



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

**FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par M. BENZAAD Aymen

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)
FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES
OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

Thème

Caractérisation microbiologique et physicochimique des eaux potables de distribution publique dans la ville de laghouat

Soutenu le 27/06/2022

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Pr. GOUDJAL Yacine	Professeur	Rapporteur
Mdm. LOUNICI Safia	Maitre-assistant	Président
Mr. ROUGUI Taher	Maitre-assistant	Examineur

Sesion: juin 2022

Remerciements

Tout d'abord je remercie Dieu de m'avoir donné la santé, la patience et les moyens afin que je puisse réaliser ce travail.

"AL HAMDOU LI-ALLAH"

Je tiens à remercier Pr. GOUDJAL Yacine, Professeur au département d'agronomie de l'Université

Amar Telidji - Laghouat, d'avoir accepté m'encadrer. Je le remercie aussi pour son aide, ses conseils et sa patience.

Je tiens aussi à remercier M. BOUMECHRAOUI Abdellah, le Directeur du laboratoire d'analyses physicochimiques et microbiologiques à l'ADE (Algérienne Des Eaux) et M. HENNICH Ahmed, chef service du laboratoire qui m'ont permis de bien s'adapter en faisant les travaux expérimentaux nécessaires

J'exprime également mes remerciements aux membres de jury.

En guise de reconnaissance, je veux remercier toutes les personnes qui, par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué à la réalisation et à l'achèvement de ce travail.

Dédicaces

*J*e dédie ce modeste travail.

*Aux plus chers êtres de ma vie, mes parents c'est grâce à eux
que je suis arrivé à ce stade. Ils n'ont jamais cessé de
m'encourager et de me motiver, que Dieu les garde et leur
accorde longue et prospère vie.*

A mes chères sœurs et frères

A mes grands-parents maternels

A l'esprit de mes grands-parents paternels

A mes chères tantes

A mes oncles maternels

A mes tantes et oncles paternels

A mes chères amis

A tous ceux qui me sont chers

Amen

TABLE DES MATIERES

	<i>pages</i>
Introduction	1
Partie I. Synthèse bibliographique	3
I. Généralités sur l'eau.....	3
1. Origine.....	3
2. Cycle de l'eau	3
3. Type de l'eau	5
3.1. Eau de puits.....	5
3.2. Eau de source	5
3.3. Eau de robinet	5
3.4. Eau minérale	5
3.5. Eau douce.....	6
3.6. Eaux usées.....	6
4. Etats physiques de l'eau	7
4.1. Etat vapeur	7
4.2. Etat solide.....	7
4.3. Etat liquide	7
5. Potabilité.....	7
5.1. Les principes de mesure des paramètres essentiels de potabilité.....	8
5.1.1. Mesure de la température	8
5.1.2. Mesure de la turbidité.....	8
5.1.3. Mesure de la conductivité	8
5.1.4. Mesure du pH.....	8
6. Pollution de l'eau.....	8
6.1. Types de pollution.....	9
6.1.1. Pollution domestique et urbaine	9
6.1.2. Pollution agricole	9
6.1.3. Pollution industrielle	9
7. Les maladies à transmission hydrique	10
8. Normes physicochimiques internationales	11

II. L'eau brute.....	13
1. Définition.....	13
2. Composition.....	13
3. Traitement de Chloration.....	14
3.1. Chlore.....	14
3.2. Chlore gazeux	15
3.3. L'hypochlorite de sodium	16
3.4. Application de la chloration dans le traitement des eaux	17
III. L'eau traité (ou eau potable)	19
1. Définition.....	19
2. Sources d'eau potable	20
2.1. Eaux souterraines	20
2.2. Eaux de surface	20
2.3. Eaux de sources.....	21
3. Classification des eaux de consommation	21
3.1. Eau de robinet	21
3.2. Eau embouteillée.....	21
4. Caractéristiques organoleptiques	21
5. Normes Algériennes de l'eau potable.....	22
Partie II. Matériel et méthodes	23
1. Présentation de l'eau brute et de l'eau potable	23
2. Présentation des points de prélèvement.....	23
2.1. Système AEP Laghouat (Alimentation en Eau Potable).....	24
3. Plan d'échantillonnage	25
4. Techniques de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons	25
4.1. Prélèvement.....	25
4.2. Transport.....	25
4.3. Méthodes de conservation.....	25
5. Mesure du pH	25
6. Méthodes d'analyses microbiologiques.....	25
6.1. Dénombrement des germes totaux (micro-organismes revivifiables)	25
6.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	28
6.4. Recherche et dénombrement de <i>Clostridium</i> sulfitoréducteurs	28
7. Méthodes d'analyses physico-chimiques	29

7.1. Analyses partielles :	29
7.2. Analyse complète	30
Partie III. Résultats et discussions	36
1. Résultats de la mesure du pH	36
2. Résultats des analyses microbiologiques	37
2.1. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau brute	37
2.2. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau traitée	38
3. Résultats des analyses physico-chimiques	40
3.1. Analyses partielles	40
3.1.1. Conductivité électrique à 25°C (C25)	40
.....	40
3.1.2. Taux des sels dissous (TDS)	40
3.1.3. Salinité	41
3.1.4. Température	41
3.1.5. Turbidité	42
3.2. Analyses complémentaires : Les deux tableaux ci-dessous montrent les résultats des analyses complémentaires des eaux brutes et des eaux traitées.	42
3.4. Comparaison des résultats avec celles d'une eau commercialisée	51
4. Discussion générale	53
Conclusion	57
<i>Références bibliographiques</i>	59
Annexes	66

Index des tableaux

	<i>pages</i>
Tableau 1. Estimation du volume d'eau sur terre et des flux annuels par grands réservoirs.....	4
Tableau 2. Principales infections transmissibles par l'eau	11
Tableau 3. Normes physicochimiques internationales.....	12
Tableau 4. Quelques caractéristiques du chlore gazeux.....	16
Tableau 5. Comparaison des propriétés désinfectantes des oxydants employés dans le traitement de l'eau potable.....	18
Tableau 6. Normes des eaux potables en Algérie	22
Tableau 7. L'état de l'eau selon la turbidité.....	30
Tableau 8. Référence de qualité des paramètres bactériologiques dans l'eau destinée à la consommation humaine.....	37
Tableau 9. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau brute.....	37
Tableau 10. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau traitée.....	38
Tableau 11. Analyses physicochimiques complémentaires des eaux brutes.....	42
Tableau 12. Analyses physicochimiques complètes des eaux traitées.....	43
Tableau 13. Paramètres physicochimiques de l'eau minérale de source en bouteille de la marque X.....	51

Index des figures

	<i>pages</i>
Figure. 1: le cycle de l'eau.....	4
Figure. 2 : différentes formes du chlore selon le pH de l'eau de javel.	15
Figure. 3 : chaîne d'approvisionnement en eau potable.....	20
Figure. 4 : positions des réservoirs des eaux.....	23
Figure. 5: Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau potable.	26
Figure. 6: Recherche et dénombrement des coliformes totaux.	27
Figure. 7: Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs dans l'eau potable.....	29
Figure. 8: Evolution du pH de l'eau brute et de l'eau traitée.	36
Figure. 9: Evolution de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée.....	40
Figure. 10: Evolution de TDS de l'eau brute et de l'eau traitée.	40
Figure. 11: Evolution de la salinité de l'eau brute et l'eau traitée.....	41
Figure. 12: Evolution de la température de l'eau brute et l'eau traitée.	41
Figure. 13: Variation de la turbidité de l'eau brute et l'eau traitée.	42
Figure. 14: Variation de TH de l'eau brute et l'eau traitée.....	43
Figure. 15: Variation de calcium de l'eau brute et l'eau traitée.	44
Figure. 16: Variation du taux de magnésium de l'eau brute et l'eau traitée.....	45
Figure. 17: Variation de potassium de l'eau brute et l'eau traitée.....	45
Figure. 18: Variation de sodium de l'eau brute et l'eau traitée.	46
Figure. 19: Variation de nitrates de l'eau brute et l'eau traitée.	46
Figure. 20: Variation de sulfates de l'eau brute et l'eau traitée.....	47
Figure. 21: Variation de bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée.....	47
Figure. 22: Variation du taux de nitrites de l'eau brute et de l'eau traitée.	48
Figure. 23: Variation de chlorure de l'eau brute et l'eau traitée.....	49
Figure. 24: Variation du taux de phosphates de l'eau brute.	49
Figure. 25: Variation de fer de l'eau brute.....	50
Figure. 26: Variation du taux d'ammonium de l'eau brute.	50

Liste des abréviations

ADE: Algérienne des eaux

OMS: Organisation mondiale de la santé

GT: Germes totaux

CT: Coliformes totaux

CF: Coliformes fécaux

BCPL: pourpre de bromocrésol lactosé

VF: Viande foie

TGEA: Tryptone Glucose Yeast Extract Agar

TDS: Taux de sels dissous

Sal: Salinité

TH: Dureté totale

Introduction

L'eau est source et ressource. Elle est source de vie, source de développement économique, social, culturel et spirituel. L'eau est ressource (transport, navigation, tourisme) et pourvoyeuse de ressource. Sur la surface de la terre, l'eau salée représente 96.5 % d'eau et seuls 2.5 % de cette eau est douce. Il reste donc peu sur terre pour assouvir les besoins des êtres humains et des espèces animales et végétales. Par conséquent, c'est une denrée précieuse et la ressource naturelle la plus exploitée à travers le globe (**Befolo et Francine 2022**).

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie dans tout écosystème. Le maintien de sa qualité est préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants (**Talhaoui et al. 2020**).

L'eau, une molécule simple qui est indispensable à la vie et au développement de la population. La distribution de cette eau potable de bonne qualité sanitaire et le maintien de la qualité pendant sa distribution est une préoccupation permanente de la REGIDESO (Régie de distribution d'eau). L'aspect qualitatif mérite une attention particulière en termes d'équilibre microbiologique et physico-chimique (**Katshil, et al. 2021**).

L'eau des cours (fleuves, lacs d'eau douce, rivières, ruisseaux,... etc.) ne représente que moins de 0,1 % des réserves d'eau de la planète et est souvent polluée. L'eau majoritairement consommée par la grande partie des Hommes provient pour l'essentiel des nappes aquifères ou souterraines et pose des problèmes d'accessibilité et d'exploitation. De ces faits, l'approvisionnement en eau potable est devenu un des enjeux majeurs pour les sociétés contemporaines surtout dans les zones urbaines où près de la moitié de la population mondiale vit aujourd'hui (**Diop, Cheikh, et al. 2021**).

A la lumière de ces données, l'évaluation de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau potable produit dans notre région s'avère donc d'une grande importance. C'est dans ce contexte que se situe notre étude qui vise à évaluer la qualité microbiologique de l'eau potable dans la ville de Laghouat. Les informations obtenues pourront révéler la situation de la qualité microbiologique de cette eau potable.

Notre travail sera présenté comme suit:

- La première partie est une synthèse bibliographique concernant le thème abordé.

- La deuxième partie est consacrée à la présentation du matériel et des méthodes utilisées.

- La troisième partie comporte les résultats et les discussions de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau potable dans dix points de prélèvement de la ville de Laghouat et cela pour une période de deux mois. Le tout sera couronné par une conclusion comportant les résultats essentiels, les recommandations et les perspectives.

Partie I. Synthèse bibliographique

I. Généralités sur l'eau

1. Origine

Notre planète bleue ayant de l'eau semble sujet de débat de longue date, Les premiers modèles de formation planétaire prédisaient que le gaz nébulaire près de notre jeune Soleil était trop chaud pour former de la glace. L'eau sous forme de vapeur ne pouvait donc pas être facilement incorporée dans les matériaux qui ont formé les planètes internes rocheuses internes Mercure, Vénus, la planète Terre et Mars (**Hartmann et al. 2017**). Seules les planètes extérieures du système solaire, telles que Jupiter, contiennent une abondance d'eau et d'autres volatiles, car elles se sont formées au-delà de la "limite des neiges", la frontière imaginaire entre la vapeur d'eau et la glace d'eau dans la nébuleuse solaire (**Hartmann et al. 2017 ; Grasset et al. 2017**). La Terre n'a pas seulement de l'eau dans ses océans et son atmosphère, mais elle contient aussi l'équivalent de plusieurs océans d'eau enfermée dans les roches de son profond intérieur (**Peslier et al. 2017**). Pour résoudre cette énigme, des types spéciaux de météorites qui se sont formés au tout début du système solaire peuvent être analysés. Ces roches spatiales, appelées chondrites, n'ont pas été incorporées et chimiquement modifiées en une grande planète. Les chondrites représentent des condensats de la nébuleuse solaire. et sont les meilleurs représentants du type de matériau qui s'est agrégé pour former des planètes. La composition isotopique de la Terre indique que les principaux éléments constitutifs des planètes rocheuses sont des enclos des planètes rocheuses sont des matériaux de type chondrite enstatite (**Dauphas 2017**). Cependant, on pensait que les chondrites enstatites étaient trop sèches pour représenter l'eau de la Terre. l'eau de la Terre. Au lieu de cela, un type de chondrite riche en eau appelé chondrite carbonée a été suggérée pour avoir apporté la plupart de l'eau de la planète. Les chondrites carbonées, cependant, ne sont pas idéales car elles ont une composition isotopique très différente de la Terre et se sont formées en dehors de la ligne des neiges (**Warren 2011**).

2. Cycle de l'eau

L'eau circule continuellement dans les enveloppes superficielles de la Terre, au sein de plusieurs grands compartiments : les océans, la cryosphère (neige et glaces), la lithosphère (sols et sous-sol), l'atmosphère et la biosphère (**Ducharne et Laval 2022**).

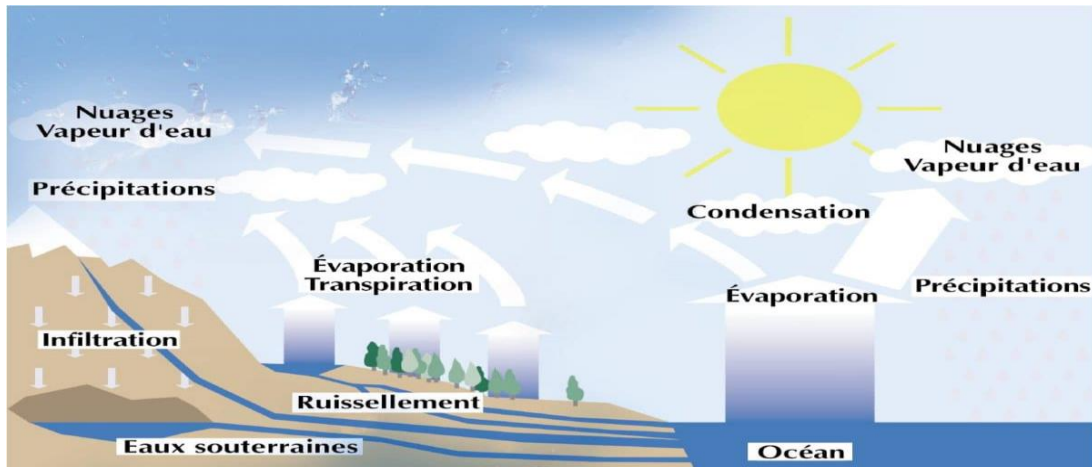


Figure. 1: le cycle de l'eau.

Le cycle de l'eau alimente les grands réservoirs où sont stockées les eaux sur Terre, Le tableau 1 fournit une estimation du volume total d'eau par grand réservoir (océans, continents, glaces, atmosphère...) auquel on associe le flux annuel qui y transite, c'est-à-dire les composantes du cycle de l'eau (précipitation, évaporation, écoulement...) (De Marsily 2022).

Tableau 1. Estimation du volume d'eau sur terre et des flux annuels par grands réservoirs (Shiklomanov et Rodda. 2003 ; Oki et al. 2006 ; Trenberth et al. 2007 ; Marsily 2009).

MILIEUX	VOLUMES, km ³	% DU TOTAL	TEMPS DE RÉSIDENCE MOYEN	FLUX ANNUEL, km ³
Océans	1 335 millions	96,7	3 000 ans	413 000
Glace de l'Antarctique Glace du Groenland Glaciers de montagne Pergélisol*	25 millions 3 millions 80 000 à 200 000 22 000	2,18	10 000 ans 5 000 ans 100 à 300 ans	2 600 600 680
Eaux souterraines	15 millions (de 7 à 330 millions)	1,1	1 500 ans	10 000
Eaux de tous les lacs d'eau douce	176 000	0,013	30 ans	5 900
Eau présente dans les sols	122 000	0,0088	1,8 an	70 000
Mers intérieures	105 000	0,0076	Inconnu	
Eau présente à tout instant dans l'atmosphère	12 700	0,00092	9,5 jours	486 000
Eaux présentes à tout instant dans toutes les rivières	1 700	0,00012	17 jours	36 800
Eau des cellules vivantes	1 100	0,00008	Quelques heures	
TOTAL	1 380 500 000	100		

3. Type de l'eau

3.1. Eau de puits

L'eau des puits est la source principale d'eau potable pour les habitants, la qualité de l'eau des puits a des implications directes pour la sécurité de l'eau potable (**Kabir et al. 2021**).

Plus récemment, une étude incluant 398 584 enfants ayant fait l'objet d'un dépistage du Pb dans le sang entre 2011 et 2018 a révélé que ceux bénéficiant d'une eau de puits avaient un taux de Pb dans le sang 13% plus élevé que les enfants bénéficiant d'une eau de service communautaire (**Gibson et al. 2022**).

3.2. Eau de source

L'eau de source est une eau d'origine souterraine microbiologique saine et protégée contre les risques de pollution, elle respecte Les limites ou référence de qualité, portant sur les paramètres microbiologique et physicochimique (**Vilagines 2010**).

L'eau de source est principalement utilisée à des fins de consommation, de ménage rustique et d'irrigation dans le bassin versant de Takoli Gad. Elle est censée être scientifiquement analysée et corrélée avec les normes de qualité de l'eau potable pour garantir une eau potable salubre (**Chhilar et al. 2022**).

L'eau de source alimente les cours d'eau, les rivières et rejoint la mer (**Befolo et Francine. 2022**).

3.3. Eau de robinet

L'eau du robinet est une eau du quotidien. Elle est aussi saisie comme une opportunité pour imaginer de nouvelles activités. Des plants fourragers et/ ou de petits élevages domestiques (poules, porcs, chèvres) occupent les arrières cours (**Collard 2019**).

3.4. Eau minérale

La nappe d'eau minérale est localement en charge sous plus de 600m de formation marno calcaire. Le risque de contamination des eaux capté par d'éventuelles pollutions est donc inexistant. La tête de forage est protégée (**Montastruc et Queneau. 2014**).

L'apport quotidien en eau est crucial pour avoir une bonne santé. En particulier, l'eau minérale naturelle est fortement recommandée en raison de son rôle dans l'apport de différents minéraux nécessaires aux fonctions métaboliques et biologiques essentielles. A cet effet, il est très courant la consommation d'eau minérale en bouteille dans le monde. Cependant, une

situation d'avertissement est la présence de polluants organiques (par exemple, des plastifiants et des produits pharmaceutiques) dans l'eau minérale en bouteille (**Quattrini et al. 2016 ; Lardy-Fontan et al. 2017**).

Selon **Pétrie et al (2009)** la plupart des travaux développés dans l'eau minérale considèrent des matrices riches en bicarbonate, et la capacité d'amélioration a été attribuée au rôle de l'anion bicarbonate. En effet, les propriétés accélératrices de l'eau minérale ont été mises en évidence par l'étude des effets d'anions individuels, présents sur l'eau minérale, sur la dégradation des polluants organiques.

les polluants dans l'eau minérale sont plus élevés que ceux observés dans l'eau pure. Néanmoins, lorsque la concentration du polluant organique dans l'eau minérale est élevée, davantage de molécules du contaminant se localisent plus près de la bulle de cavitation. Il se produit alors une compétition entre l'anion bicarbonate et le polluant organique pour HO*, ce qui diminue la dégradation vis-à-vis de l'eau pure (**Villegas-Guzman et al. 2015 ; AL Camargo-Perea et al. 2021**).

3.5. Eau douce

Les écosystèmes d'eau douce fournissent plusieurs services de régulation, comme la recharge des eaux souterraines, la régulation des inondations, la régulation du microclimat, la séquestration du carbone, le contrôle de la qualité de l'eau (**Bullock et Acreman 2003 ; Aldous et al. 2011 ; Tomscha et al. 2017 ; Hossu et al. 2019**).

La recherche sur les microplastiques d'eau douce s'est concentrée sur l'évaluation des tendances dans les eaux plus calmes également, notamment les lacs, les étangs et les zones humides (**Su et al. 2016 ; Wang et al. 2017 ; Bertoldi et al. 2021**). Ces eaux calmes peuvent être considérablement affectées par la pollution microplastique présente dans les ruisseaux et les rivières qui y contribuent (**Migwi et al. 2020**).

3.6. Eaux usées

Eaux usées provenant d'un certain nombre d'utilisations de l'eau (domestiques, institutionnelles et industrielles) et collectées par les égouts du réseau dans les stations d'épuration (**EPA. 2021**).

4. Etats physiques de l'eau

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou phases : solide (glace), liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau).

4.1. Etat vapeur

Il est obtenu à partir de 100°C à la pression atmosphérique. Les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire (**Ouardi et Bouras 2016**).

4.2. Etat solide

Il est obtenu en dessous de 0°C sous la pression atmosphérique : les molécules sont disposées suivant un tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets d'un tétraèdre régulier, le réseau cristallin qui en résulte est hexagonal les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogène, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant liée à l'atome d'oxygène de la molécule voisine (**Ouardi et Bouras 2016**).

4.3. Etat liquide

Au cours de la fusion de la glace les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1 atmosphère, masse volumique de l'eau liquide < masse volumique de la glace (**Ouardi et Bouras 2016**).

5. Potabilité

Le test de potabilité de l'eau est effectué pour savoir si elle est potable ou non, l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a introduit des niveaux de contaminants maximums pour divers contaminants, l'EPA a fixé des limites pour plus de 90 contaminants dans l'eau potable (**l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis**). Le nombre de contaminants est fixé à 27 contaminants dans le cadre de la loi sur les ressources en eau de 2005, clause 18 et sous-clause (**Normes nationales de qualité de l'eau potable**). Les paramètres utilisés pour analyser la potabilité de l'eau sont les suivants : valeur du pH, dureté, solide dissous totaux, chloramine, sulfate, conductivité, carbone organique, trihalométhanes, turbidité (**Poudel et al. 2022**).

5.1. Les principes de mesure des paramètres essentiels de potabilité

5.1.1. Mesure de la température

La température de l'eau est généralement mesurée à l'aide d'un thermomètre à résistance afin de pouvoir être transmise à distance (**Thierrin et Steffen 2001**).

5.1.2. Mesure de la turbidité

La turbidité est la mesure de la dispersion et de l'absorption de la lumière par les sédiments en suspension dans l'eau. Elle mesure la turbidité de l'eau. Une turbidité élevée de l'eau réduit la beauté des sources d'eau. Une turbidité élevée nuit aux poissons et autres formes de vie aquatique dans l'eau. L'Organisation mondiale de la santé a établi la limite de la turbidité de l'eau qui ne doit pas dépasser 5 unités de turbidité néphélogrammétrique (UTN) (**OMS. 2017**).

5.1.3. Mesure de la conductivité

L'eau pure est un mauvais conducteur de courant électrique. Les impuretés dissoutes comme les sels et les produits chimiques augmentent la conductivité de l'eau. Chaque eau a son niveau de conductivité. Il est nécessaire de mesurer la conductivité de l'eau pour déterminer si des impuretés ont été présentes dans les sources d'eau. Selon l'EPA, la conductivité électrique de l'eau ne doit pas franchir la limite de 500µS/ cm (**United States Environmental Protection Agency. 2021**).

5.1.4. Mesure du pH

Le pH de l'eau est la mesure de son acidité ou de son alcalinité. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a recommandé une valeur de pH comprise entre 6,5 et 8,5 pour l'eau potable (**OMS. 2007**).

6. Pollution de l'eau

L'eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques apporte notamment le choléra, la typhoïde, l'hépatite A et E et la diarrhée (par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés). Les effets de la pollution de l'eau sur la santé des populations sont relativement évidents. Quand l'homme consomme de l'eau polluée, il y a en général des conséquences néfastes pour leur santé. La santé peut être affectée par la pollution de l'eau lors de la consommation de l'eau, de la baignade, ou simplement lorsque l'eau polluée stagne dans notre cadre de vie avec la prolifération des moustiques, vecteurs du paludisme et cela peut avoir des effets néfastes sur notre santé. Même à faible concentration, les produits chimiques peuvent

finir par s'accumuler et causer des maladies chroniques, telles que le traumatisme spinal chez les habitants de la zone deltaïque qui emploient cette eau (**Azonnakpo et al. 2020**).

Cette pollution pourrait avoir plusieurs origines dont les plus importantes sont liées aux rejets ménagers déversés, sans aucun traitement préalable dans les cours d'eau, aux fumiers provenant de l'élevage et utilisés en agriculture. Le niveau de risque microbiologique est très élevé pour les consommateurs et la typhoïde est la maladie hydrique la plus récurrente dans la région (**Vital et al. 2018**).

6.1. Types de pollution

6.1.1. Pollution domestique et urbaine

Une pollution de plus en plus importante par les activités journalières des habitants, elles rejettent directement leurs effluents liquides bruts dans les canaux d'irrigation qui sont acheminés directement vers les champs de cultures (**Dabat et al. 2006**). Cependant, face à une forte urbanisation et industrialisation rapide de la ville, les activités agricoles font face à de nouveaux défis, notamment la destruction des terres cultivables et le déversement des rejets d'eaux usées provenant des activités industrielles et urbaines (**Pourias 2013**).

Les effluents domestiques contiennent divers agents pathogènes, dont un grand nombre sont capables de survivre dans les milieux récepteurs (**OMS. 2012**).

6.1.2. Pollution agricole

la pollution agricole diffuse reste une source majeure de pollution des cours d'eau (**Attorp 2022**).

l'industrie laitière constitue une menace pour les cours d'eau où les niveaux élevés de ruissellement diffus de l'azote provenant des exploitations des fermes laitières exercent une pression importante sur les cours d'eau (**Doody et al. 2015**).

Le ruissellement d'éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore, dont la majorité provient des fumiers animaux, pose un problème particulier (**Cave 2016 ; Robins et al. 2017 ; Doody et al. 2015 ; Van Grinsven et al. 2012 ; Mockler et al. 2017**).

6.1.3. Pollution industrielle

La pollution de l'eau due aux déchets industriels est l'une des préoccupations majeures dans la plupart des villes métropolitaines de nos jours. Ces déchets rejetés par diverses industries

qui pénètrent dans le système aquatique entraînent des changements dans les propriétés physico-chimiques et biologiques de l'écologie fluviale. et peuvent en outre entraîner une bioaccumulation et une bioamplification dans le corps des organismes aquatiques, et peuvent donc entrer dans le réseau alimentaire. L'exposition à ces masses d'eau peut entraîner divers troubles de la santé chez les organismes vivants et affecter la diversité aquatique. La diversité aquatique, dans son ensemble, détériore l'écosystème fluvial (Roy et al. 2020).

7. Les maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante (Tata-Ducru 2009).

Selon le type de microorganisme, la dose infectieuse, les voies d'expositions aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variables, en générale. La dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et protozoaires qu'avec les bactéries, ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaire peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes/ml est nécessaire dans le cas de certaines bactéries (Madigan et Martinko 2007).

Le tableau suivant montre les principales pathologies humaines transmissibles par l'eau, les germes responsables et les différentes origines de cas pathologies.

Tableau 2. Principales infections transmissibles par l'eau (Hartemann 2004).

Pathologies	Agent responsable	Origine la plus fréquent
Pathologies digestive <ul style="list-style-type: none"> • Fièvres typhoïde • Castro –entérites • Choléra • Hépatite A,E 	<ul style="list-style-type: none"> • Salmonella typhi • E. coli Salmonella sp. Shigella sp Yersinia Campylobacter Giardia Cryptosporidium 	Aliments Eau de boisson Aliments crus Baignades Eau de boisson,aliments
Pathologies respiratoire_orl <ul style="list-style-type: none"> • Légionellose • Mucoses pulmonaires 	<ul style="list-style-type: none"> Legionella sp. Aspargillus sp. Actinomycetes Thermophiles Adénovirus Reovirus 	Eau aérosolisées Compostage Piscines Baignades Baignades(eaux douces)

<ul style="list-style-type: none"> • Affections ORL • Méningo_encéphalite, Amibiennes <p>Pathologie cutanéomuqueuse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dermatomycozes 	<p>Dermatophytes</p> <p>Candida albicans</p>	<p>Métiers au contact : de l'eau ; Piscines ,</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Candidoses • Leptospirose • Suppurations bactériennes • Dermatitis 	<ul style="list-style-type: none"> • leptospires • streptocoques hymolitique groupe A • staphylococcus • pseudomonas furcocercaires 	<p>Baignades, Eaux usées Terrassement</p>

8. Normes physicochimiques internationales de l'eau potable

Selon l'OMS, les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Une eau impropre découle souvent d'une contamination chimique ou bactériologique. Les différents paramètres physicochimiques et recommandations sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3. Normes physicochimiques internationales de l'eau potable (OMS).

Paramètres physicochimiques	Les unités	normes
pH		6,5-6,8
T	°C	25°C
Conductivité	us/Cm	<2000 us/Cm
Turbidité	NTU	5 NTU
Taux de chlore	Mg/l	0.2/0.7 mg/l
TDS	Mg/l	500/1500 mg/l
Sal	%	2%
T.A	°f	-
T.A.C	°f	60°f
T.H	°f	50°F
HCO ₃ ⁻	Mg/l	600 mg/l
Ca ²⁺	Mg/l	100 mg/l
Mg ²⁺	Mg/l	50 mg/l
PO ₄ ³⁻	Mg/l	0.5 mg/l
NH ₄ ⁺	Mg/l	0.5 mg/l
NO ₂ ⁻	Mg/l	0.2 mg/l
NO ₃ ⁻	Mg/l	50 mg/l
SO ₄ ²⁻	Mg/l	250 mg/l
Cl ⁻	Mg/l	250 mg/l
MO	mg/l	3 mg/l
MES	Mg/l	2000 mg/l

II. L'eau brute

1. Définition

L'eau brute est généralement impropre à la consommation humaine en raison de la présence de contaminants. Un problème de santé majeur dans certains pays en développement est l'utilisation de l'eau brute pour boire et cuisiner (**Huq et al. 2012**). Sans traitement, l'eau brute peut être utilisée à des fins agricoles, de construction ou de nettoyage (**Perth 2016**).

La composition de l'eau brute est toujours complexe car des matières organiques naturelles, des colloïdes, des matières biologiques et les ions coexistent dans l'eau douce naturelle (**Hoellein et al. 2014**). La présence de ces impuretés peut favoriser l'encrassement des membranes (**Jermann et al. 2008**).

L'ammoniac soluble généré par les activités humaines telles que les engrais, l'élevage (**Adam et al. 2019 ; Mary et al. 2018**) pourrait s'infiltrer dans les eaux souterraines par infiltration et ainsi contaminer les sources d'eau potable à proximité. En outre, les déchets d'effluents industriels traités et non traités ont également une énorme tendance à contaminer l'eau brute (**Mashallah et al. 2013 ; Xiang et al. 2020**).

La filtration rapide sur sable permet de traiter des eaux brutes à forte turbidité et l'effluent est de très bonne qualité, répondant à des spécifications plus strictes, permettant des changements de turbidité et de taux de filtration (**Al-Rawi 2017**).

2. Composition

La composition de l'eau brute est naturellement variable, mais contient généralement un ou plusieurs des contaminants importants suivants, sous forme d'ions dissous, de particules et d'organismes vivants: Acide humique et autres acides complexes, produits par la décomposition des plantes, les carbonates de calcium et de magnésium qui rendent l'eau dure, particules d'argile et de limon, bactéries pathogènes, virus, protozoaires et leurs cystes (maladies hydriques), sel, qui rend l'eau saumâtre (qui a plus de salinité que l'eau douce, mais pas autant que l'eau de mer), particules radioactives naturelles (**Manu et al. 2014**). Acide alkyls perfluorés, tels que l'acide perfluorooctanoïque, qui sont un groupe de polluants qui ont été trouvés dans les eaux usées dans toute l'Europe (**Happonen et al. 2016**). Les composés perturbateurs

endocriniens et les produits chimiques peuvent interférer avec le système endocrinien provoque des tumeurs cancéreuses, des malformations congénitales et d'autres troubles du développement (**Falconer 2006**).

3. Traitement de Chloration

La chloration est une méthode ancienne, et elle est encore le procédé de déchloration le plus répandu pour le traitement final de l'eau destinée à la consommation humaine (**Milous 2011**). La chloration s'utilise pour inactiver les virus et les bactéries végétatives (**Auckenthaler et al. 2010**).

La chloration a pour but de détruire les micro-organismes tels que les bactéries, virus et champignons et d'éliminer par oxydation les matières organiques.

En Algérie, la chloration constitue l'unique procédé d'oxydation et de désinfection sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel) ou plus rarement de chlore gazeux. La chloration apparaît donc, comme le procédé le moins coûteux et le plus répandu à travers le monde (**Achour et al. 2002**).

3.1. Chlore

Le chlore est fréquemment utilisé comme agent de désinfection dans le traitement des eaux à température ambiante et pression atmosphérique. Le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre, plus lourd que l'air, d'odeur piquante et suffocante. Il révèle sa toxicité en réagissant avec l'eau ou en présence d'humidité avec la formation d'acide chlorhydrique et de radicaux libres (**Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. 2020**).

Le chlore est un désinfectant avantageux car il existe sous différentes formes (poudre, granulés, pastilles, liquide et gaz). Il est facilement disponible sous une forme ou une autre et relativement peu coûteux, il se dissout facilement dans l'eau et il assure une désinfection résiduelle par son pouvoir rémanent, et il est efficace contre de nombreux microorganismes pathogènes (**Argaud 2022**).

Chlore résiduel : cela sert d'indicateur important d'inactivation pathogène à l'usine de traitement et de protection contre la recontamination dans le système de distribution (**OMS. 2022**).

La symptomatologie de l'intoxication au chlore dépend de la concentration du chlore dans l'atmosphère respiré, de la durée d'exposition et de la fréquence respiratoire (**Babu et al. 2008 ; Huynh et al. 2019**).

3.2. Chlore gazeux

Le chlore gazeux est rapidement hydrolysé dans l'eau pour donner de l'acide hypochloreux (HOCl) selon la réaction suivante : (**Almendros et al. 1996**).



Il est à noter que l'addition du chlore gazeux dans l'eau diminue le pH, car cela entraîne la formation d'un ion hydrogène (**Doré 1989**).

L'acide hypochloreux est un acide faible (un PKa environ de 7.50), ce qui signifie qu'il se dissocie légèrement en ion hydrogène et hypochlorite, comme le montre l'équation 2.



Un pH élevé favorise la libération d'ions hypochlorites, OCl^- . Lorsque la concentration du chlore libre est de quelques (mg/L), comme c'est le cas dans le traitement des eaux à potabilité et que le pH est situé entre 6 et 10, la réaction (2) est incomplète dans ces conditions, il y'a coexistence de HOCl et de OCl^- comme le montre le (Figure 2) en dessous (**Rejsek 2002**).

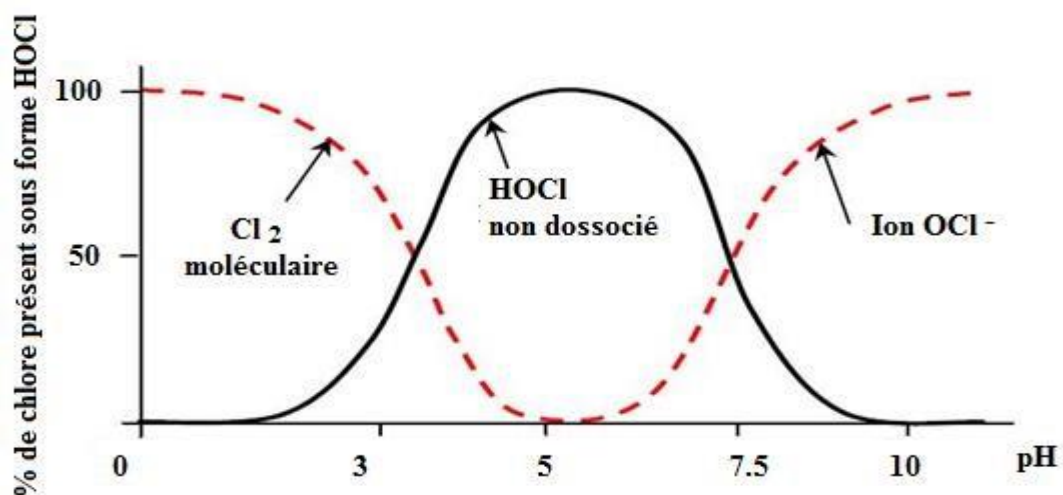


Figure. 2: différentes formes du chlore selon le pH de l'eau de javel (**Rejsek 2002**).

Notons que, plus l'eau est alcalinisée et plus l'équilibre ne se déplace dans le sens d'apparition des ions ClO^- . Quelques caractéristiques physiques du chlore gazeux sont rassemblées dans le tableau suivant.

Tableau 4. Quelques caractéristiques du chlore gazeux (Tchobanoglous et al. 2003).

Propriété	Chlore (Cl ₂)
Masse moléculaire (g/mol)	70,91
Température de liquéfaction (°C)	-33,97
Masse volumique (0 °C et 1 atm) (Kg/m ³)	3,213
Densité comparée à l'air (0 °C et 1 atm) (Kg/m ³)	2,486
Température critique (°C)	143,9
Pression critique (KPa)	7811,8
Solubilité dans l'eau à 15.5 °C (g/L)	7,0

3.3. L'hypochlorite de sodium

L'utilisation mondiale de l'hypochlorite de sodium comme solution d'irrigation des canaux radiculaires est due principalement à son efficacité pour la dissolution pulpaire et son activité antimicrobienne. Une solution moins concentrée, comme l'hypochlorite de sodium à 1%, présente une compatibilité biologique acceptable. (Pécora et al. 1999) ont rapporté que l'hypochlorite de sodium présente un équilibre dynamique comme le montre la réaction :



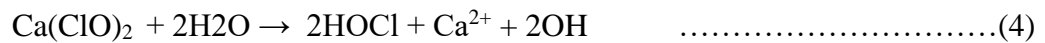
L'eau de javel est une solution ayant un léger reflet jaune vert. Elle est caractérisée par sa teneur en chlore actif qui s'évalue en degrés chlorométriques (48° chlorométriques environ, pH=12,5) (Degrémon 2005). D'une manière générale, l'hypochlorite de sodium est une autre forme de chlore dont l'utilisation présente moins de dangers que le chlore gazeux. Il se présente habituellement sous forme d'une solution aqueuse dont la teneur en chlore est de 5 à 15% (White 1972). En solution dans l'eau, l'hypochlorite de sodium (eau de javel) produit la réaction suivante :



Cette équation montre que l'ajout d'hypochlorite de sodium dans l'eau entraîne la formation de l'acide hypochloreux comme dans le cas de l'hydrolyse du chlore gazeux (équation 1) mais provoque une légère remontée du pH.

On fabrique l'hypochlorite de calcium à partir du précipité issu de la dissolution de chlore gazeux dans une solution d'oxyde de calcium (chaux vive) et d'hypochlorite de sodium. L'hypochlorite de calcium granulaire commercial contient habituellement 65% de chlore disponible. Cela signifie que 1.50 g de ce produit renferme l'équivalent d'un gramme de chlore (**Degrémon 2005**).

L'équation suivante illustre la réaction qui a lieu entre l'hypochlorite de calcium et l'eau:



D'après cette équation, on remarque que l'addition d'hypochlorite de calcium dans l'eau produit elle aussi de l'acide hypochloreux, de manière similaire à l'hydrolyse du chlore gazeux et d'hypochlorite de sodium (équations 1 et 3). Comme dans le cas de la solution d'hypochlorite de sodium, cet ajout entraîne la formation d'ions hydroxyles qui font augmenter le pH de l'eau (**White 1972**).

3.4. Application de la chloration dans le traitement des eaux

Les installations de production d'eau potable utilisent surtout le chlore comme désinfectant, il a toutefois été constaté qu'en vertu de ses capacités oxydantes, il peut servir à d'autres fins, dont voici quelques exemples :

- Eliminer les goûts et les odeurs désagréables des eaux;
- Prévenir la croissance d'algues dans les ouvrages de la station et notamment les filtres;
- Enlever le fer et le manganèse de l'eau;
- Détruire le sulfure d'hydrogène;
- Maintenir la qualité de l'eau dans le réseau de distribution;
- Eliminer l'azote ammoniacal;
- Favoriser la floculation par déstabilisation des particules colloïdales et désinfecter partiellement l'eau avant la décantation (**Merle 1986**).

Tableau 5. Comparaison des propriétés désinfectantes des oxydants employés dans le traitement de l'eau potable (Durliat et al. 1997).

Désinfectants	Ozone	Dioxyde de chlore	Dichlore
λ à 5°C pour :			
- les bactéries	500	20	20
- les virus	5	1	1
- les spores de bactéries	2	0,05	0,05
- les amibes	0,5	0,05	0,05
Durée du traitement	4 min	30 min	45 min
Action sur NH ₃	Nulle	Nulle	Très bonne
Élimination de Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn ²⁺	Très bonne	Bonne	Faible
Absence de goût, action bénéfique sur la couleur	Très efficace	Efficace	Peu efficace
Absence d'organochlorés	Oui	Oui	Non
Coûts de revient relatifs	20	10	1

Le traitement par chloration pouvant donner un goût désagréable à l'eau, on mesure le taux de chlore résiduel libre pour le limiter. Le chlore résiduel libre prend en compte le chlore sous forme Cl₂, HClO, ClO⁻, à l'exclusion des ions chlorures Cl⁻ et du chlore combiné à divers produits organiques et à l'ammoniac (Durliat et al. 1997).

III. L'eau traité (ou eau potable)

1. Définition

L'eau potable est une eau naturelle traitée propre à la consommation humaine (**EPA 2021**). L'eau potable est distribuée par transmission généralement par canalisations aux différents types de consommateurs (domestiques, industriels, commerciaux, institutions étatiques,...etc.) (**Rambau 2022**). L'eau potable est une composante de plus en plus importante de la gestion des ressources en eau pour de nombreuses zones urbaines autour du monde (**Warsinger et al. 2018**).

Le développement de systèmes de traitement de l'eau potable a entraîné une diminution des épidémies de maladies d'origine hydrique comme la fièvre typhoïde sur environ deux décennies. Le terme «*barrière multiple*», qui faisait à l'origine référence à la protection des bassins versants, au traitement de l'eau, et l'ajout d'un désinfectant chimique après le traitement, a été adopté par les chercheurs pour décrire cette série de processus couramment utilisés lors du traitement de l'eau potable et réutilisation de l'eau est considérée comme un moyen viable d'augmenter l'approvisionnement en eau potable, bien que le traitement de l'eau potable ait été développé à l'origine pour faire face aux risques d'agents pathogènes d'origine hydrique, il a été étendu pour inclure l'élimination des composés chimiques qui ont un impact sur l'esthétique (par exemple, la géosmine, un composé avec un seuil organoleptique de 1 ng/L) et posent des risques potentiels pour la santé. (par exemple, l'arsenic, qui peut causer le cancer et d'autres maladies⁵). Pour lutter contre la présence potentielle de contaminants chimiques dans l'eau potable, les règlements élaborés dans les années 1970 et 1980 spécifiaient des cibles (p. désinfection. Au cours de cette période, les rejets d'effluents d'eaux usées municipales (les eaux usées traitées) étaient considérés comme un risque potentiel pour l'approvisionnement qui pourrait être atténué par la dilution des eaux contaminées par les eaux usées avec de l'eau provenant de sources plus propres (**Marron et al. 2019**).

L'approvisionnement en eau potable et un assainissement hygiénique sont nécessaires pour maintenir la vie humaine et assurer une bonne santé et la dignité humaine (**Akinyemi et al. 2018**).

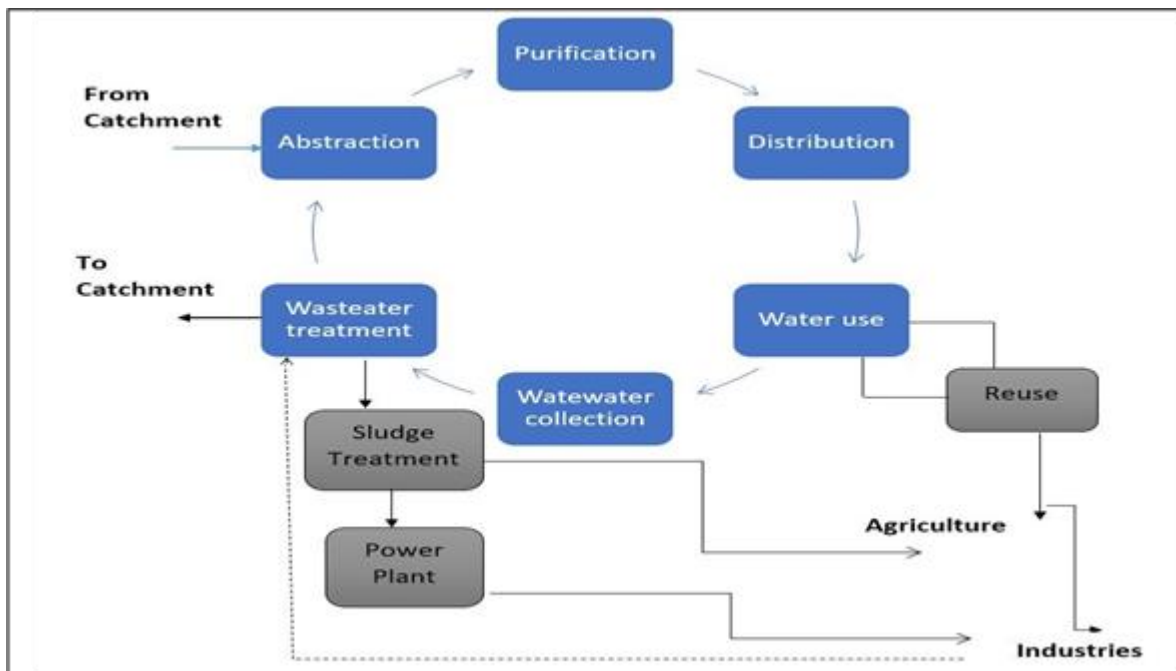


Figure. 3: chaîne d'approvisionnement en eau potable (Rambau 2022).

2. Sources d'eau potable

2.1. Eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent une source essentielle d'eau potable. L'utilisation intensive des eaux souterraines par les secteurs public et privé et la population en général aboutit à une diminution de la ressource en eau (Akkari 2022).

Les eaux souterraines sont devenues indispensables pour l'agriculture dans les pays semi-arides et dont les ressources en eau sont sous forte pression. Les eaux souterraines ont longtemps été, à de rares exceptions près, invisibles. Cette invisibilité est tout d'abord physique, car ces eaux sont enfouies dans des aquifères loin du regard de l'homme (Vecchio et Marcel 2022).

Les métaux pénètrent dans les eaux souterraines à partir de diverses sources naturelles, telles que l'altération chimique des roches et des sols, la végétation et les matières animales en décomposition et les retombées humides et sèches de particules atmosphériques, les eaux souterraines (puits et forages) sont les seuls moyens d'approvisionnement en eau des différentes localités du département (Djade et al. 2020).

2.2. Eaux de surface

les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents, ce sont les eaux de ruissellement ou les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière (Boeglin 2000).

Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échanges eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé (**Maiga 2005**).

2.3. Eaux de sources

Une eau microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine (**Grosclaude 1999**). Les eaux de sources répondent aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet (**Zella 2007**).

3. Classification des eaux de consommation

3.1. Eau de robinet

L'eau du robinet est un produit vivant, issu d'une eau brute, elle-même surveillée, protégée, mais, celle-ci n'est qu'une matière première qui va encore être élaborée, transformée pour devenir conforme aux normes définies par la réglementation. L'eau du robinet constitue une source d'apport en sels minéraux et oligoéléments (calcium, magnésium, fluor), dans son parcours naturel, au contact des sols et des roches, elle se charge en effet naturellement en sels minéraux et oligoéléments, l'eau du robinet se doit de satisfaire l'ensemble de ces exigences sanitaires. Depuis la ressource naturelle en passant par l'usine de potabilisation et le réseau de distribution jusqu'au robinet, traitements et contrôles en garantissent la qualité (**Beaulieu 2009**).

3.2. Eau embouteillée

Elles doivent provenir de nappes souterraines très protégées et mises à l'abri de toute souillure, elles sont mises dans des bouteilles en plastiques ou en verre (**Rodier 2005**).

4. Caractéristiques organoleptiques

➤ **Couleur**

La coloration aura lieu lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, elle est dite apparente quand les substances en suspension y leur propre coloration. Les couleurs (réelle et apparente) sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier et al. 2009**).

➤ **L'odeur**

L'eau doit être sans odeur, car ceci est un signe de pollution (**Rodier et al. 2009**). L'eau potable doit être sans odeur, non seulement au moment du prélèvement, mais encore après une période de 10 jours en vase clos à la température de 26 °C, Les odeurs proviennent, soit des

produits chimiques, soit de matières organiques en décomposition, soit de protozoaires, ou d'organismes aquatiques (**Boudia et Bouameur 2016**).

➤ **Saveur**

l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (**Rodier et al. 2009**).

5. Normes Algériennes de l'eau potable

Les normes des eaux potables en Algérie sont données par le tableau suivant.

Tableau 6. Normes des eaux potables en Algérie (**ADE 2022**).

Paramètres	Unité	Normes	Références des normes ISO
Conductivité à 25°C	Us/Cm	2800	
Résidu Sec	Mg/l	2000	ISO 7888
pH	/	6.5-8.5	
Dureté totale	Mg/l	500	ISO 6059
Ca ⁺²	Mg/l	200	ISO 6058
Mg ⁺²	Mg/l	150	ISO 6059/6058
Na ⁺	Mg/l	200	ISO 9964/3
K ⁺	Mg/l	20	ISO 9280
SO ₄ ⁻²	Mg/l	400	ISO 9297
Cl ⁻	Mg/l	500	ISO 7890/3
NO ₃ ⁻	Mg/l	50	ISO 6777
NO ₂ ⁻	Mg/l	0.1	ISO 6778
Ammonium	Mg/l	0.5	ISO 6878
Phosphates	Mg/l	0.5	ISO 8467
Indice Permanganate	Mg/l	3	ISO 5813/5814
Oxygène dissous	Mg/l	8	
Aluminium	Mg/l	0.2	ISO 6332
Fer	Mg/l	0.3	

Partie II. Matériel et méthodes

Les analyses de notre étude ont été réalisées au sein du laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'ADE-laghouat (Algérienne des eaux). Elles ont porté sur la détermination de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux brutes, et des eaux potables de distribution publique dans la ville de laghouat.

1. Présentation de l'eau brute et de l'eau potable

Le produit sur lequel on a effectué notre travail est l'eau potable. C'est le produit le plus sensible, car nous ne pouvons pas nous en passer. Il est habituellement obtenu à partir de l'eau brute qui vient des forages.

L'eau brute doit être traitée par le chlore afin d'être une eau potable prête à la distribution aux citoyens. Le traitement de chloration est assez importante pour s'assurer que l'eau potable distribuée est propre à la consommation.

2. Présentation des points de prélèvement

La ville de Laghouat contient plusieurs points de prélèvement officiels de l'eau qui assurent l'approvisionnement régulier du consommateur. Le but de notre travail est l'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau potable dans neuf points de prélèvement réparties un peu partout dans la ville de Laghouat. Le choix des points de prélèvement est effectué dans les zones où la population est élevée.

Les neuf points de prélèvement sont référencés par des codes (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9). Et ils sont positionnés dans la carte suivante :

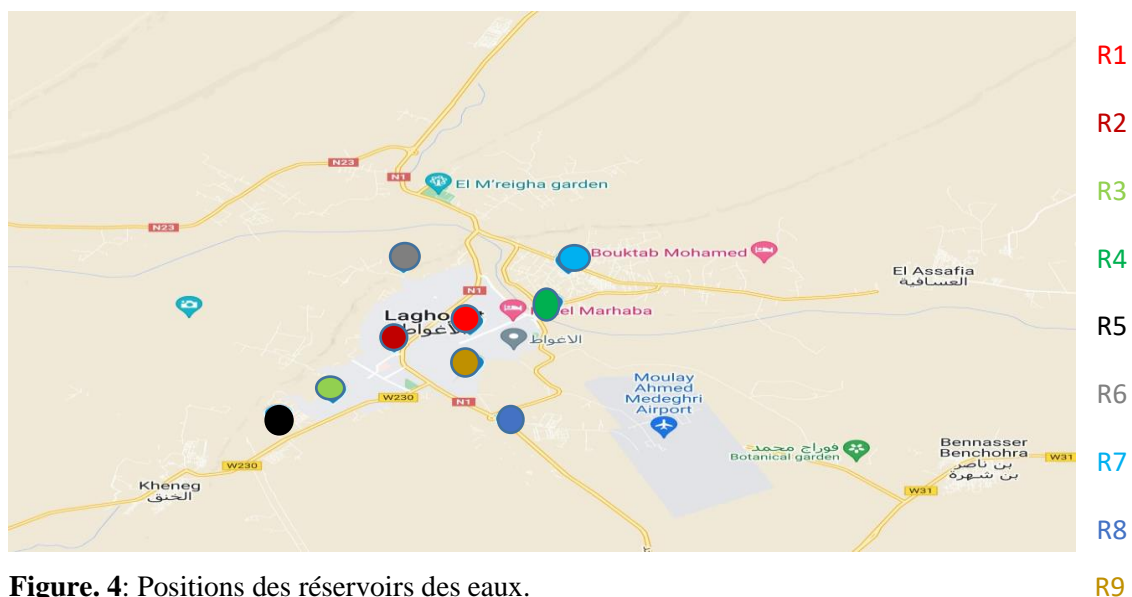


Figure. 4: Positions des réservoirs des eaux.

2.1. Système AEP Laghouat (Alimentation en Eau Potable)

Les eaux traitées de la wilaya de laghouat provient des eaux brutes qui se trouvent dans des forages, on fait passer de l'eau brute de ces derniers vers les réservoirs afin de la pouvoir traiter pour qu'elle soit potable. Chaque forage alimente plusieurs cités dans la wilaya. On a pris en considération 9 points de prélèvement des eaux brutes et 9 points de prélèvement des eaux traitées.

Reservoir 2000 m³ __ cité 450 logements, cité dr. Saadan,

Reservoir mokrane__ cité m'hafir

Reservoir wiam__ cité wiam

Sidi hakkoum__ cité ghouatin

Reservoir 2*2000 m³__ cité aadel

Laffrane__ cité oasis nord, cité 600 logements

Bordj snouci__ agglomération bourdj snouci

Abattoir__ industrie agroalimentaire

Essadikia__ cité essadikia, cité khsar elbazaim

3. Plan d'échantillonnage

Les prises d'essais sont réalisées la matinée de chaque dimanche, lundi et mercredi durant la période de 25 novembre à 25 janvier 2022. Un total de 9 échantillons a été effectué (eau brute et eau potable)

4. Techniques de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons

4.1. Prélèvement

Le prélèvement des échantillons pour les analyses microbiologiques s'effectue dans des bouteilles en verre de 1.5l. Le prélèvement est effectué comme suit : tout d'abord, on fait flamber le robinet du réservoir d'eau pour éviter toute contact avec les microorganismes et s'assurer que l'eau est propre. Ensuite c'est l'action d'ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler afin de remplir les bouteilles stériles.

4.2. Transport

Les échantillons prélevés sont bien fermés. Ces derniers sont étiquetés par toutes les informations relatives à l'échantillon (le type de l'eau (brute ou potable), la date de prélèvement et le lieu de prélèvement). Les échantillons sont ensuite transportés dans une glacière dont la température est de 4°C.

4.3. Méthodes de conservation

Le plus souvent, on réalise les analyses microbiologiques dès l'arrivée des échantillons au laboratoire. En cas de nécessité, les échantillons à +4°C conservés dans la glacière pendant une durée inférieure à 24h. Si la conservation dépasse les 24h, leur représentativité sera perdue.

5. Mesure du pH

Pour déterminer l'acidité des échantillons de l'eau, une mesure du pH a été effectuée pour chaque échantillon à l'aide d'un pH-mètre électronique.

6. Méthodes d'analyses microbiologiques

Les germes recherchés pour l'eau sont représentés par les germes totaux, les coliformes, Escherchia coli, streptocoque fécaux et bactéries de genre Clostridium.

Avant d'entamer la manipulation nous avons d'abord stérilisé la paillasse avec l'eau de javel et l'éthanol à 70%, placé les becs bunsen et le matériel nécessaire sur la paillasse.

6.1. Dénombrement des germes totaux (micro-organismes revivifiables)

A partir de l'eau à analyser, porter deux fois 1 ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Compléter ensuite chacune des boites avec environ 19 ml

de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier. Retourner les boîtes et incuber, une à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. La lecture sera effectuée après chaque 24h. On calcule le nombre de colonies présentes dans chaque boîte de pétri (Fig 4). Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germes/ml).

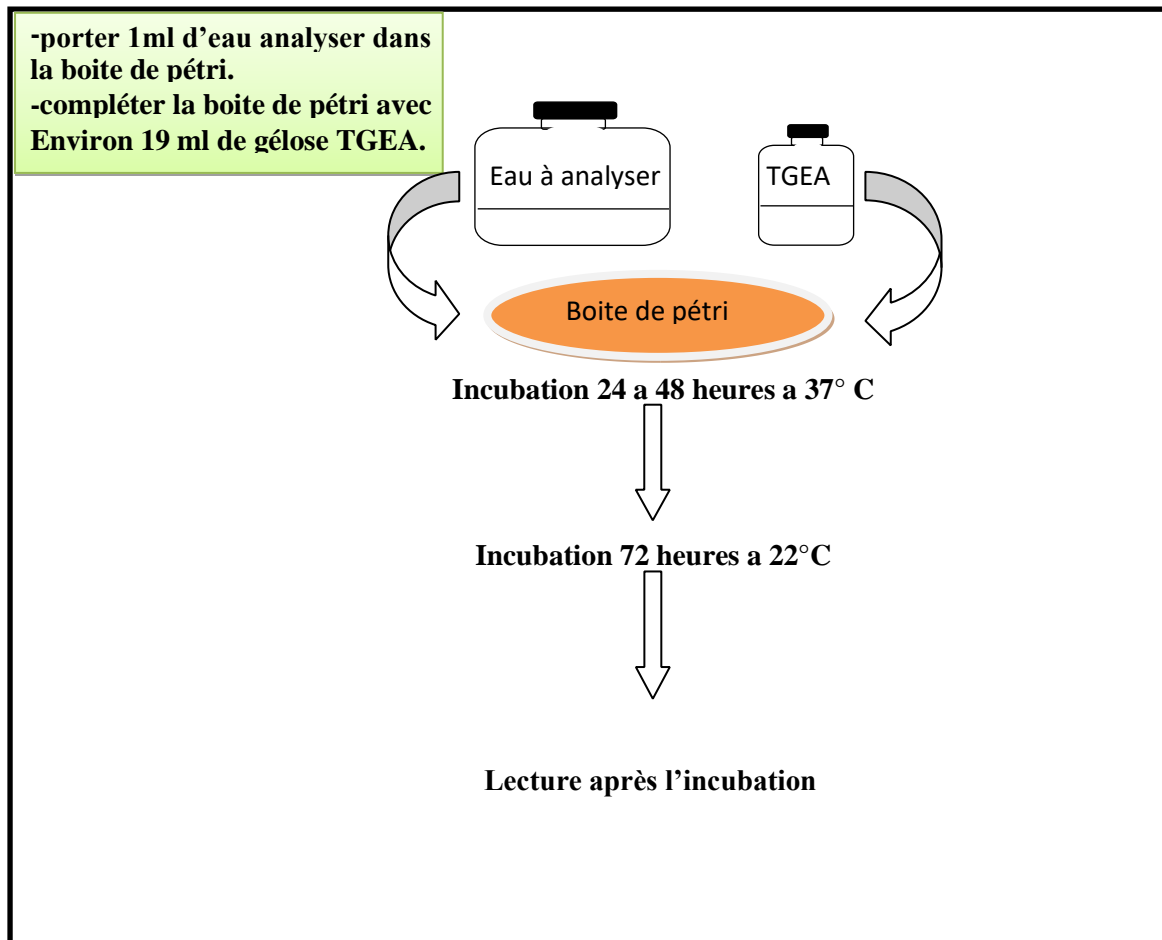


Figure. 5: Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau potable.

6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Test de présomption :

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement, deux fois : 10 ml dans deux tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

Deux fois 1ml dans deux tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Deux fois 0,1ml dans deux tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Seront considérés comme positif (+) ; les tubes présentant à la fois, un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) ; un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) ; la lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

A partir de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche. Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures. Seront considérés comme positif (+) ; les tubes présentant à la fois, un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) et un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP et en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.

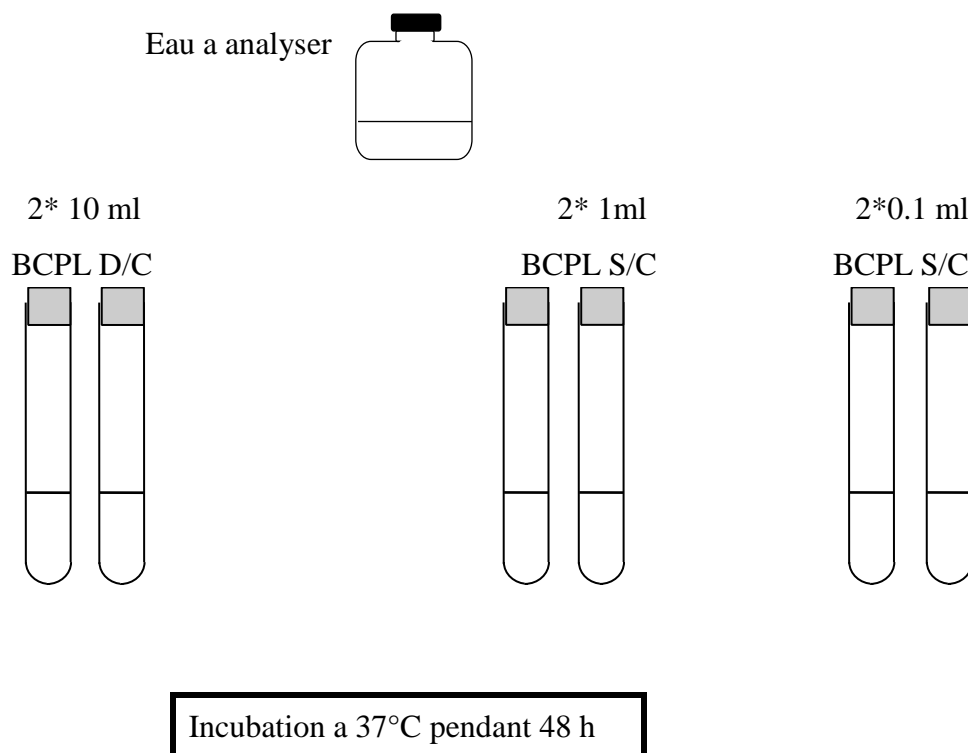


Figure. 6: Recherche et dénombrement des coliformes totaux.

6.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Test de présomption : 10 ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C . 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (voir l'annexe N°3). 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Seront considérés comme positif, les tubes présentant, un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. A partir des tubes de ROTHE positifs, après agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA. Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24heures.

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois, un trouble microbien et une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysée.

6.4. Recherche et dénombrement de *Clostridium* sulfitoréducteurs

Porter dans quatre tubes 5 ml de l'échantillon à analyser. Elaborer pour les quatres tubes un chauffage à 80°C, pendant 10 minutes ; puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui à pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs). Compléter ensuite chacune des tubes avec environ 15 ml de gélose viande foie (VF+ alun de fer et sulfite de sodium et mélanger avec précaution.

Laisser solidifier, puis incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation. Après la période d'incubation seront considères comme positifs, les tubes contenant de grosses colonies noires, qui correspond au *Clostridium* sulfito-réducteurs. Le résultat est exprimé par le nombre des *Clostridium* sulfito-réducteurs par 20 ml de l'échantillon à analyser (Fig 6).

C'est le paramètre qui exprime l'hygiène de l'eau, On la mesure aussi à l'aide d'un multiparamètre.

Température (T°)

A l'aide d'un multiparamètre, on mesure la température de nos échantillons de l'eau

Turbidité

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, Argiles, organismes microscopiques...).

On la mesure à l'aide d'un TL2300 Tungsten Lamp Turbidimeter

Tableau 7. L'état de l'eau selon la turbidité.

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU > 200	Plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

7.2. Analyse complète

➤ Détermination du TH

Les réactifs utilisés sont : NET (Noir Erichrome T) indicateur net, EDTA, et pH tampon 10.

Dosage

50ml échantillon (eau à analyser) + 25ml eau distillée + 1ml solution (pH 10) + 5 gouttes indicateur Net. Et puis bien mélanger (la solution devient rose) + titrer avec l'E.D.T.A 0.01mol/l jusqu'à la coloration bleu.

Calcul

TH= V2(volume de titrage) * 2 * F(f _ de dilution) * FC(f _ de corrélation)

Calcul de FC

50ml solution de référence + titrage avec de l'E.D.T.A (virage vers le violet)

FC = Volume versé/Volume théorique (12.5ml)

➤ **Determination du Ca⁺²**

Dosage

50ml échantillon (eau à analyser) + 25ml eau distillée + 1ml solution pH=12 + solution d'hydroxyde de NaOH 2N + pincée d'indicateur (calcon) bien mélanger, et puis titrer avec l'EDTA 0.01mol/l.

Calcule

$Ca^{+2} = C_{edta} * V_{edta} * A * FC * 1000 * F / V_{\text{échantillon}}$

A : Masse atomique de Ca

➤ **Determination du Mg⁺²**

La détermination du Mg⁺² se fait par calculer comme suit :

$Mg^{+2} = (TH/M_{TH}) - (Ca^{+2}/M_{Ca^{+2}}) * 12.16$

➤ **Determination du K⁺**

A l'aide d'un PFP7 flame Photometer, on calcule la concentration de K⁺ de nos échantillons.

➤ **Determination du Na⁺**

A l'aide d'un PFP7 flame Photometer, on calcule la concentration de Na⁺ de nos échantillons.

➤ **Determination du NO₃⁻**

Dosage

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser, 3 gouttes fr NaOH à 30 %, 1ml de salicylate de sodium, évaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 80°C, reprendre le résidu avec 2ml H₂SO₄ et laisser reposer 10 mn et ajouter 15ml d'eau distillée, ajouter 15ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre UV au 415nm. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415nm.

➤ **Determination du SO₄⁻**

Les réactifs utilisés sont : Solution stabilisante, et solution de chlorure de baryum 0.01 mol/l

Dosage

100ml eau à analysé, puis on ajoute 5ml solution stabilisante et 2ml solution de chlorure de baryum, et agiter 1 mn. Effectuer la lecture a une longueur d'onde de 420nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

➤ **Determinaton du HCO_3^-**

Principe

Ce dosage se fait par titrage de HCO_3^- par l'acide sulfurique en milieu neutre et en présence de Méthyle orange. Et les réactifs utilisés sont : Indicateur de Méthyle orange, et l'Acide Sulfurique.

Technique

A $\text{pH} < 8.2$, mettre 10ml de l'eau à analyser dans un Becher, et ajouter 5 gouttes de l'indicateur de Méthyle orange, puis titrer par l'acide l'Acide Sulfurique.

Calcule

$$\text{HCO}_3^- = (\text{Volume H}_2\text{SO}_4 * \text{Normalité H}_2\text{SO}_4 / \text{Volume de l'eau à analyser}) * 1000$$

➤ **Determination du NO_2^-**

Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

Le réactif utilisé est un réactifs mixte : 40 g de Sulfanilamide, 100 ml d'Acide phosphorique, 2 g de N-1- Naphtyléthylène diamine et 1000 ml d' H_2O distillée.

Appareillage : Spectrophotomètre UV-Visible.

Mode opératoire

Prendre 50ml d'eau à analyser, ajouter 1ml du réactif mixte et attendre 10mn, l'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- . Effectuer la lecture à 543 nm et le résultat est donné directement en mg/l.

➤ **Determination du Cl^-**

Principe

En milieu neutr Cl^- se précipite par les Nitrates d'Argent et va former un complexe rouge brique.

Les réactifs utilisés sont : Indicateur de chromate de potassium K_2CrO_4 , solution de Nitrates d'Argent (0.02N) et la solution d'étalon de chlorure de sodium.

Technique

Pour l'échantillon, mettre 100ml de l'eau d'échantillon dans un Becher, 1ml gouttes de l'indicateur de Chromate de potassium K_2CrO_4 , 1 goutte de la solution d'étalon de chlorure de sodium, et titrer par Nitrates d'Argent (0.02N) jusqu'à la disparition de la couleur.

Calcule

$Pcl = (v_s \cdot v_b) \cdot c \cdot f/v_a$ Détermination des phosphates PO_4^{3-}

➤ Réactifs et réactif mixte

A

Heptamolybdate d'ammonium 13g.

Eau distillée 100ml.

B

Tartrate d'antimoine 0.35g.

Eau distillée 100ml.

C

Acide sulfurique pur 150ml.

Eau distillée 150ml.

(A + B) + C → 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 % :

Acide ascorbique 10g.

Eau distillée 100ml.

Mode opératoire

40 ml d'eau à analyser, 1 ml acide ascorbique, 2 ml du réactif mixte, puis attendre 10 mn le développement de la couleur bleue, et effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

➤ Détermination du fer

Principe

Addition d'une solution de phénantroline 1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

Les réactifs utilisés sont : Tampon Acétate, chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 % et solution de Phénanthroline -1,10.

Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine, mélanger soigneusement, ajouter 2 ml de tampon acétate, ajouter 2 ml de la solution 1.10 de phénantroline et conserver à l'obscurité pendant 15min. Enfin passer au spectrophotomètre UV pour mesurer à la longueur d'onde de 510 nm. Le résultat est donné en mg/l.

➤ Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

Principe

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitropruciate de sodium.

Réactifs

Réactif 1 : _ Acide dichloroisocyanurique 2 g.

_ Hydroxyde de sodium (NaOH) 32 g

_ H_2O distillée 1000 ml.

Réactif 2 (coloré) :

_ Trictrate de sodium 130 g.

_ Salicylate de sodium 130 g.

_ Nitropruciate de sodium 0.97 g.

_ H_2O distillée 1000 ml.

Appareillage : Spectrophotomètre UV-Visible

Mode opératoire : Prendre 40 ml d'eau à analyser, ajouter 4 ml du réactif 1, puis ajouter 4 ml du réactif 2 et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h.30 min. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH₄⁺. Effectuer la lecture à 655 nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

Partie III. Résultats et discussions

Dans cette partie, nous détaillerons les résultats obtenus à partir de l'étude microbiologique et physico-chimique réalisée sur l'eau brute et l'eau potable du réseau de distribution de la ville de Laghouat.

Notre travail consiste à déterminer la potabilité de l'eau de la wilaya de Laghouat. Nous avons suivi la qualité de l'eau brute et potable. Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'unité de l'ADE (Algérienne des eaux), et cela durant deux mois. La première partie va comporter les différentes analyses ainsi que les résultats des différents paramètres qui attestent de la potabilité de l'eau. La seconde partie sera consacrée à une étude comparative entre l'eau du robinet et une eau minérale commercialisée, ce qui nous emmènera à prouver la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de consommation ménagère.

➤ Première partie

1. Résultats de la mesure du pH

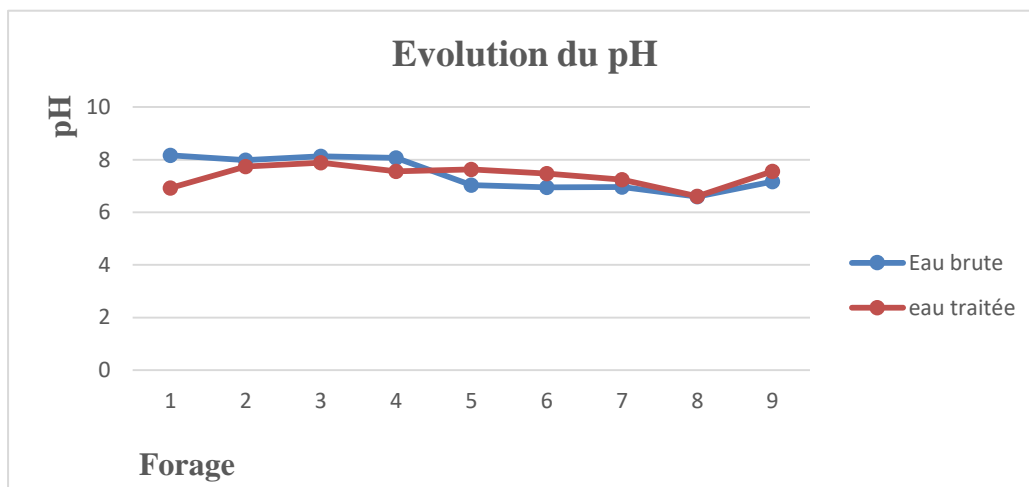


Figure. 8: Evolution du pH de l'eau brute et de l'eau traitée.

En observant ces valeurs, on peut dire que le pH diminue toujours après le traitement de chloration avec une valeur minimale de 6,61 et une valeur maximale de 7,88. Ces valeurs restent dans l'intervalle de la potabilité [6,5 – 8,5]. Donc on peut conclure que le traitement favorise l'abaissement du pH et que l'addition de l'hypochlorite de sodium est le facteur essentiel ayant permis d'obtenir ces résultats.

2. Résultats des analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur 9 échantillons de l'eau brute et 9 échantillons de l'eau traitée. Ces analyses portent sur la recherche des germes totaux, les coliformes fécaux et totaux, l'Escherchia coli, streptocoque fécaux, et clostridium

Tableau 8. Référence de qualité des paramètres bactériologiques dans l'eau destinée à la consommation humaine (OMS. 2011).

Paramètres bactériologiques	Unités	Les normes OMS
GT	UFC/ml à 37 °c	100
CT	UFC/100ml	10
CF	UFC/100ml	0
E. coli	UFC/100ml	0
St. fécaux	UFC/100ml	0
Clostridium	UFC/20ml	0

2.1. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau brute

Le tableau ci-dessous montre les résultats des analyses microbiologiques

Tableau 9. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau brute.

Lieu de prélèvement	Germes totaux		Coliformes totaux	Coliformes fécaux	E. coli	St. fécaux	Clostridium
	37°C	22°C					
R. 2000	ABS	ABS	13	ABS	ABS	1	ABS
R.Mokrane	ABS	ABS	5	ABS	ABS	1	ABS
R. Wiaam	ABS	ABS	5	ABS	ABS	ABS	ABS
Sidi hakoume	ABS	ABS	3	ABS	ABS	ABS	ABS
R. 2*2000	7	ABS	5	ABS	ABS	ABS	ABS
Laffrane	ABS	ABS	2	ABS	ABS	ABS	ABS
Bordj snouci	ABS	ABS	13	ABS	ABS	1	ABS
Abattoir	17	ABS	13	ABS	ABS	1	ABS
R. Essadikia	ABS	ABS	5	ABS	ABS	ABS	ABS

D'après ces résultats, nous remarquons une absence totale de tout les germes recherchés dans tout les échantillons analysés. Une exception pour les C. totaux où la charge varie entre 5 et 13 UFC/ml (tableau 2).

2.2. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau traitée

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau traitée sont mentionnés dans le tableau 3.

Tableau 10. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau traitée.

Lieu de prélèvement	Germes totaux 37°C	Germes totaux 22°C	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	E. coli	St. fécaux	Clostridium
Cité dr. saadan	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité essadikia	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Ksar elbzaim	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité elgwaten	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité aadel	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité wiaam	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité 600	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité oasis nord	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS
Cité 450	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS	ABS

D'après ces résultats, nous remarquons une absence totale de tous les germes recherchés dans tous les échantillons analysés.

Dans l'eau brute ;

➤ Germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme une d'indication beaucoup plus générale, de toute pollution bactériologique. Nos résultats montrent une absence totale, une exception pour les deux échantillons (Réservoir 2*2000 et abattoir) où les germes totaux sont présents à de faibles charges varient de 7 à 17 UFC/ml. Mais elle n'est pas assez néfaste parce que le nombre d'UFC trouvé est moins de 100 UFC (Normes OMS) (Normes Algériennes).

➤ **Coliformes totaux**

La recherche des coliformes est indispensable, car ils vivent en abondance sur les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, ils constituent des indicateurs de première importance (**Duffour 1977**).

D'après les résultats trouvés, on remarque une forte présence des coliformes totaux dans les réservoirs 1, 7 et 8 (réservoir 2000, réservoir bordj s'nouci et réservoir essadikia) avec des charges qui dépassent les valeurs seuils établies par l'OMS et normes algériennes. Les autres réservoirs ont marqués des charges qui ne dépassent pas les valeurs seuils.

➤ **Coliformes fécaux**

Les résultats obtenus montrent que tous les réservoirs ne sont pas contaminés par ces germes. Selon les valeurs indicatives de l'Organisation Mondiale de Santé (**OMS 2011**) et (Normes Algériennes), une eau de source doit être exempte de toute contamination fécale.

➤ **Escherichia coli**

Les résultats montrent que tous les réservoirs ne sont pas contaminés par l'Escherichia coli. Les réglementations de l'OMS et les normes algériennes n'acceptent aucune trace de E. coli.

➤ **Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux ou les entérocoques, sont des germes très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu et ne résistent pas dans l'eau. Leur présence est directement liée à la qualité et à la concentration de la matière fécale dans l'eau. Nos analyses montrent que ces germes sont absents dans tous les échantillons analysés.

➤ **Clostridium sulfito réducteurs**

Les résultats montrent que ces germes n'existent pas dans tous nos réservoirs.

Dans l'eau traitée ;

Tous les échantillons prélevés des eaux traités montrent l'efficacité de la désinfection par l'hypochlorite de sodium qui assure une bonne qualité microbiologique.

3. Résultats des analyses physico-chimiques

3.1. Analyses partielles

3.1.1. Conductivité électrique à 25°C (C25)

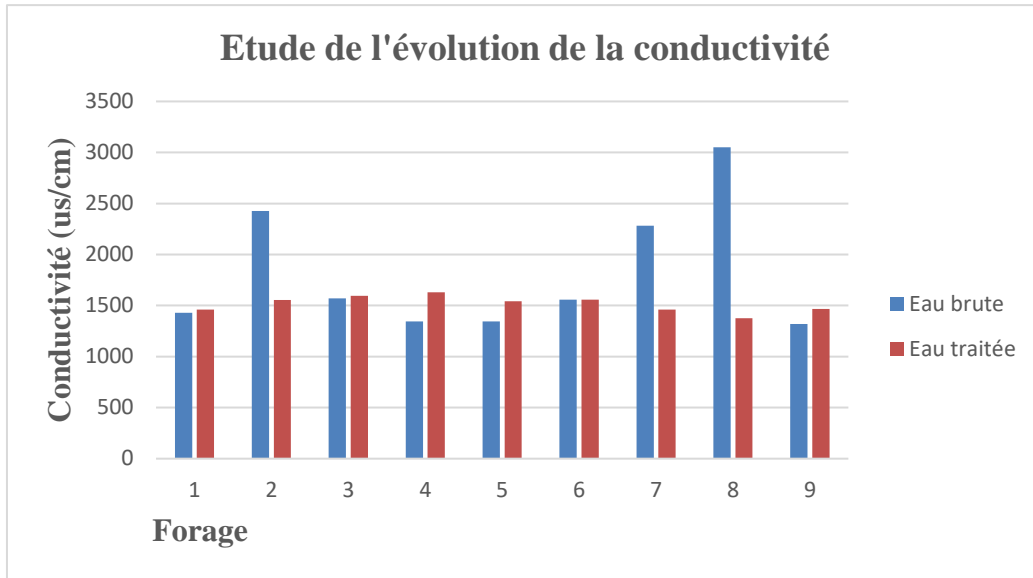


Figure. 9: Evolution de la conductivité de l'eau brute et de l'eau traitée.

Les résultats (figure 2) montrent des valeurs de conductivité légèrement supérieures pour l'eau brute comparé à l'eau traitée. Elles se situent entre 1300- 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ce qui nous indique qu'elles sont dans les normes de potabilité qui est de l'ordre de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A part les trois réservoirs (R2, R7 et R8) où la C25 dépasse la norme 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. C'est pour cela qu'on trouve que l'eau du réservoir (R8) n'est utilisée que pour des activités agro-alimentaires, (elle n'est pas potable).

3.1.2. Taux des sels dissous (TDS)

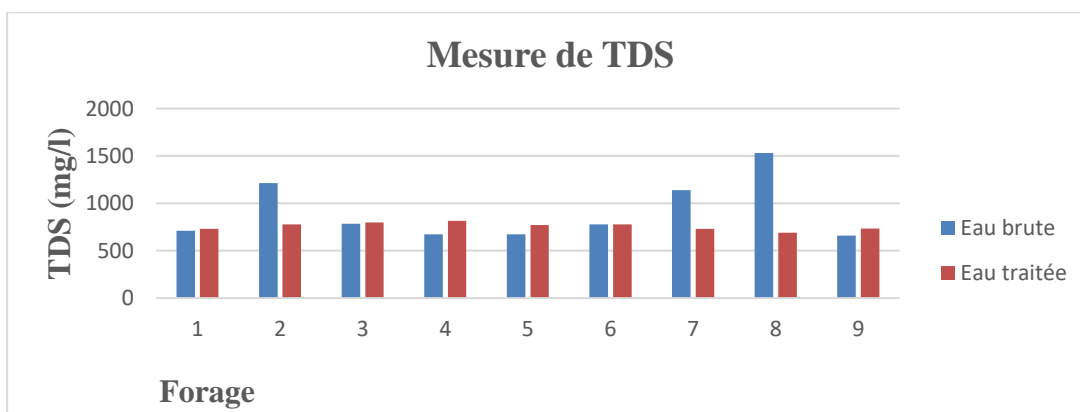


Figure. 10: Evolution de TDS de l'eau brute et de l'eau traitée.

Les valeurs de TDS restent dans les normes (500-1500mg/l). Elles varient de 688.5 jusqu'à atteindre 1140mg/l que ce soit pour l'eau brute ou l'eau traitée. A part le réservoir (abattoir) où la TDS (1530mg/l) dépasse la norme conseillée.

3.1.3. Salinité

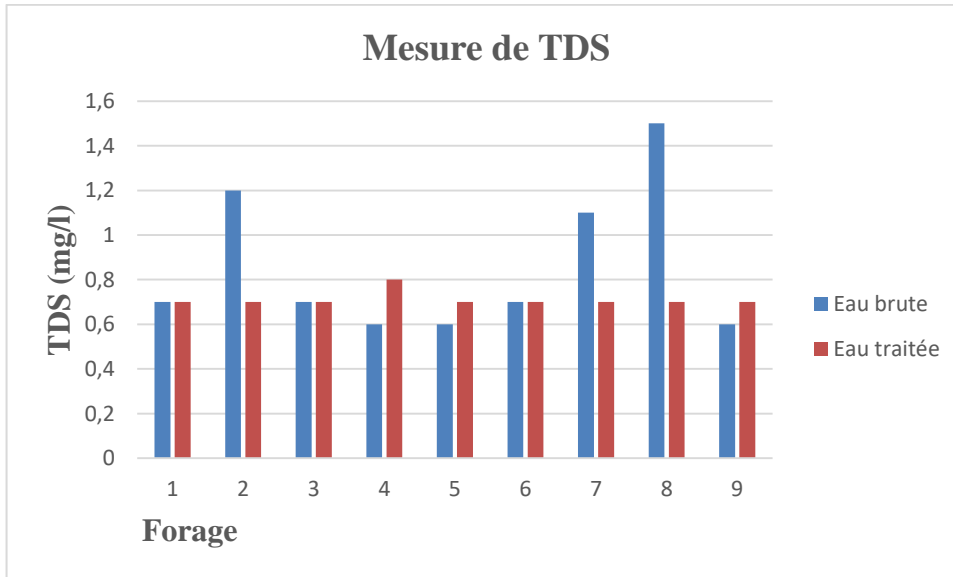


Figure. 11: Evolution de la salinité de l'eau brute et l'eau traitée.

Les valeurs de la salinité restent dans les normes (0-1mg/l). Elles varient de 0.6 jusqu'à atteindre 0.8mg/l que ce soit pour l'eau brute ou l'eau traitée. A l'exception du réservoir (abattoir) où la salinité est de 1.5mg/l dépassant la norme conseillée (1mg/l). Même le réservoir (mokrane) et le réservoir (bordj s'nouci).

3.1.4. Température

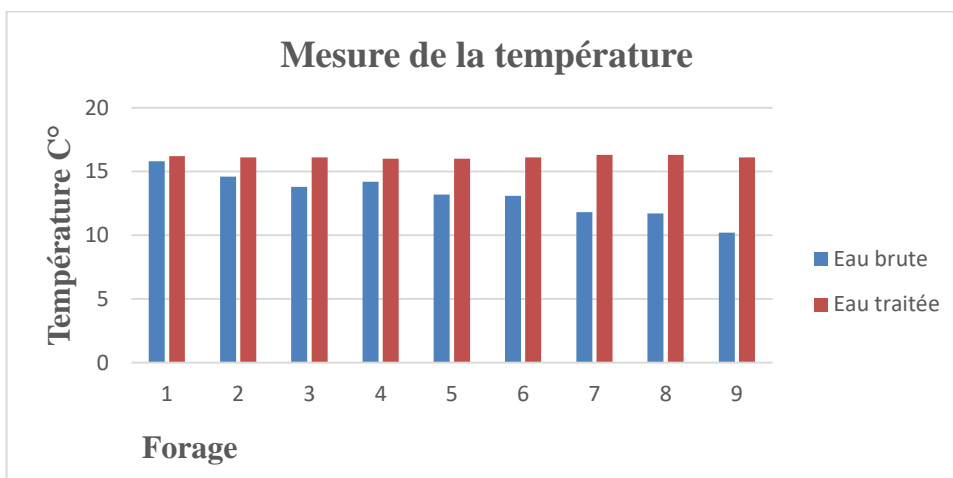


Figure. 12: Evolution de la température de l'eau brute et l'eau traitée.

Nous constatons selon ce graphique une légère variation de température de l'eau brute comparée à l'eau traitée mais cette variation est insignifiante. On peut conclure que le traitement n'a aucun effet sur la température.

3.1.5. Turbidité

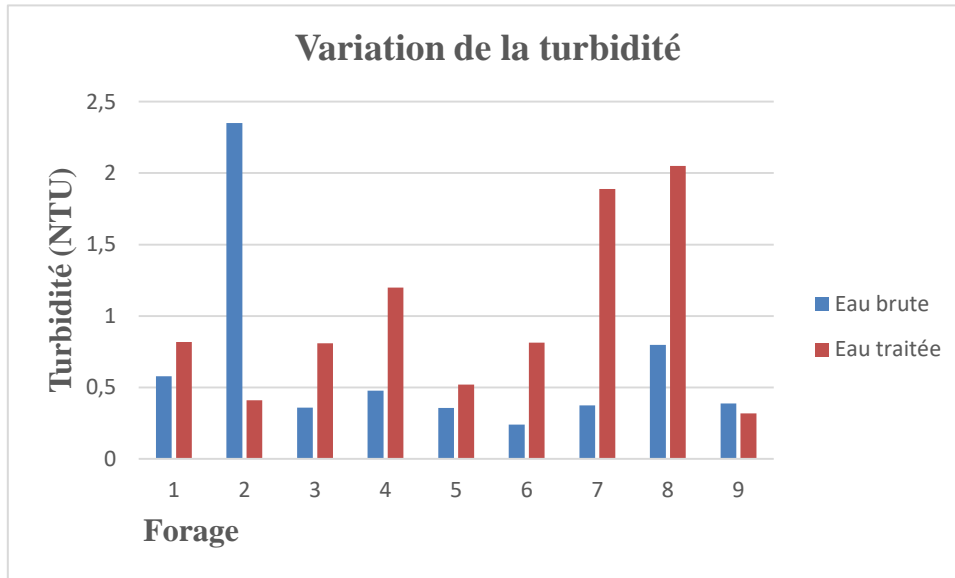


Figure. 13: Variation de la turbidité de l'eau brute et l'eau traitée.

Nous observons des valeurs faibles de la turbidité. Elles restent relativement dans les normes (moins de 5 NTU) que ce soit pour l'eau brute ou traitée ce qui nous confirme que le traitement de l'eau est efficace et que grâce à ce dernier, nous nous sommes débarrassés de toutes les matières en suspension.

3.2. Analyses complémentaires : Les deux tableaux ci-dessous montrent les résultats des analyses complémentaires des eaux brutes et des eaux traitées.

Tableau 11. Analyses physicochimiques complémentaires des eaux brutes.

	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ⁻	Fe	NH ₄ ⁺
R1	600	168.33	43.77	1.4	3.1	11.9	251.17	105.4	0	142	0.1	0.01	0.04
R2	920	272.54	58.36	1.3	4.6	7.20	350.2	158.1	0	298.2	0.12	0.01	0.1
R3	600	160.32	48.64	1.3	3.5	6.21	193.45	105.4	0	142	0	0.01	0.04
R4	540	184.36	19.45	1.3	3	8.82	138.56	105.4	0	120.7	0.16	0.01	0.12
R5	550	168.33	31.62	1.4	2.8	2.49	259.39	105.4	0	142	0.03	0.01	0.12
R6	600	164.33	46.21	1.4	3.1	2.58	292.43	105.4	0	149.1	0.04	0.01	0.12
R7	1190	196.39	170.24	2.4	7.3	6.07	335.06	458	0	227	0.08	0.01	0.09
R8	1650	400.8	158.08	3.2	4.2	15.5	329.97	210	0	340	0.03	0.01	0.12
R9	640	124.28	80.24	1.7	2.9	3.33	384.15	158	0	156	0.06	0.01	0.12

Tableau 12. Analyses physicochimiques complètes des eaux traitées.

	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Cl ⁻
c. dr.saadan	630	144.28	65.78	1.6	9.4	4.84	191	158	0	163
c. essadikia	590	188.37	29.18	1.6	10.1	8.66	168.48	158	0	142
Ksar elbzaim	750	280.56	12.16	1.6	10.4	9.66	204.73	210	0	142
c. elgwaten	660	152.30	68.09	1.7	10.8	12.99	177.73	210	0	100
c. aadel	740	148.29	89.98	1.5	10.8	10.23	159.52	253	0	106
c. wiaam	610	156.31	53.5	1.6	10.6	26.8	160.38	210	0	106
c. 600	540	184.36	19.46	1.5	9.6	6.06	171	263	0	127
c. oasis nord	680	176.35	58.36	1.5	8.9	6.24	187.02	210	0	127
c. 450	700	160.32	72.96	1.6	9.5	18.4	196.46	262	0	142

➤ **Dureté totale (TH)**

La variation de la dureté totale de l'eau est donnée par les histogrammes de la figure 7.

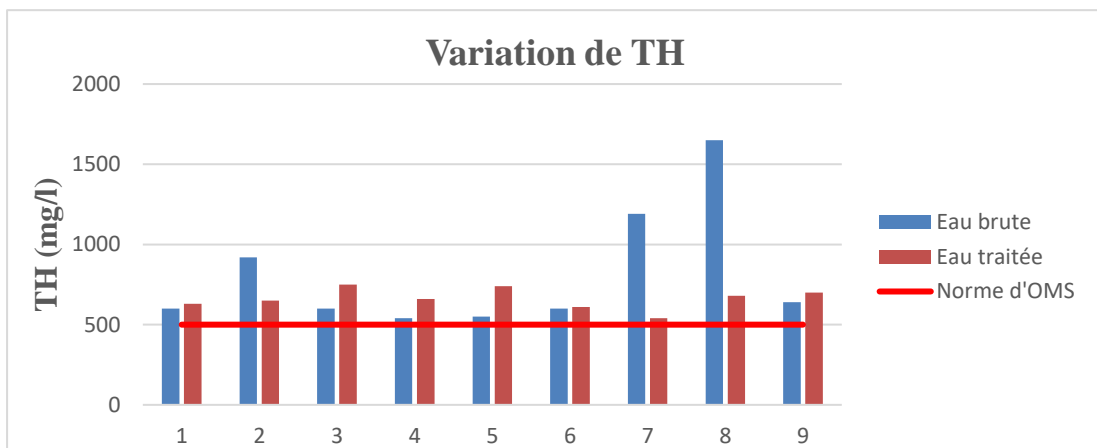


Figure. 14: Variation de TH de l'eau brute et l'eau traitée.

La dureté totale dépend de la quantité de calcium et de magnésium dans l'eau (**Rodier et al. 1984**). L'ensemble des résultats montre de valeurs supérieures à la norme exigée par l'OMS et normes algériennes (500 mg/l).

➤ **Calcium (Ca^{+2})**

Le taux de calcium des échantillons analysés est mentionné dans la figure 14.

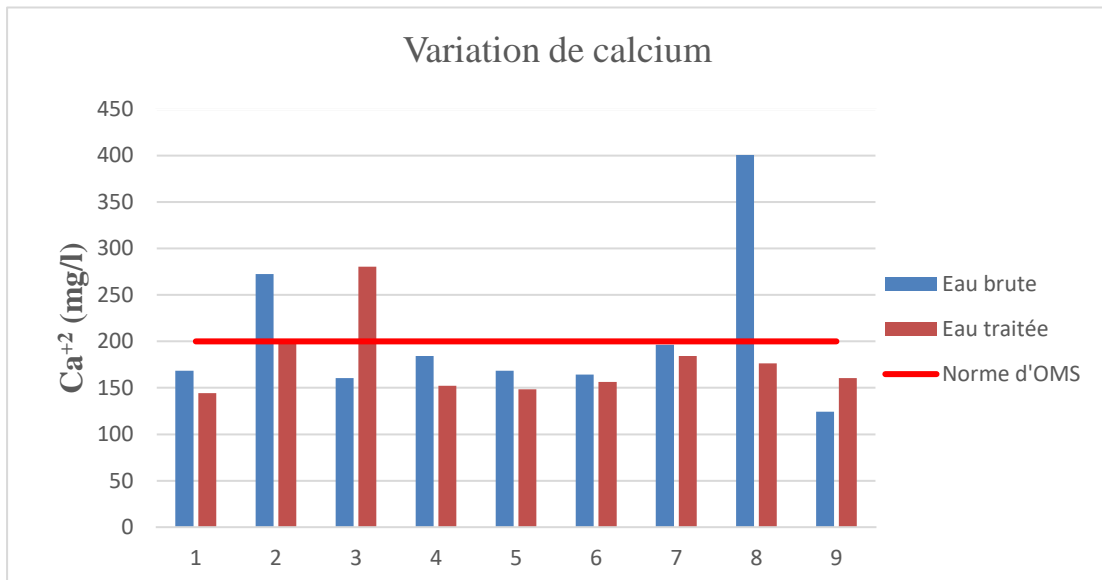


Figure. 15: Variation de calcium de l'eau brute et l'eau traitée.

Le calcium est considéré comme un composant majeur de dureté totale de l'eau, sa teneur est liée à la nature géologique des terrains traversés et il existe à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc. Sa présence dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations carbonatées CaCO_3 , soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4) (**Berne et Jean 1991**).

D'après les résultats obtenus, les teneurs de ce paramètre n'excèdent pas la valeur préconisée par l'OMS (200 mg/l), sauf les deux réservoirs de l'eau brute ; réservoir mokrane et réservoir d'abattoir, et la cité de k'sar elbzaim concernant l'eau traitée qui ont dépassé la valeur de 200 mg/l.

➤ **Magnésium (Mg^{+2})**

Le magnésium est un élément significatif de la dureté totale de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du

jurassique ou du trias moyen) et il est l'un des éléments le plus répandu dans la nature, il donne un gout désagréable à l'eau (Rodier et al. 2009).

Nos résultats montrent que tous nos échantillons n'excèdent pas la valeur priconisée par l'OMS et normes algériennes (150 mg/l) que ce soit l'eau brute ou l'eau traitée, à l'exception des deux réservoirs de l'eau brute ;

Réservoir (bordj s'nouci) et réservoir (abattoir) qui ont dépassés la norme d'OMS et normes algériennes

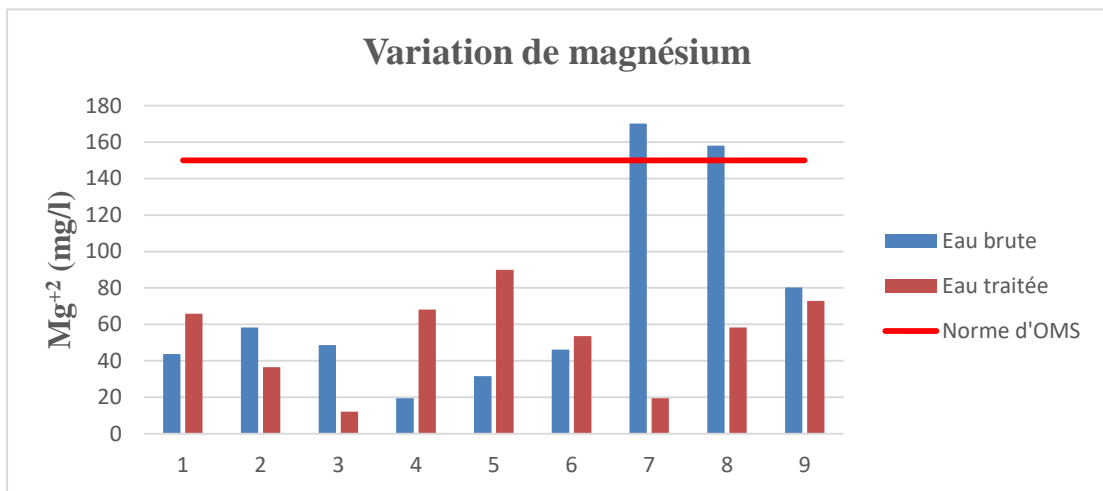


Figure. 16: Variation du taux de magnésium de l'eau brute et l'eau traitée.

➤ **Potassium (K⁺)**

Les résultats du taux de potassium sont donnés par la figure 10.

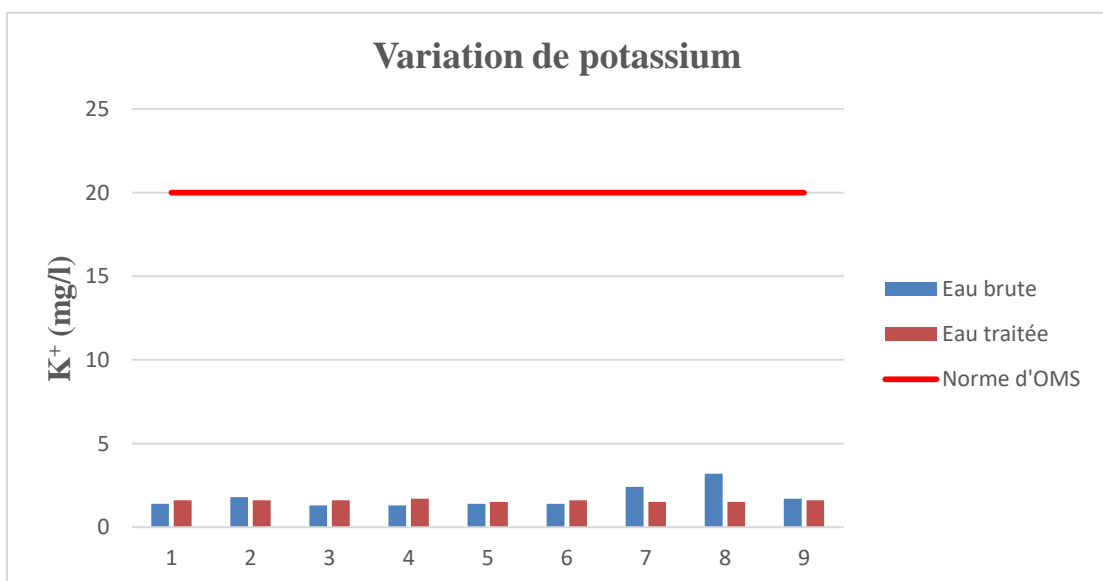


Figure. 17: Variation de potassium de l'eau brute et l'eau traitée.

Nos résultats montrent que tous les échantillons ne dépassent la norme priconcée de l'OMS et normes algériennes (20 mg/l).

➤ **Sodium (Na⁺)**

Le taux du sodium des échantillons analysés est donné par la figure 17.

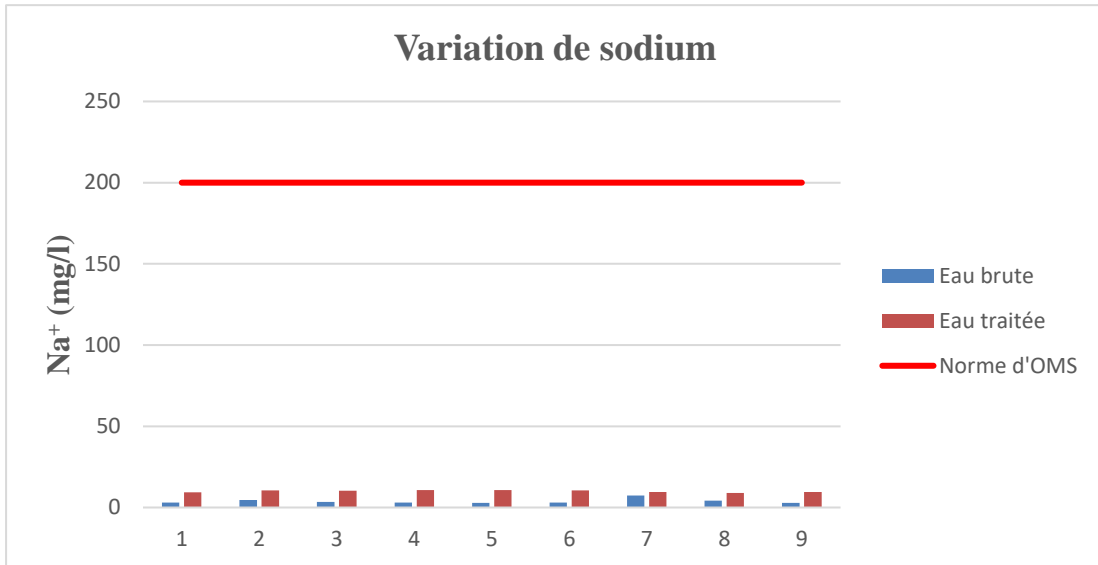


Figure. 18: Variation de sodium de l'eau brute et l'eau traitée.

Nos résultats montrent que les échantillons ne dépassent la norme priconcée de l'OMS (200 mg/l).

➤ **Nitrates (NO₃⁻)**

Les nitrates proviennent de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique). Les résultats obtenus sont donnés par la figure 18.

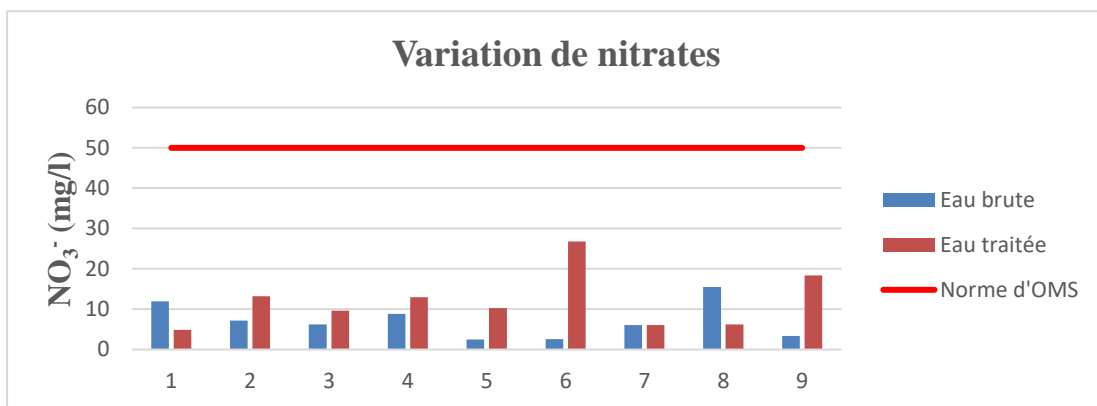


Figure. 19: Variation de nitrates de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats montrent que tous les sources d'eau brute et d'eau traitée respectent la norme d'OMS et normes algériennes (50 mg/l).

➤ **Sulfates (SO₄⁻²)**

Le sulfate est un élément chimique composé de soufre et d'oxygène, il est présent dans presque toutes les eaux naturelles. De fortes concentrations en sulfates provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable à l'eau (Vilaginès 2010).

Les résultats obtenus (figure 19) montrent que les valeurs de l'eau brute et l'eau traitée restent inférieure à celle fixée par l'OMS et normes algériennes qui est de l'ordre de 400 mg/l.

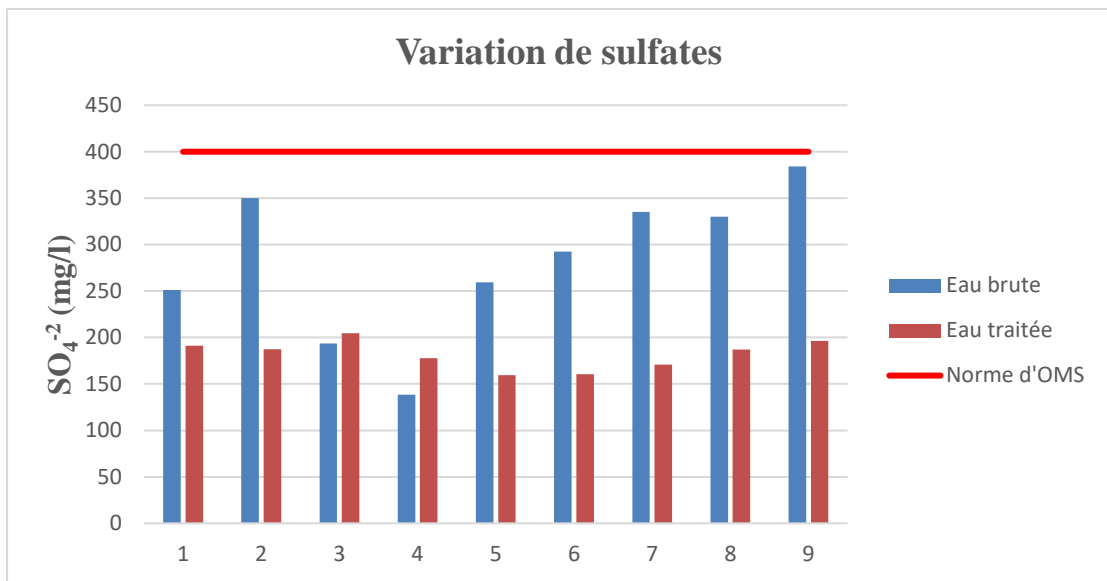


Figure. 20: Variation de sulfates de l'eau brute et l'eau traitée.

➤ **Bicarbonates (HCO₃⁻)**

Les résultats obtenus pour le dosage des bicarbonates sont donnés par la figure 20.

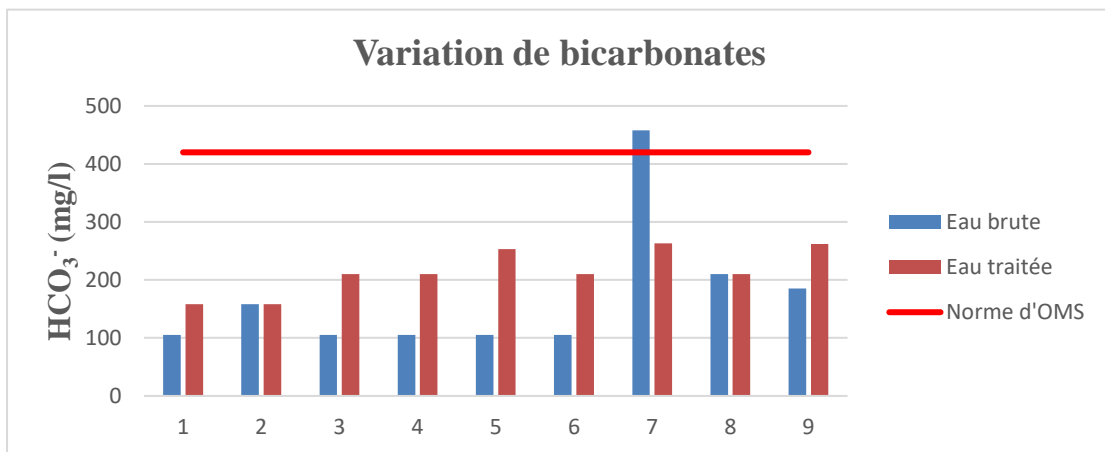


Figure. 21: Variation de bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats montrent que les valeurs de l'eau brute et l'eau traitée restent inférieures à celles fixées par l'OMS et normes algériennes (420 mg/l), sauf le réservoir bordj s'nouci de l'eau brute où la valeur est de 458 mg/l.

➤ **Nitrites (NO₂⁻)**

Les nitrites sont indicateurs de pollution et éléments toxiques. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates. Son origine est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels.

Nos résultats (figure 21) montrent des concentration nulles en nitrites. Ces données sont conformes à la norme d'OMS (0.1 mg/l).

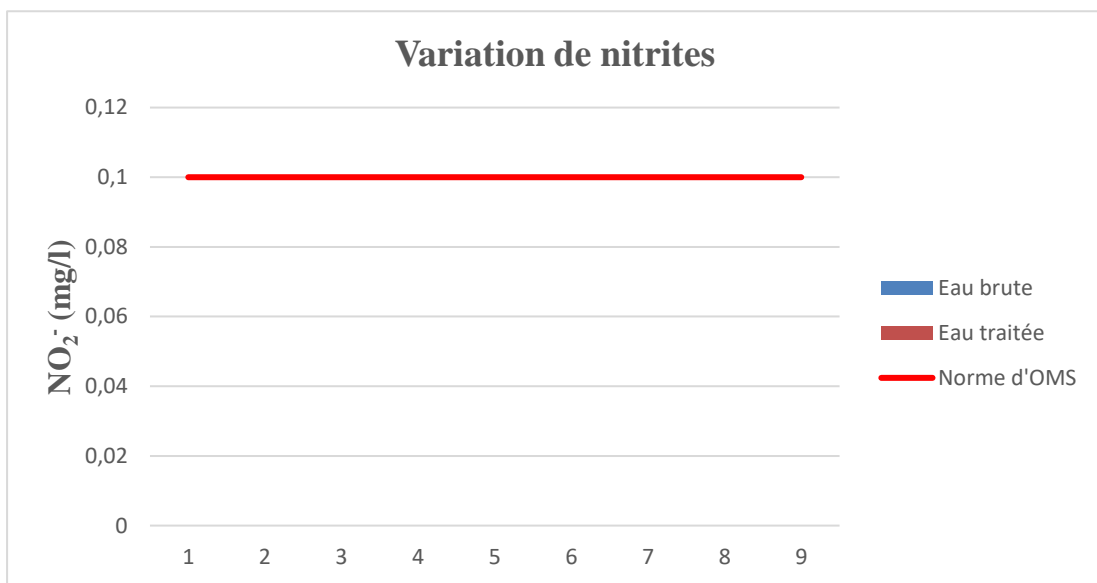


Figure. 22: Variation du taux de nitrites de l'eau brute et de l'eau traitée.

➤ **Chlorure (Cl⁻)**

Le chlorure est un sel mobile, non toxique, très répandu dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂). Un surdosage en chlorure dans l'eau, peut être à l'origine d'une saveur désagréable surtout lorsqu'il s'agit du chlorure de sodium. Au-delà d'une concentration de 200 mg/L de chlorure, des risques peuvent s'apercevoir sur le plan sanitaire (**Bouziati 2000**).

Nos résultats montrent des valeurs qui sont conformes à la norme d'OMS et normes algériennes (500 mg/l) que ce soit de l'eau brute ou l'eau traitée.

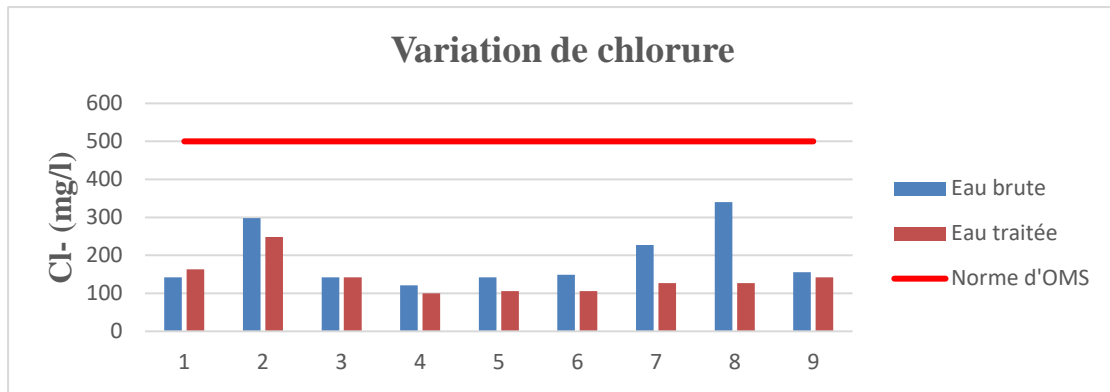


Figure. 23: Variation de chlorure de l'eau brute et l'eau traitée.

➤ Phosphates (PO_4^{3-})

Le phosphate est indispensable à tous les êtres vivants mais assez rare. Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (**Ramade 1982**). Les phosphates proviennent principalement de l'activité agricole, des eaux usées domestiques et de l'activité industrielle (**Morabbi et Souabni 2013**).

Les résultats obtenus (figure 23) montrent que les concentrations de phosphate ne dépassent pas la norme d'OMS et normes algériennes (0.5 mg/l).

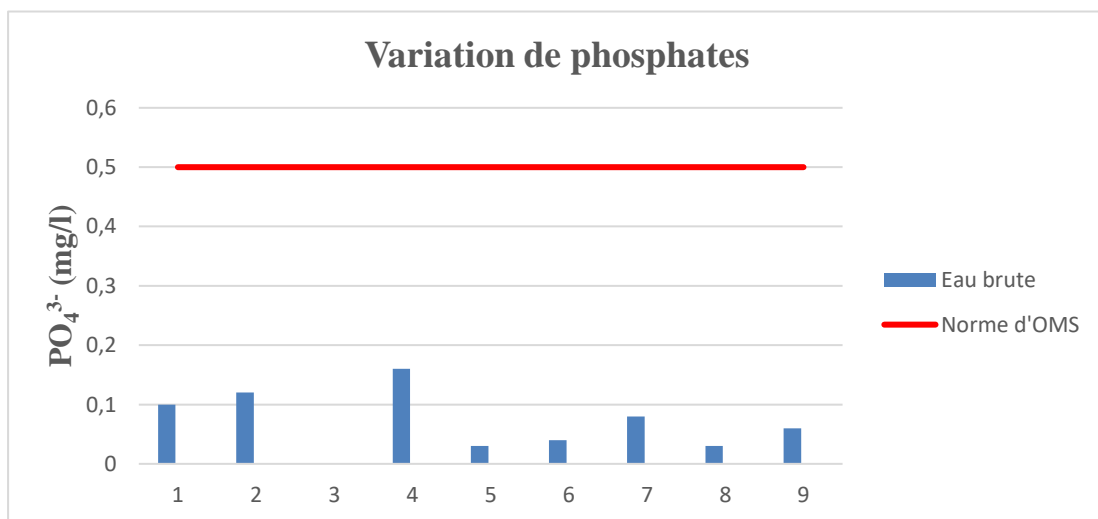


Figure. 24: Variation du taux de phosphates de l'eau brute.

➤ Fer (Fe^{2+})

Le fer est un élément indispensable au fonctionnement du corps humain (synthèse d'hémoglobines du sang), les besoins journaliers sont estimés à environ 10 mg par jour, selon l'âge et le sexe (**Potelon et zysman 1998**). Les résultats obtenus (figure 24) montrent que les

réservoirs ont tous une valeur de 0.01 mg/l, et cette dernière est conforme à la norme d'OMS et normes algériennes (0.3 mg/l).

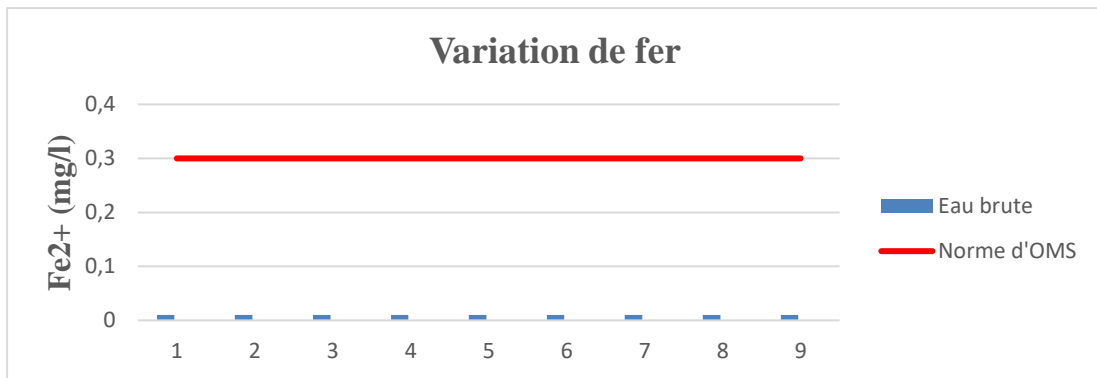


Figure. 25: Variation de fer de l'eau brute.

➤ Ammonium (NH₄⁺)

L'ammonium est un majeur indicateur de pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricoles, domestiques ou industriels (**Rodier et al. 2005**). Les résultats obtenus (figure 25) présentés montrent de faible concentration en ammonium. On constate ainsi que les eaux brutes prélevées répondent aux seuils fixés par l'OMS et normes algériennes (0,5mg/L).

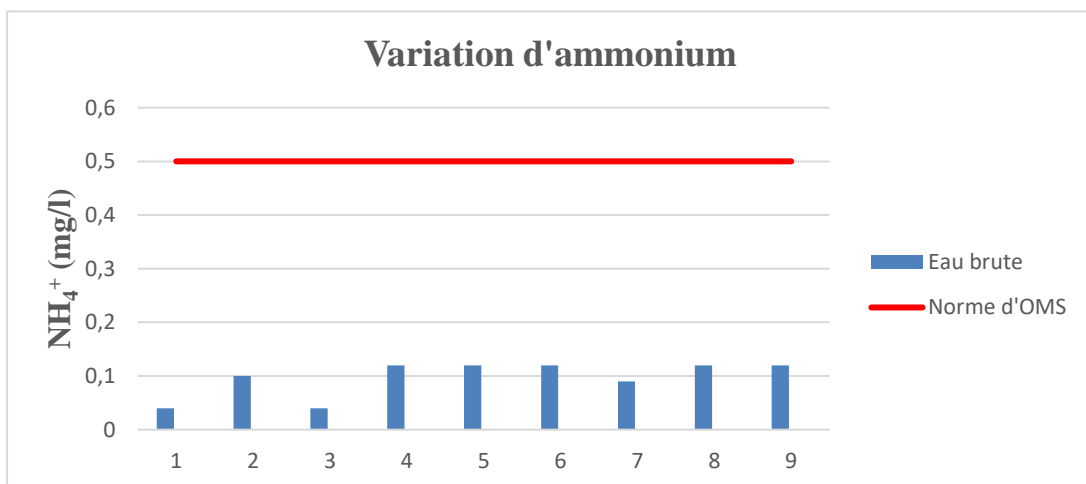


Figure. 26: Variation du taux d'ammonium de l'eau brute.

On remarque que les eaux traitées ne contiennent pas les trois derniers paramètres étudiés (phosphates, fer, ammonium) et on définit ça par l'action du traitement de chloration que les brutes ont subies : le chlore fait les éliminer de l'eau.

Les résultats des analyses physico-chimiques complètes montrent que tous les paramètres étudiés sont généralement conformes aux normes fixées par OMS et normes algériennes que ce soit pour l'eau traitée ou l'eau brute.

3.4. Comparaison des résultats avec celles d'une eau commercialisée

On a pris une bouteille d'eau minérale commercialisée en bouteille de la marque 'X'. les résultats pour cette eau sont donnés par le tableau 13.

Tableau 13. Paramètres physicochimiques de l'eau minérale de source en bouteille de la marque X.

Paramètres	Eau traitée valeur (mg/l)	Eau minérale de source (mg/l)
Na ⁺	9.4	4.8
K ⁺	1.6	1.4
pH	6.92	8.29
NO ₃ ⁻	4.84	8.35
SO ₄ ⁻²	191	35.5
TDS	729	194
Sal	0.7	0.2
Turbidité	0.817	0.165
Ca ⁺²	144.28	32.08
Fe		0.01
PO ₄ ⁻³		1.08
Cl ⁻	163	35.5
TH	630	160
Mg ⁺²	68.78	19.45

En comparant ces résultats avec celles de l'eau traitée. Nous trouvons que ce dernier est répons largement aux normes recomondées par l'**OMS** et normes algériennes. Ce qui nous permet de dire que nos échantillons de l'eau traitée sont simplement qualifiés de 'eau potable'.

4. Discussion générale

Les résultats du pH montrent que l'ensemble des échantillons de l'eau brute et de l'eau traitée est conforme à la norme faite par l'OMS et normes algériennes (6,5 – 8,5). Nous trouvons que le taux du pH des eaux traitées augmente et cela s'agit du fait de l'action du traitement de chloration aux eaux brutes ; un traitement au chlore aura tendance à faire augmenter le pH. Les résultats obtenus concordent avec ceux trouvés par **khemis (2013)** et **Nechad et al. (2014)**.

La recherche et dénombrement des germes totaux est un indicateur de contamination microbienne. Il s'agit du dénombrement total des bactéries. En effet, les résultats de dénombrement des germes totaux de l'eau brute montrent qu'il a une contamination importante au niveau du réservoir "R5" et du réservoir "R8". Ces résultats sont inférieurs à ceux d'OMS (100 UFC/ml). Concernant les eaux traitées, nous remarquons une absence totale des germes totaux, ce qui explique l'efficacité du traitement de chloration.

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux a pour but de savoir s'il y'a lieu d'une contamination fécale (**Rodier 2009**). Les résultats du dénombrement des coliformes totaux de l'eau brute montrent que le réservoir "R1", "R8" et "R9" ont un nombre d'UFC supérieur à celui recommandé par l'OMS (10 UFC/ml). Cela explique qu'il a une contamination d'origine fécale au niveau de ces trois réservoirs. Les six réservoirs restants ont marqués des nombres d'UFC mais, ces derniers ne sont pas supérieurs à ceux recommandés par l'OMS et normes algériennes, ce qui fait qu'on peut dire que ces concentrations sont pas importantes. Concernant les eaux traitées, nous remarquons une absence totale des coliformes totaux.

L'absence totale des coliformes fécaux et streptocoques fécaux que ce soit dans l'eau brute ou l'eau traitée, sauf les réservoirs "R1", "R2", "R8" et "R9" qui ont 1 UFC/ml de streptocoques fécaux. Sachant que l'OMS recommande que ces deux germes doivent être absents dans l'eau.

La recherche et le dénombrement de *Escherichia coli* indique que l'eau souterraine est contaminée par des matières fécales, tandis que dans l'eau potable traitée, la présence de *E. coli* peut indiquer que le traitement est inadéquat ou que l'eau traitée a été contaminée pendant la distribution. Nos résultats démontrent qu'il y'a une absence de *E. coli* dans l'eau brute et dans l'eau traitée, ce qui montre que la désinfection de l'eau a été bien effectuée.

La présence de Clostridium sulfito-réducteurs signifie qu'il avait une contamination ancienne de l'eau. Les résultats montrent que ces germes sont absents dans l'eau brute et dans l'eau traitée.

Dans les analyses physico-chimiques, la température est considérée comme un paramètre important car elle a une influence sur le comportement des substances composantes de l'eau. Les valeurs de température enregistrées sont inférieures à la norme exigée par OMS (25°C). Ces températures sont proches de la température ambiante et indiquent une origine peu profonde de l'eau étudiée (**Belghiti et al. 2013**).

La conductivité électrique traduit ce qu'on appelle la minéralisation d'une eau ; la concentration en sels dissous, donc les fortes valeurs de conductivité électrique correspondent à des valeurs élevées en sels dissous (**Rodier 2009**). Les analyses effectuées montrent que la conductivité électrique de l'ensemble des échantillons des eaux traitées est en dessous de la norme proposée par l'OMS (2000 $\mu\text{s/cm}$) . Au contraire, les échantillons des eaux brutes ont marquées des valeurs supérieures à celle recommandées par l'OMS. Le réservoir "R2" a une valeur de 2447 $\mu\text{s/cm}$, le réservoir "R7" a une valeur de 2281 $\mu\text{s/cm}$ et le réservoir "R8" a une valeur de 3050 $\mu\text{s/cm}$, ce qui signifie que la concentration en sels dissous dans ces trois réservoirs est trop élevée.

La TDS (la concentration totale des substances dissoutes), recouvre également les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluant 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 et quelques matières organique. Les teneurs relevées sont en dessous de la norme de potabilité exigée par l'OMS(500-1500mg/L), à l'exception du réservoir "R8" où la teneur était au dessus de la norme (1530 mg/l), ce qui signifie que la teneur de ce dernier en sels inorganiques est trop élevée.

En ce qui concerne la salinité, nos résultats montrent des valeurs inférieures aux normes de l'OMS et normes algériennes (1 mg/l), traduisant ainsi les propriétés des eaux traitées. Les eaux brutes montrent des valeurs acceptables, à l'exception de trois réservoirs, réservoir "R2", réservoir "R7" et réservoir "R8" où ces valeurs sont supérieures à la norme.

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: argile, limons, grains de silice, matières organiques,...etc. Nos résultats montrent que

les sources étudiées répondent à la norme exigée par l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine (5 NTU).

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (Rodier., 2009). Un degré de dureté trop élevé favorise la prolifération des algues (Eutrophisation) alors qu'un degré trop faible empêche la croissance des plantes aquatiques. Les valeurs enregistrées pour les eaux brutes et les eaux traitées sont supérieures à la norme exigée par l'OMS (20°F). L'augmentation de la dureté est liée essentiellement aux terrains Calcaires et gypseux.

Le calcium est un alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonate. Nos résultats montrent que les concentrations de calcium pour les eaux brutes et eaux traitées étudiées ne dépassent pas la norme admissible par OMS (200mg/L), à l'exception du réservoir "R2" et réservoir "R8" concernant les eaux brutes, et la cité de "ksar elbzaim" concernant les eaux traitées qui ont de valeurs supérieures à la norme.

Pour le magnésium, sa variation dans l'eau dépend de son état de solubilités, en suspension ou complexe. Par ailleurs, sa solubilité dépend du pH, de l'oxygène dissous et de la présence d'agent complexant. Le magnésium donne un goût désagréable à l'eau potable. Les résultats obtenus dans les eaux brutes et eaux traitées sont en accord avec la norme admissible par l'OMS (150mg/L), à l'exception des deux réservoirs "R7" et réservoir "R8" qui ont de valeurs dépassent la norme.

En ce qui concerne le potassium et sodium, les résultats montrent que les valeurs des eaux brutes et des eaux traitées sont conformes à la norme.

Les faibles teneurs relevées des phosphates et éléments azotés (nitrites, nitrates et ammonium) reflètent la bonne qualité de ces sources. Donc moins de lessivage de produits dans le sol.

Les teneurs des sources en sulfate issues traduisant probablement l'appauvrissement des terrains, une moindre activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, ... etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H₂S) toxique en sulfate. Les valeurs de nos échantillons montrent des valeurs en dessous ce celle recommandée par l'OMS.

Les chlorures possèdent des caractéristiques différentes de celles des autres éléments. Il n'est pas adsorbé par les formations géologiques, ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobile. Les valeurs enregistrées dans notre étude indiquent que nos sources sont à l'abri de toute pollution naturelle ou anthropique. Les normes de l'OMS et normes algériennes sont trois fois plus importantes que les valeurs relevées.

En ce qui concerne le fer, les résultats obtenus montrent la pauvreté des sources en cet élément, connu comme abondant surtout dans les roches sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures. Par ailleurs, La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer où corrodent les canalisations (Belghiti et al.,2013). Nos résultats sont inférieurs à la norme exigée par l'OMS et normes algériennes (0.3 mg/L).

Conclusion

La présente étude avait pour objectif d'étudier de la qualité physico-chimique et bactériologique de 9 sources d'eau brutes et 9 sources d'eau traitée situées dans la Wilaya de Laghouat.

Du point de vue physicochimique, une différence notable dans les teneurs mesurées de chaque paramètre étudié. Dans la majorité des cas, l'eau traitée est considérée comme une eau équilibrée et répond aux normes de l'OMS. Néanmoins, seules les valeurs de la dureté dépassent les normes guides de l'OMS concernant l'eau brute.

Du point de vue bactériologique, les résultats obtenus montrent une absence totale de tout les germes recherchés dans les eaux traitées, ce qui signifie que l'eau traitée distribuée au niveau de la wilaya est potable. Quand il s'agit de l'eau brute, on peut dire que cette dernière n'est pas trop contaminée, mais elle contient des traces des bactéries ce qui remet sa potabilité en question. C'est pour cela qu'il est toujours recommandé de faire passer les eaux brutes au traitement de chloration afin d'être potable. L'ensemble des sources des eaux brutes ont marquées des concentrations élevées pour les coliformes totaux et quelques traces de streptocoques fécaux et des germes totaux, sachant que la présence des germes totaux signifie qu'il avait une contamination ancienne.

En guise de conclusion nous pourrons dire que :

Les sources des eaux traitées sont de bonne qualité ;

Les sources des eaux brutes sont contaminées, mais un traitement adéquat peut améliorer la qualité bactériologique de cette eau ;

Le réservoir "abattoir" est de mauvaise qualité bactériologique et même physico-chimique, son eau pose un problème pour la consommation humaine, et nécessite un curage efficace.

En perspectives :

Etaler la période d'étude, rechercher d'autres germes à savoir : les salmonelles, les parasites, les levures et moisissures, dosage des contaminants chimiques tels que les métaux lourds et les pesticides, rechercher des descripteurs indicateurs de perturbation.

En recommandations :

Appliquer les consignes de l’OMS qui limitent la périphérie de la source d’au moins 150m.

Contrôle continu de la qualité des sources par les autorités en charge.

S’assurer de bien séparer les systèmes d’évacuation des eaux usées.

Réglementer l’émission des pesticides et des fertilisants dans les terres agricoles, afin d’éviter le risque de contamination de ces eaux souterraines.

Sensibiliser la population des dangers de la consommation directe de l’eau non traitée.

Etablir les normes nationales de la qualité des eaux de consommation.

Références bibliographiques

"National Drinking Water Quality Standards," Government of Nepal, 2005.

"The United States Environment Protection Agency," 4 October 2021. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/dwreginfo/drinking-waterregulations>. [Accessed 12 October 2021].

"United States Environmental Protection Agency," [Online]. Available: <https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms59.html>. [Accessed 15 October 2021].

À SHIKLOMANOV and RODDA.J. C - World Water Resources at the Beginning of the Twenty-First Century, Cambridge University Press, 2003.

Achour. S, Guergazi. S, Guesbaya. N, Seghairi. N, and Youcef. L, "Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles," LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/EISSN 2521-9782, no. 1, 2002.

Adam.M. R, M.H.D. Othman, R.o.A. Samah, M.H. Puteh, A.F. Ismail, A. Mustafa, M. A. Rahman, J. Jaafar, Current trends and future prospects of ammonia removal in wastewater: a comprehensive review on adsorptive membrane development, Separat. Purificat. Technol. (2019) 213114–213132.

Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (2010) Fiche Piratox no 5 Suffocants et phosphine. Disponible sur <https://www.ansm.sante.fr/Dossiers/Biotox-Piratox-Piratome/Fiches-Piratox-Piratome-de-prise-en-charge-therapeutique/> (offset)/4 (Dernier accès le 7 septembre 2020).

Akinyemi, Babatope E., Abbyssinia Mushunje, and Ayodele E. Fashogbon. "Factors explaining household payment for potable water in South Africa." Cogent Social Sciences 4.1 (2018): 1464379.

Akkari, Douha. "L'apport du système d'information géographique (SIG) dans la définition des zones de potentiel hydrique dans le bassin versant Abou Ali (Liban Nord)." Journal of Alpine Research| Revue de géographie alpine 4 (2022).

AL Camargo-Perea, EA Serna-Galvis, Lee. J, RA Torres-Palma, Comprendre les effets de la matrice d'eau minérale sur la dégradation de plusieurs produits pharmaceutiques par ultrasons: influence de la structure chimique et de la concentration des polluants, Ultrason. Sonochem. 73 (2021) 105500, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105500>.

Aldous, A., Fitzsimons. J, Richter. B et Bach. L. 2011. Sécheresses, inondations et écosystèmes d'eau douce : évaluer les impacts du changement climatique et élaborer des stratégies d'adaptation. Marine & Fresh water Research 62: 223. <https://doi.org/10.1071/MF09285>

- Almendros, G, Guadalix, M, Gonzalez-Vila, F, and Martin, F,** "Preservation of aliphatic macromolecules in soil humins," *Organic Geochemistry*, vol. 24, no. 6-7, pp. 651-659, 1996.
- Al-Rawi, S.M., 2017.** Introducing sand filter capping for turbidity removal for potable water treatment plants of Mosul /Iraq. *Afr. J. Water Conservation Sustainability* 5 (1), 167–175.
- Argaud, Pierre-Olivier Philippe.** "Dégradation du chlore résiduel libre en fonction des caractéristiques des conduites dans un réseau de distribution d'eau potable." (2022).
- Attorp, Adrienne.** "Agricultural Pollution and Waterways on the Island of Ireland: Towards Effective Policy Solutions." *Water* 14.4 (2022): 528.
- Auckenthaler, A et al.,** "Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable," Office fédéral de la santé publique (OFSP), 2010.
- AZONNAKPO, Olivier V., Euloge K. AGBOSSOU, and Taofiki AMINOU.** "Influence de la Pollution de l'Eau sur la Sante des Populations dans le delta de l'Oueme." *International Journal of Progressive Sciences and Technologies* 21.1 (2020): 212-222.
- Babu RV, Cardenas V, Sharma G (2008)** Acute respiratory distress syndrome from chlorine inhalation during a swimming pool accident: a case report and review of the literature. *J Intensive Care Med* 23:275–80.
- Beaulieu, Philippe, and Bénédicte Fisset.** "Eau du robinet: une exigence de qualité...." *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 44.6 (2009): 294-301.
- Befolo Abina, Francine Flore.** "BILAN DE LA CONSOMMATION D'EAU DU CAMPUS ARLON ET RECHERCHE DE SOLUTIONS." (2022).
- Befolo Abina, Francine Flore.** "BILAN DE LA CONSOMMATION D'EAU DU CAMPUS ARLON ET RECHERCHE DE SOLUTIONS." (2022).
- Bertoldi, Crislaine, et al.** "First evidence of microplastic contamination in the freshwater of Lake Guaíba, Porto Alegre, Brazil." *Science of The Total Environment* 759 (2021): 143503.
- Boeglin, J.C, 2000.** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine, Edition France. 3-4- 5p.
- Boudia, A et Bouameur, A. 2016,** Caractérisation hydro chimique et qualité des eaux souterraines de la nappe karstique de saïda. Mémoire de master. Université dr. Moulay tahar de saïda.
- Bullock, A., et Acreman. M. 2003.** Le rôle des zones humides dans le cycle hydrologique. *Discussions sur l'hydrologie et les sciences du système terrestre* 7: 358–389
- Cave, S.** River Pollution: Background and Summary of Potential Issues; Northern Ireland Assembly: Belfast, UK, 2016.
- Chhillar, Nidhi, and Varun Joshi.** "Spring water quality analysis using water quality index and geospatial technology in Takoli Gad Watershed, Tehri Garhwal, Uttarakhand, India."
- Collard, Anne-Laure.** "De l'eau de pluie à l'eau du robinet: étude d'une transformation discrète dans le Sertão (Brésil)." *VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement* 19.2 (2019).

DABAT.M. H, AUBRY. C et RAMAMONJISOA. J, Agriculture urbaine et gestion durable de l'espace d 'Antananarivo. La revue.org en économie Rural, (2006) 294 -295.

Dauphas. N, Nature 541, 521 (2017).

DE MARSILY. G - L'eau, un trésor en partage, Dunod, 2009.

Degrémont. S, "Mémento technique de l'eau. Le tome 1, 2," Degrémont Suez, 2005.

Diop, Cheikh, et al. "Approvisionnement en eau dans la commune des Parcelles Assainies de Dakar (Sénégal): perception de la qualité et pratiques des populations." Article European Scientific Journal, ESJ, Edition 17.7 (2021).

DJADE, Péhégninon Junior Ophélie, et al. "Evaluation du niveau de contamination des eaux souterraines par les éléments traces dans le département de Zouan-Hounien (Ouest de la Côte d'Ivoire)." Journal of Applied Biosciences 150 (2020): 15457-15468.

Doody, D.G.; Augustenborg, C.A.; Withers, P.J.; Crosse, S. A systematic map protocol: What evidence exists to link agricultural practices with ecological impacts for Irish waterbodies? Environ. Evid. 2015, 4, 14.

Doré. M, Chimie des oxydants et traitement des eaux. Technique et Documentation Lavoisier, 1989.

DUCHARNE, Agnès ; LAVAL, Katia. 4. Le cycle de l'eau In : L'eau à découvert [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2015 (généré le 17 avril 2022).

Durliat, Guy, Jean-Louis Vignes, and J. N. Joffin. "L'eau de Javel: sa chimie et son action biochimique." Bulletin de l'union des physiciens 91 (1997): 451-71.

EUZEN, Agathe (dir.) ; JEANDEL, Catherine (dir.) ; et MOSSERI, Rémy (dir.). L'eau à découvert. Nouvelle édition [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2015 (généré le 17 avril 2022).

Falconer, I. R. (2006). Are Endocrine Disrupting Compounds a Health Risk in Drinking Water? International Journal of Environmental Research and Public Health, 3(2), 180–184.

Gibson, Jacqueline MacDonald, et al. "Early life lead exposure from private well water increases juvenile delinquency risk among US teens." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119.6 (2022): e2110694119.

Grasset. O, Castillo-Rogez. J, Guillot. T, Fletcher. L.N, Tosi. F, Space Sci. Rev. 212, 835 (2017).

Grosclaude, G, 1999. L'eau tome II usages et polluants. Paris : INRA, 210p.

Happonen, M., Koivusalo, H., Malve, O., Perkola, N., Juntunen, J., & Huttula, T. (2016). Contamination risk of raw drinking water caused by PFOA sources along a river reach in south-western finland. *Science of the Total Environment*, 541, 74-82.

Hartemann P., (2004). Contamination des eaux en milieu professionnel, EMCToxicologie Pathologie, Elsevier, PP : 63–78.

Hartmann. L, Ciesla. F, Gressel. O, Alexander. R,Space Sci. Rev. 212, 813 (2017).

Hoellein. T, Rojas. M, Pink. A, Gasior. J, Kelly. J, Anthropogenic litter in urban freshwater ecosystems: distribution and microbial interactions, *PloS one* 9 (2014) e98485.

Hossu, CA, I.-C. Iojay, DA Onose, MR Nitaÿ, A.-M. Popa, O. Talabaÿ, et L. Inostroza. 2019. Appréciation des services écosystémiques des lacs urbains en Roumanie Synergies et compromis entre utilisateurs multiples. *Services écosystémiques* 37ÿ: <https://doi.org/10.1016/j. ecoser.2019.100937>

Huq, A *et al.*, « A simple filtration method to remove plankton-associated *Vibrio cholerae* in raw water supplies in developing countries », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 62, n° 7, juillet 1996, p. 2508–2512 (PMID 8779590, PMCID 168033, lire en ligne [archive], consulté le 7 juin 2012).

Huynh Tuong A, Despréaux T, Loeb T, et al (2019) Emergency management of chlorine gas exposure: a systematic review. *Clin Toxicol* 57:77–98.

Jean-Louis Montastruc, Patrice Queneau, Sur la demande d'avis relatifs à l'autorisation pour la communauté urbaine du Grand Nancy d'exploiter une eau minérale naturelle pour l'alimentation en eaux d'un centre thermal au titre de l'article L 1322-1 du code de la santé publique, *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, Volume 198, Issues 4–5, 2014, Pages 859-865, ISSN 0001-4079,

Jermann. D, Pronk. W, Boller. M, Mutual Influences between Natural Organic Matter and Inorganic Particles and Their Combined Effect on Ultrafiltration Membrane Fouling, *Environ. Sci. Technol.* 42 (24) (2008) 9129–9136.

Kabir, Mohammad Mahbub, et al. "Salinity-induced fluorescent dissolved organic matter influence co-contamination, quality and risk to human health of tube well water, southeast coastal Bangladesh." *Chemosphere* 275 (2021): 130053.

Katshil, Patrick Mweb, Nissi Nansong Yav, and Jean Luc Kashala. "Étude comparative sur la qualité de l'eau produite aux usines de la REGIDESO du centre de Kolwezi à celle distribuée aux abonnés: Cas du quartier Mununka dans la commune de Manika, Ville de Kolwezi, RD Congo." *International Journal of Innovation and Applied Studies* 35.1 (2021): 153-164.

Lardy-Fontan. S, Le Diouron. V, Drouin. C, Lalere. B, Vaslin-Reimann. S, Dauchy. X, Rosin. C, Validation d'une méthode de surveillance de l'occurrence de 20 produits pharmaceutiques et produits de soin dans 167 eaux en bouteille, *Sci. Environ.* 587–588 (2017) 118–127, <https://doi.org/10.1016/j. scitotenv.2017.02.074>.

Madigan M., Martinko J., (2007). *Biologie des microorganismes*, 11ème édition, Pearson.éducation, Paris, PP : 918-932.

Maiga, S. A, 2005. Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako. Evaluation saisonnière, Thèse de doctorat en Pharmacie, Bamako, 77p.

Manu, A., Santhanakrishnan, V., Rajaram, S., & Ravi, P. M. (2014). Concentration of natural radionuclides in raw water and packaged drinking water and the effect of water treatment. *Journal of Environmental Radioactivity*, 138, 456-459.

Marron, Emily L., et al. "A tale of two treatments: the multiple barrier approach to removing chemical contaminants during potable water reuse." *Accounts of chemical research* 52.3 (2019): 615-622.

Mary.H. W, Rena.R. J, Jean.D. B, Theo.M. K, Peter.J. W, Bernard.T. N, Cristina.M. V, Simone.G. B, Drinking water nitrate and human health: an updated review, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 15 (2018) 1557–1569.

Mashallah. R, Ali. G, Saeed. S, Ali. K, Numerical modeling and optimization of wastewater treatment using porous polymeric membranes, *Polym. Eng. Sci.* (2013) 1272–1278.

Merlet. N, "Contribution à l'étude du mécanisme de formation des trihalométhanes et des composés organohalogénés non volatils lors de la chloration de molécules modèles," Poitiers, 1986.

Migwi, Francis Kigera, Joanne Atieno Ogunah, and John Mburu Kiratu. "Occurrence and spatial distribution of microplastics in the surface waters of Lake Naivasha, Kenya." *Environmental Toxicology and Chemistry* 39.4 (2020): 765-774.

Milous. H, "Modélisation par la méthode numérique de la dynamique des fluides du procédé de désinfection des eaux par les rayonnements ultraviolets (UV)," 2011.

Mockler, E.M.; Deakin, J.; Archbold, M.; Gill, L.; Daly, D.; Bruen, M. Sources of nitrogen and phosphorus emissions to Irish rivers and coastal waters: Estimates from a nutrient load apportionment framework. *Sci. Total Environ.* 2017, 601, 326–339.

mondiale de la Santé, Organisation. "Élaboration de réglementations et normes pour la qualité de l'eau de boisson: orientations générales avec un accent particulier sur les pays dotés de ressources limitées." (2022).

OKI. T and KANAE. S - Global Hydrological Cycles and World Water Resources, Science, 2006.

OMS, Utilisation des eaux usées en agriculture, (2012) 254 p.

Ouardi, D et Bouras, A. 2016, Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique du mélange d'eaux d'Ain Skhouna et Ain Zerga et impact environnemental .mémoire master. Université de Moulay Tahar de Saïda.

Pecora JD, Sousa-Neto MD, Estrela C. Soluções irrigadoras auxiliares do preparo do canal radicular. In: *Endodontia - Princípios biológicos e mecânicos.* Estrela C, Figueiredo JAP. Eds. São Paulo: Artes Médicas; 1999. p 552-569.

Perth W.A. (2016) What is Raw Water?. Vintage Road Haulage. <http://www.vintageroadhaulage.com.au/faq/what-is-raw-water/> [archive]

Peslier A. H. , Schönbächler. M, Busemann. H, Karato. S.-I, *Space Sci. Rev.* 212, 743 (2017).

Pétrier. C, Torres-Palma. R, Combet. E, Sarantakos. G, Baup. S, Pulgarin. C, Dégradation sonochimique améliorée du bisphénol-A par les ions bicarbonate, *Ultrason. Sonochem.* 17 (1) (2010) 111–115, <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.05.010>.

Poudel, Diwash, et al. "Comparison of Machine Learning Algorithms in Statistically Imputed Water Potability Dataset."

POURIAS. P. A. C., L'agriculture urbaine fait déjà partie du métabolisme urbain, (2013) 145 p.

Quattrini. S, Pampaloni. B, Maria. B. Eaux minérales naturelles : chimiques caractéristiques et effets sur la santé, Clin. Cas Mineur. Bone Metab. 13 (2016) 173–180. <https://doi.org/10.11138/ccmbm/2016.13.3.173>.

Rambau, Lutendo D., Paul T. Mativenga, and Annlizé L. Marewick. "A framework to assess circularity of potable water through its lifecycle." *Procedia CIRP* 105 (2022): 501-506.

Rejsek. F. "Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d'Aquitaine. Coll. Biologie technique," Sciences et techniques de l'environnement, 2002.

Robins, L.; Burt, T.P.; Bracken, L.J.; Boardman, J.; Thompson, D.B.A. Making water policy work in the United Kingdom: A case study of practical approaches to strengthening complex, multi-tiered systems of water governance. *Environ. Sci. Policy* 2017, 71, 41–55.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005) L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats.. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

Rodier, J et al. 2009, L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition entièrement mise à jour. Paris : Éd. Dunod, ISBN : 978-2-10-054179-9, 1526p.

Roy, Misha, and Farzana Shamim. "Research on the impact of industrial pollution on River Ganga: A Review." *International Journal of Prevention and Control of Industrial Pollution* 6.1 (2020): 43-51.

Su, Lei, et al. "Microplastics in taihu lake, China." *Environmental Pollution* 216 (2016): 711-719.

Talhaoui, Abdelghani, et al. "Calcul de L'Indice de Qualité de l'Eau (IQE) pour l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux superficielles de L'Oued Moulouya (NE, Maroc)." *European Scientific Journal ESJ* 16.2 (2020).

Tata-Ducru F. (2009) : dessalement de l'eau de mer : bilan des dernières avancées technologiques ; bilan économique : analyse critique en fonction des contextes. Agro paris tech ; institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement paris institue of technology for life food and environmental sciences.

Tchobanoglous. G, Burton.F. L, and Stensel.H. D, Wastewater engineering treatment and reuse (no. 628.3 T252s). Boston, US: McGraw-Hill Higher Education, 2003.

THIERRIN. J, STEFFEN. P , Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines , Porrentury.2001.

Tomscha, SA, SE Gergel et MJ Tomlinson. 2017. L'organisation spatiale des services écosystémiques dans les plaines fluviales inondables. *Écosphère* 8 : <https://doi.org/10.1002/ecs2.1728>

- TRENBERTH. K. E, SMITH. L, QIAN. T, DAI. A and FASULLO. J** - Estimates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data, *J. of Hydrometeorology*, Vol. 8, 2007.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA).**, "Guidelines for Water Reuse 2012," U.S. Environmental Protection Agency (EPA)., Washington, D.C., 2012. Accessed: Mar. 09, 2021. [Online]. Available: www.epa.gov.
- Van Grinsven, H.J.M.; Ten Berge, H.F.M.; Dalgaard, T.; Fraters, B.; Durand, P.; Hart, Hofman. A, G.; Jacobsen, B.H.; Lalor, S.T.; Lesschen, J.P.; et al.** Management, regulation and environmental impacts of nitrogen fertilization in northwestern Europe under the Nitrates Directive; A benchmark study. *Biogeosciences* 2012, 9, 5143–5160.
- Vecchio, Kévin Del, and Marcel Kuper.** "La mise en visibilité des eaux souterraines au Maroc: un processus historiquement lié aux politiques de développement de l'irrigation." *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* 12.3 (2022).
- Vilagines R.**, 2010. *Eau environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie*, 3^{ème} édition. Pp 1-178.
- Villegas-Guzman. P, Silva-Agredo. J, ALAL Giraldo-Aguirre, Florez-Acosta. O, Petrier. C, RARA Torres-Palma,** Effets d'amélioration et d'inhibition des matrices d'eau lors de la dégradation sonochimique de l'antibiotique dicloxacilline , *Ultrason. Sonochem.* 22 (2015) 211-219, [https:// doi.org/10.1016/j. ultsonch.2014.07.006](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.07.006).
- Vital, Santsa Nguéfack Charles, Ndjouenkeu Robert, and Ngassoum Martin Benoît.** "Pollution De L'eau De Consommation Humaine Et Risques Sanitaires A Court Terme: Cas Du Bassin Versant De La Menoua (Ouest-Cameroun)." *European Scientific Journal, ESJ* 14.3 (2018): 96-117.
- Wang, Wenfeng, et al.** "Microplastics pollution in inland freshwaters of China: a case study in urban surface waters of Wuhan, China." *Science of the Total Environment* 575 (2017): 1369-1374.
- Warsinger, David M., et al.** "A review of polymeric membranes and processes for potable water reuse." *Progress in polymer science* 81 (2018): 209-237.
- World Health Organization, 2007** "pH in Drinking-water,"
- World Health Organization, 2017.** "WATER QUALITY AND HEALTH - REVIEW OF TURBIDITY: Information for regulators and water suppliers,"
- Xiang. S, Liu. Y, Zhang. G, Ruan. R, Wang. Y, Wu. X, Zheng. H, Zhang. Q, Cao. L,** New progress of ammonia recovery during ammonia nitrogen removal from various wastewaters, *World J. Microbiol. Biotechnol.* 36 (2020) 144–164.
- Zella, L, 2007.** *L'eau pénurie ou incurie*. Alger : Office des publications universitaires, 144p.

Annexes

Composition des milieux de cultures utilisés lors de la manipulation

Milieu BCPL

- Peptone : 5,0 g
- Extrait de viande de bœuf : 3,0 g
- Lactose : 10,0 g
- Pourpre de bromocrésol : 25 mg
- Agar : 15
- pH = 6,8

Milieu Bouillon ROTHE

- Polypeptone : 20,0 g
- Glucose : 5,0 g
- Sodium chlorure : 5,0 g
- Phosphate monopotassique : 2,7 g
- Phosphate dipotassique : 2,7 g
- Azide de sodium : 0,2 g
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $6,8 \pm 0,2$.

Milieu Viande-Foie glucosée – Gélose

- Peptone viande-foie : 30,0.
- Glucose : 2,0.
- Amidon soluble : 2,0.
- Sulfite de sodium : 2,5.
- Citrate ferrique ammoniacal : 0,5.
- Agar agar : 11,0.

- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $7,6 \pm 0,2$.

Milieu Gélose TGEA

- Tryptone 5,00 g
- Extrait de viande 3,00 g
- Glucose 1,00 g
- Agar 15,00 g
- pH final à 25°C : $7,0 \pm 0,2$

Titre du mémoire : Caractérisation microbiologique et physicochimique des eaux potables de distribution publique dans la ville de laghouat

Nom: BENSAAD **Prénom:** aymen

Encadreur: Pr. GOUDJAL Yacine

Résumé :

L'eau est un aliment essentiel pour la vie. Elle est susceptible de se modifier par suite des réactions physiques, chimiques ou bactériologiques. Avant d'arriver jusqu'à notre robinet, l'eau subit des traitements pour être potable. Souvent calcaire, elle entartre les appareils électroménagers et assèche la peau. Le présent travail nous a permis d'observer toutes les étapes de traitement. Ces procédés permettent d'améliorer significativement la qualité de l'eau brute. L'usage de réactifs chimiques ne va pas sans poser certaines difficultés. Pour des raisons de distribution des eaux de consommation, il est nécessaire de procéder à la désinfection chaque fois qu'il est nécessaire c'est-à-dire pendant chaque réparation de branchement ou infiltration. Selon l'étude effectuée dans la station des eaux, il est clairement démontré par les analyses physico-chimiques que l'eau traitée est conforme à la réglementation de l'OMS et les normes algériennes. Les analyses bactériologiques montrent que cette eau est de bonne qualité bactériologique. Donc l'eau traitée au niveau de cette station répond aux normes de potabilité et peut être consommée par les citoyens. Sa distribution ne dépend pas uniquement d'un service donnée, mais de la collaboration entre les services de contrôle, d'exploitation du réseau, de désinfection et les consommateurs. Au cours de notre travail, nous avons effectué un comparatif avec une eau minérale commercialisée en bouteille. Nous sommes arrivés à la conclusion que l'eau du robinet respecte les normes et est sans danger pour le consommateur même en ayant des taux de sels minéraux ou de turbidité plus élevés que les eaux du commerces. En conclusion, nous attestons du respect de la réglementation et du suivi de l'eau tout au long du traitement jusqu'à son arrivée dans nos foyers par l'organisme de l'ADE.

Mots clés : Eau potable, Eau brute, analyses microbiologiques, analyses physicochimiques, Laghouat.

عنوان المذكرة : التوصيف الميكروبيولوجي والفيزيائي الكيميائي لمياه الشرب من التوزيع العام في مدينة الأغواط
اللقب بن ساعد
الاسم : ايمن
المؤطر : ب. فوجال ياسين
ملخص :

الماء غذاء أساسي للحياة. من المحتمل أن يتغير نتيجة التفاعلات الفيزيائية أو الكيميائية أو البكتريولوجية. قبل الوصول إلى حنفيتنا ، يخضع الماء للعلاج حتى يصبح صالحًا للشرب. غالبًا ما تكون كلسية ، فهي تقشر الأجهزة المنزلية وتجفف الجلد. سمح لنا هذا العمل بمراقبة جميع خطوات المعالجة. تعمل هذه العمليات على تحسين جودة المياه الخام بشكل كبير. استخدام الكواشف الكيميائية لا يخلو من الصعوبات. لأغراض توزيع مياه الشرب ، من الضروري إجراء التطهير عند الضرورة ، أي أثناء كل توصيل أو إصلاح تسلل. وفقا للدراسة التي أجريت في محطة المياه ، تبين بوضوح من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن المياه المعالجة تتوافق مع أنظمة منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية. تظهر التحليلات البكتريولوجية أن هذه المياه ذات جودة بكتريولوجية جيدة. لذلك فإن المياه المعالجة في هذه المحطة تلبى معايير مياه الشرب ويمكن أن يستهلكها المواطنون. لا يعتمد توزيعها فقط على خدمة معينة ، ولكن على التعاون بين التحكم وتشغيل الشبكة وخدمات التطهير والمستهلكين. خلال عملنا ، قمنا بإجراء مقارنة مع المياه المعدنية المسوقة في زجاجات. لقد توصلنا إلى استنتاج مفاده أن مياه الصنبور تفي بالمعايير وأنها آمنة للمستهلك حتى مع وجود مستويات أعلى من الأملاح المعدنية أو التعكر مقارنة بالمياه التجارية. في الختام ، نشهد على الامتثال للوائح ومراقبة المياه طوال فترة المعالجة حتى وصولها إلى منازلنا من قبل منظمة الجزائرية للمياه.

كلمات مفتاحية : مياه الشرب ، المياه الخام ، التحاليل الميكروبيولوجية ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، الأغواط.

Memory title : Microbiological and physicochemical characterization of public drinking water in the city of laghouat

Name : BENSAAD **First name :** aymen

directed by : Pr. GOUDJAL Yacine

Abstract :

Water is an essential food for life. It is susceptible to change as a result of physical, chemical or bacteriological reactions. Before it reaches our taps, water undergoes treatment to make it drinkable. It is often calcareous, scaling household appliances and drying out the skin. The present work has enabled us to observe all the stages of treatment. These processes make it possible to significantly improve the quality of the raw water. The use of chemical reagents is not without its difficulties. For drinking water distribution reasons, it is necessary to carry out disinfection whenever it is necessary, i.e. during each connection repair or infiltration. According to the study carried out in the water station, it is clearly demonstrated by the physico-chemical analyses that the treated water complies with the WHO regulations and Algerian standards. The bacteriological analyses show that the water is of good bacteriological quality. Therefore, the water treated at this station meets potability standards and can be consumed by citizens. Its distribution does not depend solely on a given service, but on the collaboration between the control, network operation and disinfection services and the consumers. In the course of our work, we made a comparison with bottled mineral water. We came to the conclusion that the tap water complies with the standards and is safe for the consumer, even though it has higher levels of mineral salts or turbidity than commercial water. In conclusion, we attest to the respect of the regulations and the monitoring of the water throughout the treatment process until its arrival in our homes by the ADE body.

Key words : Drinking water, raw water, microbiological analyses, physicochemical analyses, Laghouat.