



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف

Université Chadli Bendjedid – El Tarf

كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الكيمياء

Département de Chimie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Spécialité: Chimie Analytique

Thème

Etude de la stabilisation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de deux eaux de robinet de la wilaya d'El-Tarf (Bouteldja et El-Tarf)

Présenté par:

ZOUICHE Aida

Devant le Jury :

Dr. Leila LOURICI	MCB	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Présidente
M^{me}. Khadidja OTMANE RACHEDI	MAA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Rapporteur
M^{me}. Rabiaa DJERIBI	MAA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf	Examinatrice

Année Universitaire 2019-2020

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné la force et la foi afin de réaliser ce travail.

Les travaux qui ont fait l'objet de ce mémoire ont été effectués au laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (ADE) de Bouteldja.

*Je tiens à remercier **Madame K. Otmane Rachedi**, ma promotrice, qui m'a proposée ce travail et acceptée de m'encadrer. Son avis et ses remarques, ses critiques et ses qualités humaines apportées tout au long de ce travail m'ont été précieuses.*

*J'exprime mes respectueux remerciements à Monsieur **Khenouchi Hamid** responsable du laboratoire de l'ADE pour m'avoir accueillie dans son laboratoire, pour la réalisation des analyses d'eaux. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma vive reconnaissance pour l'aide permanente qu'il m'a apportée.*

*J'adresse ma profonde reconnaissance à **Madame L. Lourici** pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider le jury.*

*J'exprime aussi ma reconnaissance à **Madame R. Djeribi** pour l'honneur qu'elle m'a fait de juger ce mémoire.*

Je tiens à remercier vivement mes parents, mon époux ; mes frères et sœurs pour leur amour qui est le meilleur des encouragements.

*Enfin, je réserve un vif remerciement à tous mes amis et à tous ceux
qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.*

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon père qui nous ont quittés trop tôt,

A ma très chère mère

A mon époux à qui je dois ma réussite,

A mon frère (Kader)

Mes sœurs (Fatima, samira, wahida, waafa et Imen)

Et leurs enfants (Mouad, Alla, Youcef, Ilef)

A toutes mes amies

*A tous ma familles : mes oncles, mes tantes, cousin et
cousine*

A tous les étudiants de promotion 2020

Bien faible témoignage d'affection et d'amour

AIDA

Résumé

Cette étude a porté sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de robinet, deux eaux ont été choisies au niveau de deux communes de la wilaya d'El-Tarf Bouteldja et El-Tarf (centre). L'étude des paramètres physico-chimiques concerne l'analyse de pH, Turbidité, Conductivité, Salinité, TAC, TH, TDS, TCI_2 , Calcium et Magnésium.

Les résultats obtenus, ont montrés que tous les paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes algériennes. En conclusion, l'eau de deux robinets est classée comme une bonne qualité sur le plan physico-chimique et bactériologique.

Mots clés : Eau de robinet, Analyse physico-chimique et bactériologique, Bouteldja, El-tarf centre.

Abstract

This study has been focused on the physico-chemical and bacteriological quality of tap water, two water have been chosen in two villages in the province of El-Tarf (Bouteldja and EL-tarf (center)). The study of physico-chemical concerns the analysis of pH, Turbidity, Conductivity, Salinity, TAC, TH, TDS, TCI_2 , Calcium and Magnesium.

The results obtained show that all the physicochemical parameters are in conformity with the Algerian standards. In conclusion, the water from two taps can be classified as physicochemical and bacteriologically good quality.

Key words: Tap water, Physico-chemical and bacteriological analysis, Bouteldja, El-Tarf (center).

ملخص

ركزت هذه الدراسة على الجودة الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لمياه الحنفية، وقد تم اختيار نوعين من الماء في بلديتين بولاية الطارف (بوثلجة والطارف). تناولت دراسة المؤشرات الفيزيوكيميائية تحليل PH، العكارة، الناقلية الكهربائية، الملوحة، الكالسيوم، المغنيزيوم، TAC، TH، TDS، TCI_2 . أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع المعايير الفيزيوكيميائية تتوافق مع المعايير الجزائرية. خلاصة القول، يتم تصنيف مياه الصنبورين على أنها ذات نوعية فيزيوكيميائية وبكتريولوجية جيدة.

الكلمات المفتاحية : مياه الحنفية، التحليل الفيزيوكيميائي والبكتريولوجي، بوثلجة، الطارف.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I .1	Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines	05
Tableau I .2	Classe de turbidité usuelle	08
Tableau I .3	Classification des eaux selon la conductivité	09
Tableau I .4	Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO ₃	10
Tableau I .5	Normes de potabilité (facteur organoleptiques)	12
Tableau I .6	Normes de potabilité (facteurs physico-chimiques)	13
Tableau I.7	Normes de potabilité (substances toxiques)	13
Tableau II .1	Appareillages utilisés pour différentes analyses	16
Tableau II .2	Solutions et produits utilisés pour les différentes analyses	16
Tableau II .3	Matériels et méthodes d'analyses bactériologiques	20
Tableau III.1	Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet de Bouteldja	31
Tableau III.2	Résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau de robinet de Bouteldja	35
Tableau III.3	Paramètre bactériologique de l'eau de robinet de Bouteldja	38
Tableau III.4	Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre)	39
Tableau III.5	Résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau de robinet d'El-Tarf	42
Tableau III.6	Paramètre bactériologique de l'eau de robinet de Bouteldja	46
Tableau III.7	Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée de Bouteldja	46
Tableau III.8	Résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau stockée de Bouteldja	47
Tableau III.9	Paramètre bactériologique de l'eau de stockée de Bouteldja	48
Tableau III.10	Résultats de mesure des paramètres physico-chimique de l'eau stockée d'El Tarf (centre)	48
Tableau III.11	Résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre)	49
Tableau III.12	Paramètre bactériologique de l'eau de stockée d'El-Tarf (centre)	50

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure I.1	La molécule de l'eau	03
Figure I.2	Cycle de l'eau	07
Figure II.1	Localisation de la wilaya d'El-Tarf	15
Figure II.2	Dosage de détermination de la dureté totale	24
Figure II.3	Représentation du visage de couleur lors de dosage par l'EDTA pour la détermination de la dureté totale	24
Figure II.4	Dosage de détermination du Calcium Ca^{+2}	25
Figure II.5	Représentation du visage de couleur lors de dosage par l'EDTA pour la détermination du Ca^{2+}	25
Figure II.6	Dosage de détermination de titre alcalimétrique	26
Figure II.7	Représentation du visage de couleur lors de dosage par l'EDTA pour la détermination de titre alcalimétrique complet (TAC)	26
Figure II.8	Mode opératoire de la recherche de coliforme	27
Figure II.9	Illustration du dégagement du gaz lors d'une lecture positive (+)	28
Figure II.10	Illustration de la présence de coliforme E-coli	28
Figure II.11	Mode opératoire de la recherche des streptocoques fécaux	29
Figure II.12	Test confirmatif des streptocoques fécaux	30
Figure III.1	Variation de la température de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude	32
Figure III.2	Variation de pH de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude	32
Figure III.3	Variation de la conductivité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude	33
Figure III.4	Variation de la TDS de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude	34
Figure III.5	Variation de la Turbidité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude	34
Figure III.6	Variation du taux de chlore des trois abonnés de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.	36
Figure III.7	Variation du TH de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois	36
Figure III.8	Variation du Ca^{+2} de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois	37
Figure III.9	Variation du Mg^{+2} de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois.	37

Figure III.10	Variation de la température des trois abonnés l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	40
Figure III.11	Variation de pH des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	40
Figure III.12	Variation de conductivité des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	41
Figure III.13	Variation de TDS des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	41
Figure III.14	Variation de turbidité des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	42
Figure III.15	Variation de TCl_2 des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	43
Figure III.16	Variation de TH des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	44
Figure III.17	Variation de Ca^{+2} des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	44
Figure III.18	Variation de Mg^{+2} des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	45
Figure III.19	Variation de TAC des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.	45
Figure III.20	Variation des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée de Bouteldja.	47
Figure III.21	Variation des paramètres chimiques de l'eau stockée de Bouteldja.	47
Figure III.22	Variation des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre)	49
Figure III.23	Variation des paramètres chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre)	49

Liste des photos

Photo	Titre	Page
Photo II.1	PH mètre	21
Photo II.2	Conductimètre	22
Photo II.3	Turbidimètre	23
Photo II.4	Représentation des capsules DPD comparateur	23
Photo II.5	Pallias de travail	27

ADE : Algérienne Des Eaux

BCPL : Bouillon lactose au propre de Bromocrésol

CGP : Cocci germe positive

C° : Degré Celsius

CF : Coliforme fécaux.

CT : Coliforme totaux.

D/C : Double Concentration

EDTA : Ethylène diamine tétra acétique

Eva Litsky : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium

NET : Noir d'ériochrome

NTU : Unité turbidité Néphélométrique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PH : Potentiel hydrogène

Rothe : Bouillon à l'azide de sodium

S/C : Simple Concentration .

Strep : Streptocoque.

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TDS : Taux des sels dissous

TH : Titre Hydrotimétrique

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Résumés.	IV
Liste des tableaux	V
Liste des figures	VI
Liste des photos	VIII
Symbole et Abréviations	IX
Introduction générale	1

CHAPITRE I

Généralité sur l'eau

I. Généralité sur l'eau	3
I.1. Ressources en eau	3
I.1.1. Eaux de pluie (Eaux naturelles)	3
I.1.2. l'eau de surface	3
I.1.3. l'eau souterraine	4
I.1.4. Principale différence entre les eaux souterraines et les eaux de surface	5
I.2. L'eau potable	5
I.3. Cycle de l'eau	6
I.4. Qualité de l'eau	7
I.4.1. Qualité organoleptique	7
I.4.1.1. Couleur	7
I.4.1.2. Odeur	7
I.4.1.3. Gout et saveur	7
I.4.1.4. Turbidité	8
I.4.2. Qualité physico-chimique	8
I.4.2.1. Qualité physique	8
I.4.2.2. Qualité chimique	9
I.4.2.3. Qualité microbiologiques	11

I.4.3. Qualité microbiologique	11
I.4.3.1. Recherche des coliformes totaux	11
I.4.3.2. Recherche des coliformes Thermo-tolérants	11
I.4.3.3. Recherche des Streptocoque Fécaux	11
I.4.3.4. Esherichia-coli (E-coli)	12
I.5. Les normes de l'eau potable	12

CHAPITRE II

Méthodes et Techniques Expérimentales

II.1. Présentation de la zone d'étude	15
II.2. Echantillonnage	15
II.3. Analyse physico-chimique	16
II.3.1. Matériel et appareillage d'analyse	16
II.3.2. Méthode d'analyse physico-chimique	16
II.3.2.1. Analyse physique	17
II.3.2.2. Analyse chimique	18
II.4. Analyse microbiologique	20
II.5. Partie expérimentale	20
II.5.1. Analyse physico-chimique	20
II.5.1.1. Détermination du pH et température	20
II.5.1.2. Conductivité	21
II.5.1.3. Salinité	21
II.5.1.4. TDS (Totales des sels dissous)	22
II.5.1.5. Turbidité	22
II.5.1.6. Teste de chlore	23
II.5.1.7. Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)	23
II.5.1.8. Détermination du calcium Ca^{+2}	24
II.5.1.9. Détermination de titre alcalimétrique complet (TAC)	25
II.5.2. Analyse microbiologique	26
II.5.2.1. Recherche des coliformes	27
II.5.2.2. Recherche de streptocoques fécaux	29

CHAPITRE III

Résultats et Discussion

III.1.Paramètre de l'eau de la zone de Bouteldja.....	31
III.1.1.Paramètre physico-chimique de la zone de Bouteldja.....	31
III.1.1.1.La température.....	31
III.1.1.2.Le pH.....	32
III.1.1.3.La conductivité.....	33
III.1.1.4.Le TDS.....	33
III.1.1.5.La salinité.....	34
III.1.1.6.La turbidité.....	34
III.1.2.Paramètre chimique.....	35
III.1.2.1.Teste de chlore.....	35
III.1.2.2.Titre hydrométrique(TH).....	36
III.1.2.3.Le calcium Ca^{+2}	36
III.1.2.4.Le magnésium Mg^{+2}	37
III-1-2.5. Titre alcalimétrique complet TAC.....	37
III.1.3.Résultats des analyses bactériologiques.....	38
III.2.Paramètre de l'eau de la zone d'El-Tarf (centre).....	38
III.2.1.Paramètre physico-chimique de l'eau de la zone d'El-Tarf (centre).....	38
III.2.1.1.La température.....	39
III.2.1.2.Le pH.....	40
III.2.1.3.La conductivité.....	40
III-2-1.4. Le TDS.....	41
III.2.1.5.La salinité.....	41
III.2.1.6.La turbidité.....	42
III.2.2.Paramètres chimiques.....	42
III.2.2.1.Teste de chlore.....	43
III.2.2.2.Titre hydrométrique (dureté Totale).....	43
III.2.2.3.Le calcium Ca^{+2}	44
III.2.2.4.Le magnésium Mg^{+2}	44

III.2.2.5. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	45
III.2.3. Résultats des analyses bactériologiques.....	45
III.3. Paramètre de l'eau stockée.....	46
III.3.1. Eaux stockée de la zone de Bouteldja.....	46
III.3.1.1. Paramètre physico-chimique de l'eau de robinet stockée de Bouteldja.....	46
III.3.1.2. Paramètre chimique de l'eau de robinets stockée de Bouteldja.....	47
III.3.1.3. Analyse bactériologique.....	48
III.3.2. Eau stockée de la zone d'El Tarf (centre).....	48
III.3.2.1. Paramètre physico-chimique de l'eau de robinet stockée d'El-Tarf (centre).....	48
III.3.2.2. Paramètre chimique de l'eau de robinet stockée d'El-Tarf (centre).....	49
III.3.2.3. Analyse bactériologique.....	50
Conclusion et perspectives.....	51
Références bibliographiques.....	52

Introduction générale



Introduction générale

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et l'activité humaine. C'est une composante majeure des mondes minéral et organique. Elle participe dans le monde présent, à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable [1].

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, elle 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, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité. La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux [2]

La dégradation de l'état de l'eau de consommation a différents impacts directs ou indirects sur la santé des populations humaines en contact avec cette eau. Tout ceci oblige à faire de plus en plus appel à des eaux d'origines diverses et notamment les eaux de surface. Les insuffisances existantes dans la protection de ces eaux face aux nombreuses pollutions peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de ces eaux et à l'augmentation de certains micropolluants minéraux et surtout organiques indésirables dans les eaux destinées à la consommation [1]. Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie [3].

Ces dernières années, la qualité des eaux est devenue une opération majeure et obligatoire, afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant où l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle. Vue cette importance majeure, différents études ont été réalisés afin d'étudier et de déterminer la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux [4]

Dans ce travail nous avons étudié la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de robinet de deux régions de la wilaya de El-Tarf (Bouteldja et El-Tarf centre). Cette étude a été effectuée au niveau de laboratoire ADE (algérienne des eaux) de Bouteldja.

Ce manuscrit est divisé en trois parties, après une introduction, une première partie théorique a été consacrée aux généralités sur l'eau, et ce en montrant leurs caractéristiques organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques d'après les normes algériennes. La seconde partie réservée à la présentation des matériels et méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques. La présentation et la discussion des résultats obtenus, ont fait l'objet de la dernière partie de ce manuscrit. Enfin, nous terminerons par une conclusion.

A blue-tinted photograph of a water splash. A stream of water falls from the top, creating a crown-like splash in the center. Several water droplets are captured in mid-air around the splash. The background is a soft, out-of-focus blue. The text 'Chapitre I : Généralité sur l'eau' is overlaid in a reddish-pink, serif font with a slight shadow effect.

Chapitre I :
Généralité sur
l'eau

I. Généralités sur l'eau

L'eau, très présente sur notre terre et indispensable à la survie de tout être vivant, animal ou végétal. Elle a des propriétés physiques originales qui résultent de la composition de sa molécule et de la façon dont ces molécules se lient entre elles. On peut la trouver sous trois formes : liquide, solide ou gazeuse [5]. C'est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100 (°C) et solide en dessous de 0 (°C). Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (figure 1) [6]. L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quart de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie [7].

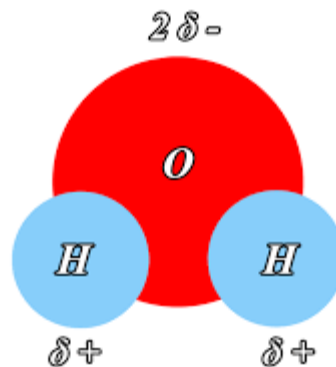


Figure I. 1 : La molécule d'eau.

I.1. Ressources en eau

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer [8]. L'ensemble des sources d'eau douce exploitables sont :

I.1.1. Eaux de pluie (eaux naturelles)

Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. À l'origine, ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, elles leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, fer et l'iode [9].

I.1.2. L'eau de surface

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine les eaux de ruissellement ou nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière [6]. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau atmosphère toujours en mouvement

et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (O_2 , N_2 , CO_2) [10]. La qualité des eaux de surface varie fortement suivant leurs origines. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides, peu minéralisées,...ect. Elles sont également vulnérables aux pollutions. De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation / flottaison, filtration, minéralisation, neutralisation de l'acidité. L'eau de surface peut aussi être filtrée sur du charbon actif. L'ozonisation est aussi une technique utilisée pour éliminer les micropolluants, les germes, les mauvais goûts, les couleurs et les odeurs [11].

I.1.3. L'eau souterraine

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m^3 , leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes [11].

Une nappe aquifère peut être peu profonde (près de la surface) ou très profonde. Bien que plusieurs possibilités existent, une nappe aquifère peu profonde produira généralement une eau plus douce, et non-contaminée, alors qu'une nappe aquifère profonde, qui a coulé plus longtemps sous la terre, sera pleine de minéraux et quelques fois trop salée pour être consommée.

Dans la plupart des cas, les eaux souterraines sont disponibles en creusant un puits, et l'eau est remontée à la surface à l'aide d'un seau ou d'une pompe. Quelques fois, lorsque la nappe aquifère coule sous une surface accidentée, l'eau jaillit à la surface pour former une source. Une communauté ayant le privilège de posséder une source peut protéger cette eau de la contamination plutôt que de creuser un puits pour la trouver. Quelques fois, l'eau souterraine s'infiltré profondément, là où la terre devient chaude, sous l'écorce terrestre. L'eau est donc réchauffée par le noyau de la terre. Cette eau est réchauffée, et lorsque les vapeurs chaudes s'étendent, l'eau est poussée vers la surface, émergeant quelques fois en une source d'eau chaude. Plusieurs sources d'eau chaude ont amassé divers minéraux, provenant

des profondeurs de la terre. Certains de ces minéraux sont toxiques, comportent parfois des propriétés médicinales, mais sont rarement consommables [11].

I.1.4. Principales différence entre les eaux souterraines et les eaux de surface

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pure ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates [12].

Tableau I.1 : Comparaison entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines.

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité	Variable parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides (acides humique)	Liée surtout aux matières en solution (acides humides...)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains des précipitations des rejets.....	Constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fer et Manganèse dissous	Généralement absente	Généralement présente
Nitrates	peu abondant en générale	Teneur parfois élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présentes dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents
Éléments vivants	Bactérie, virus, plancton	Bactéries fréquentes

I.2. L'eau potable

L'eau potable est une eau consommable sans risques pour la santé. Pour encadrer cette définition de l'eau potable, des normes strictes existent. Elles fixent les teneurs limites qu'une eau potable ne doit pas dépasser. Ces limites concernent des substances considérées comme nocives pour la santé à certaines doses. Attention, une eau potable ne veut pas dire totalement exempte de matières polluantes. Cela signifie que leur concentration est assez faible pour préserver la santé des consommateurs.

Les critères de référence de l'eau potable

Une eau potable doit satisfaire à certaines caractéristiques qui la rendront propre à la consommation humaine. Les normes et seuils pour l'eau brute et l'eau distribuée sont issues

des textes de lois (arrêtés du 11 janvier 2017). La connaissance scientifique, néanmoins, fait sans cesse évoluer la législation avec des paramètres de plus en plus nombreux et strictes avec le temps. L'eau potable est définie par plus de 60 critères répartis en 7 groupes de paramètres tel que : organoleptiques (couleur, odeur, saveur), physico-chimiques (pH, oxygène dissous...etc), substances indésirables (nitrates, hydrocarbures...etc), substances toxiques (arsenic, cyanure, cadmium), microbiologiques (coliformes, streptocoques...etc), pesticides et produits apparentés (aldrine, dieldrine, heptachlore, eaux adoucies). Tous ces critères précisément mesurés s'appliquent à l'eau brute, captée dans une nappe d'eau souterraine ou en eau de surface. Prélevée dans le milieu naturel, elle subit l'ensemble des traitements de potabilisation pour croître en qualité.

L'eau qui arrive dans nos robinets est potable. Pourtant, on reproche à l'eau potable principalement sa teneur en calcaire et son goût chloré. Des dispositifs de filtration existent aujourd'hui pour profiter pleinement de l'eau du robinet. Ils permettent d'améliorer considérablement le goût de l'eau et de procéder à une seconde désinfection après passage dans les canalisations. La filtration de l'eau permettra également d'abaisser davantage certains taux (pesticides, nitrates, plomb, mercure, chlore) [13].

I.3. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau entre les quatre grands réservoirs d'eau de l'hydrosphère que sont les mers et océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère, et la biosphère, l'échange d'eau est permanent et forme ce que l'on appelle le cycle externe de l'eau. Le moteur de ce cycle en est le soleil grâce à l'énergie thermique qu'il rayonne, il active et maintient constamment les masses d'eau en mouvement. Ce cycle se divise en deux parties intimement liées (Figure I. 2), une partie atmosphérique qui concerne la circulation de l'eau dans l'atmosphère, sous forme de vapeur d'eau essentiellement et une partie terrestre qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain [14]. Le cycle de l'eau se résume on retiendra les phénomènes suivants :

1. Evaporation : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.

2. Condensation : au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.

3. Précipitations : les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.

4. Ruissellement : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltre dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence.

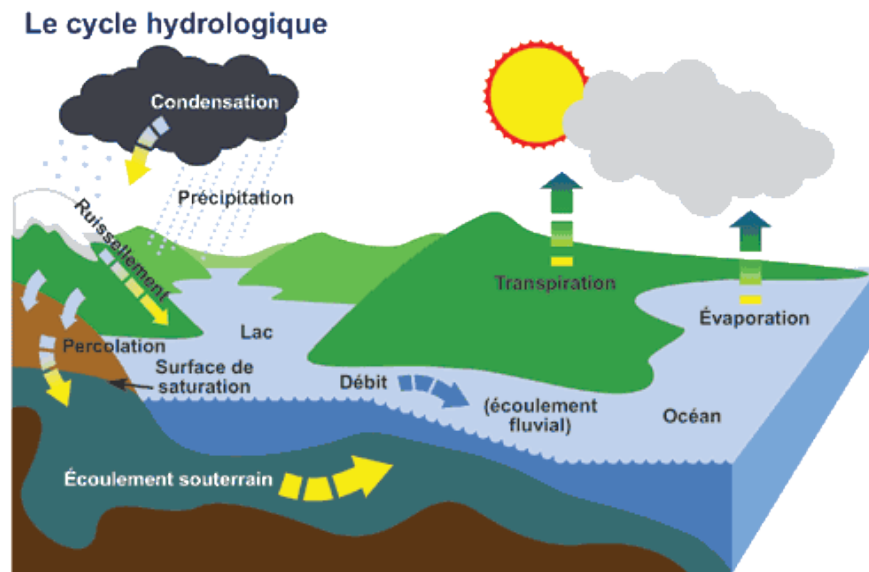


Figure I. 2 : Cycle de l'eau (Agence spatiale canadienne).

I.4. Qualité de L'eau

I.4.1. Qualité organoleptique

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé.

I.4.1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité [8].

I.4.1.2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances [8].

I.4.1.3. Goût et saveur

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche. La saveur peut

être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs [8].

I.4.1.4. Turbidité

La turbidité caractérise le degré de non transparence de l'eau. [15].

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes). Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Elle est exprimée en unités et correspondent à une mesure optique de passage de lumière. D'autres unités comparables sont employées, l'unité néphélogométrique de turbidité ou NTU [16].

Tableau I.2. Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélogométrique turbidity unity) [16].

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

I.4.2. Qualité physico-chimique

I.4.2.1. Qualité physique

✓ Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur [17]. La température de l'eau dépend d'une série de facteurs tel que la situation géographique, la saison, la profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface), la couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur), le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température) [18].

✓ Potentiel hydrogène

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates [19].

✓ Conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. Sa mesure permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est le

siemens/cm (s/cm). La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un goût salé (variable selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) [20].

Tableau I.3. Classification des eaux selon la conductivité [21].

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité ($\Omega. \text{m}$)
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

✓ Salinité

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner [21].

✓ Total des solides dissouts (TDS)

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissouts passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporée, les solides dissouts dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS [22].

I.4.2.2. Qualité chimique

✓ Chlore libre et total (Cl_2)

Le goût de chlore est le premier reproche fait à l'eau potable. La teneur en chlore est un critère de qualité primordial pour les consommateurs. Les 3 formes de chlore présentes dans l'eau sont l'ion hypochlorite (ClO^-), l'acide hypochloreux (HClO) et l'ion chlorure (Cl^-) dont l'équilibre varie avec le pH et la température. Le chlore total correspond aux formes libres et combinées (composés chlorés formés par réaction avec les matières organiques) ; voies d'exposition majeures (eau de boisson surtout et alimentation). La présence de chlore dans l'eau répond à un objectif sanitaire primordial, il assure la qualité microbiologique des eaux (désinfectant le plus courant) et garantit la santé des consommateurs [23].

✓ **Chlorures (Cl⁻)**

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution [24].

✓ **Dureté totale (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium.

Tableau I.4. Relation entre dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO₃.

Dureté de l'eau	Concentration en mg/L
Eau douce	0 à 60
Eau moyennement douce	60 à 120
Eau dure	120 à 180
Eau très dure	plus de 180

Une dureté supérieure 200 mg/L peut provoquer l'entartrage CaCO₃ (excès calcaire) du système de distribution et entraîner une consommation excessive de savon avec formation d'écume. La concentration du calcium dans l'eau de consommation n'est pas généralement élevée par rapport au besoin journalier (2 g/jour) [25].

✓ **Alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, hydrogénocarbonates (HCO₃⁻) carbonates (CO₃²⁻) et les hydroxydes (OH⁻), elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC) [26]. Les valeurs relatives du TA et du TAC permettent de connaître les teneurs en hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates contenu dans l'eau.

Le TA permet de déterminer, en bloc, la teneur en hydroxydes (OH⁻) et seulement la moitié de celle en carbonate (CO₃²⁻) de l'eau [27].

$$TA = [OH^-] + 1/2 [CO_3^{2-}]$$

La TAC correspond à la teneur en ions OH⁻, CO₃²⁻ et HCO₃⁻ pour des pH inférieur, à 8.3, la teneur en ions OH⁻ et CO₃²⁻ est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates seuls [27].

✓ **Magnésium (Mg^{2+})**

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le magnésium peut avoir deux gaines, les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique et la dissolution du $MgSO_4$ des terrains gypseux du trias situés au sud [28].

✓ **Calcium (Ca^{2+})**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. C'est aussi un composant majeur de la dureté de l'eau [29]. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l, les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières [30].

I.4.3. Qualité microbiologique

Parmi les caractères d'une eau potable, on y trouve les caractères biologiques ou bien bactériologiques. Les microorganismes recherchés dans l'eau de consommation sont les coliformes fécaux, coliformes totaux et les streptocoques fécaux [31].

I.4.3.1. Recherche des coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 C° et 37 C° [32].

I.4.3.2. Recherche des coliformes Thermo-tolérants

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44 C°, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de E. coli qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente [28]. Ce groupe est majoritairement constitué d'Escherichia coli mais comprend aussi des Klebsiella, des Enterobacter et des Citrobacter [33].

I.4.3.3. Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°)

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale. Et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont

résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution [24].

I.4.3.4. Escherichia coli (E-coli)

Escherichia coli est une bactérie qui se trouve couramment dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux à sang chaud. En raison de sa prévalence élevée dans le tractus gastro-intestinal et dans les fèces, E-coli est un indicateur privilégié de la contamination fécale lors de l'évaluation de la qualité de l'eau. La plupart des E. coli sont des organismes commensaux inoffensifs lorsqu'ils sont contenus dans leur habitat naturel intestinal. Plusieurs souches d'E-coli sont des agents pathogènes gastro-intestinaux dangereux pour les humains, et certaines sont également pathogènes pour les jeunes animaux d'élevage [29].

I.5. Les normes de l'eau potable

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine [34]. Les normes de potabilité de l'eau potables sont représentées dans les tableaux suivants :

Tableau I.5. Normes de potabilité (facteur organoleptiques) [35].

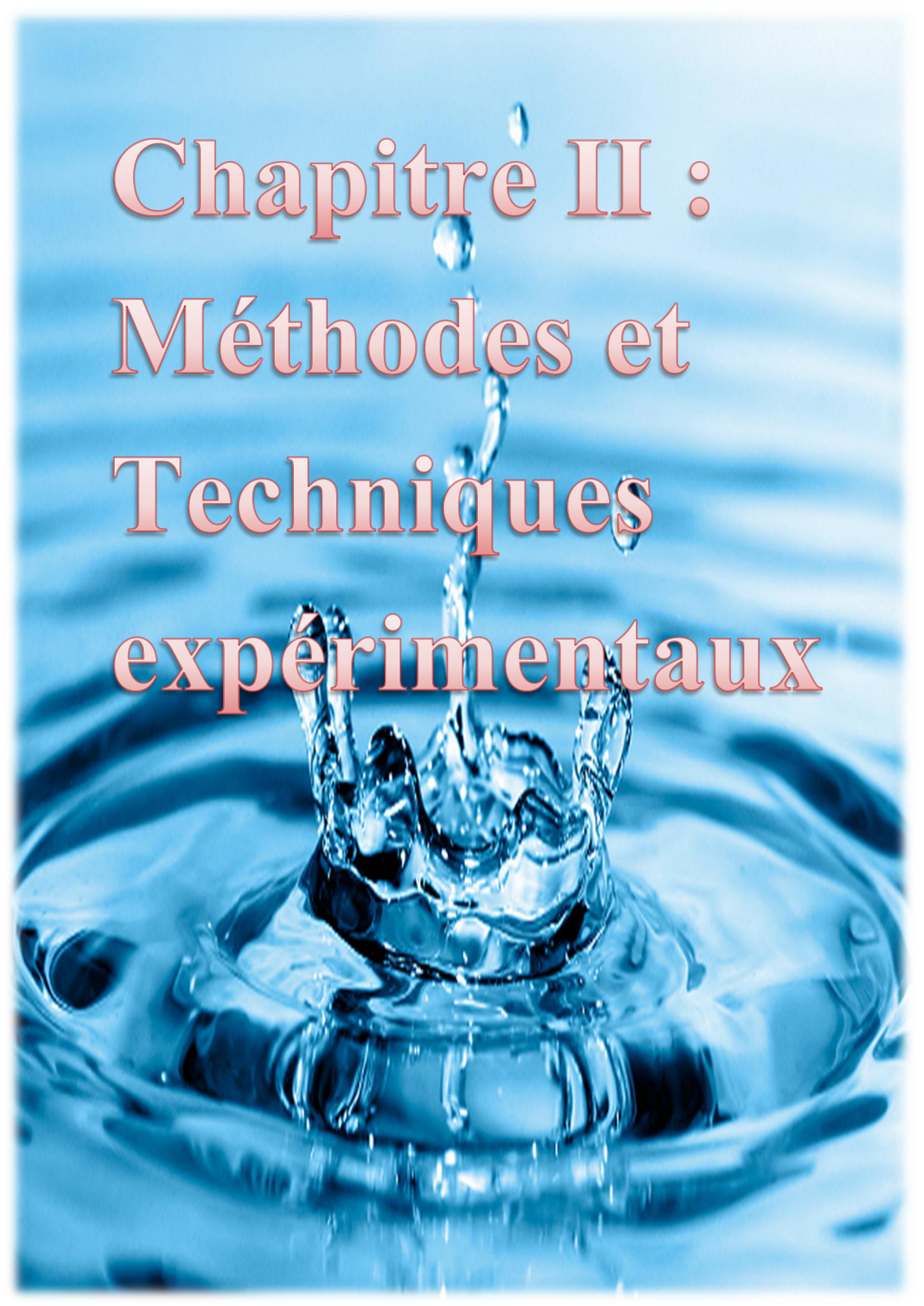
Paramètres	Unités	Concentration Maximale Admissible
Odeur	Seuil de perception à 25 C	4
Saveur	Seuil de perception à 25C	4
couleur	Mg/l échelle Pt/Co	25
Turbidité	NTU (Néophéломétrie Turbidité Unité)	5

Tableau I.6. Normes de potabilité (facteurs physico-chimiques) [35].

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration Maximales Admissible
PH	-	6.5 à 8.5	-
conductivité	Us/cm à 20°C	-	2800
Résidu sec	mg/l après séchage à 105°C	-	2000
Dureté totale	mg/l CaCO ₃	100	500
Calcium	Mg/l	75	200
Magnésium	Mg/l	-	150
Nitrates	Mg/l	-	50
Nitrites	Mg/l	-	0.1
Ammonium	Mg/l	0.05	0.5
Phosphate	Mg/l	-	0.5
Oxygène dissous	Mg/l	-	-

Tableau I.7. Normes de potabilité (Substances toxiques) [35].

Paramètres	Normes (mg/l)
Arsenic	50
Cadmium	Max 5
Chrome soluble	50
Cyanures	0.05
Mercure	01
Nickel	50
Phosphore	05
Plomb	Max 50

A high-speed photograph of a water splash, showing a crown-like shape of water droplets and a central column of water falling into a pool of water, creating ripples. The entire image has a blue color cast.

Chapitre II :
Méthodes et
Techniques
expérimentaux

Le traitement doit être ajusté à la composition chimique de l'eau captée. Il varie donc d'un site à l'autre. Si, pour certaines eaux, un traitement partiel ou simple tel que la filtration rapide et la désinfections des eaux suffit, d'autres nécessitent un traitement complet plus ou moins complexe, voire des traitements spécifiques afin d'éliminer les polluants particuliers. Pour définir les objectifs d'un traitement, deux paramètres s'imposent [36]. Le premier est la connaissance de l'eau à traiter, ce paramètre contient les analyses complètes sur échantillons représentatifs, les méthodes d'analyses, les méthodes de prélèvements ainsi que les variations annuelles des caractéristiques de l'eau à traiter avec la connaissance de maxima et minima [36]. Le second paramètre est la définition des objectifs exacts du traitement, ces derniers peuvent être répartis en trois groupes :

1 - la santé publique : qui implique que l'eau distribuée ne doit apporter aux consommateurs ni substances toxiques (organiques ou minérales), ni organismes pathogènes. Elle doit donc répondre aux normes physico-chimiques et bactériologiques.

2 - L'agrément du consommateur : qui est différent du premier point car une eau peut être agréable à boire tout en étant dangereuse (source polluée...) il s'agit des qualités organoleptiques.

3 - la protection du réseau de distribution et des installations des usagers contre l'entartrage et la corrosion : Dans tous les pays, l'objectif de la protection du réseau de distribution, et des installations des usagers (robinetterie, chauffe-eau...) contre l'entartrage et/ou corrosion se traduisent par une réglementation officielle. Cette dernière est fonction de critères de santé publique, du degré de développement du pays considéré et des progrès de la technologie.

Aujourd'hui la croissance démographique, la pauvreté et l'industrialisation ont augmenté la quantité et la diversité des déchets rejetés dans les rivières et les lacs, ce qui donné naissance à de nouveaux problèmes (Virus, métaux lourds, micropolluants) engendrent des pollutions et des maladies à transmission hydrique. Les maladies liées à l'eau tuent plus de 5 millions de personnes chaque année et environ 2,3 milliards de gens souffrent de maladies dues à une mauvaise qualité de l'eau. Ces maladies liées se répartissent en 4 catégories :

1 - Les maladies hydriques : telles que le choléra, la typhoïde, la polio et la diarrhée.

2 - Les maladies transmises par l'eau : Ces maladies sont transférées par des vecteurs comme les moustiques et les mouches tsé-tsé et qui se reproduisent ou vivent dans ou près des eaux polluées et non-polluées. Les principales maladies transmises par l'eau sont le paludisme, la fièvre jaune, la fièvre dengue, la maladie du sommeil et a filariose.

3 - Les maladies dues au manque d'eau et à l'absence de structure d'assainissement :

Dans cette catégorie le trachome et la tuberculose. Le trachome, l'une des causes les plus fréquentes de cécité dans les pays en voie de développement est liée à l'extrême pauvreté et au manque d'hygiène, déclenché par des bactéries qui causent des conjonctivites répétées, il se propage facilement en particulier là où il y a peu d'eau pour se laver les mains et le visage régulièrement.

4 - Les maladies d'origine aquatique : Comme le schistosoma (bilharziose).

Selon l'organisation mondiale de la santé OMS estime en effet que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau on retrouve ainsi en permanence 400 millions de personnes atteintes de gastro-entérite. 200 millions de schistosomases (bilharziose), 160 millions de paludismes et 300 millions d'onchocercose. On estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile [37] Améliorer l'accès à l'eau salubre et à l'assainissement pourrait réduire de façon spectaculaire les maladies et les décès dans les pays pauvres spécialement chez les femmes et les jeunes filles.

II.1. Présentation de la zone d'étude

La wilaya d'El-Tarf est située à l'extrême nord-est de l'Algérie à la frontière tunisienne. Elle est délimitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la Tunisie, au sud par la wilaya de Souk Ahras, au sud-est par la wilaya de Guelma et à l'ouest par la wilaya d'Annaba.

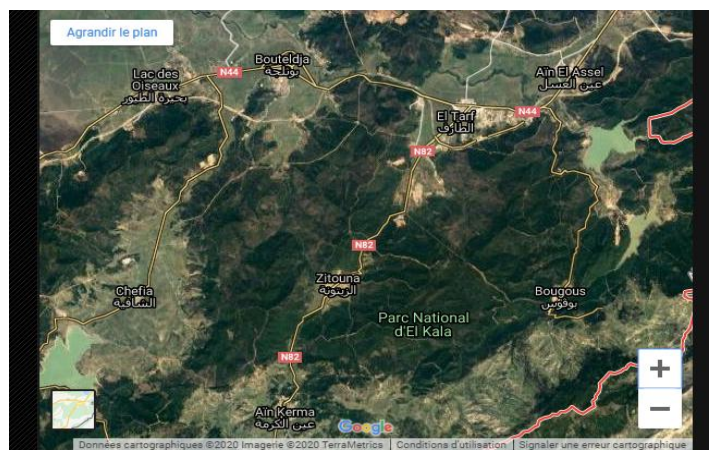
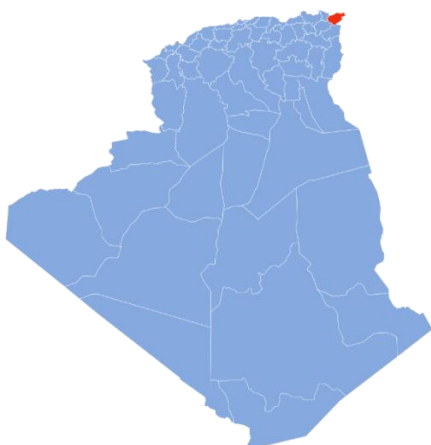


Figure II. 1 : Localisation de wilaya d'El-Tarf (Google 2020).

II.2. Echantillonnage

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de robinets chez les abonnés d'El-Tarf (centre) et Bouteldja. La période de prélèvement était de Septembre 2019 au février 2020.

Les analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire Algériennes des eaux (ADE) de Bouteldja. L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes qui sont le prélèvement, l'échantillonnage ainsi que l'étape d'Analyse et interprétation. Les points d'eau de prélèvement ont été choisis de manière à avoir une image d'ensemble de la qualité de l'eau de la zone. Pour réaliser cette étude deux lieux ont été choisis, Bouteldja et El tarf (centre).

Mode de prélèvement

Les échantillons d'eau sont recueillis dans des flacons en verre bien lavés. Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire a été effectué dans une glacière à 4°C. Avant de procéder aux opérations analytiques, il est essentiel que toutes les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage.

II.3. Analyse physico-chimique

II.3.1. Matériel et appareillages d'analyse

Le type d'appareillage et les produits utilisés pour les différentes analyses dans notre étude sont représentés respectivement dans les tableaux II.1 et II.2.

Tableau II.1. Appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés	Types d'appareils
Température	Multi-paramètre WTW
pH	
Conductivité ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	
Salinité (%)	
Turbidité	Turbidimètre de laboratoire modèle 2100N HACH à 4000 NTU

Tableau II.2. Solutions et produits utilisés pour les différentes analyses

Paramètres mesurés	Types de solutions et produits
TAC	Méthyle d'orange, HCl
Ca ²⁺ et Dureté Totale	NaOH, Murexide et solution Tampon pH=10, Noir eriochrome, EDTA

II.3.2. Méthodes d'analyse physico-chimique

Les prélèvements des échantillons pour l'analyse physico-chimique ont été mis dans des flacons en plastique puis acheminés au laboratoire pour l'analyse. Plusieurs paramètres concernés par les analyses physicochimiques tels que la température (T), le pH, la

conductivité électrique, la dureté totale, le taux des sels dissouts, la salinité, le taux du chlore libre résiduel, du Calcium et du Magnésium, ... ect.

II.3.2.1. Analyse physique

A) Température

La température est mesurée à l'aide d'un Multi-paramètre

B) Turbidité

La turbidité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre « Hach » à cellule photo-électrique, par la méthode néphélométrique. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité néphélométrique (NTU).

C) PH

La mesure de pH est effectuée couramment par la méthode potentiométrique avec des électrodes.

Principe

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Selon l'expression de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+

D) Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (ρ).

$$\gamma = \frac{1}{\rho} = \left(\frac{1}{R}\right) \left(\frac{L}{S}\right) \quad (\text{Eq II. 1}).$$

γ : Conductivité (en $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ou $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$).

ρ : Résistivité (en $\Omega \cdot \text{m}$).

R : Résistance (en Ω).

L : Distance entre les deux électrodes (en m).

S : Surface de chaque électrode (en m^2).

E) Dureté Totale

La dureté totale par méthode titrimétrique à l'EDTA permet de doser rapidement les ions calcium (Ca^{+2}) et magnésium (Mg^{+2}), avec certaines précautions, elle est appropriée à la plupart des types d'eaux.

Principe

La dureté totale détermine la concentration en calcium et du magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe par le sel disodique de l'Acide Éthylène Diamine tétra acétique (EDTA).

Le titre hydrométrique est estimé à partir de l'expression suivante :

$$TH = 1000 * \left[\frac{C V_1}{V_2} \right] \quad (\text{Eq II. 2}).$$

TH : Titre hydrométrique en mg/l.

C : Concentration en milliéquivalent par litre d'EDTA.

V₁ : Volume de solution EDTA utilisée pour le titrage en ml.

V₂ : Volume d'échantillon.

II.3.2.2. Analyse chimique

Le mode opératoire et les réactifs utilisés pour la mesure des différents paramètres chimiques sont représentés dans la partie expérimentale.

A) Alcalinité (TA)**Principe**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide chlorhydrique (HCl), dilué en présence de la phénophtaléine. Le but est de mesurer la teneur en hydroxyde libre et en carbonate CO₃²⁻.

Le titre Alcalimétrique est estimé à partir de l'expression suivante :

$$TA = \frac{N_{HCl} * V_{HCl}}{V_0} \quad (\text{Eq II. 3}).$$

TA : Titre Alcalimétrique en meq/l

V_{HCl} : Volume de solution HCl utilisée pour le titrage en ml.

N_{HCl} : Concentration de HCl en meq /l

V₀ : Volume de l'échantillon en ml.

B) Alcalinité (TAC)**Principe**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau.

Le titre Alcalimétrique complet est estimé à partir de l'expression suivante :

$$\text{TAC} = \frac{N_{\text{HCl}} * V_{\text{eq}}}{V_0} \quad (\text{Eq II. 4}).$$

TAC : Titre Alcalimétrique en meq

V_{eq} : Volume de solution HCl versé en ml.

N_{HCl} : Concentration de HCl en meq/l

V_0 : Volume de l'échantillon en ml.

C) Mesure du taux de chlore libre résiduel

La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence du chlore résiduel est le test DPD (diethyl paraphenylene diamine) en utilisant un comparateur colorimétrique. Une pastille de DPD est ajoutée à l'échantillon d'eau, et teint l'eau en rouge. L'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur afin de déterminer la concentration en chlore.

Calcium (Ca^{+2})

Principe

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcéone carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge. Pour évaluer la concentration des ions de calcium, l'expression utilisée est la suivante :

$$[\text{Ca}^{+2}] = \frac{V * f * 0.4008}{50} \quad (\text{Eq II. 5}).$$

$[\text{Ca}^{+2}]$ = Concentration de calcium en mg/L.

V = Volume de l'EDTA utilisé pour le titrage en mL.

f = Facteur de protection du titrage d'EDTA $\left(f = \frac{1}{V_{\text{EDTA}}}\right)$.

Magnésium (Mg^{+2})

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile de calculer la concentration du magnésium.

$$V_{\text{TH}} - V_{\text{Ca}^{+2}} = V_{\text{Mg}^{+2}} \quad (\text{Eq II. 6}).$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = V_{\text{Mg}^{+2}} * M_{\text{Mg}^{+2}} \quad (\text{Eq II. 7}).$$

II.4. Analyses microbiologique

Pendant notre travail nous avons effectué la recherche des germes indicatifs suivants : (Les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux). Le tableau II.3 regroupe le matériel et les méthodes d'analyse bactériologique utilisés.

Tableau II.3. Matériel et méthodes d'analyses bactériologiques.

Recherche dénombrement	Matériel et milieu
Coliforme totaux et fécaux	Tube à essai, BCPL D/C, BCPL S/C, Flacon BCPL D/C, Incubation, Kovacs
Streptocoques fécaux	Rothe D/C, Rothe S/C, Flacon Rothe S/C, Etuve, milieu Eva Litsky

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses :

A) Coliformes totaux

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles [12].

B) Coliformes fécaux

Présentent les mêmes propriétés que les coliformes totaux mais ils se développent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette

C) Streptocoques fécaux

Il s'agit de cocci à gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes Plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène.

II.5. Partie expérimentale

Dans cette partie nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire. Tous les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire de l'ADE de Bouteldja.

II.5.1. Analyse physicochimique

II.5.1.1. Détermination du pH et température

Réactifs	Matériels
Solution tampon	Bécher
Eau distillée	pH mètre.
Eau à analyser	

Mode opératoire

- Brancher l'appareil, installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- Etalonner l'appareil avec la solution tampon et par la suite rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser ;
- Remplir le bécher avec l'eau à analyser ;
- Emerger l'électrode dans l'échantillon et mettre l'appareil en mode pH et appuyer sur la touche « READ », attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH et de la température affichée.



Photo II.1 : pH mètre (ZOUICHICHE Aida, 2019).

II.5.1.2. Conductivité

Réactifs	Matériels
Eau distillée	Bécher
Echantillon à analyser	Conductimètre.

Mode opératoire

- Brancher l'électrode correspondant à la mesure, puis rincer cette électrode avec de l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser ;
- Emerger l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon, mettre en mode conductivité ;
- Appuyer sur la touche « READ » et la valeur s'affiche.

II.5.1.3. Salinité

Mode opératoire

Après avoir noté la conductivité, appuyer de nouveau sur « READ » puis sur la touche « SAL » et noter la valeur affichée.

II.5.1.4. TDS (Total des solides dissous)

Mode opératoire

Une fois la salinité est notée, appuyer une nouvelle fois sur la touche « READ » puis sur la touche « TDS » et noter la valeur affichée.



Photo II.2 : Conductimètre (ZOUICHCHE Aida, 2019).

II.5.1.5. Turbidité

Réactifs	Matériels
Echantillon à analyser	Bécher Papier absorbant. Turbidimètre

Mode opératoire

- Mettre en marche le turbidimètre ;
- Agiter l'échantillon à analyser et remplir la cuve ;
- Essuyer la cuve avec du papier absorbant en le tenant par la partie supérieure avec le plus grand soin afin de ne pas laisser des traces dessus ;
- Introduire la cuve dans son emplacement dans l'appareil et fermer le couvercle ;
- Noter la valeur maximale affichée.



Photo II.3 : Turbidimètre (ZOUICHCHE Aida, 2019).

II.5.1.6. Teste de chlore

Pour l'évaluation de chlore on utilise un comparimètre ou un comparateur de la DPD. La DPD se forme de capsule ou de comprimé.



Photo II.4 : Représentation des capsules DPD et comparateur

II.5.1.7. Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

Réactifs	Matériels
Solution d'eau (échantillon)	Bécher
Solution tampon (triplex)	Eprouvette
Indicateur coloré NET	Burette
Solution EDTA	

Mode opératoire

- Placer 50 ml d'eau à analyser dans un bécher ;
- Ajouter 4 ml de solution Tampon (triplex) et 3 gouttes de solution de noir ériochrome ;
- Titrer la solution de l'EDTA rapidement en début puis goutte à goutte jusqu'à virage bleu (Figure II. 3) ;
- Noter V_{éq} de Solution l'EDTA

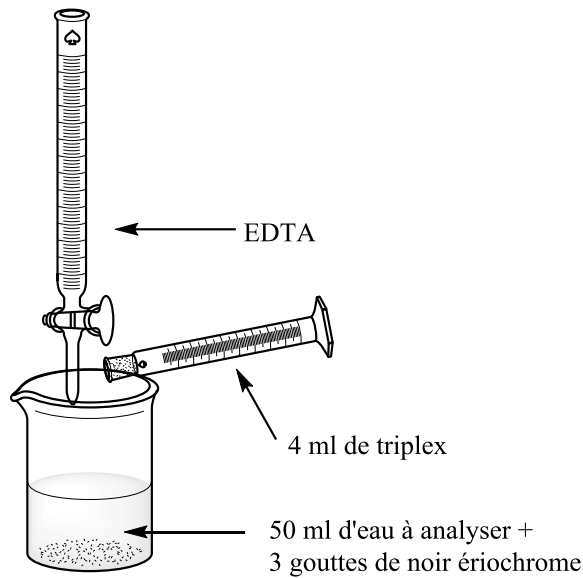


Figure II. 2 : Dosage de détermination de la dureté totale.

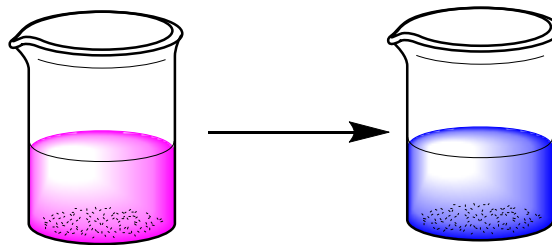


Figure II. 3 : Représentation du virage de couleur lors de dosage par l’EDTA pour la détermination de la dureté totale.

II.5.1.8. Détermination du calcium Ca^{+2}

Réactifs	Matériels
Eau à analyser	Bécher
Hydroxyde de sodium (2N)	Eprouvette
Solution titrée (EDTA) 0,01 mol/l	Burette
Indicateur coloré (Murexide)	

Mode opératoire

Prélever une prise d’essai de 50 ml d’eau à analyser, ensuite ajouter 2 ml de la solution de (NaOH) hydroxyde de sodium (2N) et une pincée d’indicateur (Murexide). Bien mélanger le tout, ensuite titrer avec la solution d’EDTA, en versant lentement. Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette. La couleur ne doit plus changer avec l’ajout d’une goutte supplémentaire de la solution d’EDTA. Noter le volume d’EDTA V_1 .

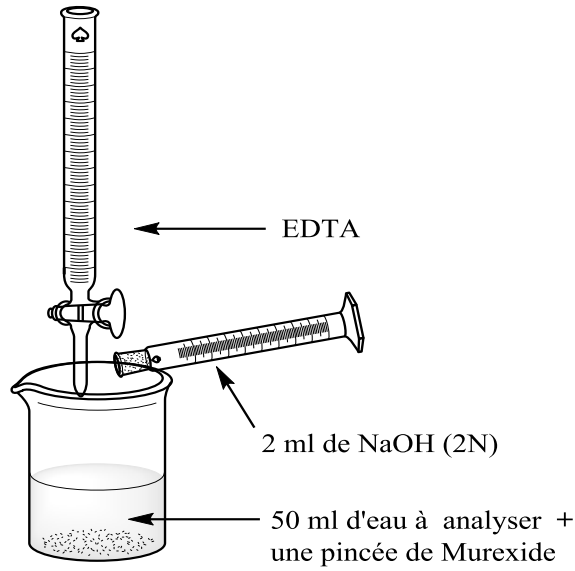


Figure II. 4 : Dosage de détermination du calcium Ca^{+2} .

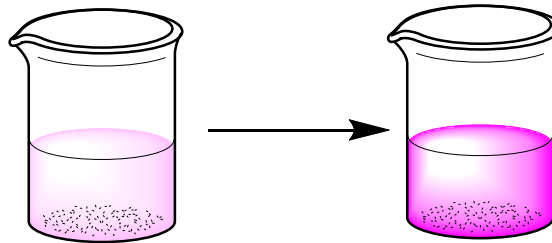


Figure II. 5 : Représentation du virage de couleur lors de dosage par l'EDTA pour la détermination du calcium Ca^{+2} .

II.5.1.9. Détermination de Titre alcalimétrique complet (TAC)

Réactifs	Matériels
Eau à analyser	Bécher
Acide sulfurique (H_2SO_4)	Burette
Indicateur coloré (méthyle orange à 1%).	

Mode opératoire

Placer 100 ml d'eau à analyser dans un bécher, ensuite Ajouter 3 gouttes de méthyle orange à 1%. titrer avec la solution H_2SO_4 jusqu'au virage de jaune orange.

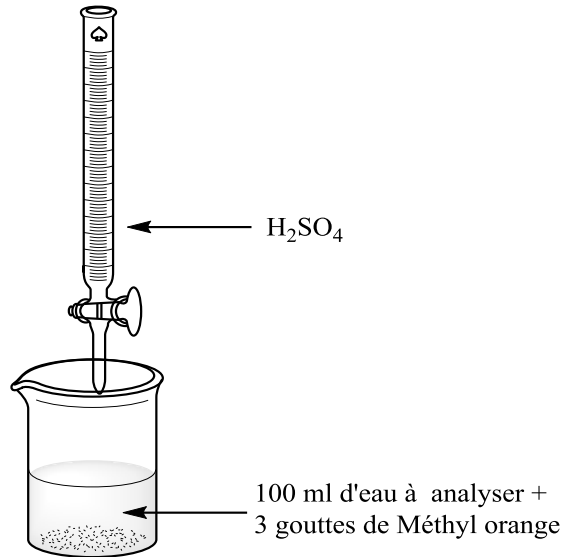


Figure II. 6 : Dosage de détermination de titre alcalimétrique complet (TAC).

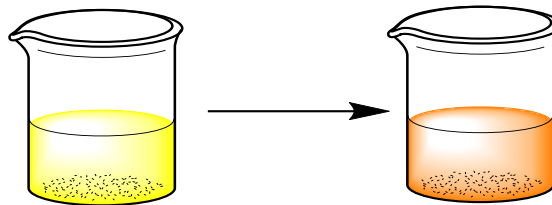


Figure II. 7 : Représentation du virage de couleur lors de dosage par l'EDTA pour la détermination de titre alcalimétrique complet (TAC).

II.5.2. Analyses microbiologique

Réactifs	Matériels
Réactifs de recherche :	Etuves réglées à 37°C
Bouillon lactose au poupard	Etuves réglées à 44°C
bromocrésol (BCPL)	Tube à essais et porte tubes
Roth	pipette graduée, pipette pasteur
Réactifs confirmatifs :	flacons de collectes
Schubert et Eva - litsky	bec bunsen et un briquet

Remarque

Les réactifs de recherche bouillon lactose au poupard bromocrésol (BCPL) et Roth sont utiliser à simple et à double concentration.



Photo II.5 : Pallias de travail (réactif + deux bec bunsen) (ZOUICHICHE Aida, 2019).

- Mode opératoire

Dans cette analyse on cherche deux types de bactéries qui sont les coliformes totaux et fécaux et les streptocoques fécaux.

II.5.2.1. Recherche de coliformes

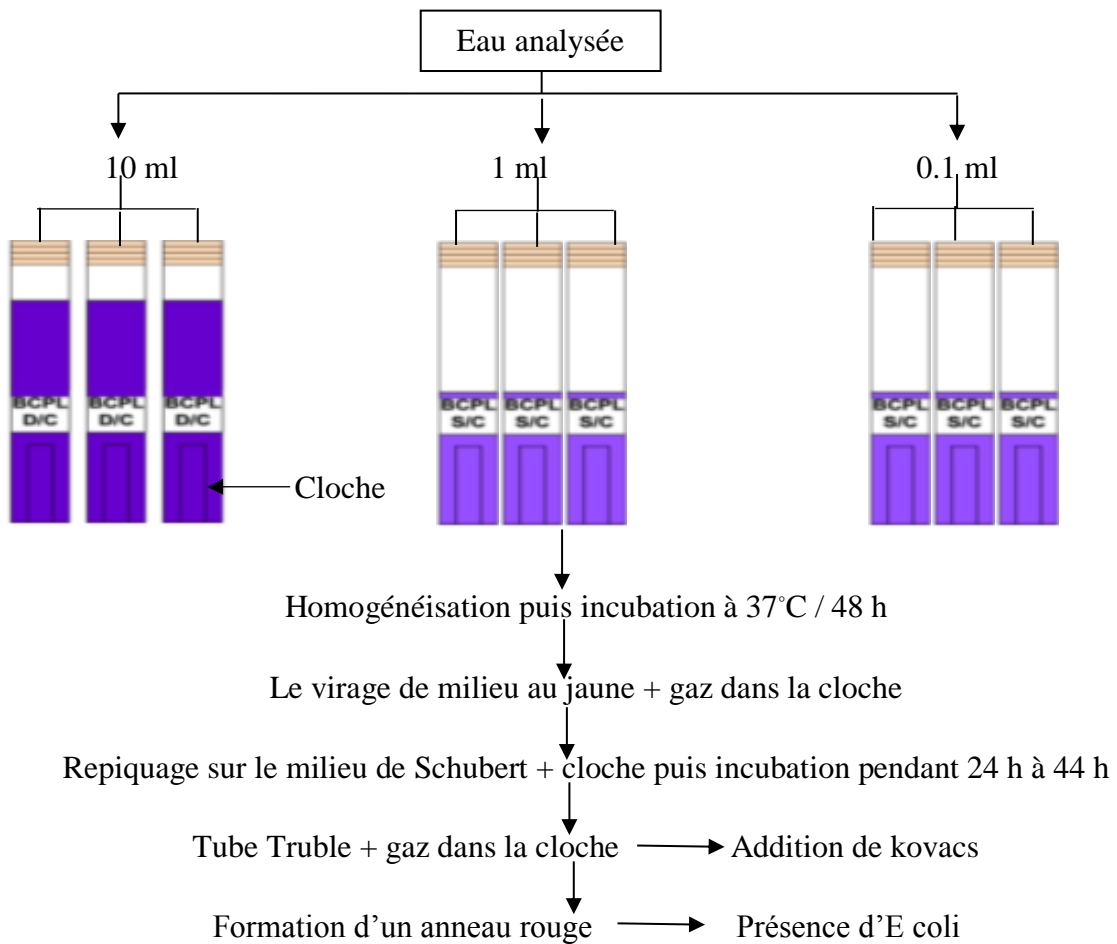


Figure II. 8 : Mode opératoire de la recherche de coliformes (Institut pasteur d'Algérie 2008).

Lecture

Les lectures seront considérées comme positives (+) ; les tubes présentant à la fois un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) et un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu). La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

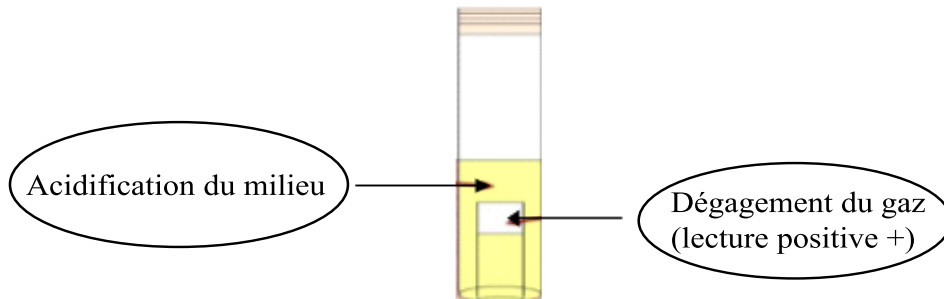


Figure II. 9 : Illustration du dégagement du gaz lors d'une lecture positive (+).

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes fécaux 9 parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli. Les tubes de BCPL sont positifs, après l'agitation, prélever de chaque tube quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu de shubert. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

Lecture

Les lectures seront considérées comme positives (+) ; les tubes présentant un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP en tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est trouble et d'indole à 44 °C.

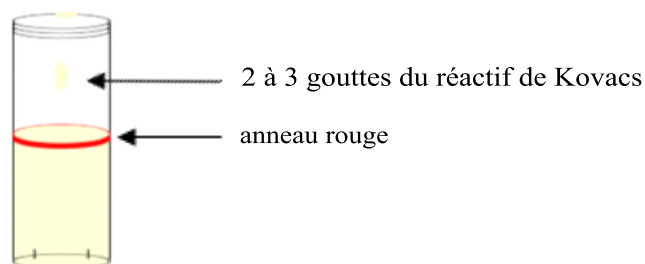


Figure II. 10 : Illustration de la présence de coliformes E-coli

II.5.2.2. Recherche des streptocoques fécaux :

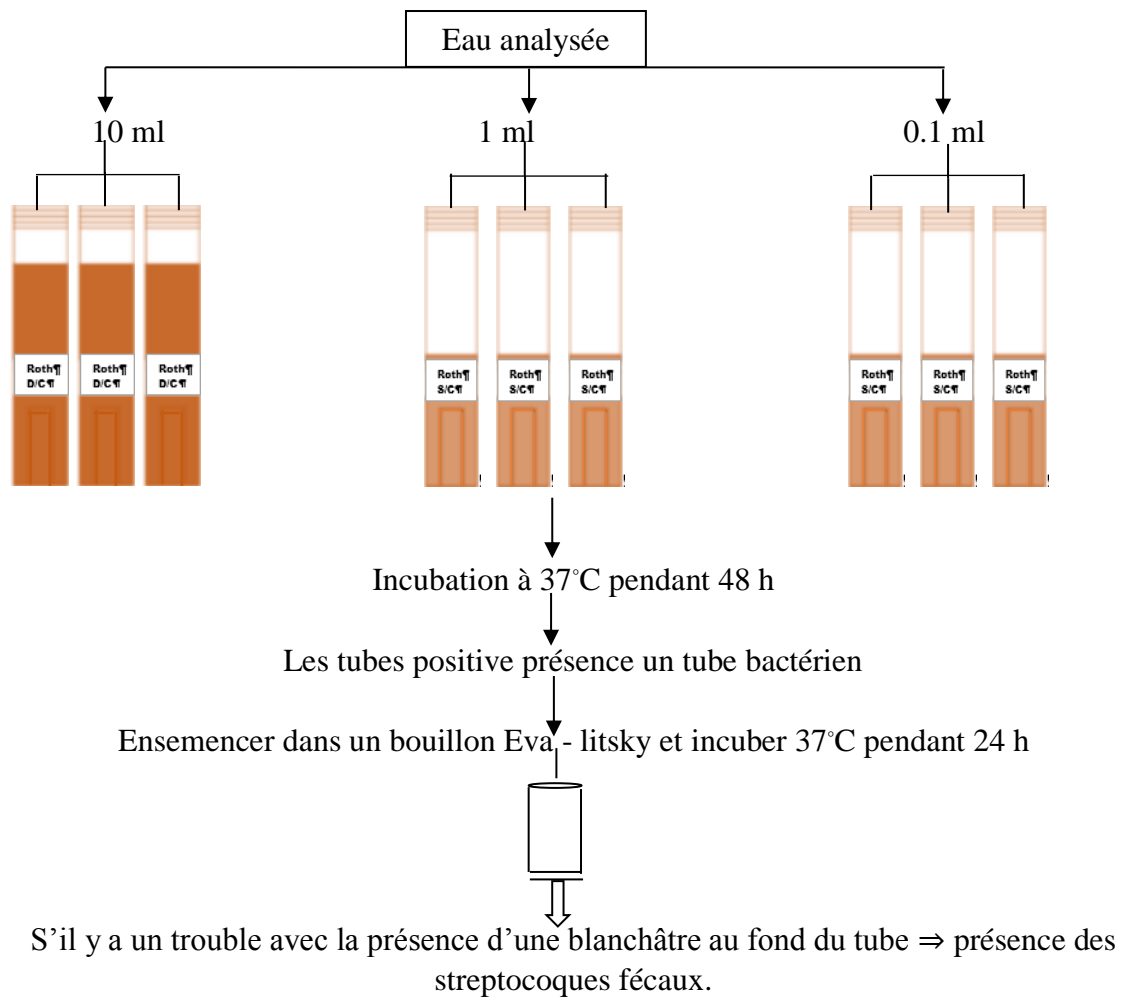


Figure II. 11 : Mode opératoire de la recherche des streptocoques fécaux (Institut pasteur d'Algérie 2008).

Lecture

Les lectures seront considérées comme positives (+), les tubes présentant un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumée contenir un streptocoque fécal.

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Des tubes de milieu Rothe sont positifs, nous prélevons 2 à 3 gouttes de chaque tube positif présentant un trouble bactérien, que nous repiquons dans des tubes contenant le milieu Litsky. Par la suite les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 h.

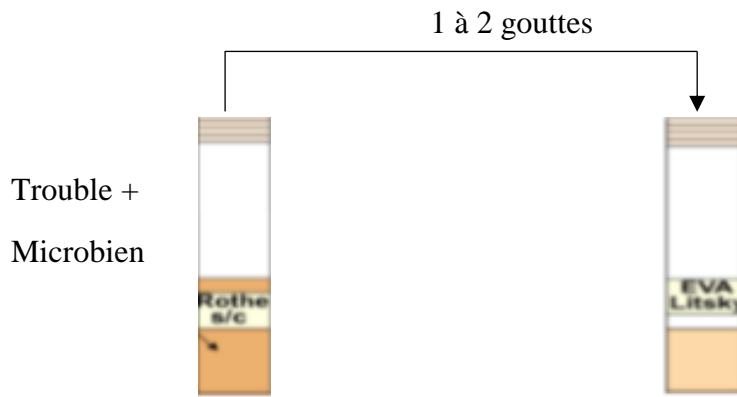


Figure II. 12 : Test confirmatif des streptocoques fécaux

Lecture

Les lectures seront considérées comme positives, les tubes présentant une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

A high-speed photograph of a water splash, showing a central column of water rising from a pool of water, with several smaller droplets suspended in the air above. The background is a soft, out-of-focus blue.

Chapitre III :
Résultats et
Discussions

Dans cette partie nous avons illustrés les résultats de mesure et les représentations graphiques des différents paramètres physicochimiques de deux eaux de robinet (El-Tarf centre et Bouteldja). Les analyses des résultats ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE) Bouteldja durant les six mois (Septembre, octobre, novembre, décembre, janvier, et février) de l'année 2020.

III-1-paramètres de l'eau de la zone de Bouteldja

III-1-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau de la zone de Bouteldja

Les paramètres physico-chimiques de l'eau de Bouteldja sont regroupés dans le tableau III.1.

Tableau III.1. Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet de Bouteldja

Mois	Abonné	T	PH	Conductivité	TDS	Salinité	Turbidité
Septembre	Ab ₁	14.6	6.87	189.2	90.5	0.1	2.47
	Ab ₂	23.1	6.18	164.5	78.5	0.1	1.44
	Ab ₃	25.2	6.37	134.7	64.1	0.1	1.30
	Moy	20.9	6.47	162.8	77.7	0.1	1.73
Octobre	Ab ₁	23.4	6.90	172.4	81.8	0.1	3.35
	Ab ₂	26.2	5.64	157.6	76	0.1	2.29
	Ab ₃	20.7	6.04	165.5	78.5	0.1	4.40
	Moy	23.4	6.19	165.1	78.7	0.1	3.34
Novembre	Ab ₁	16.3	6.63	164.7	78.1	0.1	3.63
	Ab ₂	14.6	6.10	169.7	80.7	0.1	3.30
	Ab ₃	15.5	6.00	165	78.3	0.1	4.04
	Moy	15.4	6.24	166.4	79.0	0.1	3.65
Décembre	Ab ₁	17.9	6.62	169.8	80.6	0.1	1.91
	Ab ₂	16.7	6.99	172.2	81.7	0.1	3.12
	Ab ₃	16.6	6.35	162.2	77.1	0.1	2.40
	Moy	17.05	6.65	168.0	79.8	0.1	2.47
Janvier	Ab ₁	14.6	6.43	163.8	77.7	0.1	1.54
	Ab ₂	14.6	6.43	163.8	77.7	0.1	1.54
	Ab ₃	14.5	6.37	163.8	77.7	0.1	1.46
	Moy	14.5	6.41	163.8	77.7	0.1	1.51
Février	Ab ₁	15.1	6.49	168.7	79	0.1	1.32
	Ab ₂	13.8	6.68	173.2	82.2	0.1	1.49
	Ab ₃	13.5	6.43	148.8	87.5	0.1	1.40
	Moy	14.1	6.53	163.5	82.9	0.1	1.40

III-1-1.1. La température

La température de l'eau est un paramètre très important, elle joue un rôle dans l'augmentation des activités chimiques, bactériennes et de l'évaporation de l'eau, elle est

considérée comme l'un des facteurs les plus importants pour le contrôle du domaine des cyanobactéries.

La variation de la température de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude est démontrée dans la figure III.1.

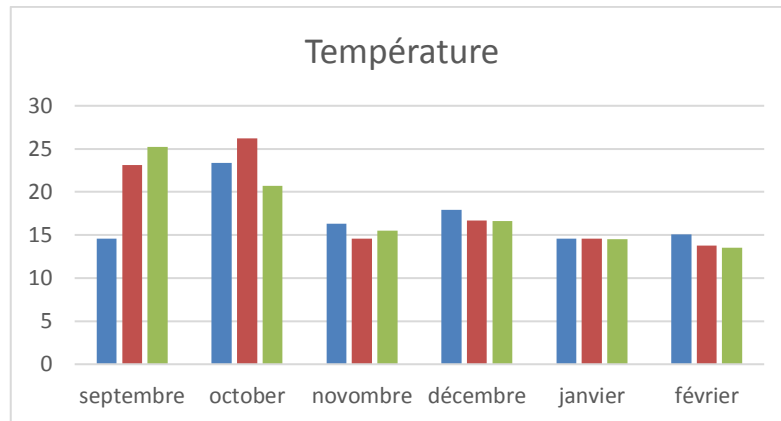


Figure III.1. Variation de la température de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

D'après nos résultats, nous remarquons que la température moyenne mesurée varie entre 23.4 C° (mois d'octobre) et 14.1 C° (mois de février).

III-1-1.2. Le pH

Le pH dépend de l'origine des eaux et de la nature géologique du substrat. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates.

L'histogramme de la variation de pH de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude est démontré dans la figure III.2. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement alcalin dans toutes les mois (Septembre jusqu'à février). La valeur moyenne du pH varie entre 6.19 et 6.65, cette valeur ne dépasse pas donc la norme algérienne (pH = 6.5- 8.5), ce qui confirme que la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

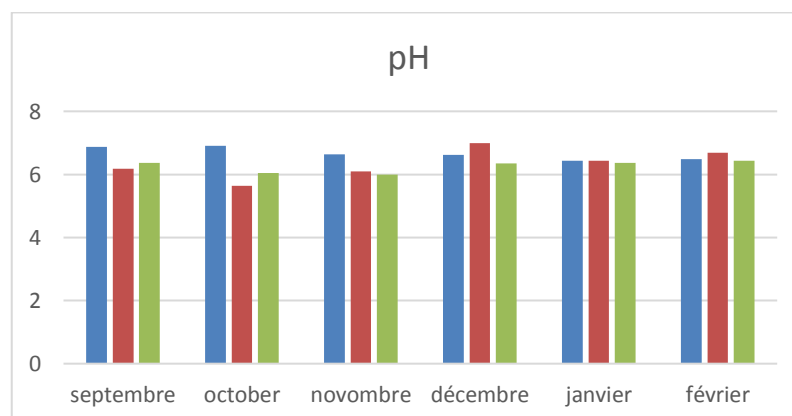


Figure III.2. Variation de pH de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois.

III-1-1.3. La conductivité électrique

La conductivité indique la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouve sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Elle est également en fonction de la température de l'eau (elle est plus importante lorsque la température augmente).

La variation de la conductivité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude est représentée dans l'histogramme (Figure III.3).

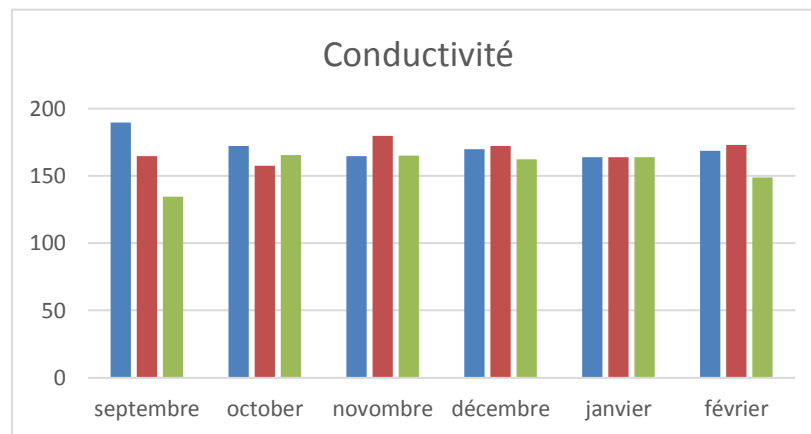


Figure III.3. Variation de la conductivité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude

D'après les résultats obtenus, nous remarquons un minimum de la valeur moyenne de la conductivité $162.8 \mu\text{s}/\text{cm}$ (mois de septembre) et un maximum de l'ordre de $168 \mu\text{s}/\text{cm}$ (mois de décembre). Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne ($2800 \mu\text{s}/\text{cm}$), ce qui montre que la qualité d'eau examinée dans la région est acceptable.

III-1-1.4. Le TDS

La figure III.4 représente la variation de la TDS de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

Le paramètre TDS est le taux des sels dissous. Les résultats obtenus montrent que la valeur moyenne varie entre $77.7 \text{ mg}/\text{l}$ (mois Janvier et septembre) et $82.9 \text{ mg}/\text{l}$ (mois de février). L'augmentation ou la diminution de la TDS s'explique par l'addition des sels provenant des produits chimiques de traitement dans l'eau.

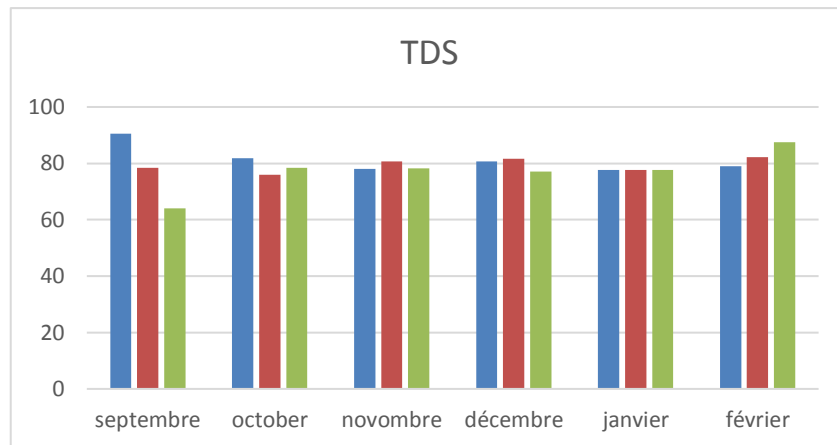


Figure III.4. Variation de la TDS de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

III-1-1.5. La Salinité

La salinité est un facteur écologique constitué par la teneur en sel (NaCl) des eaux ou des sols, elle traduit le caractère salin de l'eau, ce paramètre est considéré comme un facteur limitant dans de nombreux écosystèmes, il varie considérablement d'une région à une autre. Les mesures de la salinité de l'eau à analyser ne varie pas (0.1 g/l), ces résultats confirment que la salinité de l'eau à analyser est inférieure à celle exigée par la norme algérienne, donc le caractère de salinité de cette eau est vérifié.

III-1-1.6. La turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes, elle présente aussi un facteur limitant de la prolifération microbienne.

La figure III.5 représente la variation de la turbidité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

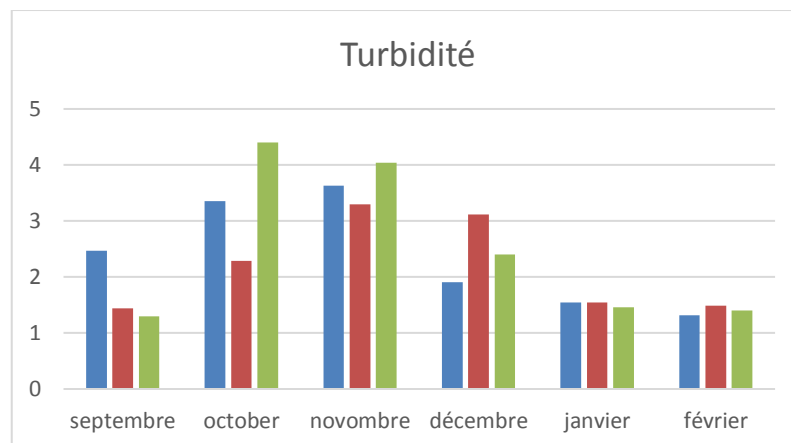


Figure III.5. Variation de la turbidité de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

Les résultats de la turbidité de l'eau de Bouteldja varie entre 3.65 NTU (mois de Novembre) et 1.40 NTU (mois de février). Nous constatons que la turbidité de l'eau à analyser est dans les normes (inférieur à 5 NTU).

III-1-2. Paramètres chimiques

Le Tableau III.2 regroupe les résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau de robinet de Bouteldja.

Tableau III.2. Résultats de mesure des paramètres chimiques de l'eau de robinet de Bouteldja

	Abonné	Tcl ₂	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	TAC
Septembre	Ab ₁	0.3	40	8	4.8	0.5
	Ab ₂	0.3	40	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.2	40	12	2.4	0.5
	Moy	0.2	40	10.66	3.2	0.5
Octobre	Ab ₁	0.2	40	8	4.8	0.5
	Ab ₂	0.3	50	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.2	40	12	4.8	0.5
	Moy	0.2	43.3	10.66	4.00	0.5
Novembre	Ab ₁	0.2	50	8	4.8	0.5
	Ab ₂	0.1	40	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.1	40	12	2.4	0.5
	Moy	0.1	43.3	10.66	3.2	0.5
Décembre	Ab ₁	0.2	40	8	4.2	0.5
	Ab ₂	0.3	40	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.3	40	12	2.4	0.5
	Moy	0.2	40	10.66	3.2	0.5
Janvier	Ab ₁	0.2	40	8	4.8	0.5
	Ab ₂	0.1	40	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.1	40	12	2.4	0.5
	Moy	0.1	40	10.66	3.2	0.5
Février	Ab ₁	0.2	40	8	4.8	0.5
	Ab ₂	0.3	40	12	2.4	0.5
	Ab ₃	0.3	40	12	2.4	0.5
	Moy	0.2	40	10.66	3.2	0.5

III-1-2.1. Teste de chlore

Ce teste est effectué pour déterminer le taux de chlore résiduel libre dans l'eau de robinet, on observe que la valeur moyenne de TCl₂ varie entre 0.1 mg/l et 0.2 mg/l.

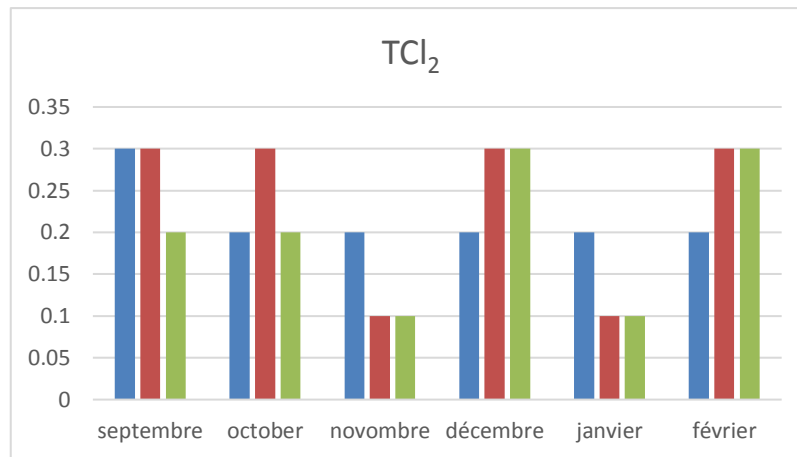


Figure III.6. Variation du taux de chlore des trois abonnés de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois d'étude.

III-1-2.2. Titre hydrométrique (Dureté totale) TH

La dureté totale est une qualité particulière de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium, elle dépend de la structure géologique des sols traversés. On distingue une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca^{+2} et Mg^{+2} et une dureté non carbonatée produite par les autres sels.

La figure III.7 montre la variation du TH de l'eau de robinet de Bouteldja.

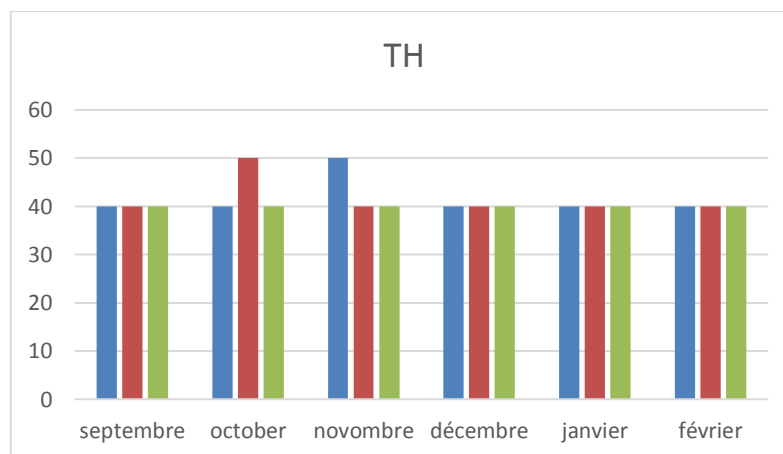


Figure III.7. Variation du TH de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois.

Les résultats obtenus montrent que la dureté varie entre 40 à 43.3 mg/l, ces valeurs ne dépassent pas les normes algérienne (500 mg/l), donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

III-1-2.3. Le calcium Ca^{+2}

La présence des ions Ca^{+2} dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4). La variation du Ca^{+2} est illustrée dans la figure III.8.

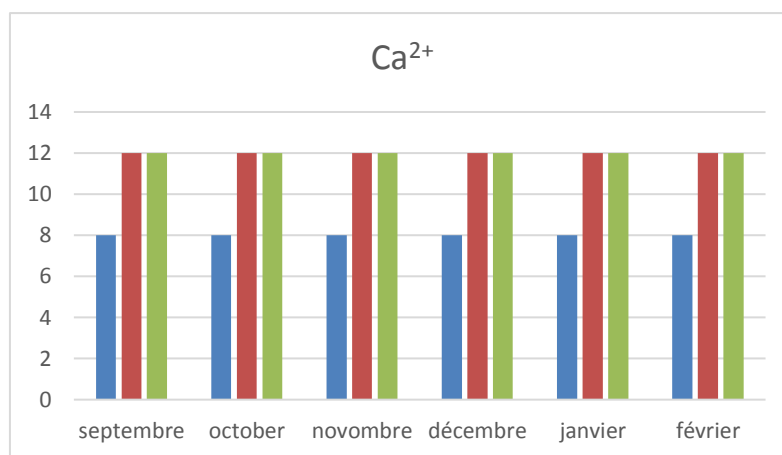


Figure III.8. Variation du Ca^{+2} de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois.

D'après les résultats obtenus la concentration du Ca^{+2} varie entre 8 à 12 mg/l, elle est inférieure que les normes algérienne (500 mg/l), ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, ce qui confirme que la qualité de l'eau dans la région d'étude elle est acceptable.

III-1-2.4. Le magnésium Mg^{+2}

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen).

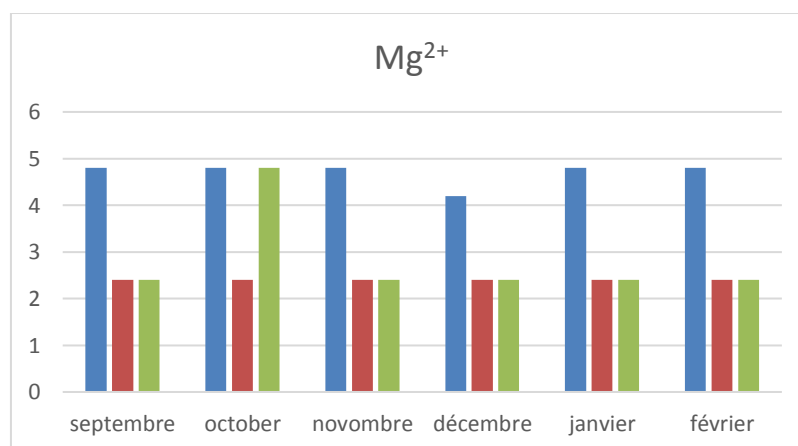


Figure III.9. Variation du Mg^{+2} de l'eau de robinet de Bouteldja au cours les six mois.

D'après les résultats obtenus nous remarquons que la teneur de Mg^{+2} varie entre 2.4 à 4.8 mg/l, ces résultats ne dépassent pas les normes algérienne (500 mg/l), ce qui montre que la qualité de l'eau est acceptable.

III-1-2.5. Titre alcalimétrique complet TAC

Le titre alcalimétrique complète (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates. Il assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates (HCO_3^-). D'après les résultats illustrés dans le tableau III.2, il est clair

que les valeurs du titre alcalimétrique complet (TAC) ne varie pas au cours de six mois d'étude (septembre jusqu'à février). La valeur maximale du TAC ne dépasse pas 500 mg/l de CaCO₃, nous constatons donc que les résultats obtenus (0.5 mg/l) sont conformes aux normes algériennes et OMS.

III-1-3. Résultats des analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'ADE (Bouteldja), elles consistent à la recherche des coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux. Les coliformes totaux (CT) montrent la nette contamination des eaux, le nombre des coliformes fécaux est un indice complémentaire confirmatif de la présence d'*Escherichia coli*, alors que les Streptocoques fécaux sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale des animaux.

Les résultats bactériologiques obtenus sont représentés dans le tableau III.3.

Tableau III.3. Paramètres bactériologiques de l'eau de robinet de Bouteldja.

	Abonné	CF	CT	strp
Septembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Octobre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Novembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Décembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Janvier	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Février	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00

D'après les résultats d'analyses il est clair que les coliformes totaux (CT), les coliformes fécaux (CF) et les Streptocoques fécaux sont absents dans les six mois d'étude.

III-2-paramètres de l'eau de la zone d'El-Tarf (centre)

III-2-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau de la zone d'El-Tarf (centre)

Les paramètres physico-chimiques de l'eau de la zone d'El-Tarf (centre) sont regroupés dans le tableau III.4.

Tableau III.4. Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre).

	Abonné	T	pH	Conductivité	TDS	Salinité	Turbidité
Septembre	Ab ₁	23.1	7.26	450	211	0.2	1.49
	Ab ₂	25.6	6.67	369	177.6	0.2	4.34
	Ab ₃	27	7.99	381	183	0.2	4.2
	Moy	25.2	7.30	400	190.5	0.2	3.37
Octobre	Ab ₁	21.9	6.93	478	231	0.2	4.31
	Ab ₂	23.4	6.86	514	247	0.2	3.65
	Ab ₃	23.4	6.87	520	252	0.2	2.36
	Moy	22.9	6.88	414.6	243.3	0.2	3.44
Novembre	Ab ₁	16	7.20	474	229	0.2	2.67
	Ab ₂	16.4	6.97	477	231	0.2	2.61
	Ab ₃	16.1	6.99	478	232	0.2	3.14
	Moy	16.1	7.05	476.3	230.6	0.2	2.80
Décembre	Ab ₁	17.2	7.56	511	247	0.2	2.57
	Ab ₂	17.6	7.59	513	248	0.2	3.17
	Ab ₃	17.9	7.62	511	246	0.2	2.57
	Moy	17.5	7.59	511.6	247	0.2	2.77
Janvier	Ab ₁	15.6	7.13	563	273	0.2	1.75
	Ab ₂	15.3	7.57	571	277	0.2	2.52
	Ab ₃	15.00	7.73	580	282	0.2	2.05
	Moy	15.3	7.47	571.3	277.3	0.2	2.10
Février	Ab ₁	14.9	7.78	613	298	0.2	3.11
	Ab ₂	14.9	7.78	613	298	0.2	4.42
	Ab ₃	14.9	7.78	613	298	0.2	3.23
	Moy	14.9	7.78	613	298	0.2	3.58

III-2-1.1. La température

L'histogramme dans la figure III.10 montre la variation de la température des trois abonnés l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

D'après nos résultats, nous remarquons que la température moyenne mesurée varie entre 14.9 C° et 25.2 C°.

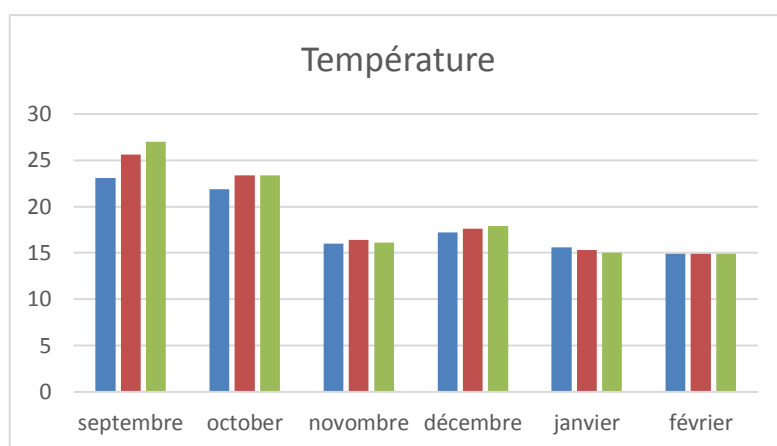


Figure III.10. Variation de la température des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

III-2-1.2. Le pH

La variation du pH de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude est représentée dans la figure III.11.

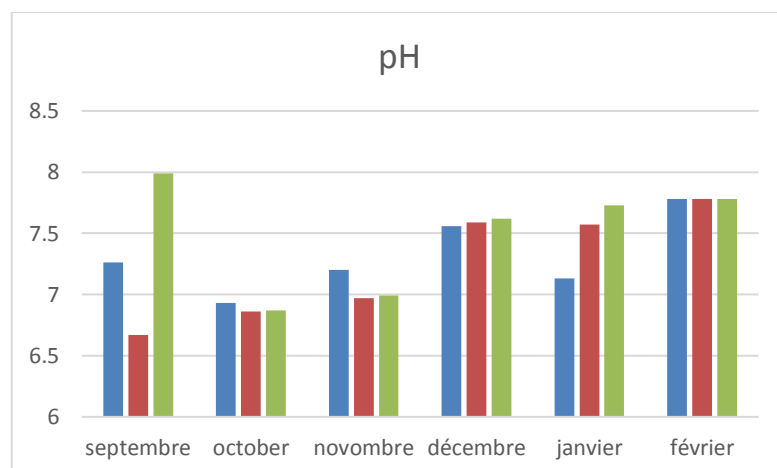


Figure III.11. Variation de pH des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les mois, il varie entre 6.88 et 7.78, ces valeurs ne dépasse pas la norme algérienne (pH = 6.5 - 8.5), donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

III-2-1.3. La conductivité électrique

La figure III.12 illustre la variation de la conductivité de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

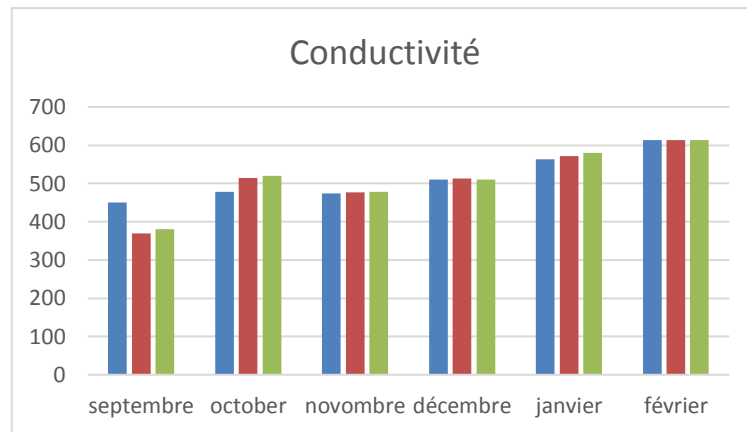


Figure III.12. Variation de la conductivité des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

D'après les résultats obtenus, une valeur moyenne de la conductivité présente un minimum de $400 \mu\text{s}/\text{cm}$ (mois de septembre) et un maximum de l'ordre de $613 \mu\text{s}/\text{cm}$ (mois de février). Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne ($2800 \mu\text{s}/\text{cm}$), ce qui confirme que la qualité d'eau examinés dans la région est acceptable.

III-2-1.4. Le TDS

La variation du paramètre TDS est représentée dans la figure III.13

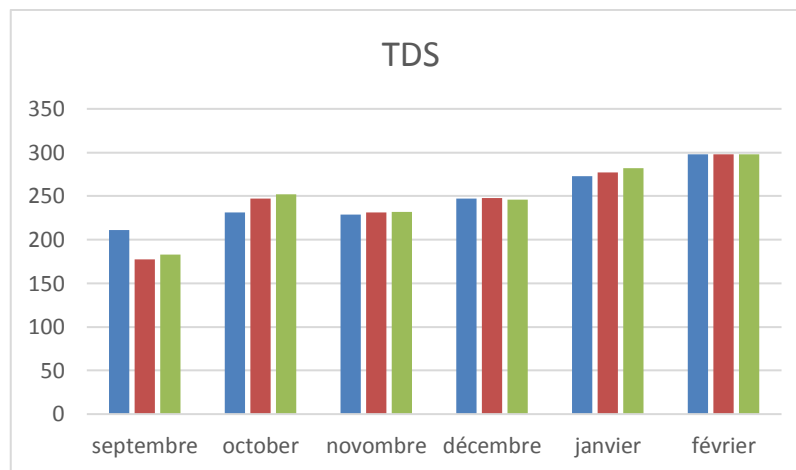


Figure III.13. Variation de TDS des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

D'après les résultats obtenus, nous observons que la valeur de TDS varie entre $190.5 \text{ mg}/\text{l}$ (mois de septembre) et $298 \text{ mg}/\text{l}$ (mois de février), nous remarquons également que toutes les valeurs du TDS ne dépassent pas la norme algérienne.

III-2-1.5. La salinité

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la salinité ne varie pas au cours de tous les mois d'étude, avec une valeur de $0.2 \text{ g}/\text{l}$.

III-2-1.6. La turbidité

La variation de la turbidité est montrée dans la figure III.14.

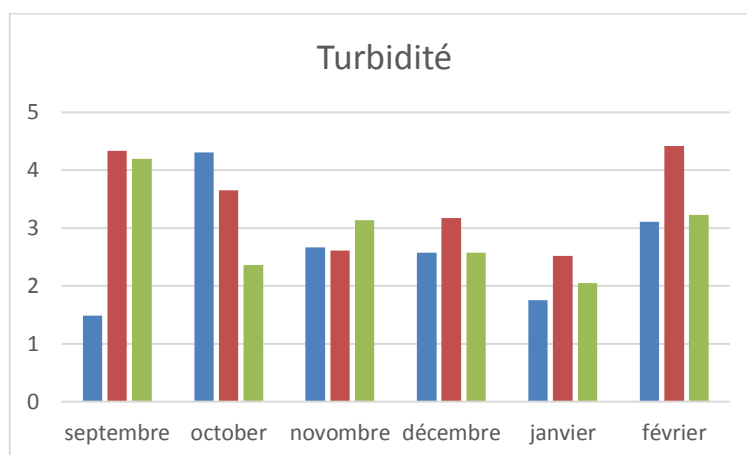


Figure III.14. Variation de la turbidité des trois abonnés de l’eau de robinet d’El-Tarf (centre) au cours les six mois d’étude.

Les résultats obtenus indiquent une variation de turbidité entre 2.10 NTU (mois de janvier) et 3.58 NTU (mois de février), nous observons que toutes les valeurs de la turbidité dans les mois étudiés sont dans les normes.

III-2-2. Paramètres chimiques

Les résultats de mesure des paramètres chimiques de l’eau de robinet d’EL-Tarf sont regroupés dans le Tableau III.5.

Tableau III.5. Résultats de mesure des paramètres chimiques de l’eau de robinet d’EL-Tarf (centre).

	Abonné	Tcl ₂	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	TAC
Septembre	Ab ₁	0.2	180	52	24	6.4
	Ab ₂	0.2	190	36	24	6.4
	Ab ₃	0.2	200	40	24	6.5
	Moy	0.2	190	42.6	24	6.4
Octobre	Ab ₁	0.2	200	52	16.8	6.4
	Ab ₂	0.3	220	48	24	6.4
	Ab ₃	0.2	220	44	26.4	6.2
	Moy	0.2	213.3	36	22.4	6.3
Novembre	Ab ₁	0.2	200	40	24	6.7
	Ab ₂	0.2	220	44	26.4	6.4
	Ab ₃	0.2	200	48	19.26	6.1
	Moy	0.2	206.3	44	23.22	6.4
Décembre	Ab ₁	0.1	220	48	24	7.5
	Ab ₂	0.1	220	48	24	7.5
	Ab ₃	0.1	220	48	24	7.5
	Moy	0.1	220	48	24	7.5

	Abonné	TCl ₂	TH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	TAC
Janvier	Ab ₁	00	230	56	21.6	6.8
	Ab ₂	00	240	60	21.6	6.8
	Ab ₃	00	230	60	19.2	6.8
	Moy	00	233.3	58.6	20.6	6.8
Février	Ab ₁	0.5	220	56	19.2	7.2
	Ab ₂	0.5	220	56	16.2	7.2
	Ab ₃	0.5	220	56	19.2	7.2
	Moy	0.5	220	56	18.2	7.2

III-2-2.1. Teste de chlore

La variation de TCl₂ est représentée par l’histogramme (Figure III.15).

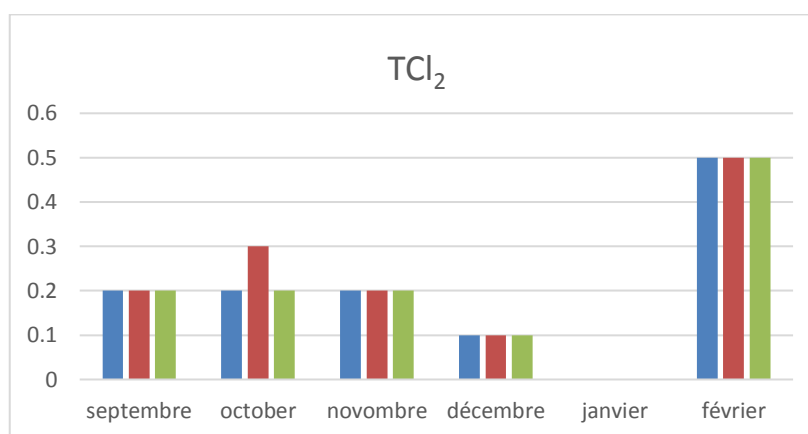


Figure III.15. Variation de TCl₂ des trois abonnés de l’eau de robinet d’El-Tarf (centre) au cours les six mois d’étude.

Les résultats enregistrés montrent que les valeurs de TCl₂ sont comprises entre 0.1 et 0.5 mg/l, à l’exception du mois de Janvier avec une valeur de 00 mg/l, c’est-à-dire un manque d’ions de chlore Cl₂, ce qui explique un risque de capter les germes.

III-2-2.2. Titre hydrométrique (Dureté Totale)

L’histogramme dans la figure III.16 illustre la variation de titre hydrométrique (TH). Les résultats obtenus montrent que la dureté varie entre 190 mg/l (mois de septembre) à 233.3 mg/l (mois de janvier), elle ne dépasse pas les normes algérienne (500 mg/l), donc la qualité de l’eau dans la région d’étude est acceptable.

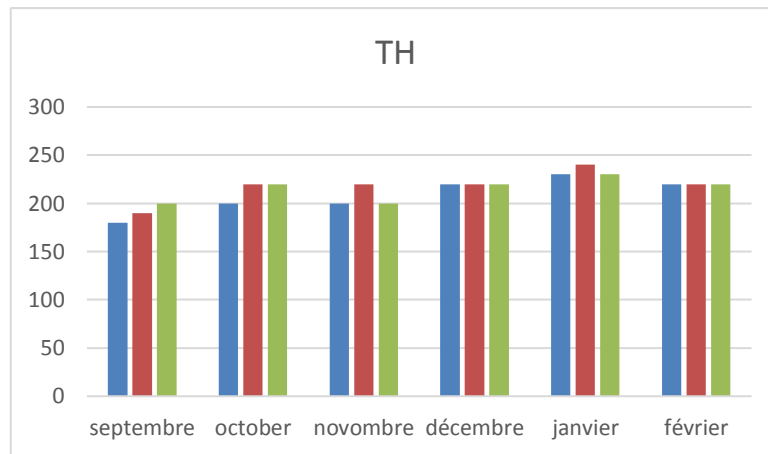


Figure III.16. Variation de TH des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

III-2-2.3. Le calcium Ca^{+2}

La teneur de Ca^{+2} varie selon l'histogramme (figure III.17). D'après les résultats obtenus cette teneur varie entre 36 mg/l à 58.6 mg/l, elle est inférieure que la norme algérienne (500 mg/l), ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

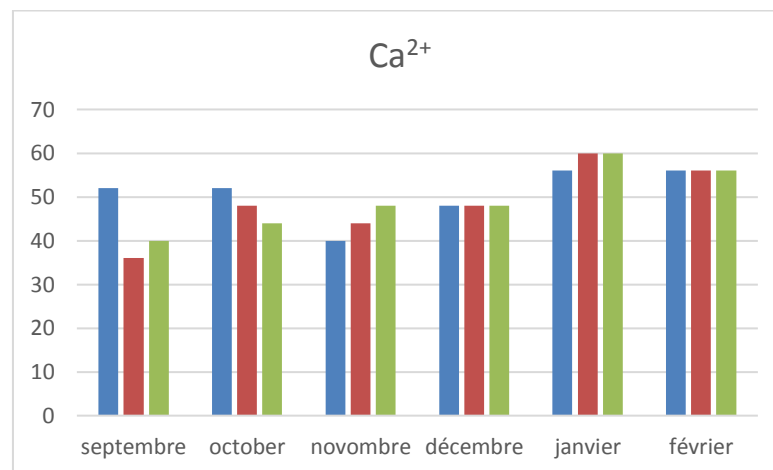


Figure III.17. Variation de Ca^{+2} des trois abonnés de l'eau de robinet d'El Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

III-2-2.4. Le magnésium Mg^{+2}

La teneur de Mg^{+2} varie selon l'histogramme représenté dans la figure III.18. Les résultats trouvés montrent que cette teneur varie entre 18.2 mg/l (mois de février) et 24 mg/l (mois de septembre et décembre), nous remarquons que ces résultats ne dépassent pas les normes algériennes (500 mg/l), donc la qualité de l'eau est acceptable.

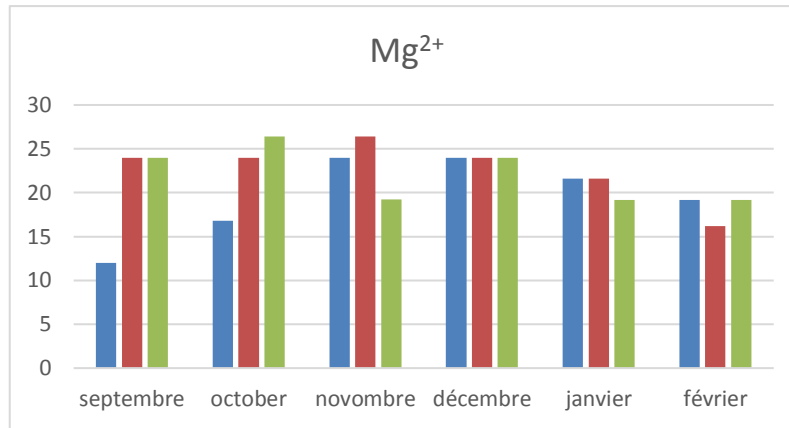


Figure III.18. Variation de Mg^{+2} des trois abonnés de l'eau de robinet d'El Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

III-2-2.5. Titre alcalimétrique complet TAC

D'après les résultats obtenus, la valeur moyenne de de TAC varie entre 6.3 mg/l et 7.5 mg/l, nous remarquons que ces résultats ne dépassent pas les normes algérienne de 500 mg/l.

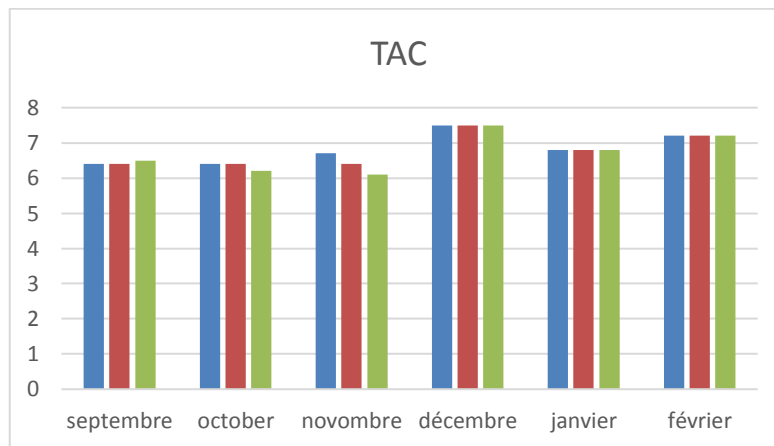


Figure III.19. Variation de TAC des trois abonnés de l'eau de robinet d'El-Tarf (centre) au cours les six mois d'étude.

III-2-3. Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats bactériologiques de l'eau de robinet d'El-Tarf sont regroupés dans le tableau III.6. L'analyse bactériologique montre l'absence totale des bactéries dans l'eau (coliformes totaux, fécaux et streptocoque).

Tableau III.6. Paramètres bactériologiques de l'eau de robinet de Bouteldja

	Abonné	CF	CT	strp
Septembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Octobre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Novembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Décembre	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Janvier	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00
Février	Ab ₁	00	00	00
	Ab ₂	00	00	00
	Ab ₃	00	00	00

III-3-paramètres de l'eau stockée

Au cours de ce travail l'eau de robinet de deux régions étudiées (El-Tarf centre et Bouteldja) ont été stockées dans des bouteilles en verre pendant deux semaine.

III-3-1. Eau stockée de la zone de Bouteldja

III-3-1.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet stockée de Bouteldja

Les paramètres physico-chimiques de l'eau stockée de Bouteldja sont regroupés dans le tableau III.7.

Tableau III.7. Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée de Bouteldja.

Paramètre	Semaine 1 <i>(11/01/2020)</i>	Semaine 2 <i>(16/01/2020)</i>	Semaine 3 <i>(23/01/2020)</i>
T	14.6	14.9	15.4
pH	6.43	6.83	6.84
Conductivité	163.8	169.4	176.1
TDS	77.7	80.3	83.6
Salinité	0.1	0.1	0.1
Turbidité	1.54	1.4	3.10

Les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée de Bouteldja sont illustrées dans l'histogramme (figure III.20).

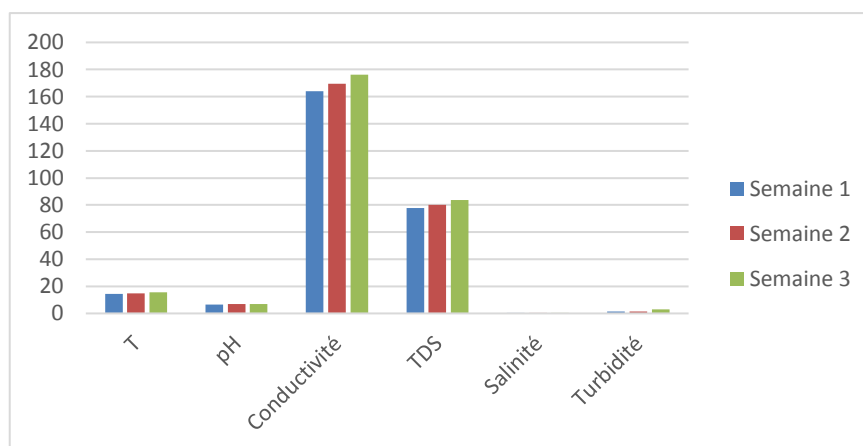


Figure III.20. Variation des paramètres physico-chimiques de l’eau stockée de Bouteldja.

Les résultats montrent une augmentation des paramètres (T, pH, conductivité, TDS) passant de la première à la troisième semaine, alors que la valeur de la salinité reste invariante pour l’eau de trois semaines.

III-3-1.2. Paramètres chimiques de l’eau de robinet stockée de Bouteldja

Le tableau III.8 regroupe les paramètres chimiques de l’eau stockée de Bouteldja, et leurs variations sont représentées dans l’histogramme de la figure III.21.

Tableau III.8. Résultats de mesure des paramètres chimiques de l’eau stockée de Bouteldja.

Paramètre	Semaine 1 (11/01/2020)	Semaine 2 (16/01/2020)	Semaine 3 (23/01/2020)
TCl₂	0.1	0.2	0.2
TAC	0.5	0.5	0.5
TH	40	40	40
Ca⁺²	12	8	8
Mg⁺²	2.4	4.8	4.8

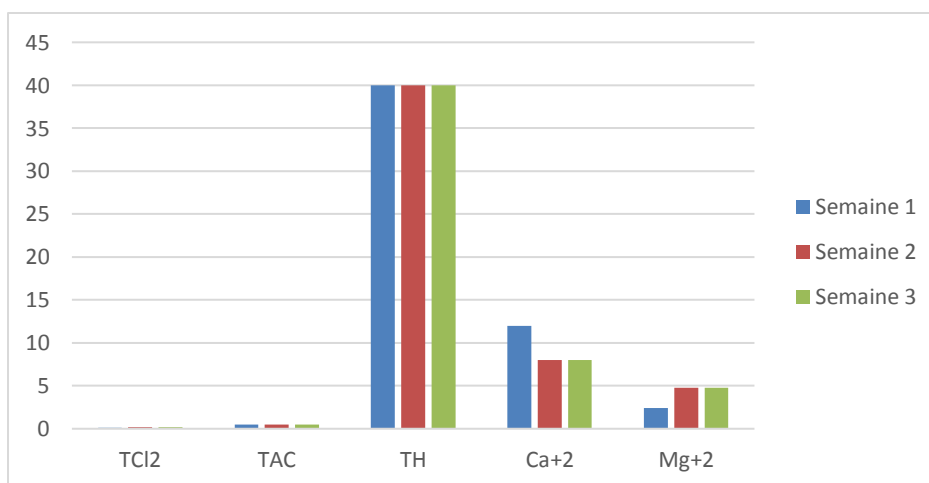


Figure III.21. Variation des paramètres chimiques de l’eau stockée de Bouteldja.

Les résultats des paramètres chimiques indiquent que les paramètres TAC et TH n'ont pas changés pour l'eau de trois semaines, on remarque également une augmentation des paramètres (TCI_2 et Mg^{+2}) par rapport à la première semaine, et une diminution du Ca^{+2} , ces trois dernières sont égaux pour les deux dernières semaines.

III-3-1.3. Analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau stockée de la région Bouteldja sont regroupés dans le tableau III. 9.

Tableau III.9. Paramètres bactériologiques de l'eau stockée de Bouteldja.

Coliforme fécaux	Coliforme Totaux	Streptocoque
00	00	00

Les analyses bactériologiques montrent l'absence totale des bactéries (coliformes totaux, fécaux et streptocoque) dans l'eau de robinet stockée de Bouteldja.

III-3-2. Eau stockée de la zone d'El-Tarf (centre)

III-3-2.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau de robinet stockée d'El-Tarf (centre)

Les paramètres physico-chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre) sont réunis dans le tableau III.10.

Tableau III.10. Résultats de mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre).

Paramètre	Semaine 1 (11/01/2020)	Semaine 2 (16/01/2020)	Semaine 3 (23/01/2020)
T	15.3	15.1	14.9
pH	7.57	7.12	7.16
Conductivité	571	512	582
TDS	277	298	282
Salinité	0.2	0.2	0.2
Turbidité	2.52	2.1	2.56

La figure III.22 illustre les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre).

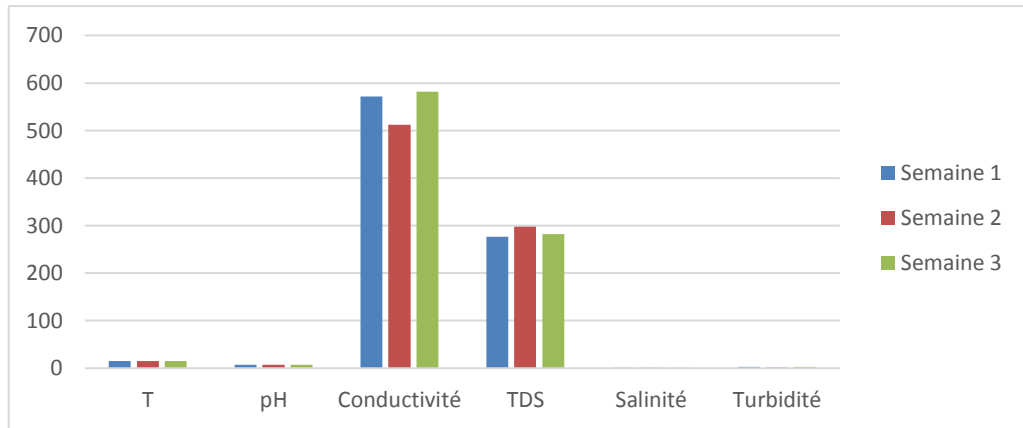


Figure III.22. Variation des paramètres physico-chimiques de l’eau stockée d’El-Tarf (centre).

Les résultats montrent que l’eau stockée de la troisième semaine présente les plus grandes valeurs de conductivité et turbidité, alors que la salinité reste invariante pour l’eau de trois semaines.

III-3-2.2. Paramètres chimiques de l’eau de robinet stockée d’El-Tarf (centre)

Les paramètres chimiques de l’eau stockée d’El-Tarf (centre) sont regroupés dans le tableau III.11, et la figure III.23 illustre leurs variations.

Tableau III.11. Résultats de mesure des paramètres chimiques de l’eau stockée d’El-Tarf (centre).

Paramètre	Semaine 1 (11/01/2020)	Semaine 2 (16/01/2020)	Semaine 3 (23/01/2020)
TCl ₂	0.2	0.2	0.2
TAC	5.2	5.2	5.2
TH	230	200	200
Ca ⁺²	60	52	52
Mg ⁺²	19.2	16.8	16.8

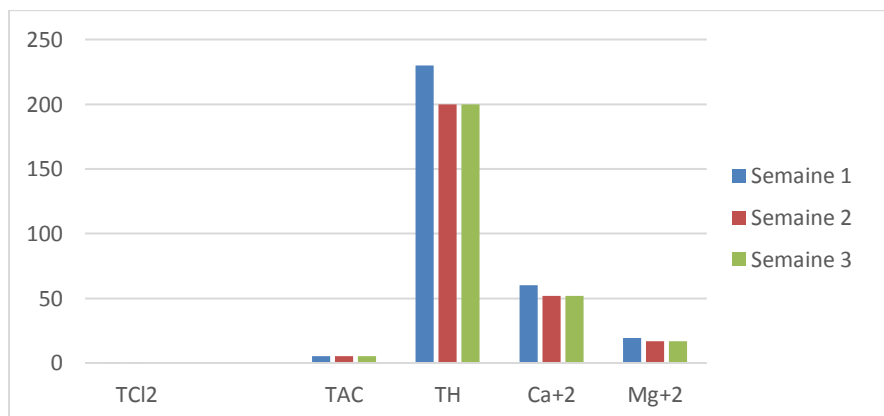


Figure III.23. Variation des paramètres chimiques de l’eau stockée d’El-Tarf (centre).

Les résultats des paramètres chimiques indiquent que l'eau stockée de la deuxième et la troisième semaine présentent les mêmes valeurs, on remarque également une diminution des paramètres chimiques (TH, Ca^{+2} et Mg^{+2}) par rapport à la première semaine.

III-3-2.3. Analyses bactériologiques

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau stockée de la région d'El-Tarf (centre) sont regroupés dans le tableau III. 12.

Tableau III.12. Paramètres bactériologiques de l'eau stockée d'El-Tarf (centre).

Coliforme fécaux	Coliforme Totaux	Streptocoque
00	00	00

Les analyses bactériologiques indiquent l'absence totale des bactéries (coliformes totaux, fécaux et streptocoque) dans l'eau de robinet stockée d'El-Tarf (centre).

Conclusion



L'eau est une richesse des plus précieuses pour notre planète et donc pour nous. Peut-être avons-nous oublié qu'ouvrir le robinet et pouvoir bénéficier d'une eau potable a demandé beaucoup d'efforts de production et de distribution pour qu'elle soit accessible au plus grand nombre d'entre nous.

Le réseau d'alimentation en eau potable de la wilaya d'El-Tarf s'attache à utiliser des conduites en matériaux adéquats en apportant un soin particulier au choix du revêtement des surfaces en contact avec l'eau potable. Ces matériaux doivent répondre à plusieurs critères, en particulier leurs résistances, leurs compatibilités avec les caractéristiques de l'eau et, plus important encore, leurs conformités sanitaires. Le matériau dominant dans le réseau est l'acier

Au cours de ce travail la qualité de l'eau, parvenant à l'abonné est suivie par des analyses physico-chimiques et biologiques quotidiennes via le service de laboratoire de l'ADE afin d'assurer une bonne qualité de potabilité de ces eaux. Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de robinet de Bouteldja et El-tarf (centre) dans la commune de la wilaya d'El-tarf.

A travers les résultats des paramètres physico-chimiques, il est constaté que tous les paramètres étudiés, répondent aux normes algériennes, ce qui confirme que l'eau des deux régions (Bouteldja et El-Tarf centre) est de qualité physico-chimique acceptable.

- L'analyse bactériologique a révélé que les coliformes totaux et fécaux ainsi que des streptocoques fécaux sont conformes aux normes exigées par l'organisation mondiale de la santé (OMS), donc l'eau est de bonne qualité bactériologique.

Ces résultats montrent que l'eau de robinet de Bouteldja et El-Tarf (centre), sont loin de la pollution qui peut être générée que ce soit par les rejets directs et les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques.

Dans une deuxième étape, nous avons effectués une étude comparative entre l'eau de robinet de ces deux régions et leur eau stockée pendant deux semaines, cette étude montre quelque changement des propriétés physico-chimiques, mais sa qualité reste toujours acceptable, alors que sur le plan bactériologique, aucune variation n'a été mentionnée.

A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques perspectives et axes de recherches tels que la conception du réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées, le control continu de la qualité des eaux, notamment dans les zones agglomérées, ainsi que l'augmentation de la taille de la présente étude, en s'appuyant sur l'analyse des points d'eau.

- [1] S. Achour, Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, thèse de doctorat, université de Tizi-Ouzou, (2001).
- [2] A. Reggam, H. Boucheleghem., M. Houhamdi, J. Mater. Environ. Sci. 6, 1417-1425 (2015).
- [3] I. Mohammedi, O. Mayou, Evolution du transport solide et la qualité des eaux cas du bassin versant de l'oued Harraza dans d'Ain defla, mémoire de master, université de Khemis Miliana. (2015).
- [4] M. Ouhmidou, A. Chahlaoui, A. Kharroubi, M. Chahboune, J. Mater. Environ. Sci. 6, 1663-1671, (2015).
- [5] <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/leaucest-quoi/> (Consulté le 21/04/2019//19:05).
- [6] M. Hamed, A. Guettache, L. Bouamer, Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba Bechar, mémoire d'ingénieria, université de Bechar(2012).
- [7] <http://www.africmemoire.com/part.3-chap-i-generalite-sur-leau-775.html> (Consulté le 19/04/2019//19:23).
- [8] D. Hadeif, M. Hasni, Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla, université de Khemis Miliana, mémoire de master, (2017).
- [9] K. Coulibaly, Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, thèse de doctorat, université de Bamako, (2005).
- [10] H. Mokdadi, A. N. Messai, Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued, université d'El-Oued, mémoire de master, (2015).
- [11] Z. Kouidri née Belala, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, mémoire de magister, université de Chlef, (2006).
- [12] W. Ayad, Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrouch (wilaya de Skikda), thèse de doctorat, université d'Annaba, (2017).
- [13] <https://www.culligan.fr/conseils/qu-est-ce-que-l-eau-potable/>, (Consulté le 07/01/2019).
- [14] A. Denat, P. Denat, F. Sammut, L'épuration de l'eau, centre de formation de l'eau.

- [15] S. Ourtelli, S. Brahimi, Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de corps gras de Bejaia (CO.G.B) Labelle après ensemencement, mémoire de master, université de Bejaia, (2013).
- [16] G. Joel, La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, (2003).
- [17] A. Benallou, Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie de Arib, mémoire de master, centre université de Khemis Miliana, (2004).
- [18] A. Dupont, Hydrologie-captage et traitement des eaux, Hydraulique, Tome 1, 5^{ème} édition, Paris, (1981).
- [19] M. Makhoukh, M. Sbaa, A. Berrahou, M. V. Clooster, Larhyss journal, 9, 149-169, (2011).
- [20] F. Beldjilali, A. arab, Etude comparative des paramètres physico-chimiques et bactériologique des eaux de barrage Kramis et des eaux de source naturelle Ain sidi abd elkader, mémoire de master, université de Mostaganem, (2018).
- [21] H. Sari, Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) (Tlemcen), mémoire de master, université de Tlemcen, (2014).
- [22] B. Hachemaoui, Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de Souk Tlata (teneurs en bore, nitrites, nitrates et métaux lourds), mémoire de master, université de Tlemcen, (2014).
- [23] V. Danel, Chlore libre total (Cl₂), université de Grenoble Alpes, (2019).
- [24] A. H. Bentounes, Etude de la qualité microbiologique de l'eau potable et l'eau des puits de la wilaya de Mostaganem, mémoire de master, université de Mostaganem, (2017).
- [25] S. Hawa, Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, thèse de doctorat, université de Bamako, (2002).
- [26] H. Tardath, J. P. Beaudry, Chimie des eaux, Ed. Les griffons d'argile, (1984).
- [27] K. Menad, Metadger : Traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana, université Khemis Miliana, (2012).
- [28] N. Sahraoui, Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana, mémoire de master, université de Khemis Miliana, (2015).
- [29] N. Mouaz, K. Ben tchich, Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff, mémoire de master, université de Khemis Miliana, (2017).
- [30] R. Khelili, D. Lazali, Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla), mémoire de master, (2015).

- [31] A. H. Bentounes, Etude de la qualité microbiologique de l'eau potable et l'eau des puits de la wilaya de Mostaganem, mémoire de master, université de Mostaganem, (2017).
- [32] C. Bonnefoy, F. Guillet, G. Leyral, E. Verne, Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Ed. Doin / CRDP aquitaine, Paris, (2002).
- [33] B. BOUNABE, Analyses physico-chimiques de l'eau de la wilaya de Guelma. Mise en évidence du caractère corrosif et entartrant des eaux de robinet, mémoire de master, université de Guelma, (2016).
- [34] P. Hubert, M. Marin, Quelle eau boirons-nous demain, Ed. Hachette. Paris, (2001).
- [35] Agence Nationale de l'eau potable et industrielle et de l'assainissement, (1995).
- [36] A. Kettab, Traitement des eaux (les eaux potables), OPU Alger, Université de Bouira, (1992).
- [37] D. Raymond, Le traitement des eaux, Ed. Ecole polytechnique de Montréal, 2^{ème} édition, (1990).