 ; Rodier et al, 2005).

Tableau 14: Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l).

Résultats et discussion

LIEU DE PRELEVEMENT	Turbidité Mg/L
BENACER BEN CHOHRRA	979
SIDI MAKHLOUF	1052
LAGHOUAT VILLE	740
LAGHOUAT VILLE	752
SIDI MAKHLOUF	1056
SIDI MAKHLOUF	601
LAGHOUAT VILLE	755
LAGHOUAT VILLE	726
KSAR EL HIRANE	755
LAGHOUAT VILE	730
LAGHOUAT VILLE	734
LAGHOUAT VILLE	670
BEN NACER BEN CHOHRRA	7.9
TADJMOUT	1006
KSAR EL HIRANE	670
LAGHOUAT VILLE	729
SIDI MAKHLOUF	801
LAGHOUAT VILLE	659

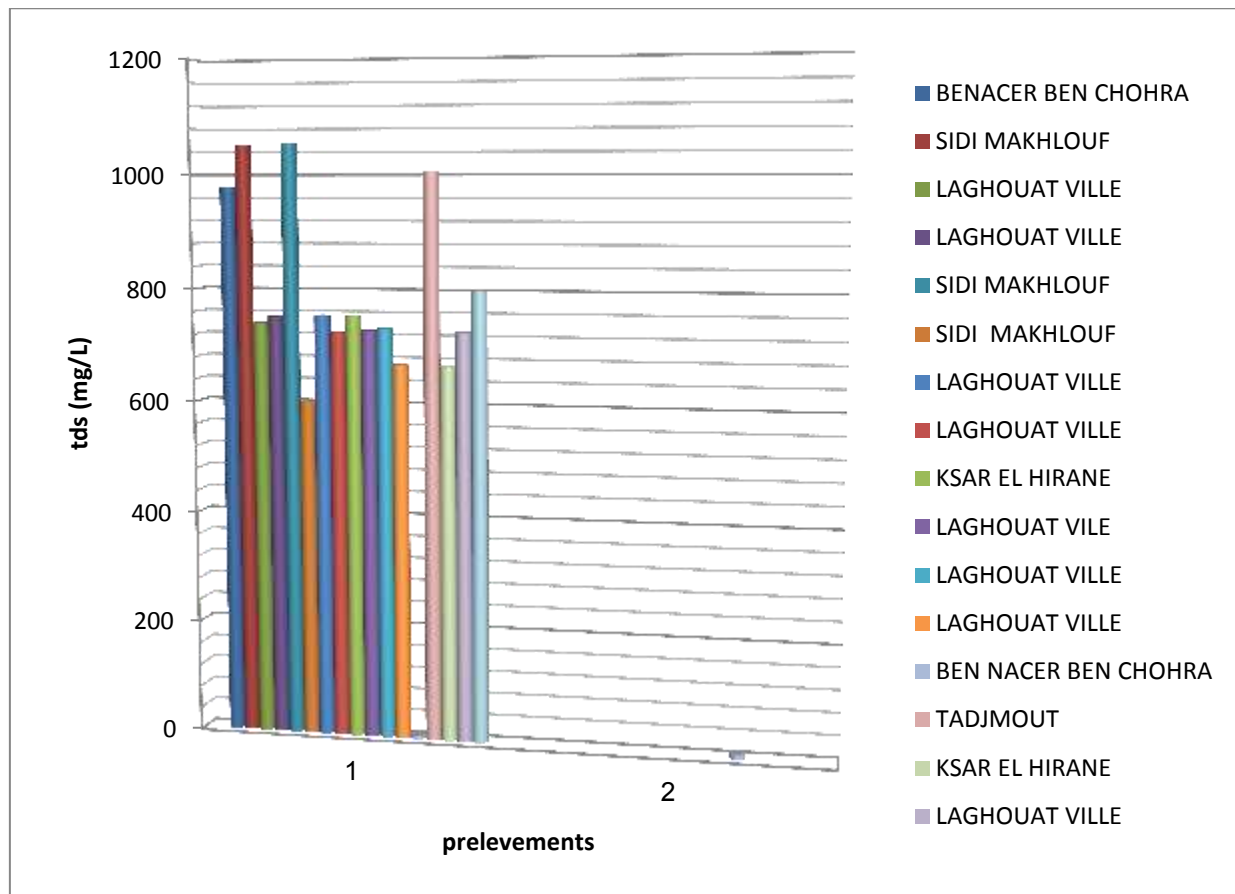


Figure 08 : Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l)

Nos résultats obtenus montre que notre eau est riche en éléments minéraux parfois dépasse un peu la norme qui est fixé par l'OMS 1000 mg / L et les normes algériennes une haute concentration de TDS seule n'est pas dangereuse pour la santé . En fait , beaucoup de gens achètent l'eau minérale naturellement été prélevée dans des sources de forte concentration en solides dessous . cependant une concentration basse donne un gout fade à l'eau qui est indésirable à beaucoup de personne ; une forte concentration indique présente d'un polluant nuisible comme le fer le manganèse le sulfate le bromure c' est particulièrement vrai lorsque la quantité de TDS sont ajoutés à l'eau par la pollution humaine , le déversement d'eau usées et l'eau des ruisselle (au canada les substances qui sont dangereuses en forte quantité sont considérées comme des concentrations maximales acceptables , selon la directive canadienne pour la qualité de l'eau potable) .(Anonyme)

3-Interprétation des résultats bactériologiques

3.1-Coliformes totaux et Fécaux

Selon les réglementations algérienne et européenne, une eau destinée à la Consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux et fécaux dans 100ml.

Résultats et discussion

Les résultats des analyses de l'eau de robinet nous confirment une absence totale des coliformes totaux et fécaux.

3.2-Streptocoques fécaux

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml. C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées (eau de robinet)

Aucun des paramètres bactériologiques n'as été détecté aux niveaux de l'eau de l'eau de robinet

La recherche des streptocoques fécaux associée à la recherche des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale .

les coliformes sont des indicateurs de pollution d'origine organique habituellement , ces bactéries peuvent croître dans un réseau de distribution d'eau dont la station de production d'eau potable est parfaitement fonctionnelle ; cela se produit à partir du biofilm microbien qui se forme sur la paroi de canalisation , particulièrement en cas de faible clore résiduel (**camper et al , 1991**),(**le chevalier et al 1996**) , (**santé canada 2012**).

Conclusion et Recommandations

D'après les résultats des paramètres étudiés, Des résultats négatives ont été obtenus pour les différents échantillons.

Toutes les eaux analysées montrent une neutralité du pH, leurs conductivités indiquent une minéralisation moyenne et un TDS un peu élevé.

Nous pouvons dire que l'eau de la wilaya de Laghouat est une eau de bonne qualité et ne présente aucun danger pour la consommation humaine.

Nos résultats sont dans les normes fixées par l'OMS, CEE, et les normes Algériennes .Une analyse des eaux de distribution de la ville de Laghouat est recommandée surtout pour rassurer le consommateur aussi une installation de des stations de déminéralisations est recommandé pour diminuer le taux de sels dissouts et la rénovations des conduites en PVC en PEHD pour quelques communes . Mais pour réellement parler de la potabilité de l'eau il faut compléter l'analyse physico-chimique par d'autres paramètres telle que l'étude des paramètres physicochimiques complètes ,les métaux lourds, micropolluants organiques et des tests de confirmation .aussi il est nécessaire d'améliorer l'hygiène et l'assainissement et la gestion de l'eau de manière à réduire les risques de maladie à transmission hydriques et les risques de noyade pendant les activités récréatives.

Annexes

Annexe 01 : Normes algériennes de potabilité

Paramètres	Valeurs	Unités
Paramètres organoleptiques		
couleur	25	mg/1 pt-Co
Odeur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Turbidité	1-2	NTU
Saveur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Paramètres physico-chimiques		
température	25	°C
pH	6.5 -8.5	
conductivité	2800	µs/cm
Résidu sec (110)	2000	
calcium	75 -200	
Magnésium	150	
sodium	200	
potassium	20	
chlorure	200 –500	
sulfates	200 -400	
Co3 --co3H-	-	-
aluminium	0.5	
Substances indésirables		
Nitrates	50	
Nitrites	0.1	
Ammonium	0.05-0.5	
Phosphates	0.5	
Ox.kMnO4(acide)(MO)	3.5	
Bore	0.3	
Fer	0.3	
Cuivre	0.05-1.5	
Zinc	1 - 5	
manganèse	0.5	
Paramètres	Valeurs	Unités

Annexes

Substances indésirables		
Baryum	0.7	mg/l
Phénols		
Fluorure	0.8-2	mg/l
Agent		
Carbone Organique total		
Azote	2	
Substances Toxiques		
Arsenic	0.05	
Cadmium	0.01	
Cyanure	0.05	
Mercure	0.001	
Plomb	0.05	
Chrome	0.05	
Nickel	0.2	
Antimoine	0.005	
Sélénium	0.01	
Epichlorhydrine		
1.2-dichloroéthane	30	
Tétrachloroéthylène	40	
Benzo(a)pyrène	0.7	
Benzène		
Tétrachlorure de carbone	2	
Chlorure de vinyle	5	
Paramètres Microbiologique		
Coliformes totaux	0	N/100ml
Streptocoque fécaux	0	N/100ml
Coliformes thermo tolérants	0	N/100ml
E-coli	0	N/100ml

Annexe 02: Normes de l'OMS de potabilité des eaux de consommation

Normes O.M.S de potabilité

a – Facteur physico-chimique :

Paramètre	Unité	Niveau guide	Concentration maximale admissible
PH		6.5	9
Conductivité	ms /cm	200	1000
Résidu sec	mg/l		1500
Dureté totale	°F		50
Calcium	mg/l		100
Magnésium	mg/l		50
Sodium	mg/l		150
Potassium	mg/l		12
Sulfates	mg/l		250
Chlorures	mg/l		600
Nitrates	mg/l	-	50
Nitrites	mg/l	-	0.1
Ammonium	mg/l	-	0.5
Phosphate	mg/l	-	5
Oxydabilité(kMn O ₄)	mg/l	-	5
Oxygène dissout	mg/l	-	5
Aluminium	mg/l		0.2
Température	°C	-	25

b- Facteurs indésirables ou toxiques

Paramètre	Unité	Niveau guide	Concentration maximale admissible
Argent	mg/l	-	0.05
Arsenic	mg/l	-	0.05
Calcium	mg/l	-	0.01
Cadmium	mg/l	-	0.05
Chrome	mg/l	-	0.05
Cuivre	mg/l	-	1
Fer	mg/l	-	0.2
Fluor	mg/l	-	1.5
Manganèse	mg/l	-	0.5
Mercure	mg/l	-	0.001
Plomb	mg/l	-	0.05
Sélénium	mg/l	-	0.01
Zinc	mg/l	-	5
Hydrocarbures polycycliques aromatique (HAP)	mg/l	-	0.1

c – Facteurs Bactériologiques :

Paramètres microbiologiques	Maximum
Germes banaux	100 / 100 ml
Coliformes totaux	0 / 100 ml
Coliformes fécaux	0 / 100 ml
Streptocoques fécaux	0 / 100 ml
Clostridium sulforéducteurs	0 / 100 ml

b- Facteurs indésirables ou toxiques

Paramètre	Unité	Niveau guide	Concentration maximale admissible
Argent	mg/l	-	0.05
Arsenic	mg/l	-	0.05
Calcium	mg/l	-	0.01
Cadmium	mg/l	-	0.05
Chrome	mg/l	-	0.05
Cuivre	mg/l	-	1
Fer	mg/l	-	0.2
Fluor	mg/l	-	1.5
Manganèse	mg/l	-	0.5
Mercure	mg/l	-	0.001
Plomb	mg/l	-	0.05
Sélénium	mg/l	-	0.01
Zinc	mg/l	-	5
Hydrocarbures polycycliques aromatique (HAP)	mg/l	-	0.1

c – Facteurs Bactériologiques :

Paramètres microbiologiques	Maximum
Germes banaux	100 / 100 ml
Coliformes totaux	0 / 100 ml
Coliformes fécaux	0 / 100 ml
Streptocoques fécaux	0 / 100 ml
Clostridium sulforéducteurs	0 / 100 ml

Composition de gélose tergitol 7

FORMULE	LITRE
PEPTONE	10 g
Extrait de viande	5 g
Extrait de levure	6g
Lactose	20 g
Tergitol 7	0,01 g
Bleu de bromothymol	0,05 g
AGAR	13g

Ph final 7.2

Composition du milieu gélose slanetz et bartley :

Formule : ingrédients grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée

Tryptose	20
Extrait de levure	5
Glucose	2
Phosphate dipotassique	4
Azide de sodium	0,4
Agar	12
Le milieu prêt à l'emploi contient de (TTC) triphenyl – 2 , 3, 5	0,10
Tetrazolium	
ph final à 25°C 7 + ou- 0,2	

Liste des références

References :

- 1 Abdessamad Dris 2005. L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle Université Paris 10.
- 2 Abdessamad Dris 2005. L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle Université Paris.
- 3 agence de l'eau boire _ bretagne 2006.
- 4 Alain Maurel, 2006, « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et d'autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce », 2ème édition.
- 5 Ali Bettach 2013. Traitement des eaux usées domestiques par biodénitrification : effet du nitrate Université Chouaib Doukkali - Maroc – Licence).
- 6 Ali aabbouet Ben mlouka, 2014.
- 7 Ben Abdelmoumene Naàma; Ahed Messaoud Leàla 2011. Contribution à la valorisation de boues de station d'épuration par l'appréciation d'une nouvelle méthodologie de l'essai aubleu méthylène Université des sciences et de la technologie d'Oran – Licence.).
- 8 BERNARD C, « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale », 2007, édition BiblioBazaar.
- 9 Bontoux, 1983.
- 10 camper et al , 1991
- 11 cf. fiche (Les indicateurs de qualité / présentation générale)
- 12 Claus et Robert (2004),
- 13 C. Haslay et H. Leclerc, (Microbiologie des eau x d'alimentation)
- 14 Dekhil 2012. Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au
- 15 niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux.
- 16 eblin et al 2014
- 17 Egborge 1974 .
- 18 François R, « Dictionnaire encyclopédique d'écologie et de science de l'environnement », 2002, 2ème édition DUNOD. Paris.
- 19 Freddy Shukuru Salumu 2010. Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales. Université officielle de Bukavu - Licence en santé publique.).
- 20 Hade, 2002.
- 21 HUBERT P. et MARIN M, « Quelle eau boirons-nous demain ? », 2001, Edition: Fabienne Travers. P 64.
- 22 Khodhir 2002,
- 23 Kihel et al, 2001.
- 24 Kouessi Joachim Dalohoun 2010. controle de la qualité des eaux dans les industries agroalimentaires: cas de la Sobebra. Haute école de commerce et de management de Cotonou(HECM) - Licence professionnelle).
- 25 l'ANRH.
- 26 LUNA B. et KENNETH S, « L'eau », 1972, Edition: Time-Life, P 9.
- 27 Module 5. Gestion de l'eau dans le processus de préparation et de vente des aliments derue p 84.)

Liste des références

- 28 Moll, 1990
- 29 Olivier Tenaillon, David Skurnik, Bertrand Picard and Erick Denamur. Mars 2010. The population genetics of commensal *Escherichia coli* ; Vol 8; P:207.)
- 30 ONEMA « Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques »
- 31 organisation de la santé canada 2005 recommandation pour la qualité de l'eau potable au canada)
- 32 Organisation mondiale de la Santé 2013. (Traitement de l'eau de boisson au point d'utilisation dans les situations d'urgence ; P2.).
- 33 Pr Jean-Philippe Lavigne – DFGMS2 'Infectieux'.
- 34 Rapport sur la surveillance de la qualité de l'eau potable en Algérie, 2008, INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE.)
- 35 Rejsek, 1994.
- 36 Rodier, 1996.
- 37 Rejsek, 2002
- 38 Rodier et all , 2005
- 39 Rodier, 2009.
- 40 Santé canada 2012 recommandations pour la qualité de l'eau
- 41 Souhila Boubrit et Nafaa Boussad 2007. Détermination "in vitro " du pouvoir
- 42 antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Université Mouloud Mammeride Tizi-ouzou - Ingéniorat d'état en biologie.)
- 43 Soror Wahiba Dekhil 2012. Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA. Université Mohamed El Bachir Elibrahimi - Master de chimie et microbiologie de l'eau.).
- 44 Solène Moulin; David Rozen-Rechels et all 2013. Traitement des eaux usées P3.).
- 45 Savary, 2003
- 46 Tekfi K, « Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées », 2006, mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option
- 47 traitement et épuration de l'eau, département hydraulique, université Tlemcen
- 48 Vilagines, 2000.
- 49 Vincent Gendrin 2006. Efficacité d'une décolonisation digestive par streptomycine per os chez les patients porteurs d'entérocoques résistants à la vancomycine au niveau digestif. Université henripoincare nancy 1. P : 4-7.)
- 50 Waris Kéwouyèmi Chouti 2007. Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo Université d'Abomey-Calavi (Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques).
- 51 Welcomme, 1975 .
- 52 Xiang Qin, Jessica R Galloway-Peña et all 2012 .Complete genome sequence of
- 53 *Enterococcus faecium* strain TX16 and comparative genomic analysis of *Enterococcus faecium* genomes doi: 10.1186/1471-2180-12-135).
- 54 Yahiatene Sofiane et Tahirim El Tiadj 2010. Réflexion sur la caractérisation physicochimique des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran Université d'Oran -Licence bâtiment.).

Liste des références

(Anonyme)

55 <https://www.eaudepot.com>

56 <https://www.google.dz/search?q=filtration+sur+membrane&tbm=isch&source=hp&sa=X&ved=2ahUKEwjBvZXi89fiAhUOEBQKHb13CgAQsAR6BAgDEAE&biw=1366&bih=625#imgsrc=gT3nuECgkQ22KM:>

57 <http://science.howstuffworks.com/environmental/life/cellular-microscopic/cell1.htm>