



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar TELIDJI - Laghouat -

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES ALIMENTAIRES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Nefnouf Abdelhamid

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

OPTION : AGRO-ALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'El Assafia

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
M. AMARA Yacine	MCB	Président
M. ROUGHY TAHER	MAA	Examineur
M. MAKOUTI MOURAD	MAA	Rapporteur
M. MECHRAOUI CHOUAIB	ASSOCIE	Co-rapporteur

Année universitaire : 2022/2023



Remerciements



À l' terme de ce travail, nous vis remerciements tout d'abord :

*ALLAH ; le bon dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le
Courage, la volonté, et aussi la force de réaliser ce travail.*

Et nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur:

*M. Makoudi Mourad et M. Mechraoui Chouaib, nous vous respectons et nous
sommes fiers de vous pour tous vos efforts, instruction, expérience.*

Et De conseils.

*Aussi, nous tenons à remercier l'équipage de département de science agroalimentaire
et contrôle de qualité: directeurs, Administration, travailleurs, l'équipage de science
agroalimentaire et contrôle de qualité et éminents professeurs qui sont la poursuite
de notre étude sur le meilleur des cas Et les conditions qu'ils fournissent*

Pour la commodité de l'étudiant.

Aussi Nous n'oublions pas de remercier tous ceux qui nous ont aidés de

Près ou loin particulièrement

M. Amara Yacine, M. Rouighi Taher, M. Ben chitouhe Ahmed.

*Nos remercions le service de l'ADE Monsieur Hamada. Et Monisieu Mechraoui
Abdelalah Pour leur*

Encouragement et ses conseils. Ilham Et Dalele

Nos remercions chaleureusement nos parents pour leur soutien et encouragement.

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de
près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



Dédicace



Je dédie ce travail :

A Ma très chère mère

A mon cher père

A membres de ma bonne famille, surtout mes frères

A mes très sœurs

A tous ceux qui donné d'aide un peu ou beaucoup

Parce que nous sommes tout simplement Nous ne pouvions

Ne pas avoir atteint ce niveau sans eux,

Priez Dieu pour lui faire Dans la balance Votre bien.

A tous ceux qui portent le nom nefnouf

Merci

Nefnouf abdel hamid

	PAGES
LISTE DES FIGURES	I
LISTE DES DE TABLEAUX	III
LISTE DES ABREVIATIONS	IV
RESUMES	VII
INTRODUCTION GENERALE	2

Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralité sur l'eau

1. Définition d'eau	5
2. Composition de la molécule d'eau	5
3. Différents états de l'eau	6
3.1. Eau sous forme solide	6
3.2. Eau sous forme liquide.....	6
3.3. Eau sous forme de gaz	7
4. Cycle de l'eau	8
5. Sources d'approvisionnement en eau	8
5.1. Sources d'approvisionnement conventionnelles	8
5.1.1. Eaux superficielles	8
5.1.2. Eaux souterraines	9
5.2. Sources d'approvisionnement non conventionnelles	9
5.2.1. Eaux de mers	9
5.2.2. Eaux usées	10
6. Qualité de l'eau	10
6.1. Définition d'une eau potable	11
6.2. Normes de potabilité	11
6.3. Caractéristiques d'une eau potable	11
6.3.1. Paramètres organoleptiques	11
6.3.2. Paramètres physique	12
6.3.3. Paramètres chimique	14
6.3.4. Paramètres indésirables	17
6.3.5. Paramètres de toxicité	18
6.3.6. Paramètres de pollution	19

6.3.7. Paramètres de biologiques	20
6.3.8. Paramètres de bactériologiques	20
6.4. Eaux de sources	22
6.4.1. Différents type de sources	22
6.4.2. Traitement de l'eau de source	22
6.4.3. Classification des eaux	23
7. Législation et textes	25
7.1. Textes législatifs	25

Chapitre II : Pollution des eaux

1. Introduction	27
1.1. Définition de la pollution de l'eau	27
1.2. Classification de la pollution	27
1.2.1. Classification selon le type du polluant	27
1.2.2. Classification selon l'origine de la pollution	29
1.3. Conséquences de la pollution	30
1.4. Impacte de la pollution	32
1.4.1. Sur la santé humaine	32
1.4.2. Sur la nature	33

Chapitre III : Maladies à transmission hydrique

1. Introduction	35
1.1. Les maladies à transmission hydrique	35
1.1.1. Maladies d'origine bactérienne	35
1.1.2. Maladies d'origine virale	36
1.1.3. Maladies d'origine parasitaire	37

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels te méthodes

1. Présentation de la région d'étude	40
1.1. Situation géographique de la zone d'étude	40
2. Méthode et Matériel d'échantillonnage	43
2.1. Méthode de prélèvement	43
2.2. Technique de prélèvement	45
2.2.1. Technique de prélèvement pour les analyses bactériologiques	45
2.2.2. Technique de prélèvement pour les analyses physico-chimiques	47

2.3. Transporte et conservation des échantillons	47
3. Matériel et Méthode d'analyses	49
3.1. Matériel et Méthode d'analyses bactériologiques	49
3.1.1. Matériel d'analyses bactériologique	49
3.1.2. Méthode d'analyses bactériologie	49
3.1.3. Méthode utilisé pour la recherche des bactéries	50
A. Méthode de la membrane de filtrant	50
a. Recherche des <i>coliformes totaux</i>	51
b. Recherche des <i>streptocoques fécaux</i>	53
c. Recherche des <i>germes</i>	55
d. Recherche des <i>clostridium sulfito-réducteur</i>	56
4. Les analyses physico- chimiques	57
4.1. Les analyses physiques	58
4.2. Les analyses chimiques	62

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques	73
2. Les résultats de paramètre de pollution	79
3. les résultats de paramètres TH.....	80
4. Résultats complets d'analyses physico-chimiques	82
5. Résultats complets d'analyses bactériologiques	82
6. Discussion générale	83

Conclusion

Référence bibliographie

Annexes

LISTE DES FIGURES	PAGES
Figure 01 : La molécule de l'eau.....	5
Figure 02 : Les états de l'eau liquide, solide et gazeux (AISSAOIA, 2013).....	6
Figure 03 : Cycle de l'eau (Mouffok ,2008).....	7
Figure 04 : Cartographique de la région étudiée (El-ASSAFIA).....	40
Figure 05 : Stérilisation des récipients dans laboratoire.....	46
Figure 06 : Flaconnage pour prélèvement d'eau.....	48
Figure 07 : Méthode de la membrane de filtrant.....	50
Figure 08 : Recherche et dénombrement des <i>coliformes</i>	52
Figure 09 : Recherche et dénombrement des <i>streptocoques fécaux et Coliformes totaux</i>	54
Figure 10 : Recherche des <i>germes totaux</i>	55
Figure 11 : Recherche des <i>clostridium sulfito-réducteur</i>	56
Figure 12 : Incubation du <i>clostridium sulfito-réducteur, coliformes et le streptocoque, germes totaux</i>	57
Figure 13 : Mesure le PH et la température par le PH mètre.....	58
Figure 14 : Mesure la conductivité et TDS par le conductimètre.....	59
Figure 15 : Mesure de la turbidité par le turbidimètre.....	61
Figure 16 : Teste du chlore libre.....	62
Figure 17 : Dosage de sodium et potassium par photométrie de la flamme.....	65
Figure 18 : Spectrophotomètre pour la détermination du nitrate, sulfate, nitrite.....	68
Figure 19 : Préparation de la solution SO_4^{2-}	69
Figure 20 : Les valeurs température c°.....	73
Figure 21 : Les valeurs de chlore mg/l.....	74
Figure 22 : Les valeurs de conductivité électrique.....	74

Figure 23 : Les valeurs de salinité d'eau (g/l).....	75
Figure 24 : Résultats du PH.....	76
Figure 25 : Résultats de la turbidité.....	77
Figure 26 : Les valeurs des solides totaux dissous (mg/l) TDS.....	78
Figure 27 : Les paramètres de pollution.....	79
Figure 28 : Les paramètres TH.....	80
Figure 29 : Résultats de la recherche des <i>germes totaux</i>	84
Figure 30 : Résultats de la recherche des <i>coliformes totaux</i>	84
Figure 31 : Résultats de la recherche des <i>streptocoques</i>	85
Figure 32 : Résultats de la recherche des <i>clostridium sulfito-réducteurs</i>	85

LISTE DES TABLEAUX	PAGES
Tableau 01 : La classification selon le pH. (Rodier, 2009).....	23
Tableau 02 : Relation entre la conductivité et la minéralisation (Rejsek, 2002).....	24
Tableau 03 : La classification selon la dureté (Rodier, 1984).....	24
Tableau 04 : Les classes de turbidité de l'eau (Rodier et <i>al</i> , 2009).....	25
Tableau 05 : Les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003).....	31
Tableau 06 : Effets des polluants de l'eau sur la santé humaine (OMS, 2004).....	32
Tableau 07 : Principales bactéries pathogènes responsables d'infections bactériennes (VILLAGINES, 2003).....	36
Tableau 08 : Principales maladies d'origine virale.....	37
Tableau 09 : Principales maladies d'origine parasitaire.....	37
Tableau 10 : Les prélèvements pour les analyses physico-chimique.....	44
Tableau 11 : Les prélèvements pour les analyses bactériologique.....	44
Tableau 12 : Les différentes analyses de l'eau.....	57
Tableau 13: Résultats d'analyses physico-chimique.....	78
Tableau 14 : Résultats d'analyses chimique complet avec les normes algériennes de chaque paramètre.....	82
Tableau 15 : Résultats complets d'analyses bactériologiques.....	82
Tableau 16 : Référence de qualité des paramètres bactériologiques dans l'eau destinée à la consommation humaine (OMS, 2011).....	83

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne Des Eaux
CT : *Coliformes totaux*
CF : *Coliformes fécaux*
E. coli: *Escherichia coli*
EC : *Escherichia Coli*
G : *Le gramme*
ISO : Organisation International De Normalisation
NTU: Unité Néphélométrique
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
pH : potentiel Hydrogène
S/m : Siemens par mètre
SF : *Streptocoques Fécaux*
T° : Température.
TA : Titre Alcalimétrique
TC : Temps de Contacte.
DPD : Diéthyl-P-phénylènediamine
E.D.T.A : Éthylène diamine tétra acétique
N : Normalité
Nm: Nanomètre
TDS : Total des Solide Dissous
TGEA : Gélose Tryptone Glucose Extract
UV : Ultra-Violet
VF : Viande de foie
COD : Conductivité
G/1ml : Germe par 1 millilitre
MES : Matière en suspension
NA : Normes Algériennes
TH : Titre hydrométrique(Dureté Totale)
µs / cm : Micro-siémens par centimètre

Résumé

Nom : nefnouf

Prénom : abdelhamid

Titre : **contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'El Assafia (W. Laghouat)**

Résumé :

L'eau est la base de la vie. Mais il peut subir des altérations à la suite de réactions physiques, chimiques ou bactériologiques dans les sources ou dans les circuits de distribution ou dans les emballages avant qu'il ne nous parvienne, il faut donc le traiter pour le rendre propre à la consommation, car la plupart des réactions sont calcaires à l'intérieur des canaux de distribution et des réservoirs d'eau potable. Le but de notre travail est de contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable de la ville d'Assafia (Wilayat de Laghouat). Cette étude vise à révéler la santé et la qualité de l'eau potable. Nous avons déterminé les analyses physico-chimiques qui jouent un rôle essentiel : température, pH, conductivité électrique, turbidité, salinité...etc. Outre les caractéristiques bactériologiques, le nombre total de germes (bactéries *coliformes fascistes*, *streptococcus faecalis*, etc.). Selon les résultats obtenus à la station de surveillance des eaux, il a été clairement démontré par des analyses physiques et chimiques que l'eau traitée est conforme à la réglementation sanitaire internationale et aux normes algériennes. Comme il nous est apparu clair grâce à des analyses bactériologiques que cette eau est de bonne qualité bactériologique. Par conséquent, l'eau traitée dans cette usine répond aux normes de consommation et peut être consommée par les citoyens. Au final, nous concluons que l'eau de la ville d'Al-Assafia a une qualité physique, chimique et bactériologique acceptable pour l'alimentation humaine selon les normes requises pour l'eau de consommation humaine.

Mots clés : l'eau de consommation, qualité des eaux, El Assafia.

عنوان المذكرة : دراسة الجودة الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية لمياه الشرب في مدينة العسافية (ولاية الأغواط)
اللقب : نفنوف
الاسم : عبد الحميد
ملخص:

الماء هو أساس الحياة. لكن يمكن أن تحدث له تغيرات نتيجة التفاعلات الفيزيائية و الكيميائية أو البكتريولوجية في منابع أو في قنوات التوزيع أو في التعليب قبل أن يصل إلينا لذلك وجب علينا أن نقوم بمعالجته ليصبح صالحا للإستهلاك حيث أغلب التفاعلات تكون كلسية داخل قنوات التوزيع و حاويات المياه الصالحة للشرب. الغرض من عملنا هو المساهمة في دراسة الجودة الفيزيوكيميائية و بكتريولوجية لمياه الشرب في مدينة العسافية (ولاية الأغواط). تعمل هذه الدراسة على الكشف عن صحة و جودة المياه الصالحة للشرب. لقد حددنا التحليلات الفيزيائية و الكيميائية التي تلعب دورا أساسيا : درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة، التوصيل الكهربائي ، التعكر ، و الملوحة إلخ. وكذلك الخصائص البكتريولوجية، تعداد الجراثيم الكلية (بكتريا القولونيات الفاشية و المكورات العقدية البرازية إلخ). وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها في محطة مراقبة المياه ، تبين بوضوح من خلال التحليلات الفيزيائية و الكيميائية أن المياه المعالجة تتوافق مع أنظمة الصحة العالمية و المعايير الجزائرية. كما إتضح لنا من خلال التحليلات البكتريولوجية أن هذه المياه ذات جودة بكتريولوجية جيدة. لذلك فإن المياه المعالجة في هذه الحطة تلبي معايير الشرب و يمكن أن يستهلكها المواطنون. في الأخير نستنتج أن المياه مدينة العسافية ذات جودة الفيزيائية و الكيميائية و البكتريولوجية مقبولة للغذاء البشري وفقا للمعايير المطلوبة لمياه الإستهلاك البشري.

كلمات مفتاحية: مياه الشرب ، جودة المياه ، العسافية

Memory title: A study of the physiochemical and bacteriological quality of drinking water in the city of Al-Asafiya (W. Laghouat)

Name: nefnouf

First name: Abdelhamid

Abstract:

Water is the basis of life. But changes can occur to it as a result of physical, chemical or bacteriological reactions in the sources or in the distribution channels or in the packaging before it reaches us. Therefore, we must treat it to make it suitable for consumption, as most of the reactions are calcareous inside the distribution channels and potable water containers. The purpose of our work is to contribute to the study of the physicochemical and bacteriological quality of drinking water in the city of Assafia (Wilayat of Laghouat). This study works to reveal the health and quality of potable water. We have determined the physical and chemical analyzes that play an essential role: temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, salinity.....etc. As well as bacteriological characteristics, the total number of germs (*fascist coliform bacteria*, *streptococcus faecalis*, etc.). According to the results obtained at the water monitoring station, it was clearly shown through physical and chemical analyzes that the treated water conforms to the international health regulations and Algerian standards. As it became clear to us through bacteriological analyzes that this water is of good bacteriological quality. Therefore, the treated water in this plant meets drinking standards and can be consumed by citizens. In the end, we conclude that the water of Al-Assafiya city has an acceptable physical, chemical and bacteriological quality for human food according to the standards required for human consumption water.

Key words: drinking water, water quality, El Assafia.

Introduction général

Introduction général

L'eau est un élément essentiel à la vie. Elle représente un pourcentage très important dans la composition de tous les êtres vivants. Une molécule d'eau est une combinaison d'un atome : l'oxygène et deux atomes d'hydrogène, symbolisés par H_2O . L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle gèle à 0 et se transforme en vapeur à 100 degrés Celsius, qui est son point d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont "elle est inodore, incolore et insipide" **(Gerard, 1999)**.

La qualité de l'eau est affectée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques. Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) affectent les propriétés des éléments et composés chimiques d'eau douce. De plus, certaines influences anthropiques peuvent réduire la qualité de l'eau, telles que les activités industrielles, l'utilisation agricole ou les sites d'ingénierie fluviale. **(Chapman, 1996)**.

L'eau est un élément essentiel de la vie et de la santé humaine. Elle est liée à la qualité physico-chimique et bactériologique de leur consommation. Les normes de potabilité sont basées sur des recherches scientifiques montrant que les effets nocifs des éléments physico-chimiques sur la santé ne peuvent être dépassés à certaines concentrations maximales. Par sécurité, la valeur standard sera bien inférieure à cette dose pour éviter le développement d'une pathologie, bien que le seuil soit dépassé. **(Guerzou, 2008)**.

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population.

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de consommation de la commune d'El Assafia par des prélèvements d'eau réalisés au niveau de cette la région d'El Assafia.

Le travail est structuré en deux parties :

- ❖ Dans la première est exposée la synthèse bibliographique.
- ❖ Dans la deuxième partie sont présentés les méthodes expérimentales employées et les résultats obtenus ainsi que les interprétations.
- ❖ Et enfin une conclusion et perspectives.

Partie I synthèses bibliographique

Chapitre I

Généralité sur l'eau

Chapitre 1. Généralités sur l'eau

1. Définition de l'eau

L'eau (en latin aqua, qui a donné de l'eau et en grec aqua, qui a donné de l'hydrogène, hydrologie) a une forme liquide dans la condition standard (température et pression ambiantes), sa composition moléculaire est de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène sous la forme H_2O . En termes de propriétés mécaniques, il est utilisé dans la pression contenue dans l'eau, qui est appelée pression hydrostatique (Aissaoui, 2013)

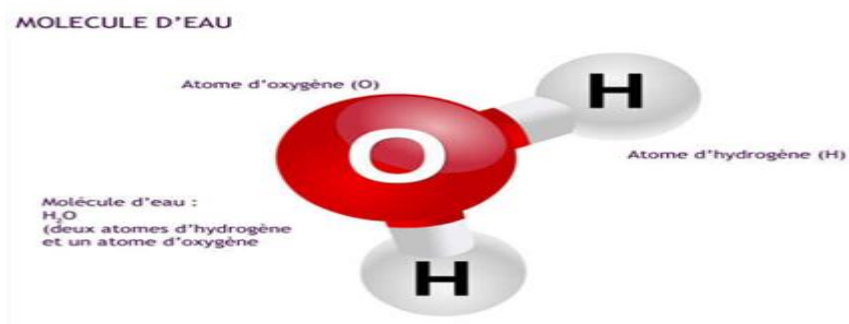
Il est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques (Baziz, 2008)

2. Composition de l'eau

La molécule d'eau est une molécule spéciale avec des propriétés particulières liées à ses propriétés dipolaires qui permettent à la vie d'exister sur Terre.

La formation de liaisons hydrogène intermoléculaires illustre l'existence d'une phase liquide abondante sur notre planète dans nos conditions de température et de pression.

Une molécule d'eau de formule moléculaire H_2O est constituée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène reliés à l'atome d'oxygène par deux liaisons covalentes. Sa masse molaire est de 18g (Schrivier –Mazzuoli, 2012).



Source : <https://www.infirmiers.com/fondamentale-les-molécules-du-vivant-parti-1.html>.

Figure 01 : La molécule de l'eau

3. Différents états de l'eau

L'eau est un élément fondamental de notre environnement. Il a différents états : solide, liquide et gazeux.

3.1. L'eau sous forme solide

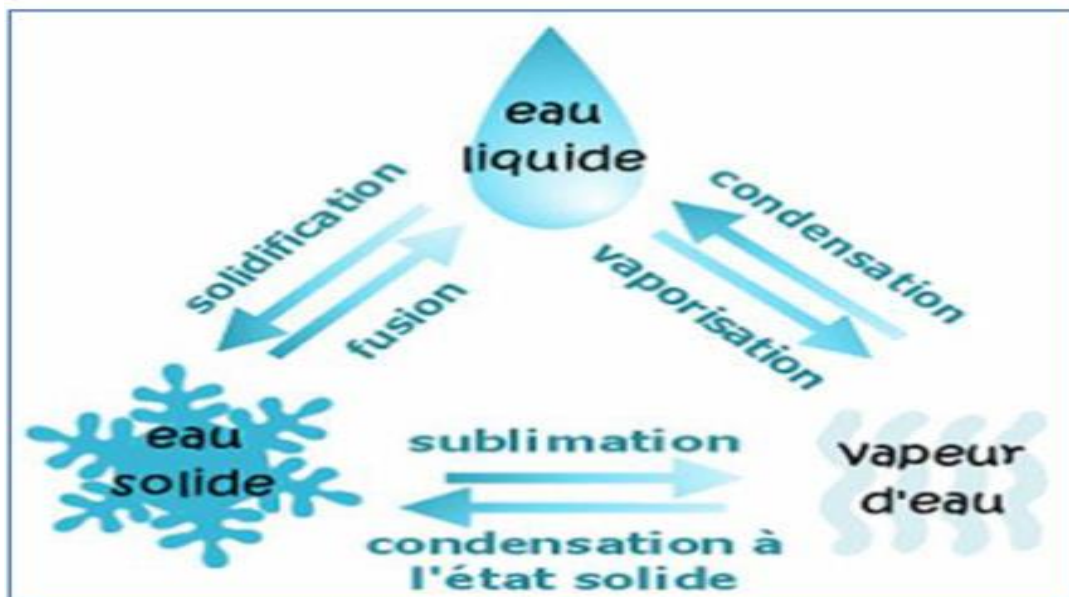
Lorsque la température est inférieure à 0°C, l'eau est solide. C'est la glace des banquises polaires, la glace des glaciers alpins, la neige sur laquelle on peut skier, le givre qui se forme sur les arbres dans le froid de l'hiver.

3.2. L'eau sous forme liquide

Les plus grands réservoirs de liquide sont les océans d'eau salée ; ils représentent 97,2 % de l'eau de la Terre. Ces Les autres réservoirs liquides sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. (Merouani-et All, 2013).

3.3. L'eau sous forme de gaz

L'eau existe sous forme de gaz dans l'atmosphère. Vapeur d'eau dans l'air humide.



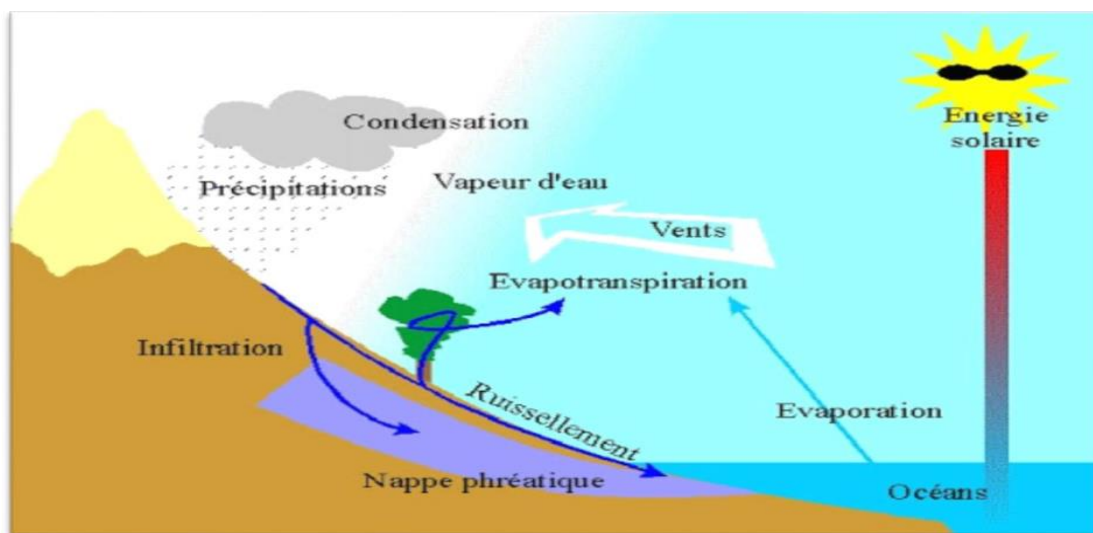
Source : Aissaoui A, (2013).

Figure 02 : Les états de l'eau – liquide, solide et gazeux (Aissaoui.A, 2013)

4. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau (Figure 03) est l'élément naturel le plus important, essentiel à toutes les formes de vie sur Terre. En effet, l'eau ne conserve pas un certain état, et son mouvement s'accompagne de son changement d'état, qui constitue le cycle de l'eau, aussi appelé cycle hydrologique. Le cycle de l'eau est le résultat d'échanges entre différents réservoirs : océans, rivières, lacs, glace, atmosphère, etc. L'eau fait partie du cycle naturel du mouvement perpétuel entre la terre et l'atmosphère. Il s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts.

Il se condense ensuite en un nuage et se déplace dans le ciel avec le vent. Les nuages se déposent sous forme de pluie, de neige ou de grêle sous l'action de phénomènes météorologiques complexes, qui impliquent notamment des différences de vent et de température (Bouziani, 2000).



Source : Mouffok, (2008).

Figure 03 : Cycle de l'eau

Dans l'atmosphère, l'eau existe principalement à l'état gazeux. L'eau passe alors d'un état gazeux à un état liquide en raison du refroidissement.

Une fois que l'eau atteint la surface, sa circulation s'effectue dans un état essentiellement liquide. Seule une petite fraction de cette eau coule et la grande majorité est stockée dans les eaux souterraines. Une partie de l'eau est utilisée par les plantes, le reste Rejet dans les rivières ou les aquifères. Les racines des plantes absorbent l'eau, qui est ensuite évaporée par le système de transpiration des feuilles. Cette transpiration constitue de la vapeur d'eau. Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus précisément l'énergie solaire qu'il dégage.

En fait, c'est cette dernière qui provoque une modification de l'état de l'eau : la formation et la fonte de la glace, ou l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère. **(Maurel, 2006)**. Ce cycle, entre le ciel et la terre, suit son cours selon cinq étapes **(Selhi et Smail, 2004)** qui sont l'évaporation, la condensation, les précipitations, l'infiltration et le ruissellement.

5. Sources d'approvisionnement en eau

Les ressources en eau, divisées en deux groupes principaux, conventionnels et non conventionnels, sont très valorisées en Algérie, où la plupart des eaux de surface et souterraines renouvelables et non renouvelables sont prélevées. La croissance démographique et l'expansion accélérée des activités économiques, notamment agricoles et industrielles, pèsent sur ces ressources **(Harrat et Achour, 2010)**.

La gestion des ressources en eau, tant en quantité qu'en qualité, reste au centre de l'attention affecte le pays face à la raréfaction des ressources, souvent exacerbée par les sécheresses **(Bouchemal et Achour, 2015)**.

Le niveau requis de qualité de l'eau dépend évidemment de son utilisation, avec une attention particulière à la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, elle-même dépendante des ressources en eau disponibles **(Festey et al, 2003)**.

5.1. Sources d'approvisionnement conventionnelles

Les sources d'approvisionnement conventionnelles sont les eaux souterraines eaux de surface et eaux souterraines.

5.1.1. Les eaux superficielles

Ce sont des masses d'eau clairement individualisées, solides ou liquides, immobiles ou en mouvement. Ils sont en contact étroit avec le sol d'un côté et l'atmosphère de l'autre. Leur source est l'eau de pluie. Ils sont formés par l'eau des ruisseaux, des rivières, des étangs, des lacs, des barrages artificiels et des glaciers **(Vilagines, 2010)**.

La qualité des eaux brutes de surface dépend fortement des phénomènes saisonniers (dissémination des algues, du plancton...) et des événements météorologiques.

Leur capacité d'adsorption très limitée et l'absence de mécanisme de filtration permettent aux solides dissous ou non dissous de se diffuser rapidement : d'où la qualité de l'eau fortement fluctuante superficiel.

Leur charge microbiologique est généralement très élevée. Les menaces proviennent du ruissellement des eaux dans les zones agricoles et forestières (pesticides, engrais, engrais agricoles), des fuites d'eaux usées, de la sédimentation des polluants atmosphériques **(Arab et Oudafel, 2015)**.

5.1.2. Les eaux souterraines

Lorsque l'eau de surface s'infiltre dans le sol, une partie est retenue à la surface des grains ou dans des microfissures. Cette quantité d'eau retenue est caractéristique d'un sol donné et est appelée capacité de rétention **(Vilagines, 2010)**.

Une autre partie de l'eau de surface s'infiltre dans le sous-sol par gravité. Il s'agit des eaux souterraines, qui correspondent à 22 % des réserves d'eau douce, soit environ 1 000 milliards de mètres cubes. Leur origine apparaît comme l'accumulation d'infiltration dans le sol, qui augmente avec la porosité et la structure géologique du sol.

Les eaux souterraines sont généralement loin de la source pollution, elle présente donc une excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface **(Aissaoui, 2013)**. Cependant, ce ne sont pas toujours des consommables. Leur consommation dépend de leur teneur chimique et minérale, qui doit répondre aux normes d'eau potable.

5.2. Les sources d'approvisionnement non conventionnelles

5.2.1. Les eaux de mers

Les océans sont d'immenses réservoirs, contenant près de 97,4 % de l'eau existante sur Terre, le reste étant constitué d'eaux continentales (eaux souterraines et eaux de surface).

Les eaux de mer se caractérisent par une forte salinité, elles sont aussi appelées « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, surtout leur traitement est très coûteux **(Boeglin, 2001)**.

5.2.2. Les eaux de usées

Les eaux usées sont toutes les eaux provenant des activités domestiques, agricoles et industrielles qui contiennent des substances toxiques et atteignent les canalisations d'égouts. Ces Les eaux usées comprennent également les eaux pluviales et leur charge polluante, qui créent diverses pollutions et nuisances dans le milieu récepteur **(Metahri, 2012)**. Les eaux usées non traitées ou mal traitées constituent une menace pour la santé publique, la pollution des eaux potables et de surface et l'équilibre écologique. Selon l'Organisation mondiale de la santé, 2003 : « L'assainissement des excréta et des déchets liquides sans danger pour la collectivité doit être un objectif essentiel de tout programme d'assainissement ».

Les eaux usées sont maintenant réutilisées à différentes fins dans de nombreux pays, en particulier au Moyen-Orient, et cette pratique devrait se développer à l'avenir. L'eau non potable est utilisée dans le monde entier pour l'irrigation et le refroidissement industriel. Profitant des progrès du traitement de l'eau, les villes se tournent également vers la réutilisation de l'eau pour compléter l'approvisionnement en eau potable **(Wirtgen, 2009)**.

6. Qualité de l'eau

6.1. Définition d'une eau potable

Il s'agit en fait d'un terme générique qui ne peut être basé sur un seul type, puisque toute eau potable peut être considérée comme potable. Cette notion de danger potentiel peut se superposer à la notion de goût ou encore de confort (aspect, température). (Voir annexes 1et 3) :

On peut affirmer que les eaux destinées à la consommation humaine :

- ✓ être assez minéralisé
- ✓ -être suffisamment coloré et clair
- ✓ Veillez à ne pas nuire à votre santé
- ✓ veiller à ce que les conditions météorologiques ou de transport n'altèrent pas ses propriétés **(Alouane, 2011)**.

6.2. Normes de potabilité

Selon le code de l'eau algérien du 16 juillet 1983, article 57, chapitre 1, l'eau est considérée comme potable si elle ne peut pas mettre en danger la santé de ceux qui la consomment. Il ne doit contenir aucun produit chimique en quantité nocive ou germe pathogène. Il doit être inodore, incolore et agréable à boire. Nous acceptons essentiellement O.M.S, ces normes sont assez tolérantes sur certains critères. Les plus couramment utilisés sont les critères physico-chimiques et les critères toxicologique. Il est important que chaque pays établisse sa propre législation en fonction des critères locaux et du niveau de développement. Les normes de référence dans ce domaine varient donc dans le temps et d'un pays à l'autre.

Des normes de qualité de l'eau potable sont fournies (voir annexes 2, 4, 5, 6,7 et 8) :

- ✓ Conforme aux normes algériennes relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (**Décret exécutif n°11-125 JO n°18 du 23 mars 2011**).
- ✓ Selon les directives de l'OMS en 2006.

6.3. Caractéristique d'une eau potable

L'eau destinée à la consommation humaine doit répondre aux règlements généraux d'hygiène et à toutes les mesures propres pour préserver la santé de l'homme.

6.3.1. Paramètres organoleptiques

✓ La Couleur :

La couleur de l'eau est dite vraie ou authentique si elle est due à la seule substances en solution. Il doit devenir visible lorsque les matières en suspension lui donnent sa couleur. (Voir annexes 4) :

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans une eau claire et légèrement trouble (**Rodier J, 2005**).

C'est un indicateur de contamination lorsqu'il dépasse l'équivalent de 15 mg/l platine-cobalt (**Lefèvre, 1991**).

✓ Odeur :

Toute odeur est un signe de contamination ou de présence de matière organique en décomposition. Une odeur peut être définie comme suit :

Série de sensations que l'organe olfactif reçoit de l'odeur de certaines substances volatiles. La qualité de la sensation particulière produite par chacune de ces substances **(Rodier, 2005)**.

✓ Goût et saveur :

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensibilités gustatives, olfactives et chimiques typiques qui se produisent lorsqu'une boisson est dans la bouche. Le goût peut être défini comme un ensemble de sensations ressenties lors de la stimulation des papilles gustatives par une substance soluble **(Rodier, 2005)**.

6.3.2. Paramètres physique**✓ Température :**

Une connaissance précise de la température de l'eau est très importante. Enfin, celui-ci joue un rôle important dans la solubilité des sels, notamment des gaz, la dissociation des sels dissous, la détermination de la conductivité et du pH **(Rodier et al, 2005)**.

✓ Turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la clarté de l'eau et est de loin le paramètre qui indique le mieux la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdale **(Mettaheri, 2012)**.

Cela est dû à la diffusion de la lumière par les particules en suspension dans l'eau, qui proviennent de diverses sources telles que : l'érosion des roches, l'entraînement de matières minérales ou organiques dans le sol, le rejet d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières.

Une eau correctement filtrée et aseptisée a une turbidité inférieure à 0,5 NTU. La turbidité est mesurée par trois unités équivalentes :

Unités JTU (unités de turbidité Jackson) = unités FTU (unités de turbidité formazine) = unités NTU (unités de turbidité néphélométrique). La turbidité doit être éliminée pour désinfecter efficacement et améliorer l'apparence de l'eau.

✓ **Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH de l'eau mesure son acidité ou sa concentration en ions hydrogène (H^+). En effet, le pH varie de 0 (fortement acide) à 14 (fortement basique) ; la valeur médiane de « 7 » correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH de l'eau naturelle peut varier de "4" à "10" selon la nature acide ou alcaline du terrain sur. La valeur du pH n'a pas de signification sanitaire, mais elle fournit un concept très important pour déterminer l'agressivité de l'eau (**Rodier, 1984**). Un pH bas augmente le risque que les métaux soient présents sous des formes ioniques plus toxiques. Un pH élevé augmente les concentrations d'ammoniac toxique. Le pH de l'eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5 (**OMS, 1986**).

Pour cette détermination on utilise l'électrométrie à électrodes combinées selon la norme AFNOR. Cette méthode consiste à immerger des électrodes spécifiques dans l'échantillon (**Lazhar, 2011**).

✓ **Conductivité :**

La conductivité est un critère d'appréciation de la minéralisation globale de l'eau (**Rodier, 1978**).

✓ **L'oxygène dissous :**

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utiles de l'eau et constitue un excellent indicateur de la qualité de l'eau. C'est l'un des paramètres les plus sensibles à la contamination.

Sa valeur nous indique à quel point il est pollué, et donc à quel point le cours d'eau est autonettoyant (**Kahoul, 2014**).

✓ **Salinité :**

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1 litre d'eau. Elle est exprimée en g par kg d'eau. Un composé ionique ou un solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) disposés régulièrement dans l'espace et d'un anion (ions chargés négativement). En général, un cristal ionique est électriquement neutre. Tout solide ionique Cristalline a une formule statistique qui indique le type et la proportion d'ions présents, pour ne pas en mentionner quelques-uns (**Gaujous. D**).

✓ Les Résidus Secs :

Le résidu d'un échantillon prélevé après séchage complet dans une étuve à 105°C est un indicateur de la minéralité. Le résidu sec renseigne sur la qualité de l'eau de surface via la teneur en substances non volatiles dissoutes (**Mekaoussi, 2014**). Indique le degré de minéralisation de l'eau (**Marcel, 1995**).

✓ Matière en suspension (MES) :

Les suspensions contenues dans les eaux usées sont un paramètre important qui détermine généralement le degré de pollution. Ce sont des matériaux qui ne sont ni colloïdaux ni solubilisés et qui peuvent être organiques ou inorganiques. La présence de suspensions réduit la concentration en oxygène dissous, ce qui affaiblit l'activité des micro-organismes et réduit ainsi le phénomène d'auto-nettoyage (**Felfoul. R, 1999**)

✓ Résidu total :

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension dans l'eau, c'est le résidu total, si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

6.3.3. Paramètres chimique**✓ Nitrate :**

La présence de nitrates dans l'eau est un indicateur de pollution agricole (engrais), urbain (dysfonctionnement des réseaux de santé) ou industriel.

Les effets des nitrates sur la santé sont liés à leur conversion dans le tractus gastro-intestinal en nitrites et finalement en nitrosamines.

Chez l'homme, les nitrites sont responsables du risque de méthémoglobinémie aiguë (inhibition du transport de l'oxygène vers les cellules), principalement observé chez les nouveau-nés. Pour que l'eau soit considérée comme potable, l'OMS recommande une teneur en nitrates ne dépassant pas 50 mg/l (**OMS, 1970**).

✓ Nitrites :

Les nitrites proviennent de l'oxydation incomplète de l'ammoniac ou de la réduction des nitrates. Cependant, une eau contenant une grande quantité de nitrites (supérieure à 1 mg/l d'eau) est considérée comme chimiquement impure dans l'interprétation finale de l'analyse chimique de l'eau, de la teneur en nitrates, de l'azote ammoniacal, de la matière organique et des résultats des tests bactériologiques.

Les limites recommandées pour les nitrites dans l'eau potable sont de 0,1 mg/l pour l'Union européenne et de doses inférieures à 1 mg/l pour l'OMS (**Bouziati, 2000**).

✓ Le Calcium :

Calcium Le calcium est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature, notamment dans les roches calcaires sous forme de carbonates. En tant que composant principal de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant dans l'eau potable. Exister, notamment sous forme de bicarbonates et en moindre quantité sous forme de sulfates, chlorures. Une eau de bonne qualité contient 200 à 250 mg de CaCO_3 /l. Masses d'eau à plus de 500 mg/l de CaCO_3 (**Rodier, 2005**).

✓ Dureté totale (TH) :

La dureté ou titre hydrométrique (TH) de l'eau est principalement due à la présence de sels de calcium et de magnésium. Il provient principalement de sols rocheux et sédimentaires. Ceci est directement lié à la nature de la zone traversée (**Rejsek, 2002**).

✓ Chlorures (Cl^-) :

Les chlorures sont des anions inorganiques importants que l'on trouve à des concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme indicateurs de contamination. Ils affectent la faune et la flore aquatiques et la croissance des plantes. (**Maschuch, 2011**).

✓ Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Cela correspond à la teneur en ions OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^- pour un pH plus faible, à 8,3 la teneur en ions OH^- et CO_3^{2-} est négligeable ($\text{TA}=0$), dans ce cas le TAC approprié mesure de la dose de bicarbonate seul (**Menad et al. 2012**).

✓ Titre alcalimétrique (TA) :

La teneur en hydroxyde (OH) représente la moitié de la teneur en carbonate du CO₃ et environ un tiers de la teneur en phosphate existante **(Menad et Metadger, 2012)**.

✓ Fer (Fe²⁺) :

Elément assez commun dans les roches (plusieurs %) sous forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes, de carbonates et de sulfures. Le gypse contient des nodules de marcassite (sulfure); Dans les régions jurassiques, il y a une plaine d'oolithes d'oxyde de fer. Le fer est soluble à l'état Fe²⁺ (ion ferreux) mais insoluble à l'état Fe³⁺ (ion ferrique). Le fer dissous précipite en milieu oxydant, notamment aux sources et à la sortie des tubes. La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer au point de corrosion de la canalisation **(Belghiti et al, 2013)**.

La concentration maximale autorisée de fer dans l'eau potable a été fixée par l'OMS (2008) à 0,3 mg/l. Cette norme a été définie comme répondant à des critères esthétiques et organoleptiques plutôt qu'à des critères d'hygiène. En fait, l'apport en fer semble être plus nécessaire pour l'homme.

Cet article est généralement recommandé pour les hommes souffrant d'une carence en fer. Cependant, des niveaux élevés de fer donnent à l'eau un goût métallique désagréable, un aspect brun rougeâtre et une couleur brun rougeâtre **(Amadou et al, 2014)**.

✓ Les Sulfates :

L'eau naturelle contient presque toujours des sulfates, dans des proportions très différentes. Leur présence résulte de la faible solubilité du sulfate de calcium dans les roches de gypse et de l'oxydation des sulfures couramment présents dans les roches **(Tardat, 1992)**. La concentration maximale est de 250 mg/l d'eau. Des concentrations élevées de sulfate peuvent corroder les systèmes de distribution, en particulier dans les eaux faiblement alcalines **(Samake, 2002)**.

✓ Magnésium:

Le magnésium est l'un des éléments les plus abondants dans la nature et peut être d'origine naturelle ou industrielle (**Gaujous, 1995**).

C'est une composante importante de la dureté de l'eau (**Rodier, 1996**).

Selon l'OMS (2004), la valeur normale pour le magnésium est de 50 mg/L.

✓ L'azote:

L'azote dans l'eau peut être de nature organique ou minérale. L'azote organique est constitué principalement de composés tels que les protéines, les polypeptides, les acides aminés, l'urée. La plupart du temps, ces produits ne sont présents qu'à de très faibles concentrations. L'azote minéral (ammoniac, nitrates, nitrites) constitue la majorité de l'azote total (**Rodier, 2005**).

✓ Le phosphore :

Les matériaux phosphorés sont des matériaux organiques et inorganiques qui contiennent des atomes de phosphore. Ils ont deux sources principales plus ou moins équivalentes : le métabolisme humain et les détergents. Le phosphore est présent dans les eaux usées sous forme minérale sous forme d'ions ortho phosphate isolés ou sous forme d'ions phosphate condensés entre eux (poly phosphates) ou sous la forme organique de groupes phosphate attachés à des molécules organiques.

C'est un des facteurs limitant la croissance des plantes et leur entrée dans le milieu récepteur favorise le phénomène d'eutrophisation (**Rejsek, 2002**). La quantité quotidienne moyenne de phosphore dans l'eau rejetée est d'environ 2. de 5 à 3 g par habitant (**Degrémont, 2005**).

6.3.4. Paramètres indésirables :

Ce sont des substances qui peuvent causer des désagréments au consommateur :

Goût et odeur (organiques, phénols, fer, etc.), couleur (fer, manganèse, cuivre, zinc, etc.) ou effets néfastes sur la santé (nitrates, nitrites, fluorures, etc.) (**Devillers et al., 2005**). (Voir annexes 6) :

✓ Fer (Fe²⁺) :

Le fer dans l'eau peut être entropique. La teneur maximale autorisée dans l'eau potable est de 0,3 mg/l (**Rodier, 2005**).

✓ Manganèse (Mn^{2+})

Le taux de Mn^{2+} dans l'eau potable est limité à 0,05 mg/L (taux souhaitable inférieur ou égal à 0,01 mg/L) en raison de son goût, des taches et dépôts qu'il peut provoquer et parce qu'il favorise la croissance de certains micro-organismes (**Dégremont, 2005**).

✓ Aluminium (Al^{3+}) :

Déchets industriels, érosion, lessivage des minéraux et des sols Les précipitations sont la principale voie d'entrée de l'aluminium dans le milieu aquatique

L'une des causes les plus fréquentes de la présence d'aluminium est le traitement de l'eau avec des sels d'aluminium comme coagulant (**Vilaginès, 2003**).

✓ Cuivre (Cu^{2+}) :

La concentration en cuivre à laquelle un goût désagréable est détecté est comprise entre 1 et 2 mg/l et des concentrations supérieures à 5 mg/l rendent l'eau impropre à la consommation (**Dégremont, 1984**).

6.3.5. Paramètres de toxicité :

La présence d'éléments toxiques dans l'eau est dangereuse pour la santé en cas de consommation régulière. Les matières toxiques sont constituées de micropolluants minéraux (métaux lourds) on distingue: (voir annexes 08) :

✓ **Arsenic (As)** : Tous les composés de l'arsenic présentent un risque toxique pour les humains, mais varient selon la solubilité dans l'eau (**Potelon, 1998**).

✓ **Cadmium (Cd)** : Le cadmium est un élément toxique même à faible dose. Être Le principal danger réside dans leur effet cumulatif (**Potelon, 1998**).

✓ **Plomb (Pb)** : Les eaux de surface peuvent atteindre des concentrations d'environ 600 µg/l. il peut être facilement éliminé avec certains traitements conventionnels (**Potelon, 1998**).

✓ **Chrome (Cr)** : Il est très insoluble dans son état naturel, mais dans certaines conditions, il peut devenir plus soluble par érosion, oxydation et action bactérienne. En pratique, sa présence dans l'eau est le plus souvent associée aux rejets d'eaux usées industrielles, elle est largement utilisée en métallurgie et en métallurgie (**Potelon, 1998**).

6.3.6. Paramètres de pollution

La pollution de l'eau est mesurée par la demande biologique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO), supporte l'azote ammoniacal, les nitrites, les nitrates et les phosphates. (Voir annexes 07) :

✓ Ammonium (NH_4^+)

L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique. Sa présence dans l'eau est liée soit aux rejets urbains et industriels, soit à la réduction des formes azotées (nitrites et nitrates) en conditions réduites. **Pourriot et Meybek (1995)** ont considérés que les eaux naturelles présentent une teneur de l'ordre de 0,0015 mg/l en NH_4^+ mais d'une manière générale une eau bien oxygénée ne contient que des traces d'ammoniaque (**Aouissi et Houhamdi, 2014**).

✓ Nitrites (NO_2^-)

Considéré comme un élément toxique, c'est la forme la moins stable dans le cycle de l'azote. Il est issu de la réduction de l'ammonium NH_4^+ .

Son origine est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels (**Aouissi et Houhamdi, 2014**).

✓ Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Ils sont abondamment répandus dans le sol, dans les plantes et la plupart des eaux, ou ils sont solubles. Ils se retrouvent naturellement dans les eaux souterraines et superficielles. Sans apport artificielles, les eaux de surface ne contiennent pas plus de 10ug/l de nitrates (**Lepeltier, 2005**).

✓ Phosphate (PO_4^{3-})

Les phosphates, abondants dans les eaux de surface, proviennent des engrais et des pesticides utilisés en agriculture et introduits par lessivage, et des rejets domestiques et industriels. Une eau riche en phosphore favorise le développement du phytoplancton (l'eutrophisation) entraînant des dépôts de matières organiques dans les réseaux de distribution et conférant à l'eau un goût et une odeur désagréable (**Degremont, 2005**).

6.3.7. Paramètres de biologiques

✓ Demande chimique en oxygène (DCO)

Demande Chimique en Oxygène (DCO), exprimée en milligrammes. L-1 est la quantité d'oxygène consommée par les substances qui existent dans l'eau et qui peuvent être oxydées dans des conditions de fonctionnement spécifiées. En fait, la mesure correspond à une estimation de la matière oxydable Présent dans l'eau quelle que soit son origine organique ou minérale. La DCO est fonction des propriétés des matériaux en présence, de leurs proportions respectives et des possibilités d'oxydation (**Tardat-Henry, 1992**).

✓ Demande biochimique en oxygène (DBO)

DBO représente la consommation naturelle d'oxygène en grammes par litre de substances contenues dans l'eau, dégradées par les bactéries de l'environnement par oxydation. Les microbes oxydent les composés organiques biodégradables entraînant une consommation d'oxygène (O₂), l'indicateur utilisé est généralement la DBO₅, qui correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg/l) nécessaire aux microorganismes en décomposition pour dégrader et minéraliser la matière organique dans 1 litre d'eau polluée en 5 jours. L'analyse de la DBO₅ est particulièrement intéressante pour l'évaluation de la qualité de l'eau brute (**Bremond et Vuichard, 1973**).

6.3.8. Paramètres de bactériologiques

Les activités humaines ont altéré les propriétés bactériologiques des eaux, les rendant impropres à la consommation.

Même l'eau pure de montagne ou de région, exempte de toutes sortes de contaminations d'origine humaine, abrite un grand nombre de micro-organismes, dont certains peuvent devenir des vecteurs de maladies (**Roux, 1987**). (Voir annexes 5) :

✓ Bactéries reviviez fiables

D'après Roussel (1999) les bactéries reviviez fiables représentent toutes les bactéries aérobies, les levures et moisissures capables de former des colonies sur milieu nutritif gélosé. On distingue deux catégories différentes :

✚ Micro-organismes se développant à 22°C: représentent les saprophytes présents naturellement dans l'eau.

✚ Micro-organismes se développant à 37°C: sont ceux qui proviennent de l'homme et des animaux endothermes en général.

✓ Principaux germes recherchés dans l'eau

✚ *Coliformes fécaux*

Les coliformes sont des bactéries Gram(-), aérobies et éventuellement anaérobies, non sporulées, capables de fermenter le lactose et de produire des acides et des gaz en moins de 24 heures à 36 et 44°C. Les bactéries qui produisent de l'indole à 44°C dans de l'eau peptone contenant du tryptophane sont communément appelées *Escherichia coli*, bien que ce groupe comprenne plusieurs souches différentes (PNUE/OMS, 1977).

Leur présence dans le milieu aquatique est un signe de contamination fécale. Certaines souches peuvent être pathogènes (Ferron, 1976).

✚ *Streptocoques fécaux*

Les streptocoques sont définis comme des cocci sphériques légèrement ovales à Gram positif. Ils sont le plus souvent disposés en diplocoques ou en chaînes, se développent mieux à 37°C, ils ont des propriétés homo-fermentaires et ne produisent pas d'acide lactique.

Ils sont des indicateurs d'une grande résistance à la contamination fécale, y compris en milieu salin (Gaujous, 1995).

Ils peuvent également se reproduire dans des environnements avec des valeurs de pH aussi élevées que 9,6, de sorte qu'ils peuvent être utilisés comme indicateurs d'organismes pathogènes. A une capacité similaire à tolérer des valeurs de pH élevées (PNUE/OMS, 1977).

✚ *Clostridium sulfito-réducteurs*

Les clostridies sulfito-réductrices représentent strictement des bacilles à Gram positif qui forment des endospores. On les trouve dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud. Ils survivent plus longtemps dans l'eau que les bactéries *coliformes* et sont désinfecter. Leur absence dans l'eau est un indicateur de l'efficacité des filtres à sable (Rodier., 1984).

Les coliformes, les streptocoques et les clostridies étaient des indicateurs de contamination fécale.

6.4. Eaux de source

Une eau de source, selon le décret français n° 89-369 du 06 juin 1989 relatif aux eaux minérales naturelles et eaux potables pré-emballées, est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine sans traitement chimique.

6.4.1. Différents type de sources

Les sources représentent le jaillissement des eaux souterraines et sont plus fréquentes dans les régions montagneuses. Selon (**Bouziati, 2000**), trois sources peuvent être distinguées.

✓ Sources d'affleurement

Pour lesquelles l'approvisionnement se fait sur un fond imperméable dans une vallée (au pied de la pente).

✓ Source d'émergence

Dites aussi artésiennes, ces sources sont alimentées par la couche inférieure de la nappe (ces sources sont susceptibles de tarissement). Le débit d'une source artésienne est en principe uniforme durant toute l'année.

✓ Source de déversement

Elles naissent sur les pentes ou grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée) généralement leur débit est faible.

6.4.2. Traitement de l'eau de source

L'eau de source est naturellement propre à la consommation humaine. Afin d'éliminer les éléments instables (gaz, fer, manganèse), les seuls traitements autorisés sont l'altération, la décantation et la filtration (**LUC et Lagardette, 2004**).

6.4.3. Classification des eaux

Il existe une classification des eaux naturelles selon certains paramètres tels que : le pH, la conductivité électrique et la turbidité.

❖ Classification selon le pH

Des classes de pH ont été dégagées (**Rodier, 2009**) pour les eaux naturelles afin de qualifier une eau en fonction de son pH (tableau 01).

Tableau 01 : La classification selon le pH.

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

Source : Rodier, (2009).

❖ Classification selon la conductivité

La conductivité électrique d'une solution est sa capacité à conduire le courant électrique, elle dépend de la présence des ions et de leur concentration relative, ainsi que de la température à laquelle s'opère la mesure. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement, mais approximativement la minéralisation globale de l'eau ainsi d'avoir une idée sur la teneur en sels dissous (**Rodier, 1984**).

Elle s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Le tableau 02 représente la relation entre la conductivité et la minéralisation.

Tableau 02 : Relation entre la conductivité et la minéralisation (Rejsek, 2002).

C = Conductivité ($\mu S/cm$)	Minéralisation
$C > 100$	Très faible
$100 < C < 200$	Faible
$200 < C < 333$	Moyenne
$333 < C < 666$	Moyenne accentuée
$C > 1000$	Elevée

Source : Rejsek, (2002).

❖ Classification selon le titre hydrotimétrique total

La dureté d'une eau résulte de la présence de cations bivalents (surtout le calcium Ca^{2+} et le Mg^{2+} mais aussi le baryum Ba^{2+} et le strontium Sr^{2+}). On parle d'eau dure pour évoquer une eau contenant beaucoup de sels dissous, comme les sels de calcium et de magnésium ; on dit alors dans le langage courant, qu'elle est calcaire. Une eau en contenant peu est appelée une eau douce. Les eaux de sources contiennent des quantités différentes de ces sels, elles peuvent donc être de duretés différentes.

Une eau dite douce lorsque sa dureté totale est inférieure à $18^{\circ} F$. l'eau est dite dure au-dessus de $30^{\circ} F$.

La classification des eaux naturelles selon leur titre hydrométrique (dureté) est représentée dans le tableau 03.

Tableau 03 : La classification selon la dureté (Rodier, 1984)

Dureté totale ($^{\circ}F$)	Désignation	Valeur
0 – 7	Très douce	Assez bonne
7 – 14	Douce	Très bonne
14 – 21	Moyennement dure	Bonne
21 – 32	Dure	Admissible
32 – 53	Dureté prononcée	Encore admissible
> 53	Très dure	Non appropriée

Source : Rodier, (1984).

❖ Classification selon la turbidité

Les classes de turbidité usuelles (NTU) (unité de turbidité néphélométrie) sont présentées dans le tableau 04.

Tableau 04 : Les classes de turbidité de l'eau (Rodier et al, 2009).

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

Source : Rodier et al, (1984).

7. Législation et textes

L'eau doit répondre à des normes préétablies qui stipulent qu'une certaine quantité de substances dangereuses pouvant être présentes dans l'eau ne doit pas dépasser une concentration « seuil ». Cependant, si l'eau potable respecte les normes, cela ne signifie pas qu'elle ne contient pas ces substances, mais plutôt que leurs teneurs sont si faibles qu'elles ne mettent pas en danger la santé des consommateurs (Houmel, 2017). La norme est représentée par une valeur numérique qui spécifie une limite supérieure qu'une substance ne peut pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter, ou encore une fourchette entre un minimum et un maximum (OMS, 2006).

7.1. Textes législatifs Loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 04 Août 2005 relative à l'eau.

- ✓ Article 111 : au sens de la présente loi, on entend par eau de consommation humaine toute eau destinée à :
 - La boisson et aux usages domestiques.
 - La fabrication des boissons gazeuses et de la glace.
 - La préparation au conditionnement et à la conservation de toutes denrées alimentaires.
- ✓ Article 69 : les ressources en eau souterraines et superficielles sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques.

Les conditions dans lesquelles sont effectués les prélèvements et les analyses d'échantillons sont fixées par voie réglementaire (annexe 01 et 02).

Chapitre II : Pollution des eaux

1. Introduction

L'eau douce est nécessaire à notre vie. Aujourd'hui, cependant, la moitié des rivières seront polluées. De nombreuses personnes n'ont pas accès à l'eau potable. Par conséquent, ils doivent boire de l'eau douce, qui est parfois polluée. Boire de l'eau contaminée peut rendre les gens malade 2 millions de personnes mourront de maladies causées par la consommation d'eau contaminée **(Selhi et Smail, 2004)**.

1.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme sa dégradation en modifiant ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ; par des déversements, des rejets, des dépôts directs ou indirects de substances étrangères ou indésirables (par exemple des micro-organismes, des produits toxiques, des déchets industriels) **(Tekfi, 2006)**.

1.2. Classification de la pollution

1.2.1. Classification selon le type du polluant

Pollution physique :

L'eau contient tous les micro-organismes qui sont excrétés dans les matières fécales. Cette flore intestinale normale s'accompagne de micro-organismes pathogènes. Tous ces organismes peuvent être divisés en quatre grands groupes par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires **(Bensaci, 2006)**.

Pollution mécanique :

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES **(Bensaci, 2006)**.

Pollution thermique :

L'usine utilise l'eau rejetée par les circuits de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques et nucléaires, raffineries de pétrole, aciéries, etc...) ; l'échauffement qu'elle provoque réduit la teneur en oxygène dissous.

Il accélère la biodégradation et la prolifération bactérienne. Il s'avère qu'à charge égale, les effets néfastes de la pollution sont exacerbés par l'augmentation des températures (**Bensaci, 2006**).

Pollution radioactive :

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, à un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements (**Bensaci, 2006**).

Pollution chimiques :

Il s'agit des éléments chimiques minéraux et organiques dissous et des micro polluants, est due essentiellement au déversement des polluants organiques et sels de métaux lourds par les unités industrielles (**Festyet al, 2003**).

Métaux lourds :

Parmi ceux-ci, figurent le plomb et le chrome qui affectent les propriétés organoleptiques de l'eau ils sont dangereux même à l'état de trace, car ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire par leur ingestion répétée et provoquent de graves altérations chez l'organisme humain (**Tardat, 1984**).

Pesticides :

Parmi les pesticides organiques de synthèse on distingue : DDD (Dichlore Diphenyle Dichlorométhane, et DDT (Dichlore Diphenyle Trichloroethane) (**Tardat, 1984**).

Détergents :

Ils inhibent les processus d'auto épuration, limitent développement des microorganismes et bloquent la réoxygénation du milieu. Les détergents peuvent perturber la flottation et la décantation si leur concentration est élevée (**Degrement ,1984**).

 Hydrocarbures :

Les hydrocarbures créent d'aspect désagréable, formant un film qui empêche la ré-oxygénation naturelle de l'eau et inhibent le pouvoir auto épurant du milieu (Metahri, 2012).

 Pluies acides :

Dans l'atmosphère, les gaz sont oxydés et convertis en acide sulfurique et nitrique ce qui contribue à acidifier les précipitations. Ces pluies acides causent des dommages aux forêts et acidifient le système aquatique (Levêque, 1996).

 Polluants organiques :

L'eau se charge en matières biodégradables ou non, constitue un milieu nutritif favorable au développement des micro organismes notamment pathogènes, comme les huiles et les graisses (Mizi, 2006).

 Polluants biologiques :

La pollution biologique peut être de nature virale, parasitaire ou bactérienne, ces micro-organismes sont nuisibles pour la santé de l'homme. Et provoquent des maladies mortelles comme la typhoïde, le cholera.... (Yahi, 1999).

1.2.2. Classification selon l'origine de la pollution

 Pollution domestique

Pollution d'origine domestique sont généralement les rejets des eaux usées domestiques, les dépôts d'ordures ménagères et les matières fécales qui contribuent à la pollution du milieu récepteur (Roques, 1979).

 Pollution agricole

Pollution d'origine agricole est causée principalement par l'utilisation irrationnelle et intensive des engrais chimiques et pesticides qui contribuent à la dégradation de la qualité d'eau (Roques, 1979).

✓ **Pollution industrielle**

Le développement industriel a apporté pour l'Homme de grands progrès dans tous les domaines, mais depuis quelques années, on se rend compte de plus en plus qu'un développement industriel non maîtrisé présente les aspects négatifs, ils produisent en particuliers plusieurs formes de pollution qui peuvent menacer la santé des populations et perturber l'équilibre naturelle (**Degrement, 1989**).

1.3. Conséquences de la pollution

Les eaux usées urbaines et industrielles sont généralement chargées de matières sous différentes formes (colloïdales, en solution et en suspension) et en quantité variables, qui présente des dangers de diverses natures pour le milieu récepteur ou leur utilisateur. Dans le tableau 05 sont présentées les conséquences de la pollution des eaux.

Tableau 05 : Les risques de la pollution de l'eau (Vilagines, 2003).

Risque pour la santé de l'homme	❖ Maladies hydriques par : - Contamination bactérienne : <i>salmonelloses</i>, <i>leptospirose</i>. - Contamination virale : poliomyélites, hépatite A. - Protozoaires : dysenterie amibienne, giardases. - Helminthes : vers parasites intestinaux. ❖ Maladies liées à la présence d'éléments toxiques pour l'homme : - Par micropolluant organique (détergents, pesticides, composés cycliques d'huiles lourds ou goudron). - Par substances minérales de types métaux lourds (plomb, mercure et le chrome).
Risques pour les etres vivants dans le biotope (milieu de rejet).	❖ Maladies par contamination virales et bactériennes. ❖ Atteint par effet toxique d'éléments agissants organiques, minéraux, substances radioactives).
Risque de dégradation des écosystèmes aquatiques.	❖ Ces risques sont liés à la modification de certains paramètres : - Physiques tel températures, turbidités..... - Physico-chimiques tels nutriments (azotes et phosphores) facteurs d'eutrophisation.
Risque d'accroissement des difficultés des couts pour la correction des eaux prélevées.	❖ Ces difficultés peuvent être rencontrées pour corriger les eaux lorsque les contraintes économiques ne permettent pas d'instaurer les développements des techniques d'installation, on peut si l'on ne parvient pas à réduire les flux rejetés, retrouver les risques pour la santé de l'homme.

Source : vilagines, (2003).

1.4. Impacte de la pollution

1.4.1. Sur la santé humaine

Le risque hydrique survient de manière directe ou indirecte. Dans le premier cas, il résulte d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau usée, eau de loisirs ou de boisson).

Dans le second cas, il survient d'aliments ou d'air contaminé par des aérosols, d'eau chaude sanitaire, de stations de traitement des eaux (**Defransechi, 1996**). Selon l'**OMS(2006)**, les contaminations hydriques sont essentiellement de nature biologique ou chimique. Les contaminants biologiques sont des bactéries (saprophytes, opportunistes), des virus, des parasites et des algues. Le risque microbien est, de loin, le plus évident à l'échelle mondiale (**Degremont, 1989**). Le tableau 06 ci-dessous représente les effets des polluants de l'eau sur la santé humaine.

Tableau 06 : Effets des polluants de l'eau sur la santé humaine (OMS, 2004).

Polluant	Leurs effets sur la santé
Matières en suspensions	Transportent de polluants et augmente donc le risque de contamination de l'homme.
Pollution organique	Favorise le développement d'organismes pathogènes.
Azote (nitrate, phosphore)	Maladie bleue chez les enfants.
Métaux	Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutané arsenic, nickel et chrome considérés comme cancérigènes.
Pesticides	Effets neurotoxiques (troubles de la reproduction), mutagènes et cancérigènes.

Source : OMS, (2004).

1.4.2. Sur la nature

La pollution des eaux conduit à des altérations physico-chimiques des biotopes. Il en résulte des bouleversements biocénétiques qui transforment entièrement la structure de la communauté vivante. Selon **(Ramade, 2000)**, l'impact des eaux usées sur la faune se manifeste par la diminution de la diversité spécifique, le polluant élimine un nombre important d'espèces, tandis que les espèces tolérantes à la pollution se mettent à pulluler. L'impact des polluants hydriques sur la flore est différent d'une espèce à une autre.

Les espèces végétales les plus sensibles sont caractérisées par un taux de mortalité très élevé dès le contact avec des polluants (il s'agit surtout d'espèces bio-indicatrices de pollution) **(Ramade, 1992)**.

Chapitre III : Maladies à transmission hydrique

1. Introduction

Les maladies d'origine hydrique apparaissent lorsque l'assainissement et les bilans de santé se détériorent. Ces maladies peuvent être causées par un grand nombre de micro-organismes : bactéries, virus et parasites **(Roland, 2003 in Chougar, 2015)**.

Elles peuvent être réparties en trois catégories :

- Les maladies à transmission hydrique causées par les micro-organismes fécaux-oraux et les substances toxiques.
- Les maladies à support hydrique dues aux organismes aquatiques.
- Maladies transmises par de nombreux vecteurs aquatiques vivants (moustiques, mouches) dont les plus graves sont le paludisme et la fièvre jaune **(Bouziani, 2000)**.

1.1. Les maladies à transmission hydrique

1.1.1. Maladies d'origines bactériennes

Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à « transmission hydrique » ou « maladies des mains sales ».

La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite Ore-fécale **(Bouziani, 2000)**.

Le tableau ci- dessous représente les principales maladies d'origines bactériennes et leurs agents.

Tableau 07: Principales bactéries pathogènes responsables d'infections bactériennes.
(Villagines, 2003)

Maladies	Agent responsables	Manifestations	Contamination
Fièvre Typhoïde et paratyphoïde	<i>Salmonella typhi</i> Et <i>salmonella paratyphi</i> de type A	-Fièvre -Céphalées -Diarrhée -Douleurs abdominales -Hémorragies intestinales -Atteintes hépatiques respiratoires et neurologique.	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécale.
Gastro-entérites	<i>Escherichia Coli</i>	-Vomissement -Diarrhée -Crampes musculaires -Fièvre, nausée et maux de tête.	
Choléra	<i>Vibrio cholera</i>	-Diarrhée -Vomissement -Fièvre, nanusée -Douleurs abdominales.	

Source : Villagines, (2003).

1.1.2. Maladies d'origine virale

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

Parmi les maladies d'origine virale deux exemples sont résumé dans le tableau 08.

Tableau 08 : principales maladies d'origine virale.

Maladies	Agents infectieux	Manifestation	Contamination	Références
Hépatite	Virus de l'hépatite A	-fièvre -sensation de malaise -perte d'appétit -diarrhée -urines foncées.	Voie digestive	OMS, 2008
Gastro-entérites virales	Rota virus Virus de Norwalk Asrtovirus	-nausées -vomissement -douleurs abdominales -diarrhée -fièvre	Voie digestive	Schwartzbrod, 2000

Source : OMS, (2008) et Schwartzbrod, (2000).

1.1.3. Maladies d'origines parasitaires

Les maladies d'origine parasitaire sont résumées dans le tableau 09.

Tableau 09 : principales maladies d'origine parasitaire.

Maladies	Agents infectieux	Manifestation	Contamination	Références
Giardiase	Giardia intestinales anciennement Giardia Lambliia	-crampes d'estomac -ballonnement -flatulences -perte de poids -fatigue	Ingestion des kystes	Villaginès R, 2003.
Dysenterie Amibienne	Entamoeba Histolytica	- crampes -Diarrhée hémorragique -Douleurs abdominales	Ingestion des kystes	Aubry P, 2006.

Source : villaginès R, (2003) et Aubry P, (2006).

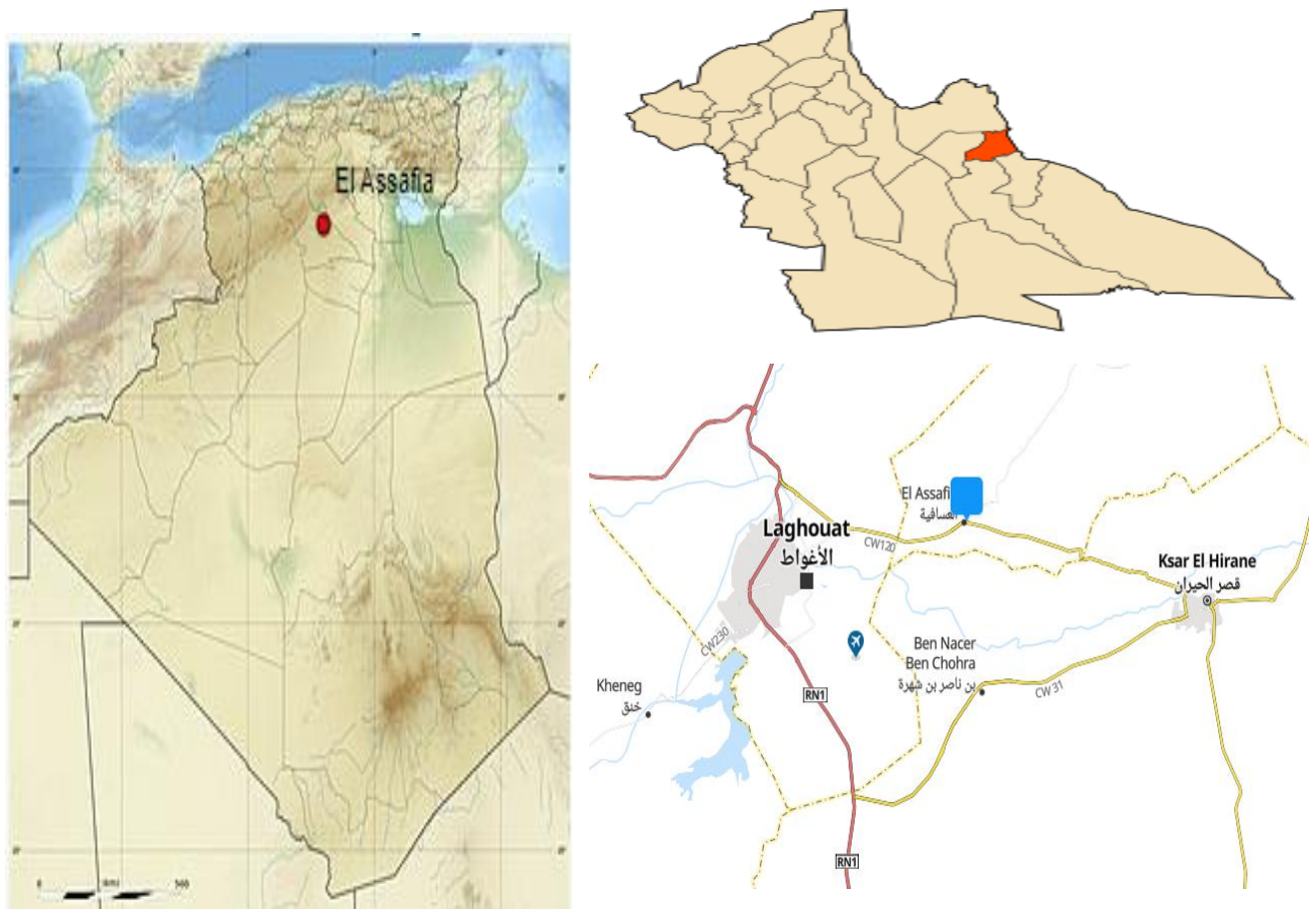
Chapitre I : matériels et méthodes

Partie II expérimentale

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique de la zone d'étude

El Assafia est une commune de la wilaya de Laghouat, rattachée administrativement à l'arrondissement de Sidi Makhlouf, à 14 km du siège de la wilaya de Laghouat, car ils sont séparés par la Tour Senussi qui se trouve à 10 km. Il se compose de deux villages appelés El Assafia et El Assafia Cherguia. La municipalité d'El Assafia se distingue par sa nature purement agricole, en raison de sa proximité avec la plaine fertile de Taounza, qui en est séparée par la vallée de M'zi. Bassin d'environ 3 km de large. Elle est située dans la partie orientale de la wilaya de Laghouat, et elle a des frontières administratives avec chacune des communes de Qsar al-Hiran, Massad in (la wilaya de Djelfa), Sidi Makhlouf, chef-lieu d'arrondissement, et Laghouat, qui en est séparé par la zone de Burj al-Senussi.



Source : Google.

Figure 04 : Cartographie de la situation géographique de la région étudiée (EL ASSAFIA)

L'objectif de ce travail consiste à faire un suivi et un contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de consommation de la ville de (EL-ASSAFIA) effectué au sein de laboratoire d'analyse de l'unité de l'algérienne d'eaux ADE (wilaya de Laghouat).

Ces analyse nous permettent de connaître la teneur de l'eau en différents minéraux pour savoir si cette eau répond aux normes fixées par la législation, car certains minéraux sont toxique aux certaines doses nous avons utilisé le matériel disponible au niveau de laboratoire d'analyse de l'unité ADE (wilaya de Laghouat).

Il y a une augmentation significative de la densité de population dans la zone de la Laghouat il y a une grande consommation d'eau dans cette zone, contrairement à d'autres zones, une grande superficie et faible densité de population, il y a donc est l'autosuffisance en consommation d'eau.

Le taux d'urbanisation dans la zone de Laghouat, Tajemout, Ain Madhi, kasr EL Hirane, est élevé car la majeure partie de la population vit affiliée à l'ADE par rapport aux autres zones, Ben naceur Ben chohra, EL Assafia et Oued M'Zi sont des zones rurales. Tous les habitations vivent dans leurs zones agricoles ne sont pas contrôlée.

En ce qui concerne l'assainissement, les pourcentages indiquent que la majorité des zones sont raccordées, mais l'approvisionnement en eau potable. Il y a des zones non raccordées, allant de 2 à 7 %, ce qui indique qu'il y a certaines personnes raccordées à l'approvisionnement en eau potable et non inscrites au raccordement à l'ADE.

2. Méthode et matériel d'Echantillonnage

2.1. Méthode de prélèvement

Les prises d'essais sont réalisées la matinée de chaque dimanche, lundi, mardi et mercredi durant la période de 14-04-2023, un total de 6 échantillons a été effectué (eau rabinée)

❖ Présentation des points de prélèvement

La ville d'EL- Assafia (willaya 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 physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation d'El- Assafia dans dix points de prélèvement réparties un peu partout dans la ville d'EL- Assafia (willaya laghouat).

En fonction de réglementation algériennes et de l'OMS. Dans l'esprit de mieux cerner les variations, le contrôle se fait trois niveaux (forage, réservoir, consommateur)

Afin d'assurer la qualité, hygiène et sécurité d'eau dépend de son état de captage, efficacité du traitement, l'état des conduits et les réseaux de distribution.

Le choix des points de prélèvement est effectué dans les zones où la population est élevée. Les points de prélèvement sont référencés par des codes (R1, R2, R3, R4, R5, R6) voir annexe tableau 10 et 11 de prélèvement.

❖ Choix des sites de prélèvement

Tableau 10 : les prélèvements pour les analyses physico-chimique :

Echantillon	Date de prélèvement	Lieu de prélèvement	Heure de prélèvement
R1	14/04/2023	Dar Al-Shabab, le martyr bin Suleiman Al-Taher El Assafia Gherbia	09 :35
R2	14/04/2023	Rue 08 mai 1945 El Assafia Gherbia	09 :45
R3	14/04/2023	La mosquée de notre maître Ibrahim Al-Khalil El Assafia Gherbia	09 :55
R4	14/04/2023	Lycée Martyr Mostafa Bin Boulaid El Assafia Gherbia	10 :15
R5	14/04/2023	École intermédiaire Mohieddin Al-Aqoun El Assafia Gherbia	10 :35
R6	14/04/2023	Mosquée Al-Qaqaa bin Amr Al-Tamimi El Assafia cherguia	10 :55

Tableau 11 : les prélèvements pour les analyses bactériologiques :

Echantillon	Date de prélèvement	Lieu de prélèvement	Heure de prélèvement
R1	03/05/2023	Dar Al-Shabab, le martyr bin Suleiman Al-Taher El Assafia Gherbia	08 :10
R2	03/05/2023	Rue 08 mai 1945 El Assafia Gherbia	07 :15
R3	03/05/2023	La mosquée de notre maître Ibrahim Al-Khalil El Assafia Gherbia	07 :50
R4	03/05/2023	Lycée Martyr Mostafa Bin Boulaid El Assafia Gherbia	07 :20
R5	03/05/2023	École intermédiaire Mohieddin Al-Aqoun El Assafia Gherbia	07 :35
R6	03/05/2023	Mosquée Al-Qaqaa bin Amr Al-Tamimi EL Assafia cherguia	07 :25

2.2. Technique de prélèvement

2.2.1. Technique de prélèvement pour les analyses bactériologiques

- ✚ Lorsque vous prélevez des échantillons d'eau potable, il est important de le faire dans un endroit propre et de veiller à ce que tout l'équipement utilisé pendant les prélèvements reste propre (par exemple, les bouteilles, le conteneur de transport, la surface sur laquelle on entrepose les bouteilles).
- ✚ Etiquetez la bouteille (avec l'étiquette que vous a fournie le laboratoire autorisé) avant de prélever l'échantillon. Inscrivez la date, le numéro de votre système d'eau potable, l'endroit où l'échantillon sera pris.
- ✚ L'avez-vous les ou portez des gants jetables, neufs et propres.
- ✚ Laissez couler l'eau froide (pendant deux à Cinq minutes) avant de prélever l'échantillon.
- ✚ Ne rincez pas la bouteille avant de la remplir, car vous risqueriez d'enlever une partie ou la totalité de l'agent de conservation qu'elle contient, et de ruiner l'échantillon.
- ✚ Ne touchez pas au goulot ni à l'intérieur de la bouteille et du bouchon, car vous risqueriez de contaminer l'échantillon.
- ✚ Utilisez la bouteille stérile que le laboratoire autorisé vous a remise pour prendre l'échantillon d'eau. Ce type de bouteille d'échantillon bactériologique est muni d'une fermeture de sécurité.

Les prélèvements bactériologiques doivent être recueillis dans des flacons soumis à un nettoyage rigoureux et à une bonne stérilisation.

Ces flacons sont plongés pendant 24 heures dans de l'eau contenant un détergent.

Après ce temps, nettoyé avec une brosse et un goupillon toutes les surfaces internes. On rince avec l'eau du robinet puis on réalise 3 à 4 rinçages avec de l'eau distillée. On laisse la verrerie sécher à l'air libre.

Ensuite on met quelques goûtes de thiosulfates de sodium pour rendre la fonction de chlore inactive dans les eaux ayant subite une désinfection au chlore après on passe à la stérilisation.

Elle se fait dans l'étuve à 170 °C pendant 2 heures.

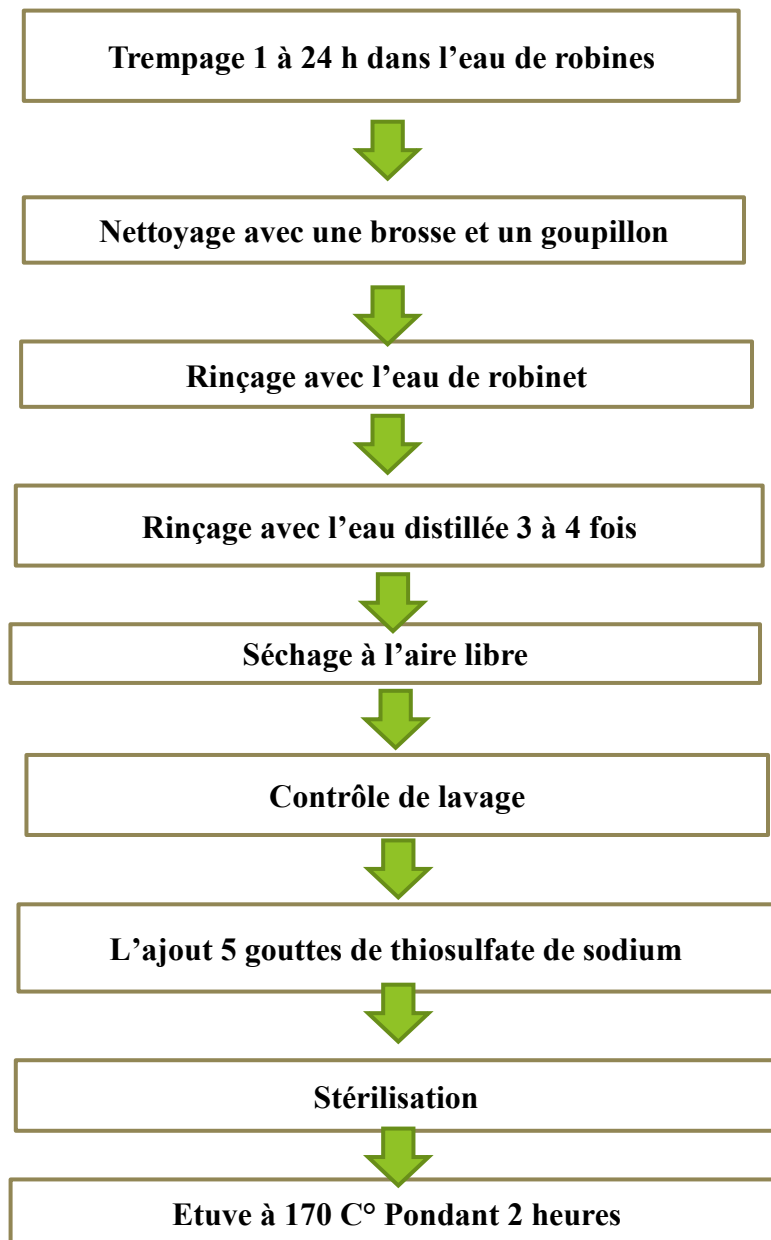


Figure 05: Stérilisation des récipients dans le laboratoire

2.2.2. Technique de prélèvement pour les analyses physico-chimiques

- ✚ Laver les mains avec l'eau et le savon.
- ✚ Nettoyer l'extérieur de robinet pour éliminer tous déchets.
- ✚ Ouvrir le robinet à son débit maximum et laisser l'eau s'écouler pendant 1 à 2 minutes.
- ✚ Fermer le robinet. Stériliser le robinet pendant 1 minute avec un coton imbibé d'alcool enflammé.
- ✚ Ouvrir doucement le robinet et laisser l'eau s'écouler à un débit moyen pendant 1 à 2 minutes.
- ✚ Remplir le flacon en verre muni d'un bouchon à vis métallique stérile.
- ✚ Un petit volume d'air doit rester à la surface de manière à faciliter l'agitation de l'eau avant son analyse.
- ✚ Fermer le flacon avec un bouchon qui sera recouvert par son enveloppe de protection.
- ✚ Inscrire sur l'étiquette les indicateurs nécessaires à l'identification du prélèvement.
- ✚ Mettre le flacon contenant l'échantillon dans une glacière 4°C (**Rodier et al. 2005**)

2.3. Transporte et conservation des échantillons

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible.

L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs : température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau.

A cet effet, la circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C.

Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4°C (**Rodier et al. 2005**)

Après le prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement à la température de 4°C dans des isothermes à l'obscurité pour assurer une conservation satisfaisant (**Larpen, 1997**).



Figure 06 : Flaconnage pour prélèvement d'eau

3. Matériel et méthode d'analyse

3.1. Matériel et méthode d'analyse bactériologique

3.1.1. Matériel d'analyses bactériologique

Milieux de culture

1. Gélose tryptone extrait de levure (TGEA) utilisé pour la recherche des *germes totaux*.
2. Gélose viande de foie (VF) pour la recherche des *clostridium sulfito-réducteurs*.
3. Gélose lactose au TTC et au tergitol utilisé pour la recherche des *coliformes totaux*.
4. Gélose slanetz est un milieu de culture utilisé pour la recherche des *streptocoques fécaux*.

Matériel

Biotes de pétri – portoirs- pissettes- bec benzine – bain marie – Autoclave

3.1.2. Méthode analyse bactériologique

L'analyse bactériologie a pour but la recherche et les dénombrements de germes existant dans les échantillons d'eau à analyser. Il signale qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et conservé et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (**Rodier,2005**).

Il existe de nombreux types de bactéries, de virus et de parasites différents, par conséquent, plusieurs analyses doivent être effectuées pour assurer la salubrité de la qualité de l'eau. Ces analyses représentent l'étude microbiologique de l'eau.

Une analyse complète de l'eau a été effectuée afin de rechercher et le dénombrement des paramètres suivent :

- + Germe totaux
- + Coliforme totaux
- + Clostridium sulfito-réducteurs
- + Streptocoques fécaux

3.1.3. Méthodes utilisée pour la recherche des bactéries

Pour l'eau destinée à la consommation humaine on a deux méthodes : la méthode de la membrane filtrante, et la méthode de l'incorporation en gélose.

A- Méthode de la membrane de filtrante :

Cette technique consiste à faire passer un liquide à travers un filtre dont les pores ont un diamètre de $0.45\mu\text{m}$, les micro-organismes sont trop gros pour passer et sont donc retenus par le filtre. Pour forcer ce liquide à traverses le filtre on utilise deux solution :

- ❖ Mis en pression du liquide par l'intermédiaire d'un piston.
- ❖ Aspiration du liquide en créant par exemple une enceinte dépressurisée de l'autre côté du filtre.

Dans certains cas le filtre ayant servi à stopper les micro-organismes peut être déposé sur un milieu de culture solide afin de permettre la multiplication des germes, ceci dans le but de procéder à leur dénombrement et à leur identification.



Figure 07 : Méthode de la membrane de filtrante

a- Recherche et dénombrement des *coliformes totaux* (ISO 9308, 1990)

❖ Principe

Après filtration de l'eau à analyser, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié. Ceci permet aux colonies de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à 24 heures, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des repiquages judicieux.

❖ Mode opératoire

- Mettre en marche la pompe à eau.
- Flammer la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
- Laisser refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidir).
- La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100ml pour une eau désinfectée).
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (ENDO) en prêtant et de ne pas piéger de bulle d'air.
- Incuber à 37°C la boîte de pétri, le couvercle vers le bas.

❖ La lecture

Après 24 heures d'incubation. Toutes les colonies suspectes lactose positif sont comptées puis repiquées sur le milieu TSI pour confirmer l'utilisation de lactose et le dégagement de gaz caractère principal des *coliformes*.

Pour le milieu TSI inoculer la colonie isolée à l'aide d'une pipette pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar (plan incliné) et par piqure centrale sur toute la profondeur du tube, Ensuite incuber à 37 C° pondent 24h.

❖ **Remarque :** Les tubes de TSI présentant un virage au jaune + production de gaz sont considérés comme étant positif c'est -à -dire présence de *coliforme totaux*.

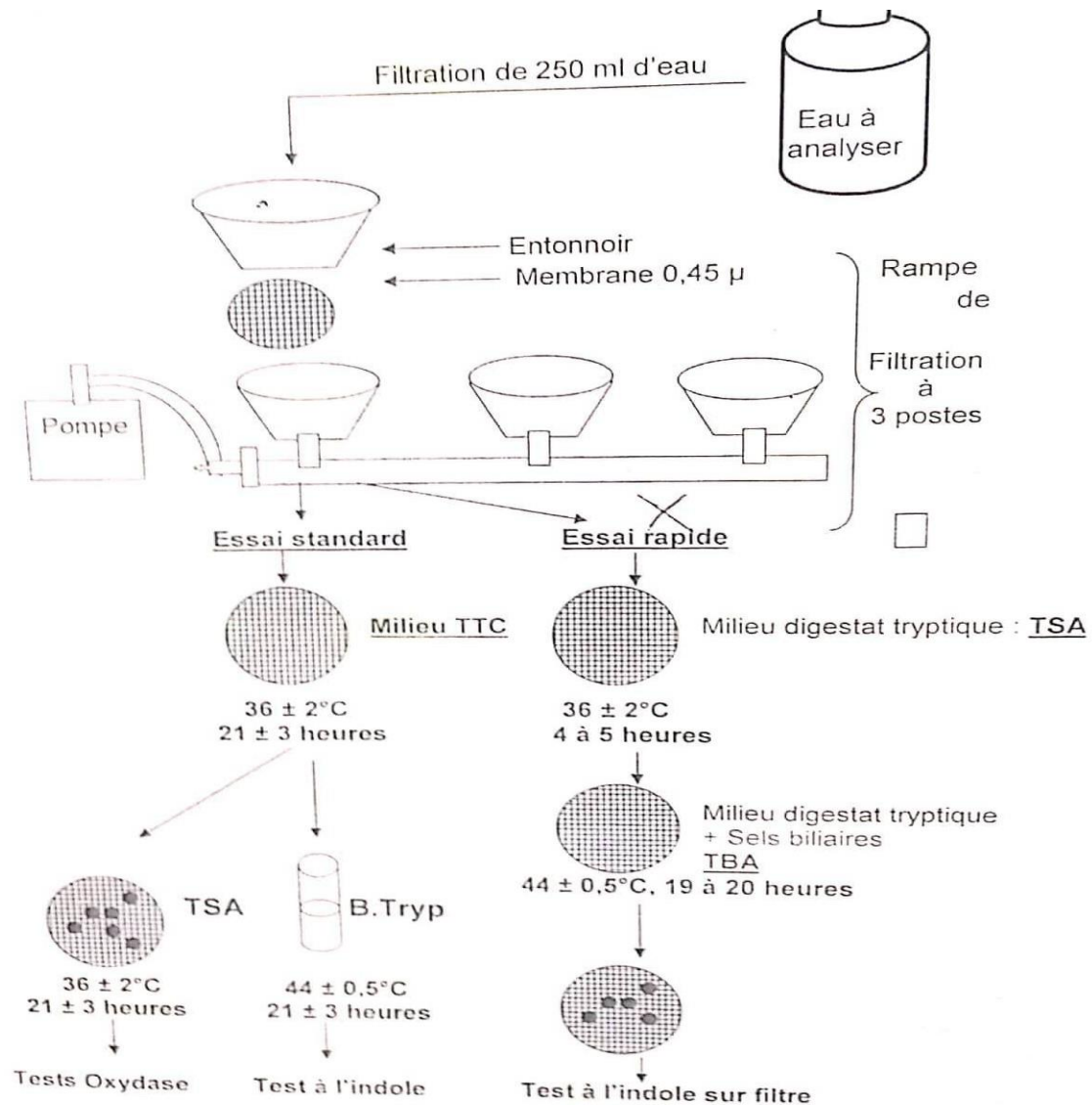


Figure 08 : Recherche et dénombrement des *coliformes totaux*

b- recherche des *streptocoques fécaux* (ISO 7899, 2000)**❖ Principe**

Après filtration sur la membrane de cellulose, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de *streptocoques fécaux*.

❖ Mode opératoire

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique. Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu de slanetz.

Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. (Test présumé).

Les colonies roses ou marron avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient les *streptocoques fécaux*.

Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur BEA, incubé à 44°C. La lecture se fait après 2 à 3 heures.

La présence de noircissement implique la présence des *streptocoques fécaux*. Toutes ces colonies sont comptées puis consignées sur registre.

❖ Expression des résultats

Le résultat est donné en nombre de *germes* par 100 ml.

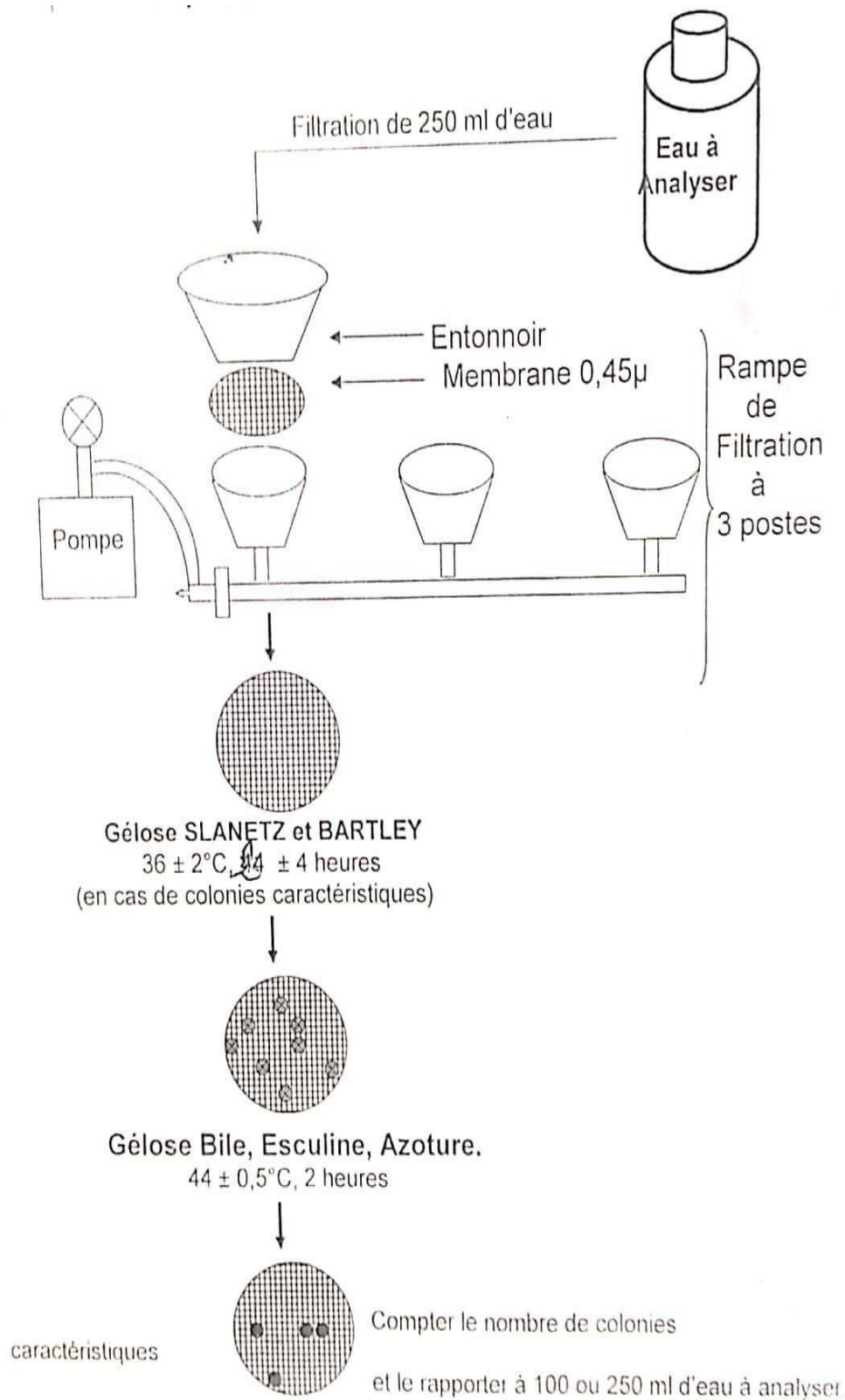


Figure 09 : Recherche des *streptocoques fécaux*

c- Recherche des *germes totaux* (ISO 6222 ,1999)**❖ Principe**

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définie Comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures.

❖ Mode opératoire

- ✓ A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1ml dans deux boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
- ✓ Compléter en suite chacune boites avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

❖ Incubation

Retourner les boites et incuber, une à 37C° pendant 24h à 48h l'autre à 22°C pendant 72h la lecture se fait après chaque 24h.



Figure 10 : Recherche des *germes totaux*

d- Recherche des *clostridium sulfito réducteur* (Rodier, 2006)**❖ Principe**

Après traitement de l'échantillon par la chaleur pour détruire les formes végétatives, la filtration sur membrane est déposée sur un milieu sélectif (gélose contenant du sulfate de sodium et des sels de fer) .incuber dans des conditions permettant une croissance en anaérobiose, les colonies *sulfito-réductrices* sont reconnaissables par un halo noir.

❖ Mode opératoire

- ✓ Remplir 100 ml d'eau à analyser dans un flacon, le porter au bain Marie à 80°C pendant 10min, puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc Thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et garder la forme sporulée des bactéries *sulfito-réducteur*).
- ✓ Retirer la membrane de 0,22um de porosité à l'aide d'une pince stérile
Après filtration, puis la placer à l'inverse dans la boîte de pétri.
- ✓ Couler la gélose viande foie (VF) sur la membrane, après Refroidissement goutter la deuxième couche de la gélose.
- ✓ L'incubation se fait à 37C°pendant 48 heures.



Figure 11 : Recherche des *clostridium sulfito-réducteur*



Figure 12 : Incubation du *clostridium sulfito-réducteur*, coliformes et les streptocoques et germes totaux.

4. Les analyses physico-chimiques

❖ Les analyses effectuées dans le laboratoire d'ADE :

Tableau 12 : les différentes analyses de l'eau

Paramètre physico-chimiques	Minéralisation globale
PH	Calcium mg/l
Conductivité us/cm	Magnésium mg/l
Chlore résiduel mg/l	Sodium mg/l
Turbidité NTU	Potassium mg/l
Oxygène dessous mg/l	Sulfate mg/l
Température °C	Chlorure mg/l
Résidu sec à 105° mg/l	Bicarbonate mg/l
MES 0 105 ° mg/l	Dureté totale TH mg/l
Silice si O ₂ mg/l	Dureté totale TH en F° mg/l
Salinité %	Titre acide complet TAC mg/l
TDS mg/l	Titre acide complet TAC en F° mg/l
Paramètre de pollution	Paramètres indésirables
Ammonium NH ₄ ⁺ mg/l	Fe total mg/l
Nitrates NO ₃ ⁻ mg/l	Fer Fe II mg/l
Nitrates NO ₂ ⁻ mg/l	Fer Fe III mg/l
Mat. Oxydable mg/l	Aluminium Al ³⁺
Analyses fines	Paramètres bactériologique

Cyanure CN	mg/l	Germes totaux à 37°C	ge/ml
DCO	mg/l	Coliforme totaux	ge/100ml
Plomb Pb^{2+}	mg/l	Coliform fécaux	ge/100ml
Nickel Ni	mg/l	Streptocoques fécaux	ge/100ml
Cadmium Cd	mg/l	Clostridium suif-red	ge/20ml
Cobalt Co	mg/l	Vibro choriera	ge/5ml
Chrome Cr	mg/l	Escherichia coli	ge/ml
Cuivres Cu	mg/l		

4.1. Les paramètres physiques :

a) La température (Afnor 90100,1972)

- **Principe:**

La détermination de la température est relevée directement à l'aide d'un thermomètre digital intégré au conductimètre. Elle est exprimée en °C

- **Mode opératoire**

On plonge la sonde munie d'un thermomètre dans un bécher qui contient les échantillons à analyser .on laisse le conductimètre se stabiliser puis on effectue la lecture et on la rapporte sur le protocole d'analyse.



Figure 13 : Mesure le PH et la température par le PH mètre.

b) Mesure de la conductivité électrique (R.Desjardins, 1997)

Elle se fait par la méthode conductivité métrique.

- **Principe**

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmentant avec la température et la concentration en sels dissous.

- **Mode opératoire**

- Rincer la verrerie avant l'usage avec de l'eau distillée.
- Allumer le conductimètre.
- Rincer la sonde à conductimètre d'abord avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 100ml d'eau à analyser, dans un bécher.
- Tremper l'électrode de conductimètre dans le bécher.

Il faut attendre la stabilisation de la lecture avant de prendre la valeur.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement sur l'appareil en $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Figure 14 : Mesure la conductivité et TDS par le conductimètre

c) Dénombrement de la teneur en sels dissous (Ahmed, 2010)**- La salinité :****• Principe et mode opératoire**

La teneur en sels dissous est mesurée à l'aide du conductimètre qui fait d'autres mesure aussi, le conductimètre est un appareil qui possède deux électrodes, une est placée à l'intérieur de l'appareil et l'autre est immergée dans la solution, la teneur en sels dissous sera affichée directement sur l'écran.

d) PH : (ISO 757,189 ,1990)**• Principe**

Le pH est une unité de mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité d'une solution .Il est mesuré entre 0 et 14, il mesure la concentration en ions H_3O^+

- **PH =7** une eau est dit neutre.
- **PH < 7** une eau est dit acide.
- **PH > 7** une eau est dite basique.

• Mode opératoire

- Allumer le PH mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un petit bécher.
- Tremper l'électrode du pH mètre dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment puis noter le pH.

• Expression des résultats

Le résultat sont obtenus directement à partir de lecture au pH mètre.

e) Mesure de la Turbidité (ISO 7027 ,1994)**• Principe**

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise la permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

- **Mode opératoire :**

- Etalonner l'appareil à 0 avant l'utilisation.
- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogène.
- Placer la cuvette dans le turbidimètre
- Effectuer rapidement la mesure.

Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

- **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en le turbidimètre.



Figure 15 : Mesure de la turbidité par le turbidimètre

f) Le TDS (taux de sel) (Ahmed, 2010) :

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels organiques inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont tous des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

4.2. Les paramètres chimiques :**a- test de chlore : (ISO 7393,1985)**

- **Principe**

La détermination de la concentration du résiduel dans l'eau en mg/l.

- **Mode opératoire**

- On prend un tube à essai et on le rince avec de l'eau à examiner.
- Remplir le tube avec de l'eau à analyser.
- Ajouter du DPD (N.Ndiéthyl-paraphenylène diamine) l'apparition de la couleur rose veut dire qu'il y a présence du chlore.
- Placer le tube dans le colorimètre (comparateur).
- Estimer la concentration du chlore selon le degré de coloration (chaque couleur correspond à une certaine concentration).



Figure 16 : Teste du chlore libre.

b- Détermination de la dureté totale (TH) (ISO 6059,1984)**• Principe**

A PH= 10 en présence de NET L'EDTA va complexer d'abord les ions Ca^{+} du fait que le complexonate de Ca^{+} est plus stable que le complexonate de Mg^{+} cette complexonate de Ca^{+} n'entraîne pas de visage de l'indicateur car il ne salie aux ions Ca^{+} mais uniquement aux ions Mg^{+} .

Quand tout Ca^{+} l'est complexe. L'EDTA complexe-le Mg^{+} en libérant.

Enfin de dosage l'indicateur sous forme libre.

• Technique :

- Dans un bêcher on mit 10 ml de l'eau à analyser.
- Chauffer 60°C. ajouter une pincée de l'indicateur NET et 2 ml du réactif (NH_4Cl PH=10).
- Titre par l'EDTA (0.02 N).
- Calcule :

$$TH = \frac{Volume\ EDTA * Normalité\ EDTA}{Volume\ de\ l'eau\ à\ analyses} * 1000$$

• Réactifs:

- NET (noir erichrome T)
- EDTA (sel di sodique d'éthyle-diamine-tétracétique 0.02N).
- PH Tampon 10

c- Dosage de Ca^{2+} (Ahmed, 2010)**• Principe :**

A un PH le titrage de Ca^{2+} avec l'EDTA va former un complexe rouge.

- **Technique :**

- Mettre 10ml de l'eau à analyser dans un bêcher.
- Ajouter une pincée de l'indicateur de Ca^{2+} (calçons), +03 gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (NaOH. PH=12).
- Titrer par l'EDTA (0.02N).
- Calcule :

$$Ca^{2+} = \frac{\text{volume EDTA} * \text{Normalité EDTA}}{\text{Volume de l'eau à analyses}} * 1000$$

- **Réactifs**

- Solution de NaOH (2N)
- EDTA (Sel di sodique d'éthylène-diamine-tétracétique 0.02)
- PH tampon 12.
- Indicateur de PH (caleçon)

d- Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme (K^+ , Na^+)

La photométrie de de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments et alcalino-terreux.

Les éléments à analyser (sodium, lithium, calcium etc....) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

- **Mode opératoire**

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (power).
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- Allumer la flamme à l'aide du bouton noir (IGNITION) sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage (FLM) en rouge sur l'écran.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton (Blank).
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.

- Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou du K^+ à 10mg/l.
- Optimiser à 10mg/l à l'aide du bouton (FINE).
- Retirer la cuvette remplie par une solution étalon Na^+ ou de K^+ 0 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie par distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).
- Retirer étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran et stable (3 essais pour chaque échantillon)

A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

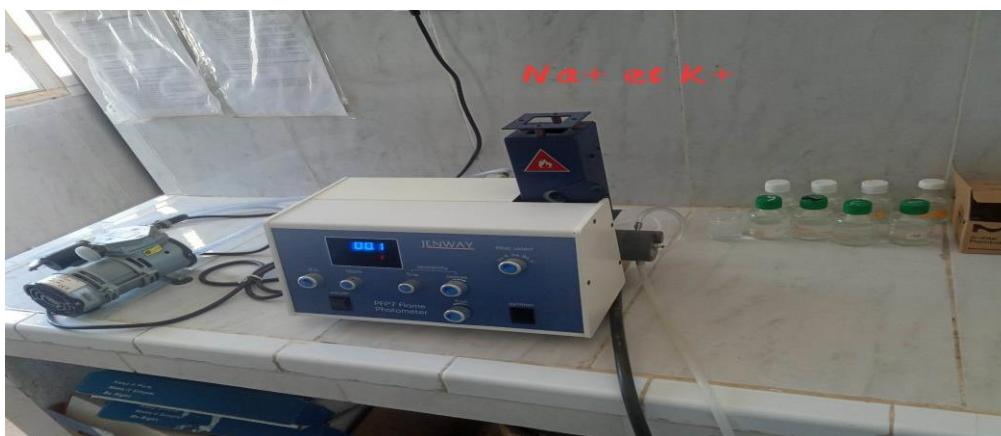


Figure 17 : Dosage de sodium et potassium par photométrie de la flamme (K^+ , Na^+ , Ca^+)

e- Dosage de Mg^{2+} (Ahmed, 2010)

La détermination de Mg^{2+} se fait par calcule comme le suivant :

$$Mg^{2+} = TH - Ca^{2+}$$

f- Dosage de HCO_3^- (Ahmed, 2010)**• Principe :**

- Ce dosage est fait par titrage des HCO_3^- par l'acide sulfurique en milieu neutre et en présence de méthyle orange.

• Technique :

A PH=8.2

- Mettre 10 ml de l'eau à analyser dans un bêcher.
- Ajouter 5 gouttes de l'indicateur de méthyle orange.
- Titrer par l'acide sulfurique.
- Calcule :

$$HCO_3^- = \frac{\text{volume d'acide sulfurique} \times \text{normalité d'acide sulfurique}}{\text{volume d'eau analyses}} \times 1000$$

• Réactifs :

- Indicateur de méthyle orange.
- L'acide sulfurique.

g- Dosage de Cl^- (Ahmed, 2010)**• Principe :**

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement, addition d'un petit excès d'ions argent et chromate formation du chromate d'argent brun rouge avec des ions chromates qui ont ajoutées comme indicateur.

Cette réaction est utilisée pour l'indication di virage durant le titrage, le PH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

- **Technique :**

- Mettre 10 ml de l'eau à analyser dans un bêcher.
- Ajouter 5 gouttes d'indicateur de chromate de potassium.
- Titrer par le nitrate d'argent.
- Calcule :

$$Cl^- = \frac{\text{Volume } AgNO_3 * \text{Normalité } AgNO_3}{\text{Volume de l'eau à analysée}} * 1000$$

- **Réactifs :**

- Indicateur de chromate de potassium.
- Solution de nitrates d'argent (0.02N).

h- Dosage de NO_3^- (Ahmed, 2010)

- **Principe :**

Le mélange de l'échantillon à analyser suspecté des nitrates avec les salicylates de sodium pour donner une coloration jaune mesurable par spectrophotomètre.

- **Technique :**

- Mettre 10 ml de l'eau à analyser dans un bêcher.
- Ajouter 4 gouttes de l'acide acétique 8 gouttes de nitrates se sodium.
- Attendre 5 mn.
- Ajouter une pincée de salicylates de sodium, agiter puis amener à sec par chauffage.
- Laisser refroidir puis ajouter 16 gouttes de l'acide sulfurique et laisser en contacte 15 mn jusqu'à de précipiter formé.
- Ajouter 10 ml de la soude 20%, puis agiter et verser la solution dans une cuvette graduée.
- Lecture par spectrophotomètre.

- **Réactifs :**

- NaOH 20%.
- Azoture de sodium.
- L'acide sulfurique.
- Salicylates de sodium.
- L'acide acétique et nitrates de sodium.

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.



Figure 18 : Spectrophotomètre pour la détermination du nitrate et le nitrite, sulfate.

i- Dosage de SO_4^{2-} (Ahmed, 2010)

- **Principe :**

Les ions SCV sont déterminés par la méthode spectrophotométrique.

- **Technique :**

- Mettre 10 ml de l'eau à analyser dans un bêcher.
- Ajouter une pincée de l'indicateur de chlorure de baryum.
- Lecture sur spectrophotomètre.

- **Réactifs :**

L'indicateur de chlorure de baryum.



Figure 19 : Préparation de la solution SO_4^{2-}

j- Dosage de l'ammonium NH_4^+ (ISO 7150 ,1984)

L'ammonium réagit avec les ions hypochlorite (qui sont générées par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurates de sodium) pour former des chlores amines qui vont réagir par la suite avec le salicylate de sodium à pH = 12,6 en présence de Nitrosopentacyanoferrate III pour former un composé bleu du citrate de sodium incorporer aux réactifs pour masquer l'interférence des cations, notamment le calcium et le magnésium.

Le composé bleu est dosé spectromètre à la longueur d'onde $\lambda_{\max}=655 \text{ nm}$. L'application de cette méthode aux eaux très colorée ou salée nécessite une distillation préalable.

- **Mode opératoire**

- Prendre 40ml l'eau à analyse dans une fiole jaugée de 50ml.
- Ajouter 4ml du réactif coloré.
- Homogénéiser bien la solution.
- Ajouter 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de Na.
- Homogénéiser bien la solution.
- Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée.
- Laisser reposer pendant au moins 1heure.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655nm.

k- Dosage des ions nitrites NO_2^- (ISO 6777,1984)**• Principe**

Les ions nitrites réagissent en milieu acide (PH=1,9) avec le réactif amino-4bénzène sulfonate ($NH_2 C_6 H_4 SO_3^-$) (en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorhydrate de N-Naphtyle-1diamino-1,2éthane ($C_{12} H_{16} Cl_2 N_2$) qui est mesuré par spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda=540nm$

• Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml de réactif coloré.
- Homogénéiser immédiatement en faisant tourbillonner et compléter à 50ml, laisser reposer 20min
- Effectuer les lectures à la spectrophotométrie à la longueur d'onde de 540 nm

l- Dosage des ions ortho phosphates PO_4^{3-} (ISO 6878, 1998)**• Principe**

Les ions ortho phosphates réagissent avec une solution acide contenant des ions de Molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimoniale-phosphomolybdate, il est réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe de molybdène fortement coloré en bleu qui est dosé spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda_{max}=880nm$.

• Mode opératoire

- prendre 40 ml d'eau à analyser.
- ajouter 1 ml d'acide ascorbique.
- agiter bien la solution.
- ajouter 2 ml de la solution de molybdate.
- compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée.
- laisser reposer pendant 10 à 30 min.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

4.3. Autres paramètres (Ahmed, 2010) :**- Le degré chlorométrie :****• Principe :**

Le degré chlorométrique d'eau doit être contrôlé chaque semaine. Sa valeur doit être comprise entre 45° et 48°.

• Technique :

- 2.5 ml de l'eau de javel dans une fiole de 50ml.puis ajouté l'eau distillé jusqu'au 50ml.
- On prend 0.25g de k I (potassium iodé). +25ml d'eau distillé+2.5mlacide acétique.
- Titrer avec le thiosulfate de sodium 0.1N. jusqu'à l'apparition de couleur transparente.
- Calcule :

$$D^{\circ} = 0.012 * \frac{v_{thiosulfate}}{v_{\text{échantillon}}} * 50 * 4$$

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physico-chimiques

L'analyse de ce type correspondant au programme d'analyses de routine effectué aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine : chlore libre et totale, turbidité, PH, conductivité, température, nitrates, ammonium,chaque paramètre est illustré dans son propre tableau.

1-1. Résultats d'analyses physiques

A- La température T°C

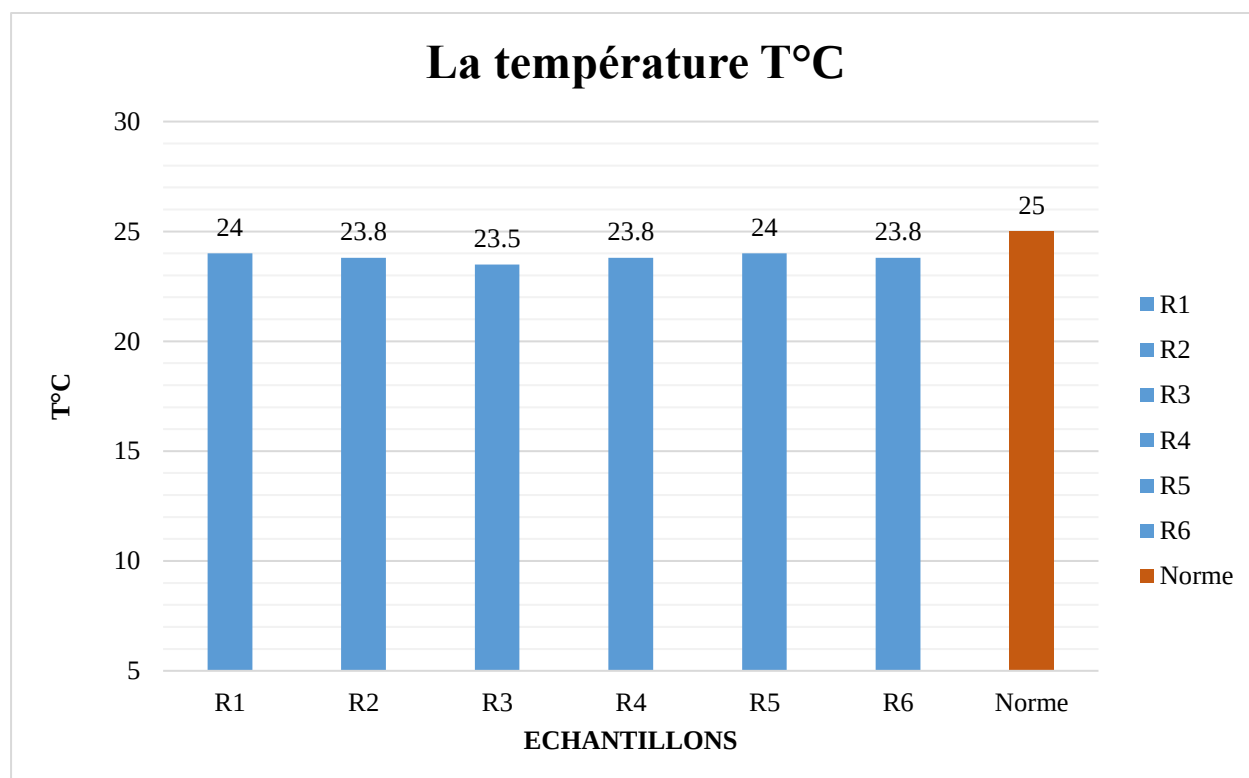
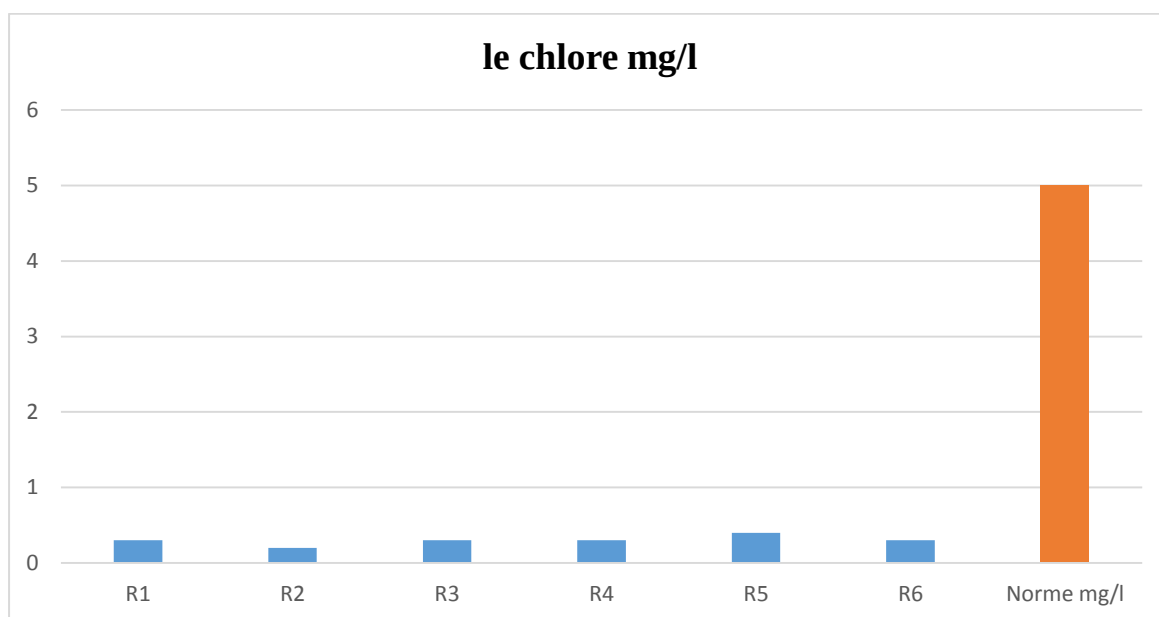


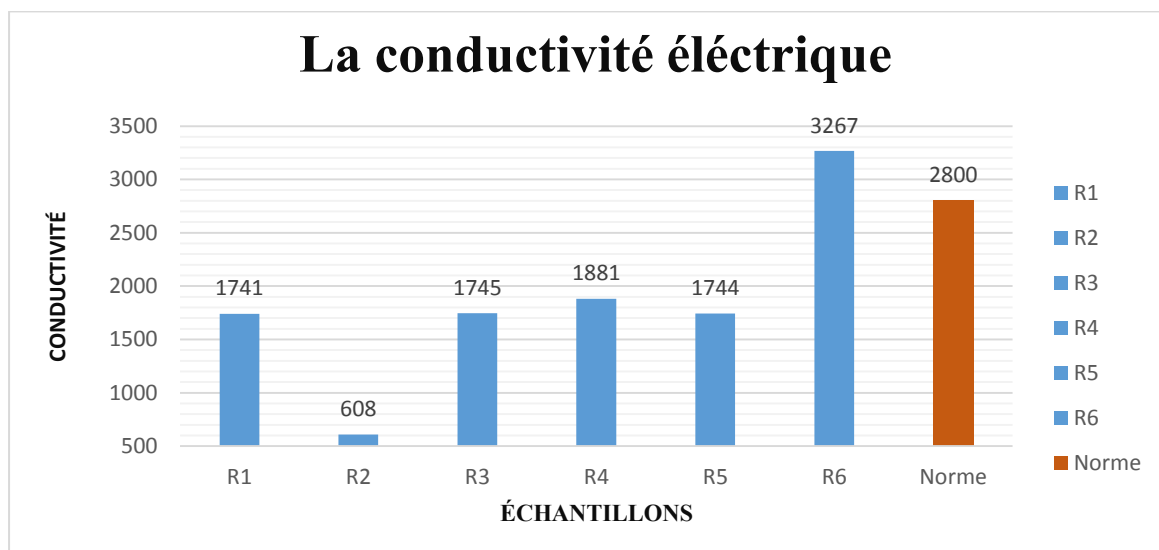
Figure 20 : Les valeurs de température C°

D'après les résultats que nous avons obtenus, la température des échantillons analysés est reliée avec le climat :

Tous les prélèvements ont des valeurs acceptables et conformes aux normes internationales qu'elle estime le 25° une proportion de référence.

B- Le chlore**Figure 21 :** Les valeurs de chlore mg/l

Pour le chlore, les valeurs que nous avons enregistrées sont comprises entre 0.2 et 0.4 mg/l, ces valeurs sont conformes aux normes Algériennes qui exigent une teneur de 5 mg/l.

C- Mesure de la conductivité électrique**Figure 22 :** Les valeurs de conductivité électrique

D'après les résultats que nous avons obtenus la conductivité électrique des échantillons analysés est reliée, on ne remarque pas vraiment une variation de la conductivité dans la majorité des prélèvements. Les valeurs obtenues des eaux de robinet varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 680 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à un maximum de 3267 $\mu\text{S}/\text{cm}$. cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous dans les eaux de robinet la teneur de référence selon OMS est de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

On remarque les échantillons R6 qui dépassent la norme parce que la concentration en sels dissous dans les eaux de robinet plus élevée.

D- Dénombrement de la teneur en sels dissous :

- La salinité :

La salinité désigne la concentration de sels minéraux dissous dans l'eau, nous avons illustré ses résultats dans le tableau

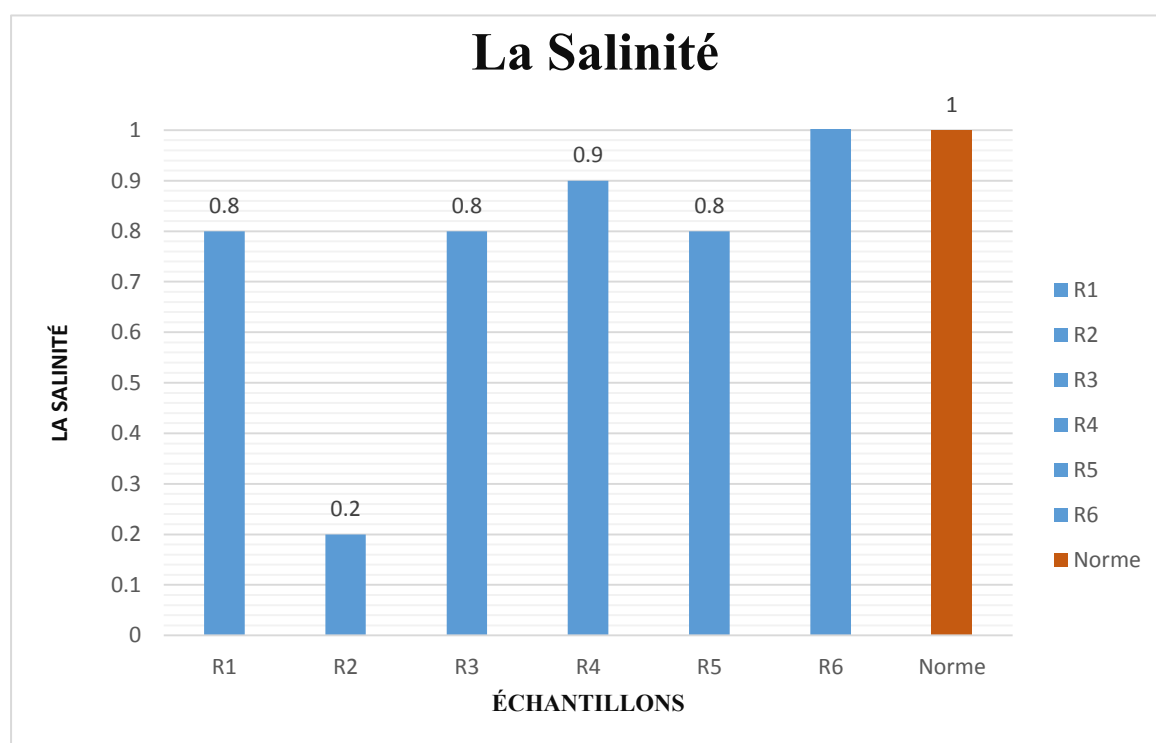


Figure 23 : Les valeurs de salinité d'eau (g/l)

Nous avons noté que les valeurs de la salinité totale se situent dans une petite gamme allant de 0.2 g/l et 1.6 g/l, ces demies présentent ainsi une minéralisation souvent conforme aux normes de l'OMS pour les eaux douce qui est de 1g/l.

Cependant, nous avons remarqué lors de l'aperçu de l'échantillon 6 qu'il est supérieur 1g/l.

E- Le PH

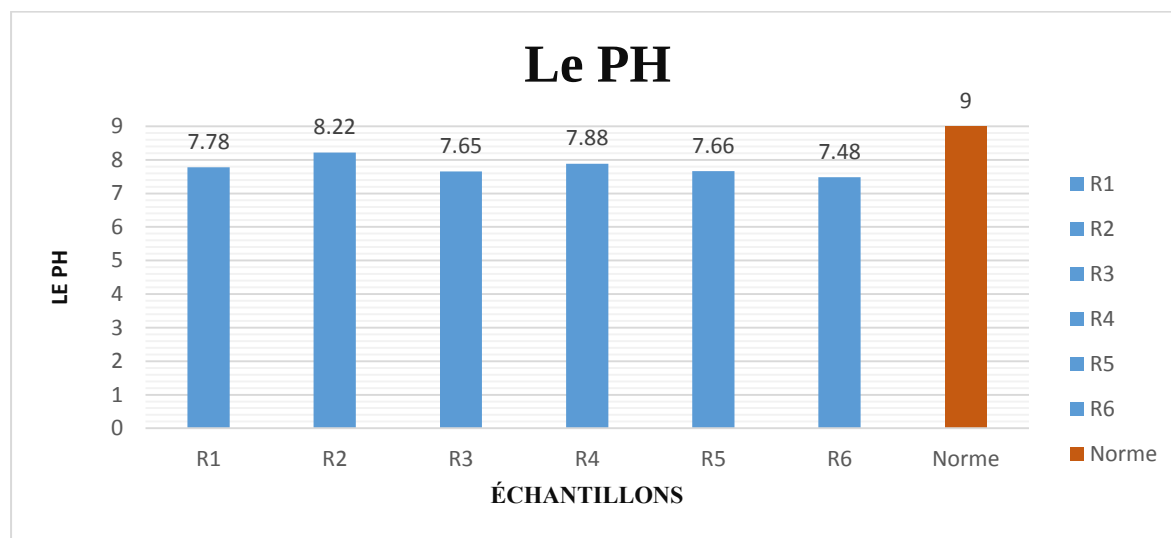
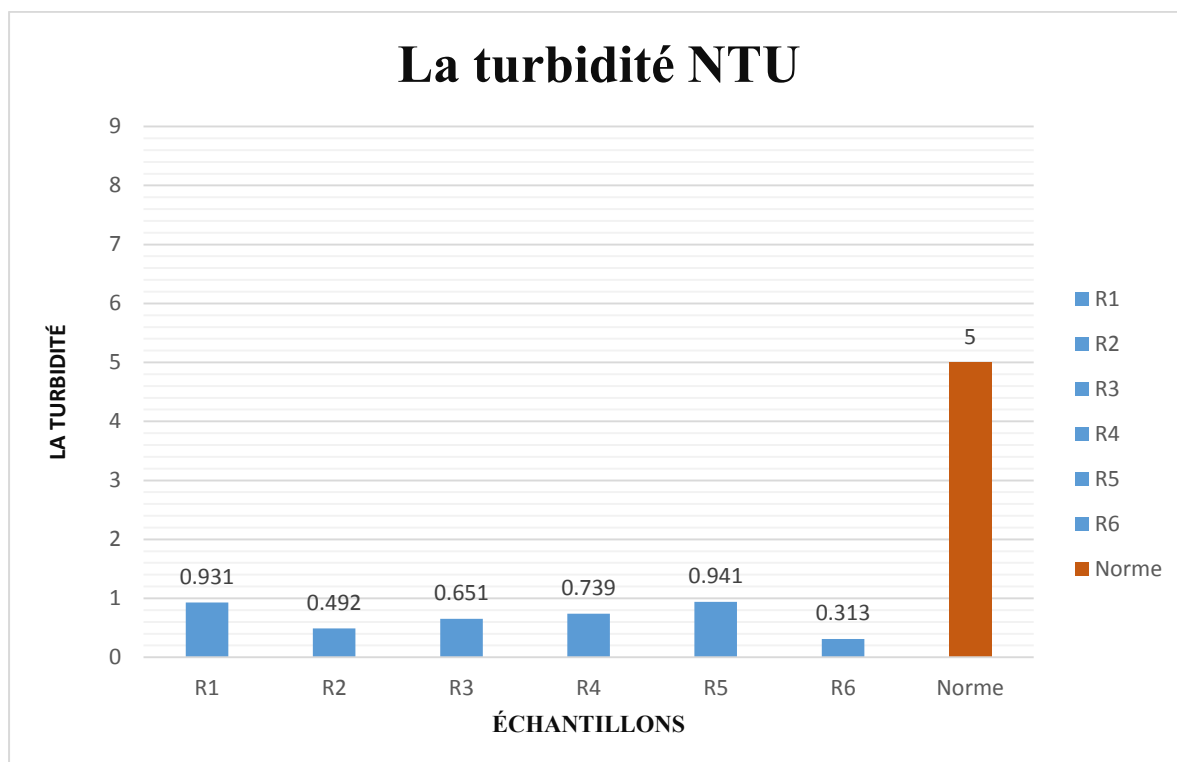


Figure 24 : Résultat du PH

Les eaux analysées ont un PH voisin de la neutralité, ces valeurs sont probablement dues à l'influence de la nature chimique de sol et des roches par action de lessivage et surtout à la nature chimique argileuse des deux barrages. Nous avons remarqué le PH entre 7,48 à 8,22. Il est un facteur d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau.

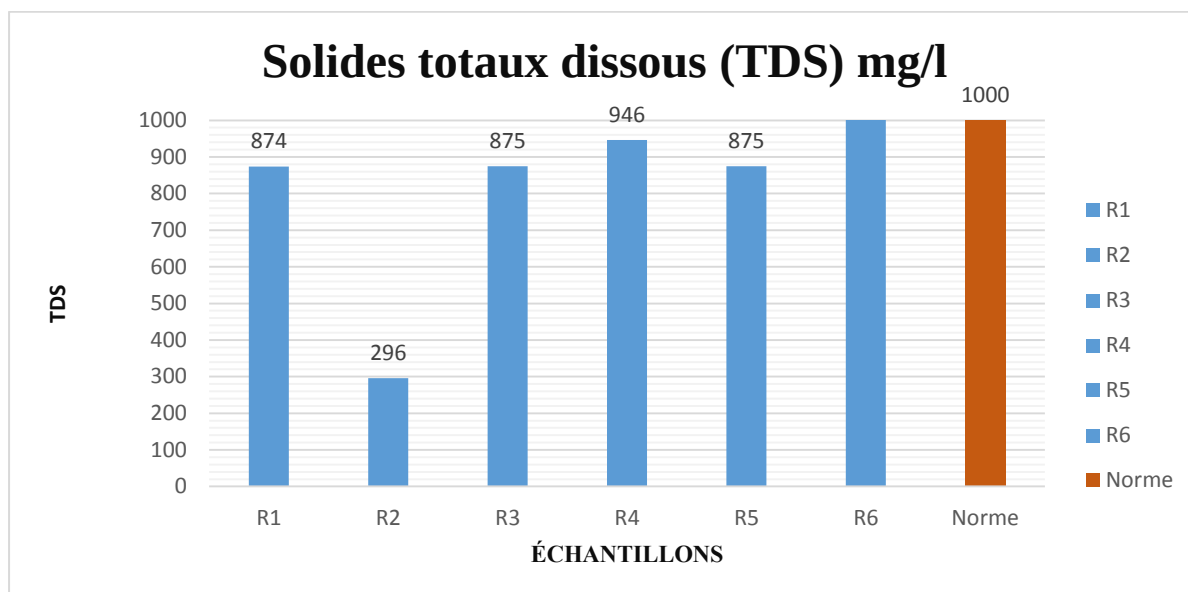
Les valeurs obtenues sont proches entre elle et aux normes qui exigée de l'OMS (PH compris entre 6.5 et 9) pour l'eau potable. Sauf les échantillonnes R6 qui supérieure les normes. En effet, nos échantillons analysés R1, R2, R3, R4, R5, sont de qualité acceptable.

F- Mesure de La turbidité NTU

**Figure 25 : Résultats de Turbidité**

Nos résultats montrent que la turbidité varie entre 0.313 NTU et 0.941 NTU. Son norme est fixée à 5 NTU selon l'OMS. La turbidité affecte beaucoup la potabilité d'une eau de boisson. Les consommateurs ont très souvent des exigences par rapport à ce paramètre. La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspensions finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques etc.

G- Les résultats des valeurs des solides totaux dissous (mg/l).TDS

**Figure 26 :** Valeur des solides totaux dissous (mg/l)

On appelle TDS ou minéralisation totale, la masse totale des minéraux dissous (anions et cation) et non dissous (la silice) exprimés en mg/l.

La teneur son claire des sels dissous de l'eau traitée que nous avons enregistré varie de 296 et 1680 mg/l, nous remarquons que les valeurs de TDS sont variables d'un échantillon à un autre, cette variation peut être attribuée à l'apport de différents sels lors de traitement de clarification et désinfection (sulfates, chlorures,.....)

Pour le TDS les valeurs sont comprises entre 874 et 946 mg/l, ces valeurs sont conformes à la norme de l'OMS qui est de 1000 mg/l.

En remarque le TDS de l'échantillon R6 qui supérieure la norme.

Tableau 13 : Résultat d'analyses physique :

Paramètre Physique Et l'échantillon	Conductivité Um/cm	TDS mg/l	Salinité g/l	T°C	PH	Turbidité NTU
R1	1741	874	0.8	24	7.78	0.931
R2	608	296	0.2	23.8	8.22	0.492
R3	1745	875	0.8	23.5	7.65	0.651
R4	1881	946	0.9	23.8	7.88	0.739
R5	1744	875	0.8	24	7.66	0.941
R6	3267	1680	1.6	23.8	7.48	0.313

2. Les résultats de paramètre de pollution

Ces analyses (Ammonium, nitrite, phosphate), s'effectuent si la teneur en chlore inférieure au 0.5 mg/l.

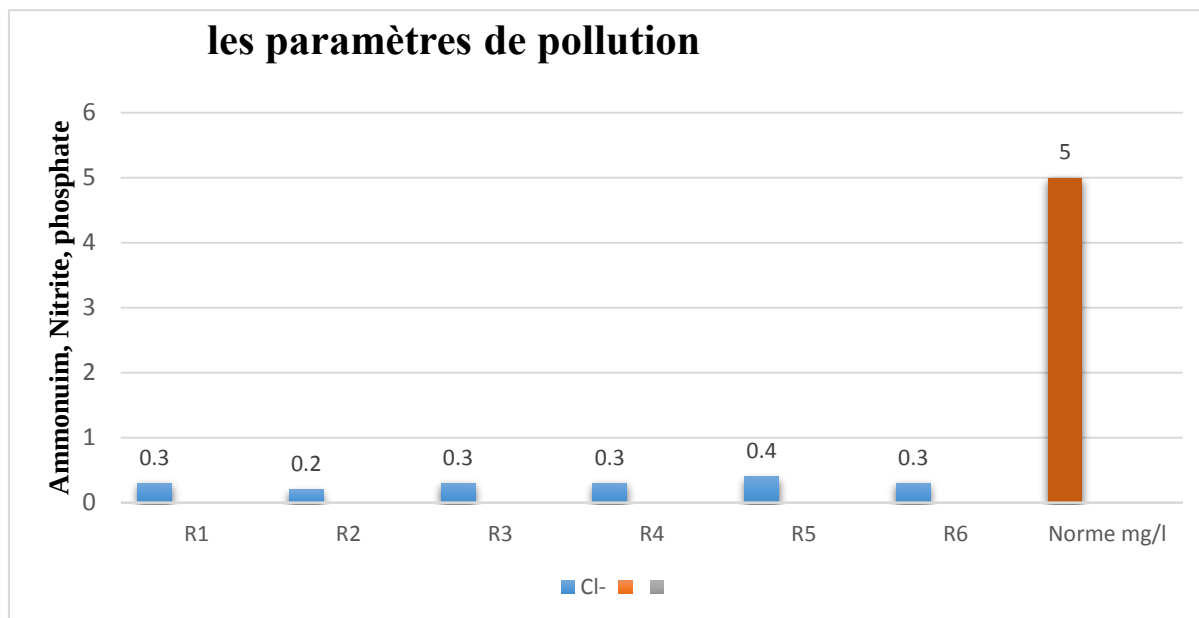


Figure 27 : Les paramètres de pollution

✓ Ammonium NH_4^+

D'après les valeurs enregistrées, nous avons constaté que la majorité des échantillons sont de bonne qualité, qui comparée avec les normes de potabilité, c'est donc un indicateur de la pollution de l'eau par les rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

✓ Nitrite NO_2^-

Les résultats indiquent l'apparence de nitrite dans l'échantillon 1 avec une valeur de 0.05 mg/l, c'est une signification de présence d'une pollution liée aux activités humaines : rejets urbains et industriels et surtout agriculture et élevage intensifs mais reste toujours acceptable et dans la norme mondiale qui est de 0.2 mg/l.

2.3. Phosphate P_4^{3-}

Pour ce paramètre les résultats obtenus négatifs pour tous les échantillons, cela signifie une absence de contamination qu'elle soit d'origine agricole (engrais phosphates) ou autres.

3. Les résultats de paramètre titre hydrotimétrique TH

Le tableau montre les valeurs des paramètres TH, nous avons réalisé tous les analyses sur 6 échantillons.

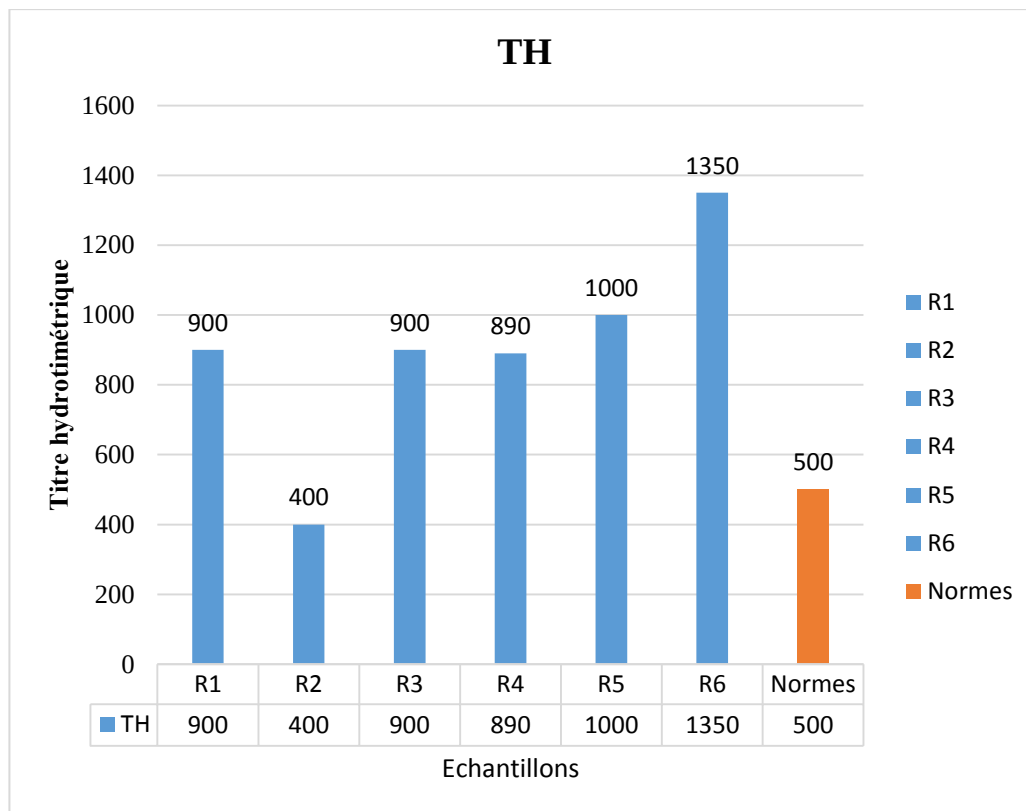


Figure 28 : Les paramètres TH

✓ Titre hydrotimétrique TH

L'analyse des prélèvements effectués ont révélé que le titre hydrotimétrique dans les échantillons est supérieure de 500 mg/l eau potable par rapport aux normes établies qui est de 500 mg/l. La dureté de l'eau est exprimée par le °f (degré français) sauf échantillon R2.

1°f équivaut de 10mg/l

- Pour l'eau de robinet, la dureté doit être inférieure à 30°f.
- Les eaux dures (de 15°f à 35°f).
- Les eaux plus dures sont supérieures à 35°f.

Nos échantillons ont une dureté totale acceptable avec une valeur moyenne de 23.8°f.

✓ Titre alcalimétrique complet

Les valeurs de cet paramètre permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenues dans l'eau, d'autre façon l'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

Nous avons constaté que les valeurs que nous avons obtenues sont de 158 et 210 mg/l, alors qu'elles sont dans la norme mondiale qui est de 500mg/l. Le TAC s'exprime par le degré français °f tels que le TH donc notre eau est de 23.8° f avec une dureté totale moyenne.

✓ Le calcium Ca^{2+}

Nous avons obtenus des résultats de Ca^{2+} conformes aux normes de potabilité algériennes qui estiment 200 mg/l la valeur maximale.

✓ Chlorure Cl^-

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 500 mg/l. Alors que la teneur en chlorure de nos résultats est entre 113.6 mg/l et 355mg/l et ces valeurs restent dans la norme de potabilité d'eau qui est de 500 mg/l.

Tableau 14 : Résultat d'analyses chimique complet avec les normes algériennes de chaque paramètre

ech	TH	K^+	Na^+	NO_3^-	SO_4^-	HCO_3^-	NO_2^-	Cl^-	PO_4^-	Fe^{2+}	NH_4^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
R1	900	2.2	9.3	5.1	141	210	0.05	256	0.03	0.02	0.1	680	220
R2	400	1.1	4.4	7.5	45	158	0.02	114	0.04	0.02	0.1	340	60
R3	900	2.2	9.7	5.9	140	158	0.01	199	0.04	0.02	0.1	780	120
R4	890	2.3	10	23	132	158	0.01	249	0.04	0.02	0.1	798	92
R5	1000	2.2	9.9	6.2	130	158	0.01	178	0.05	0.02	0.1	924	76
R6	1350	3.5	13.6	34	302	210	0.01	355	0.04	0.02	0.1	1158	192
Normes mg/l	500	20	200	50	400	500	0.1	500	0.5	0.3	0.5	150	200

4. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats d'analyses microbiologiques de nos échantillons d'eau sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Résultats complets d'analyses bactériologiques

échantillons	<i>coliformes</i>	<i>Streptocoques</i>	<i>clostridium</i>	<i>Germes</i>		Observation
	<i>Totaux</i>	<i>Fécaux</i>		22°	37°	
R1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
R2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
R3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
R4	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
R5	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
R6	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
Normes	0/250ml	0/100ml	0	0	0	Bonne

- ❖ Les analyses bactériologiques ont été effectuées sur 06 échantillons de l'eau. Ces analyses portent sur la recherche des *germes*, les *coliformes totaux*, *streptocoque fécaux*, et *clostridium*.
- ❖ D'après les résultats obtenus, nous avons noté une absence totale de tous les *germes* pathogènes qui peuvent contaminer l'eau de consommation, ce qui signifie que la qualité microbiologique de nos prélèvements est bonne et satisfaisante.

Tableau 16 : Référence de qualité des paramètres bactériologique dans l'eau destinée à la Consommation humaine (OMS. 2011)

Paramètres bactériologiques	Unités	Les normes OMS
<i>GT</i>	UFC/ml à 37°C	100
<i>CT</i>	UFC/100 ml	10
<i>CF</i>	UFC/100 ml	0
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml	0
<i>St. Fécaux</i>	UFC/100 ml	0
<i>Clostridium</i>	UFC/20 ml	0

Source : OMS, (2011).

5. Discussion général

Les résultats du PH montrent que l'ensemble 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 traitée dans tout l'échantillon pas de contamination. 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 du traitement de chloration.



Figure 29 : Résultats de la recherche des *germes totaux*

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 de *coliformes totaux* de le traitée dans toute les échantillons ont un nombre d'UFC égale à celui recommandé par l'OMS (0 UFC/ml).

Cela explique absence de contamination d'origine fécale au niveau tout l'échantillon recommandé par l'OMS et normes algériennes, concernant les eaux traitées. Nous remarquons une absence totale des *coliformes totaux*.



Figure 30 : Résultats de la recherche des *coliformes totaux*

L'absence totale des *coliformes fécaux* et *streptocoques fécaux* que ce soit dans l'eau traitée dans tous les échantillons qui ont 0 UFC/ml de *streptocoque fécaux*. Sachant que l'OMS recommande que ces deux *germes* doivent être absents dans l'eau.



Figure 31 : Résultats de la recherche des *streptocoques*

La recherche et le dénombrement de *Escherichia coli* indique 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 *E. coli* 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 traitée.



Figure 32 : Résultats de la recherche des *clostridium sulfito-réducteurs*.

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 traitée est en dessous de la norme proposée par l'OMS (2000 $\mu\text{m}/\text{cm}$).

Au contraire, les échantillons R6 ont marquées des valeurs supérieures à celle recommandées par l'OMS. R6 a une valeur de 3267 $\mu\text{m}/\text{cm}$. Ce qui signifie que la concentration en sels dissous dans l'échantillon R6 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 (500-1500g/l).

A l'exception du l'échantillon R6 ou la teneur était au-dessus de la norme (1680 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 (1mg/l), traduisant ainsi les propriétés des eaux traitées. Sauf l'échantillon R6 qui supérieure les normes Valeur 1.6 mg/l de R6. Tout l'échantillon des eaux traitées montrent des valeurs acceptables, sauf l'échantillon R6.

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

Plantes aquatiques.

Les valeurs enregistrées pour les eaux traitées sont supérieures à la norme exigée par l'OMS (20°) sauf l'échantillon qui inférieurs la norme. L'augmentation de la dureté est liée essentiellement aux terrains calcaires et gypseux.

Le calcium est un alcalino-terreux extrêmement rependu dans la nature et particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonate. Nos résultats montrent que les concentrations de calcium pour les eaux traitées étudiée ne dépassent pas la norme admissible par OMS (200mg/l) sauf l'échantillon R1 (220mg/l) 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 gout désagréable à l'eau potable. Les résultats obtenus dans les eaux traitées sont en accord avec la norme admissible par l'OMS (150mg/l), A l'exception des tous l'échantillon qui a de valeur dépasse la norme.

En ce qui concerne le potassium et sodium, les résultats montre les valeurs des eaux traitée sont conformes à la norme.

Les faibles teneurs relevées des phosphates et élément 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 (H_2S) toxique en sulfate. Les valeurs de nos échantillons montrent des valeurs en dessous cette 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 é 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 ou corrodant 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

Conclusion

Notre stage a été effectué au niveau du laboratoire de l'ADE de la wilaya de Laghouat, dont l'objectif est le contrôle des paramètres bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de consommation d'El Assafia.

Ce travail, nous a permis dans un premier temps de connaître les techniques d'analyses microbiologiques et physico-chimiques adoptées par le laboratoire central de l'ADE. Il nous a permis également dans le cadre de cette mission de bien maîtriser les techniques d'analyse grâce aux nombreuses manipulations que nous avons pu faire.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes intéressés au suivi et contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologique de l'eau de consommation de la ville de d'El Assafia et vérifier si la qualité de cette eau répond aux normes requise pour les eaux de consommation humaine.

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau de consommation de la ville de d'El Assafia révèlent une conformité parfaite par rapport aux normes de l'OMS.

D'autre part, sur le plan microbiologique, les résultats obtenus à partir des différentes analyses effectuées sur l'eau indiquent l'absence totale des germes de contamination fécale c'est une signe d'inexistante de pollution.

De par les résultats d'analyse obtenue, nous pouvons donc conclure, que l'eau de consommation de la ville de d'El Assafia est de bonne qualité bactériologique et physicochimique.

Enfin, nous suggérons une meilleure prise en charge de suivi de la qualité de l'eau potable dans le réseau de distribution qui est fréquemment soumis à de nombreuses contaminations (fuites, problème de bio film, corrosion).

Les mesures préventives comme la multiplication des fréquences des prélèvements d'échantillons pour contrôle chez les abonnés contribuent à minimiser les risques des maladies à transmission hydriques comme le choléra, les fièvres, typhoïde.

Références bibliographiques

-A-

- **Aissaoui A. 2013.**Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam gouzi de la région de oued ATLHMANIA (wilaya de MILA) par les activités agricoles. Mémoire magister. Université MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU.
- **Arab L. et Oudafel N. (2015) :** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de Taksebt de la ville de Tizi-ouzou. Mémoire de Master : Département de sciences agronomiques. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-ouzou, 120p.
- **Alouane. H, (2011) :** Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Mémoire du diplôme de Magistère en : Filière Écologie. P 9.
- **Amadou H. Laouali M.S. et Manzola A. (2014) :** Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois aquifères de la région de Tillabery : application des méthodes d'analyses statistiques multi variées, Larhyss Journal, N° 20, 25-41p.
- **Aouissi A. et houhamdi M. (2014) :** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien).1^{er} séminaire national sur la santé et bio-surveillance des écosystèmes aquatiques, 12 p.
- **Aubry P. (2016) :** Amoebose (amibiase). Médecine Tropicale. Paris, France, pp 1-10.
- **Afnor. (1997).** Qualité de l'eau : Analyse biochimique et biologique, analyse microbiologique, textes réglementaire, paris.

-B-

- **Baziz N. (2008).** Étude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire magister. Université colonel ELHADJ LAKHDAR BATNA, P154.
- **Bouziani M. (2000).** L'eau, de la pénurie à la maladie. Ed. Ibn Khaldoun. Algérie. 195p.
- **Bouchemal F. et Achour S. (2015) :** Qualité physico-chimique et paramètres de pollution des eaux souterraines de la région de Biskra. Larhyss journal, N°22 : pp. 197-212.
- **Boeglin J.C. (2001) :** Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G 1110.
- **Bouziani M. (2000) :** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun, (Oran). p247.
- **Belghiti m. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El moustaine R. (2013) :** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plioquaternaire dans la région de MEKNES (MAROC) larhyss journal, issn 1112-3680, n°14, juin 2013, pp. 21-364.
- **Bremond R. et Vuichard R. (1973) :** Paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française OSPEPE, Paris, 178 p.
- **Berger R. (2004) :** Fosses d'infiltration pour la récupération de l'eau de pluie.
- **Bensaci T. (2006) :** Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum ElBouaghi). Mémoire de Magister Centre Université Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi. 98 p
- **BAG Broch. (2007):** traitement de l'eau potable.

-C-

- **Chapman-D. (1996).**Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman & Hall, London.
- **Chougar L. (2015).** Traitement physique chimique et bactériologique de l'eau d'alimentation de la commune de Béni Douala. (Tizi-Ouzou). Mémoire de Master protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 60p.

-D-

- **Devillers J., Squilbin M., Yourassowsky C. (2005) :** Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surfaces : cadre générale. Les données de l'IBGE : " L'eau à Bruxelles",pp. 2 - 16.
- **Degremont S. (2005) :** Mémento technique de l'eau, Lavoisier SAS. Lexique technique de l'eau, Paris, dixième édition.
- **Degremont G. (2005) :** Mémento technique de l'eau. Tome 1 et 2. 10ème édition, TEC& DOC, Lavoisier, Paris, France, 1718 p.
- **Degremont G. (1989) :** Mémento technique de l'eau. Tome 1. 9ème Edition, Cinquantenaire, Paris, 592 p.
- **Degremont S. (1989) :** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, P 5-24-25.
- **Degremont S. (2005) :** Mémento technique de l'eau, Lavoisier SAS. Lexique technique de l'eau, Paris, dixième édition.
- **Degremont S. (1989).** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome I. 2503p.
- **Defranceschi M. (1996).** L'eau dans tous ses états. Edition Marketing S.A, Paris.128p.
- **Behyger. (2007) :** Rapport technique : les forages.

-F-

- **Festney B., Hartemann P., Edrans M., Levallois P., Paymentp., Tricard D. (2003)** : Qualité de l'eau, Environnement et santé publique-fondement et pratique. Edition TEC & DOC, Acton Vales, Paris, 368 p.
- **Felfoul. R, Hadjyahya S. (1999)** : Contribution au traitement des eaux d'oued boutane (Khemis Miliana) Choix d'un procédé d'épuration Centre université de Khemis Miliana (1999).
- **Ferron A. (1976)** : Bactériologie à l'usage des étudiants en médecine. 8^{ème} édition, CROUAN & ROQUES, Lille, France, 403 p.

-G-

- **Gerard G. (1999)**. L'eau, milieu naturel ET maîtrise, Edition INRA, Volume 1, P 204
- **Guerzou, F. (2008)** Etude de la potabilité des eaux souterraines de la région de Djelfa (Aspect physico-chimique). Mémoire de Fin d'Etude en Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie.
- **Gaujous, D** : La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire 2^{ème} édition.
- **Gaujous D. (1995)** : La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire 2^{ème}.

-H-

- **Harrat N. et Achour S. (2010)** : Pollution physico-chimique des eaux de barrage de la région d'El Tarf. Impact sur la chloration. Larhyss journal, n°8 : pp. 47-54.
- **Heniche Ahmed. (2010)** Compte rendue d'analyses physico-chimiques et bactériologique.
- **Houmel T. (2017)**. Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire de Master en Biologie. Spécialité: Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 74p.

-I-

- **ISO 757,189 (1990).** Agricultural tractors -Test procedures -- Part 1: Power tests for power take-off.
- **ISO 6058, (1984).** Qualité de l'eau -- Dosage du calcium -- Méthode titrimétrique à l'EDTA
- **ISO 6059, (1984)** Qualité de l'eau -Dosage de la somme du calcium et du magnésium Méthode titrimétrique à l'EDTA
- **ISO 6777,** Water quality-Determination of nitrite-molecular absorption spectrometri method.
- **ISO 6878, (1998).**Qualité de l'eau-Dosage du phosphore-Méthode spectrométrique au molybdate d'aluminium.
- **ISO 7027, (1994).** Qualité de l'eau- Détermination de la turbidité.
- **ISO 7150, (1984).**Qualité de l'eau-Dosage du l'ammonium.
- **ISO 7393, (1985).** Qualité de l'eau-Dosage du chlore libre et de chlore total.
- **ISO 9297, (1989).** Water quality- Determination of chloride-Silver nitrate titration with chromate indicator.
- **ISO 9308-1., (2014).** Qualité de l'eau, dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes, partie 1 : Méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries. Edition 3, page : 10.
- **ISO 6461, (1986).** Qualité de l'eau, Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfite-réducteur (clostridi), partie 2 : Méthode par filtration sur membrane. Première édition, page : 4.

-J-

- **J. Rodier ;** L'analyses de l'eau, Bordars-pari (1984)

-K-

- **Kahoul T. (2014) :** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la Ville d'Annaba (Algérie). Université Badji Mokhtar. Annaba BP12. Algérie (2014).

- L-

- **Louis Schriver M. (2012).** La gestion durable de l'eau : ressource, qualité, organisation .P 18.
- **Lefèvre J.G. (1991) :** Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi: la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-Clevenot.
- **Lazhar G. (2011) :** Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de magister : Université FERHAT ABBAS-SETIF, 106 p.
- **Lepeltier S. (2005) :** Un bon état écologique des eaux. Ministre de l'écologie et du développement durable.
- **Leveque C. (1996) :** Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette, Paris.
- **Larpent,J. P. (1997).** Microbiologie alimentaire.

-M-

- **Merouani M et Bouguedah A. (2013).** Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA. P 59.
- **Mouffok F. (2008).** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008. 53p.
- **Metahri S. (2012) :** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par les procédés mixtes : cas de la STEP EST de la wilaya de Tizizou, thèse de doctorat : département d'agronomie. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-ouzou, Algérie, 148 p.
- **Mekaoussi N. (2014) :** Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (Est Algérien), Mémoire de Magister, Université Hadj Lakhdar –Batna ; Batna .6-11 P.
- **Marcel D. (1995) :** Chimie des oxydants et traitement des eaux. L'université de Poitiers (E.S.I.P), P230.

- **Makhoukh M. (2011):** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. (Maroc).p46.
- **Menad K et Metadger R. (2012) :** Traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana. Université Khemis Miliana.p14.
- **Mizi A. (2006) :** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat l'état, université d'Annaba, Algérie, p : 26, 27.
- **Mohand- Said Quali ;** Traitement des eaux office des publications universitaire-Alger(2001).

-O-

- **O.M.S. (2006).** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2006).
- **OMS. (1986) :** Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 2: 1ere Edition, Genève, 134 p.
- **OMS. (2000) :** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p
- **OMS/PNUE. (1977) :** Recommandations pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Programme à long terme de surveillance continue et de recherche en matière de pollution de la mer Méditerranée, 156 p.
- **OMS. (2008) :** Directives de Qualité pour l'Eau de Boisson. 2eme Edition, Volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, 1150 p.
- **O.M.S. (2004).** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2004).

-P-

- **Potelon J, (1998) :** Le guide des analyses de l'eau potable. Edition Lettre du Cadre Territorial, France, 120 p.

-R-

- **Rodier J. (2005) :** L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8ème édition. Dunod. Paris, p .1383 ,1479.

- **Rodier J. (1984)** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 5^{ème} Edition, Dunod, Paris, 1500 p.
- **Rejsek F. (2002)** : Analyses des eaux, les aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. p 109.
- **Rodier J. (1996)** : L'analyse de l'eau eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer Edition Lavoisier Tec & Doc.
- **Rodier J., (2005)** : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} Edition, Dunod, Paris. 1381 p.
- **Ramade F. (2000)**. Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Dunod, Paris. 370p.
- **Ramade F. (1992)**. Précis d'écotoxicologie. Ed. Masson, Paris. 378 p.
- **Roques H. (1979)** : Fondements théoriques du traitement chimiques des eaux. Volume 1, Tec & Doc, 984 p.
- **Rodier J. (2009)** : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9^{ème} Edition, Dunod, Paris, 1526 p.
- **Rejsek F. (2002)** : Analyse des eaux. Aspects réglementaire et techniques. Série science et techniques de l'environnement. Edition Scérén, Paris, 358 p.
- **Roland V. (2003)**. Eau, environnement et santé publique introduction à l'hydrologie 2eme édition, Lavoisier, Paris. 198p.
- **Rugraff, Y. (1992)**. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) dans les denrées alimentaires par impédancemétrie (Doctoral dissertation).
- **R. Desjardins** ; traitement des des eaux ; Technique et documentation-pari (1997)

-S-

- **Selhi S. et Smail T. (2004)**. Analyse physico-chimique des eaux de consommation de la ville de Bejaia. Mémoire d'ingénieur. Université Abderrahmane Mira Bejaia. Spécialité Génie des procédés. 93p.
- **Samake H. (2002)** : Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO. These docteur (Fichier PDF).
- **Schwartz Brod L. (2000)** : Virus humains et santé public conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agricultures conchyliculture. Centre

collaborateurs OMS pour les microorganismes dans les eaux usées, Université de NANCY, France, 298 p.

- T -

- **Taleb M. (2006).** État de l'assainissement d'une zone côtière Analyses et perspectives d'aménagement. Mémoire de Magister. Université d'Oran. 158p.

- **Tardat H.M. (1992) :** Chimie des eaux. Edition Québec : Griffon d'argile. 65.

- **Tardat H. (1992) :** Chimie des eaux. 2^{ème} édition, Le Griffon d'argile, Québec, 537 p.

- **Tekfi K., 2006 :** Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées. Mémoire magister : Département hydraulique. Université Tlemcen, 134 p.

- V -

- **Vilagines R. (2010) :** Eau, Environnement et Santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3^{ème} Edition TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 218 p.

- **Vilagines R. (2003) :** Eau, Environnement et Santé Publique. Introduction à l'hydrologie. 2^{ème} édition, TEC & DOC, Paris, 198 p.

- **Vilagines R. (2003).** Eau, environnement et santé publique 2^{ème} édition Technique et Documentation, paris. 20-21-34p.

- W -

- **Wirtgen J. (2009) :** Ressources en eau, Résumé du deuxième rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau. Green Facts, Bruxelles, Belgique. P 1 - 6.

- Y -

-- **Yahi H. (1999):** Traitement des eaux de consommation. Cours polycopie 4^{ème} U.M.M.T.O.

Annexes

Annexe 01 : Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)

Groupe de Paramètre	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	PH	Unité pH	≥ 6.5 et ≤ 9
	Conductivité	$\mu S/cm$ à 20°C	2800
	Température	°C	25
	Dureté	mg/l en CaCO ₃	200
	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/l	500
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/platine	15
	Turbidité	Taux dilution	5
	Odeur 12°C	Taux dilution	4
	Saveur 25°C	mg/l	4
	Aluminium	mg/l	0.2
	Ammonium	mg/l	0.5
	Baryum	mg/l	0.7
	Bore	mg/l	1
Paramètres chimiques	Fer totale	mg/l	0.3
	Fluorures	mg/l	1.5
	Manganèse	$\mu g/l$	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0.2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Phosphore	mg/l	5
	acrylamide	$\mu g/l$	0.5
	antimoine	$\mu g/l$	20
	Argent	$\mu g/l$	100
	Arsenic	$\mu g/l$	10
	Cadmium	$\mu g/l$	3
	Chrome total	$\mu g/l$	50
	Cuivre	$\mu g/l$	20
	Cyanure	$\mu g/l$	70
	Mercure	$\mu g/l$	6
	Nickel	$\mu g/l$	70
	Plomb	$\mu g/l$	10
	Sélénium	$\mu g/l$	10
	Zinc	$\mu g/l$	5
	Hydrocarbures Polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	$\mu g/l$	0.2

	Phénols	$\mu g/l$	0.5
	Pesticides (totaux)	$\mu g/l$	0.5
	Bromates	$\mu g/l$	10
	Chlore	mg/l	5
	Chlorite	mg/l	0.07
	Trihalométhanes (THM) (Total)	$\mu g/l$	100
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	mg/an	4
	Tritium	Bequerel/l	100
	Uranium	$\mu g/l$	15
	Dosage totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0.1
Paramètres microbiologiques	<i>Escherichia Coli</i>	nb/100ml	0
	<i>Entérocoques</i>	nb/100ml	0
	<i>Bactéries sulfito-réductrices compris les spores</i>	nb/20ml	0

Source : Normes A, (2011).

Annexe 02 : Les normes de l'OMS de qualité des eaux potables 2006

Elément/ substance	Symbole/ formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixées par l'OMS
Aluminium	Al		0.2 mg/l
Ammonium	NH_4^+	< 0.2 mg/l (peut aller jusqu'à 0.3 mg/l dans une eau anaérobique)	Pas de contraintes
Antimoine	Sb	< 4 $\mu g/l$	0.02 mg/l
Arsenic	As		0.01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
Baryum	Ba		0.7 mg/l
Béryllium	Be	< 1 $\mu g/l$	Pas de valeur guide
Bore	B	< 1 $\mu g/l$	0.5 mg/l
Cadmium	Cd	< 1 $\mu g/l$	0.003 mg/l
Chlore	Cl		Pas de valeur mais on peut noter un gout à partir de 250 mg/l
Chrome	Cr^{+3} Cr^{+6}	< 2 $\mu g/l$	Chrome totale : 0.05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
Cuivre	Cu^{2+}		2 mg/l
Cyanure	CN^-		0.07 mg/l
Oxygène dissous	O_2		Pas de valeur guide
Fluorure	F^-	< 1.5 mg/l (up to 10)	1.5 mg/l
Dureté	mg/l $CaCO_3$		200 ppm
Sulfure d'hydrogène	H_2S		0.05 à 1 mg/l

Fer	Fe	< 0.5 – 50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb		0.01 mg/l
Manganèse	Mn		0.4 mg/l
Mercure	Hg	< 0.5 µg/l	Inorganique : 0.006 mg/l
Molybdène	Mb	< 0.01 mg/l	0.07 mg/l
Nickel	Ni	< 0.02 mg/l	0.07 mg/l
Nitrate et nitrite	NO_3, NO_2		50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Turbidité			Non mentionnée
PH			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
Sélénium	Se	< 0.01 mg/l	0.01 mg/l
Argent	Ag	5 – 50 µg/l	Pas de valeur guide
Sodium	Na	< 20 mg/l	Pas de valeur guide
Sulfate	SO_4		500 mg/l
Etain inorganique	Sn		Pas de valeur guide : peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	U		0.015 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

Source : OMS, (2006).

Annexe 03 : Normes des eaux potables en Algérie (ADE 2022).

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

Source : Normes A, (2022).

Annexe 04 : Normes du paramètre organoleptique d'une eau potable (OMS, 2006).

Paramètres organoleptiques	Unité	Norme (OMS, 2006)
turbidité	Unité Jackson	<5
Couleur	mg/l de platine	15
Odeur	Seuil de perception à 25°C	4
Saveur	Seuil de perception à 25°C	2

Source : OMS, (2006).

Annexe 05 : Normes et recommandation pour la qualité bactériologique de l'eau potable (OMS, 2006).

Paramètres bactériologiques	Unité	Recommandation (OMS, 2006)
Germe totaux	Germe/ml	100
Coliforme fécaux	Germe/100ml	0
Streptocoques fécaux	Germe/100ml	0
Clostridium sulfite réducteurs	Germe/20ml	0

Source : OMS, (2006).

Annexe 06 : Normes des substances indésirables d'une eau potable (OMS, 2006).

Paramètres indésirables	Unité	Norme (OMS, 2006)
Azote	Mg/l	50
Hydrogène sulfuré	Mg/l	[0.05 – 1]
Fer	Mg/l	0.3
Manganèse	Mg/l	0.5
Cuivre	Mg/l	2
Zinc	Mg/l	3

Source : OMS, (2006).

Annexe 07 : Normes des paramètres de pollution d'une eau potable (OMS, 2006).

Paramètres de pollution	Unité	Norme (OMS, 2006)
Nitrates	Mg/l	50
Nitrites	Mg/l	50
Ammonium	Mg/l	0.5
Phosphate	Mg/l	0.5

Source : OMS, (2006).

Annexe 08 : Normes des substances toxiques d'une eau potable (OMS, 2006).

Paramètres toxiques	Unité	Norme (OMS, 2006)
Arsenic	Mg/l	0.01
cadmium	Mg/l	0.003
cyanure	Mg/l	0.07
chrome	Mg/l	0.05
Mercur	Mg/l	0.001
plomb	Mg/l	0.01
Sélénium	Mg/l	0.01

Source : OMS, (2006).

Annexe 09 : -1-Matériels et appareils utilisés

1-analyses physico-chimique

Verrerie :

Flacons, Fioles jaugées, Pipettes, Eprouvettes graduées, Erlenmeyers, Burettes avec robinet, Bécher, Pissettes, Spatules, Balance de précision, Comparateur, Etuve : 180°C, Cuvette de verre incolore de 50mm de diamètre.

Les appareils :

Le conductimètre, Le turbidimètre, Le pH-mètre, Le spectrophotomètre, Etuve de séchage

2-Analyses Bactériologiques :

Matériels :

Bac benzène, Rompe de filtration, Papier filtre (filtre de porosité de diamètre 0,45 et 0.22) Stérile, Pincettes, Etuve de : 37°C, Etuve de : 44°C, Etuves de stérilisation, Flacons de 250ml, Boîtes de pétrie, Pipettes pasteurs stériles

Milieu de culture :

Composition des milieux de culture

1. Milieux solides

1.1. Gélose viande-foie

Peptone viande-foie	20.0g
Glucose	0.75g
Amidon soluble	0.75g
Sulfite de sodium	1.2g
Agar bactériologique	11.0g
PH	7.6
Eau distillé	1000ml

Dissoudre le constituant, répartir dans des tubes ou des flacons, autoclavage à 120°C pendant 15 min.

1.2. Gélose tryptone extrait de levure (T G E A)

Extrait de levure	1g
Peptone de caséine	5g
Glucose	1g

Extrait de viande	18g
Eau distillée	1000ml
PH	7
Autoclavage à 120°C pendant 20 min	

Annexe 10 : préparation des solutions (laboratoire ADE)

1- Préparation de la solution EDTA

EDTA poudre séchée pendant 1 heure à 180°C	3.7264g
Eau distillée	1000ml

2- Préparation de solution de nitrates d'agent

Nitrate d'argent (AgNO séché)	1.6985g
Eau distillé conservé à l'abri de la lumière	500ml

3- Chromate de potassium $K_2 Cr O_4$

Chromate de potassium $K_2 Cr O_4$	10g
Eau distillée	100ml