

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT : BIOLOGIE



**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Biologie

**Spécialité :** Contrôle de qualité et suscite alimentaire

**Présenté et soutenu par**

Kerrichi Zineb

Medakene Rim

**Thème**

**Etude de la qualité physicochimique et microbiologique de  
l'eau potable des stations de déminéralisation de la ville de  
Ouargla**

Soutenu publiquement le : 28 /06 /2021

**Devant le jury :**

Beldi Nadia	Président	MCA	UKM Ouargla
Ramdani Soumia	Encadreur	Dr Ing.	CRAPC
Henni Abdellah	Co-encadreur	MCA	UKM Ouargla
Bouricha M'hammed	Examineur	MAA	UKM Ouargla

*Année universitaire : 2020/2021*

## Remerciements

Avant tout nous remercions ALLAH le tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail

Nous tenons à remercier la généreuse famille pour le soutien moral pour mener à bien ce travail

Notre profonde gratitude et nos vifs remerciements vont tout particulièrement aux Dr. Ramdani Soumia et Dr. Henni Abdellah d'avoir accepté de nous encadrer sur le thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter une attention tout au long de ce travail.

C'est avec un grand plaisir que nous adressons nos vifs remerciements au directeur de CRAPC Mr Belkhalifa Hakim et aux responsables du laboratoire d'analyse de l'eau de CRAPC Mme Dali Halima et Mouaffok Sarra pour leur soutien et leur aide ;

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Mr M'hammed Bouricha et Mme Baldi Nadia pour avoir accepté d'examiner ce travail et faire partie du jury de soutenance.

Enfin, Nous tenons à remercier profondément toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'achèvement de ce travail.

## Liste des abréviations

$\mu\text{s/cm}$  : Micro siemens par centimètre.

mg/l : Milligramme par litre.

OMS : Organisation mondiale de la santé

pH : Potentiel d'hydrogène

T : Température

TDS : Total des solides dissous

DWAF: Department of Water Affairs and Forestry

SANS: South African National Standards

MES : Matières En Suspension

NTU :Néphélométrie Turbidité Unité

UV : Ultra violet

TAC :Titre Alcalimétrique Complet

PUS : Unité Pratique de Salinité

CT :les coliformes totaux .

E. coli : l'Escherichia coli

SF : les streptocoques fécaux

BCPL : Bouillon Lactosé au Proupre de Bromocrésol

CF : Coliforme fécaux

S/C : Simple Concentration

S/D : Double Concentration

NPP : Nombre le plus probable

UFS : Unités formant colonies

JORA :Journal Official de la République Algérienne

## Liste des Figures

Chapitre	Titre de Figures	Page
<b>I</b>	Figure I.1 : Cycle de l'eau.	<b>06</b>
	Figure I.2 : Molécule de l'eau	<b>07</b>
	Figure I.3 : Le Choléra dans le Monde	<b>16</b>
<b>II</b>	Figure II.1 : Représentation géographique de la région d Ouargla	<b>20</b>
	Figure II.2 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara de l'UNESCO	<b>21</b>
	Figure II.3 : Images représentatives le dosage de nitrate	<b>24</b>
	Figure II.4 : Image représentant le dosage de chlorure	<b>26</b>
	Figure II.5 : Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.	<b>30</b>
<b>III</b>	Figure III.1 : Histogramme montrant les résultats de Température	<b>33</b>
	Figure III.2 : Histogramme montrant les résultats de pH	<b>34</b>
	Figure III.3 : Histogramme montrant les résultats de Conductivité	<b>35</b>
	Figure III.4 : Histogramme montrant les résultats de TDS	<b>36</b>
	Figure III.5 : Histogramme montrant les résultats de salinité	<b>36</b>
	Figure III.6 : Histogramme montrant les résultats de Turbidité	<b>37</b>
	Figure III.7 : Histogramme montrant les résultats de TAC	<b>38</b>
	Figure III.8 : Histogramme montrant les résultats de Chlorure	<b>39</b>
	Figure III.9 : Histogramme montrant les résultats de Nitrate	<b>40</b>
	Figure III.10 : Histogramme montrant les résultats de Nitrite	<b>41</b>

## Liste des Tableaux

<b>Chapitre</b>	<b>Titre des tableaux</b>	<b>Page</b>
<b>III</b>	Tableau III.1 : les résultats des analyses physicochimique des échantillons de l'usine	<b>32</b>
	Tableau III.2 : les résultats des analyses physicochimique des échantillons des différents sites	<b>42</b>
	Tableau III.3 : Les coliformes totaux et fécaux	<b>43</b>
	Tableau III.4 : Les streptocoques fécaux dans les eaux étudiées	<b>43</b>

## TABLE DES MATIERES

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
 <b>Chapitre I : Étude bibliographique</b> 	
<b>Généralités sur l'eau .....</b>	<b>3</b>
Définition et présentation de l'eau.....	3
Ressources destinées à l'alimentation .....	4
<b>L'usage de l'eau.....</b>	<b>5</b>
L'usage domestique .....	5
Les besoins agricoles .....	5
Les besoins industriels.....	5
<b>Cycle de l'eau.....</b>	<b>5</b>
<b>Propriétés de l'eau.....</b>	<b>6</b>
Propriétés physiques de l'eau .....	7
Propriétés chimiques de l'eau.....	8
Propriétés biologiques .....	8
<b>Paramètre de qualité de l'eau.....</b>	<b>9</b>
Paramètres physico-chimiques .....	9
Paramètres bactériologiques .....	10
<b>Caractéristiques de l'eau potable.....</b>	<b>10</b>
Les paramètres organoleptiques .....	10
Les paramètres physiques .....	11
Les paramètres chimiques .....	12
<b>Pollution de l'eau .....</b>	<b>13</b>
Pollution par l'industrie .....	13
Pollution par l'agriculture.....	13
Pollution domestique .....	14
Pollution par les eaux pluviales .....	14
Pollution d'origine naturelle.....	14
Polluants biologiques.....	14
<b>Aperçu sur les maladies hydriques.....</b>	<b>14</b>

Maladies hydriques d'origine bactérienne.....	15
Maladies hydriques provoquées par des virus.....	16
<b>Traitement des eaux.....</b>	<b>17</b>
Différents processus de traitement .....	17
la coagulation -floculation .....	18
la décantation.....	18
Filtration .....	18
L'aération.....	18
Adsorption .....	18
L'adoucissement.....	19
La désinfection .....	19

## **Chapitre II : Dispositifs et techniques expérimentaux**

<b>La situation géographique de la zone d'Ouargla .....</b>	<b>20</b>
Présentation de la région d'étude .....	20
Échantillonnage.....	21
<b>Analyses physico-chimiques .....</b>	<b>22</b>
La mesure de pH .....	22
Mesure de la température .....	22
Mesure de la conductivité, salinité et TDS .....	22
Mesure de turbidité .....	23
Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire.....	23
Dosage des nitrites par spectrométrie d'absorption moléculaire .....	24
Détermination des chlorures.....	24
Détermination de TAC .....	25
<b>Analyse bactériologique.....</b>	<b>26</b>
Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieux liquides.....	28
Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux .....	30

## **Chapitre III : Résultats et Discussions**

<b>Paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>32</b>
Température.....	33
Le pH.....	34
La conductivité .....	35

Taux des sels dissous (TDS) et salinité .....	36
Turbidité .....	37
Titre alcalimétrique complet (TAC) .....	38
Chlorure .....	39
Nitrate .....	40
Nitrite.....	41
<b>Résultats des analyses bactériologiques .....</b>	<b>43</b>
Coliformes totaux et fécaux.....	43
Streptocoques fécaux .....	43
<b>Conclusion .....</b>	<b>44</b>
<b>Références.....</b>	<b>45</b>
<b>Annexes</b>	



---

# **Introduction générale**

---

## **Introduction générale**

L'eau est l'un des plus importants éléments pour la survie sur terre. Elle est requise dans presque toutes les activités humaines et constitue un facteur très important de santé, de sécurité et de richesse. L'eau est également le principal constituant de toute matière vivante, c'est pondéralement le constituant le plus important des êtres vivants, où s'effectue la quasi-totalité des processus biologiques, elle est utilisée à diverses fins, notamment les boissons, la préparation de la nourriture, l'assainissement et l'hygiène.

L'état de santé d'une population dépend étroitement de la qualité des services en eau potable, assainissement et hygiène de base. Or, selon l'Organisation Mondiale de la Santé [01], environ 2.2 milliard de personnes n'ont pas accès à une eau potable et 4.2 milliards ne disposent pas de systèmes d'assainissement adéquats.

Une des problématiques majeures de l'humanité est le risque de contamination et la mauvaise qualité de l'eau de consommation. La détérioration de la qualité de ce liquide vital représente un grand problème sanitaire, les maladies transmises par l'eau causent la mort de 2,5 millions de personnes chaque année. Pour cela, il faut effectuer un traitement pour protéger les consommateurs des microorganismes pathogènes et d'impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé et assurer un approvisionnement de l'eau potable aux citoyens au niveau de leurs domiciles.

L'eau potable est obtenue à partir de sources souterraines, de pluie et de surface, ces ressources en eau douce sont, aujourd'hui, exposées à diverses pollutions par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

Les effluents non ou mal traités sont généralement considérés comme des sources ponctuelles de pollution alors que la pollution diffuse provient du ruissellement sur les sols imperméabilisés par l'homme et l'érosion des sols agricoles entraînant pesticides et engrais vers les masses d'eau [02].

Puisque la limpidité de l'eau n'est pas le seul déterminant de sa sécurité ou de sa salubrité, il est important de déterminer la qualité de l'eau afin de réduire les niveaux de contaminants dangereux avant la consommation.

Les chercheurs ont signalé des liens entre la pollution de l'eau et les maladies aiguës transmises par l'eau, notamment l'hépatite, le choléra, la dysenterie, la cryptosporidiose, la giardias, la diarrhée et la typhoïde [03], on note aussi la pollution de l'eau et du sol a non seulement des effets négatifs sur la sécurité alimentaire, mais peut également entraîner des risques sanitaires accrus, et a été impliquée dans la croissance du risque de maladies cancérigènes [04].

La qualité de l'eau est une préoccupation croissante pour tous les pays en développement car les sources d'eau potable sont continuellement dégradées par des contaminants dangereux.

C'est dans ce contexte que l'évaluation de la qualité de l'eau et un suivi constant doivent être menés pour garantir aux individus une eau potable protégée et de bonne qualité [05].

L'objectif de ce travail est d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques pour déterminer la qualité de l'eau potable de la région de Ouargla.

Pour atteindre cet objectif notre travail sera subdivisé en trois parties :

Dans une première partie bibliographique, il sera rappelé l'ensemble des propriétés physico-chimiques et biologiques, traitement et risque de contamination des eaux potables.

Nous présentons dans une deuxième partie l'étude expérimentale ou nous éditons les différentes techniques d'investigation physico-chimiques et bactériologique de l'eau.

La dernière partie présente les résultats acquis et leurs analyses ainsi que la discussion en comparaison avec des travaux similaires.

---

# **Chapitre I. Étude bibliographique**

---

## Généralités sur l'eau

### Définition et présentation de l'eau

Nom féminin du latin *aqua*, l'eau est un liquide, incolore, transparent, inodore, sans saveur, de pH neutre et insipide. C'est un composé chimique qui résulte de la combinaison de deux atomes d'hydrogène, et d'un atome d'oxygène pour former le bien connu « $\text{H}_2\text{O}$ ». L'eau est partout présente dans la nature. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants.

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle constitue l'hydrosphère. Elle se retrouve dans l'écosphère sous trois états : solide, liquide et gazeux, dépendant des conditions particulières de température et de pression. L'eau a des propriétés physico-chimique assez remarquable par rapport aux autres liquides car elle est un excellent solvant, elle solubilise de nombreux, corps minéraux et organique, ionise les électrolytes et disperse les aloides électro chargés [6]. Les eaux naturelles tiennent en dissolution des gaz et des sels en suspension, des poussières et quelque fois des microbes pathogènes. [7]

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé selon l'organisation mondiale de la santé, c'est une eau exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites. Une eau est dite potable si elle respecte les valeurs imposées par la loi de potabilité traduite par des normes établis soit au niveau national, ou international. La norme pour un paramètre dans l'eau est représentée par un chiffre, qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser et une limite inférieure à respecter.

Son accessibilité est variable d'une région à l'autre du fait des phénomènes climatiques, géographiques, socioculturels et économiques, ce qui peut amener les populations à utiliser des eaux de qualité douteuse. D'où l'intérêt d'une surveillance et d'un contrôle codifié et rigoureux de la qualité de l'eau de consommation depuis la source d'approvisionnement, quel qu'en soit le type, au consommateur. L'objectif principal étant de préserver la santé de la population. En effet, la consommation d'une eau suspecte expose à un risque de maladie. Le risque majeur étant la survenue de maladies à transmission hydrique (MTH) suite à une contamination fécale humaine ou animale. L'approvisionnement en eau potable se fait soit à partir d'eaux souterraines par le biais d'ouvrages tels que les forages, les puits et les sources soit à partir d'eaux de surface par le biais

Des retenues d'eau ou barrages avec acheminement de l'eau dans un réseau de canalisations. L'eau est une ressource naturelle indispensable pour la survie de l'humanité, de toute espèce animale ou végétale et pour l'environnement. Aucune substance ne peut remplacer l'eau, c'est pourquoi elle a besoin d'être protégée, traitée et économisée.

La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes. L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration). L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation.

### **Ressources destinées à l'alimentation**

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lac naturels ou artificielles ou barrages) ou courantes (rivière) et les Eaux saumâtres et eaux salées [8] .

**a -Les eaux de surface :** sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellements [8]. Les ruissellements de surface constituent la cause essentielle de la turbidité et de la teneur en matières organiques,[ 9] des débris d'origine végétale ou animal ainsi que des microorganismes pathogènes. En outre elles assurent un développement important de zooplancton et de phytoplancton qui se multiplie par photosynthèse, grâce aux sels minéraux dissouts dans l'eau.

**b -Les eaux souterraines :** sont les eaux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface[10]. L'eau souterraine provient essentiellement de l'infiltration des eaux de pluie qui atteint les nappes

aquifères en traversant les couches souterraines [11]. La porosité de la structure du sol déterminant le type de la nappes et le mode de circulation des eaux souterraines.

La nature géologique du terrain a une base caractéristique sur la composition chimique de l'eau [12]. Ces eaux présentent une faible turbidité, une température et une composition chimique constante.

**C -Les eaux de mer et eaux saumâtres :** Pour le dessalement des eaux saumâtres et des eaux de mer, il existe des techniques de séparation membranaires (osmose inverse, électrodialyse, microfiltration, distillation multistage...).

### **L'usage de l'eau**

#### **L'usage domestique**

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 l par jour, n'en utilise que seulement 1 % pour la boisson et 6 % pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains- douches (39 %), aux sanitaires (20 %), au lavage de la linge (12 %), de la vaisselle (10 %), à des usages domestiques divers (6 %) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6 %). [13]

#### **Les besoins agricoles**

L'agriculture est une grande consommatrice de l'eau pour l'irrigation et l'élevage. L'irrigation nécessite des volumes élevés. Un hectare de maïs consomme 20.000 m<sup>3</sup> d'eau pendant sa période végétative, et un hectare de riz 40.000 m<sup>3</sup> en moyenne. [14]

#### **Les besoins industriels :**

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple. [15]

#### **Cycle de l'eau**

Le cycle de l'eau est l'échange permanent de l'eau entre les mers, les océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère et la biosphère. Cet échange s'effectue dans l'atmosphère et sur la terre. L'eau se présente généralement sous trois formes :

- liquide (mers, océans, lacs, rivières, pluies) ;
- gazeuse (vapeur, nuages) ;
- solide (glace, neige).

La chaleur provoque l'évaporation de l'eau existante à la surface de la terre et l'évapotranspiration des plantes. L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, des nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol.

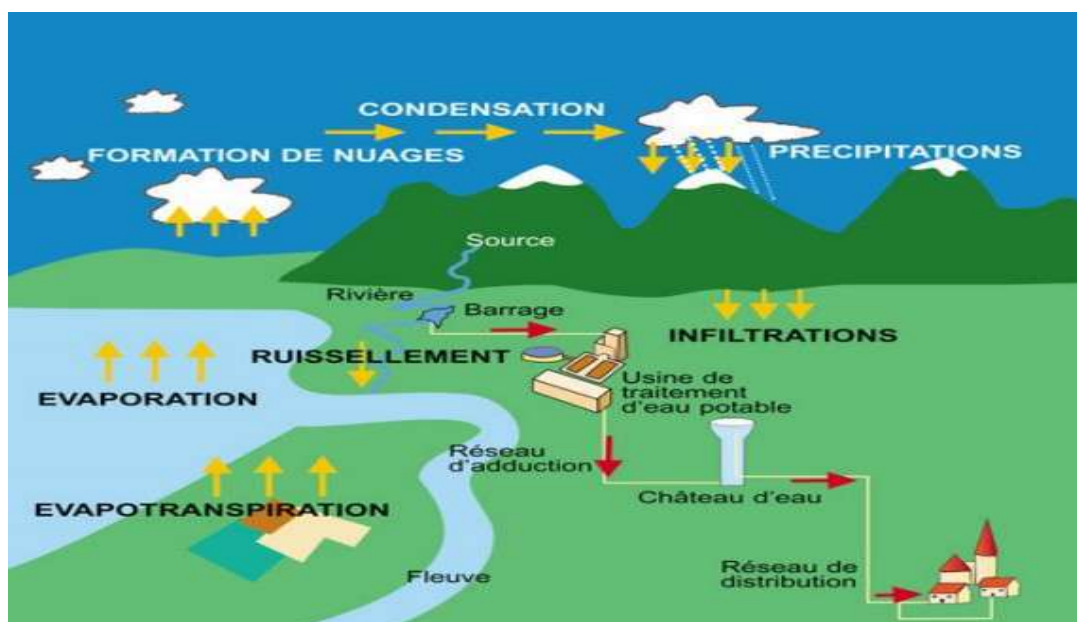


Figure I.1: Cycle de l'eau.

### Propriétés de l'eau

L'eau possède des propriétés physiques et chimiques uniques et d'autres propriétés : on peut la faire geler, fondre, évaporer ou chauffer et la mélanger. Rappelons que la molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps.





**Figure I.2:** *Molécule de l'eau.*

### Propriétés physiques de l'eau

L'eau sur terre connaît une phase liquide particulièrement importante et elle possède les propriétés physiques principales suivantes :

**a- Point d'ébullition :** Dans les phases liquide et solide de l'eau, les liaisons hydrogène lient les molécules fortement entre elles. C'est parce qu'il faut briser ces liaisons que l'eau a une température d'ébullition particulièrement élevée pour une molécule de cette masse molaire. Cette caractéristique de l'eau permet à une importante phase liquide d'exister aux températures que nous connaissons sur terre. Cette phase liquide est nécessaire à l'apparition et au maintien de la vie telle que nous la connaissons sur cette planète.

**b- Viscosité :** La viscosité de l'eau est très variable en fonction de sa composition chimique et de sa température de telle sorte que deux eaux peuvent être non miscibles. Ce phénomène est particulièrement important pour la continuité des grands courants océaniques qui règlent le climat planétaire

**c- Solvant :** L'eau est le plus important solvant de la surface de la planète. Elle se charge donc des minéraux et substances organiques qu'elle croise et dissout.

**d- Tension superficielle :** La tension superficielle de l'eau est très élevée. Cette propriété permet la formation de goutte et favorise l'ascension capillaire.

**e- Chaleur spécifique :** L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus élevée ( $4185 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ). Elle demande donc beaucoup d'énergie pour être réchauffée et pour être refroidie.

**f- Chaleur latente :** Les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau sont élevées. Comme l'énergie est prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans. Ces caractéristiques expliquent que l'hydrosphère liquide agisse comme un tampon thermique qui régularise la température terrestre.

**g- Capacité thermique :** L'eau présente une très grande capacité thermique de tous les fluides. Du fait de cette capacité, les masses d'eau agissent comme des tampons ou régulateur contre les changements élevés de température.

**h- Transparence :** L'eau est transparente dans le spectre visible, mais elle absorbe le rayonnement infrarouge dès les premiers mètres d'épaisseur, ce qui explique que seules les eaux superficielles se réchauffent.

### **Propriétés chimiques de l'eau**

L'eau est un excellent solvant qui dissout un très grand nombre de sels, de gaz, de molécules organiques. Les réactions chimiques de la vie se passent en milieu aqueux ; les organismes sont très riches en eau (jusqu'à plus de 90%). Elle a longtemps été considérée comme un solvant neutre intervenant peu ou pas dans les réactions chimiques. La dilution dans l'eau permettait en particulier de ralentir l'activité des réactifs. En fait, l'eau est un agent chimique très agressif qui risque d'attaquer les parois du récipient qui la contient comme par exemple dans un flacon en verre, des ions silicium passent dans l'eau. L'eau pure peut exister du point de vue réglementaire, c'est-à-dire, eau sans contaminants bactériens et chimiques, mais elle n'existe pratiquement pas du point de vue chimique (même l'eau distillée contient des traces d'ions ou de molécules organiques prélevées aux conduites et aux récipients). Dans les réactions chimiques, l'eau intervient d'abord par sa dissociation en protons  $H^+$ , souvent associés à  $H_2O$  pour former des protons hydratés  $H_3O^+$  et en ions hydroxyle  $OH^-$  c'est le rapport entre ces 2 types d'ions qui détermine le pH de la solution (pH : logarithme de l'inverse de la concentration molaire en  $H^+$ ). De nombreux métaux peuvent décomposer l'eau en produisant un dégagement d'hydrogène et un hydroxyde métallique.

### **Propriétés biologiques**

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, au cours duquel s'effectue une série d'échanges grâce à l'eau. Celle-ci est le constituant principal (en volume)

des êtres vivants, et plus particulièrement du protoplasme de toutes les cellules. L'eau compose aussi la plus grande partie de nos aliments (70 à 95 % de la plupart de nos viandes et de nos fruits et légumes). Il est donc évident que « l'eau, c'est la vie », mais il convient de préciser quelques-unes des multiples relations qui existent entre elle et les êtres vivants.

### **Paramètre de qualité de l'eau**

La qualité de l'eau est un problème important dans la plupart des pays et la détérioration de la qualité induite par la pollution entraîne des risques environnementaux et sanitaires nocifs [16]. Les activités anthropiques, le ruissellement de surface et le rejet d'eaux usées peuvent contaminer les plans d'eau douce et devient une menace pour l'approvisionnement public en eau. L'eau potable traitée doit être de qualité acceptable pour la consommation humaine. Avec la préoccupation croissante pour la qualité de l'eau potable, les informations concernant les paramètres physico-chimiques et bactériologiques sont d'une importance primordiale pour évaluer la menace à la santé humaine. Les paramètres microbiens et chimiques contribuent à la détérioration de la qualité de l'eau [17].

### **Paramètres physico-chimiques**

Les facteurs physico-chimiques qui affectent la qualité de l'eau comprennent entre autres la couleur, l'odeur, le goût, la turbidité, la température, le pH, la conductivité électrique (EC), les sels dissous totaux (TDS), le carbone organique dissous, les trihalométhanes totaux, les phénols et les micronutriments [18].

Le goût de l'eau, sa corrosivité, sa solubilité et la spéciation des ions métalliques sont tous influencés par le pH. À faible pH, l'eau peut avoir un goût aigre alors qu'à pH élevé, l'eau a un goût amer ou savonneux [16]. L'importance principale du pH dans l'approvisionnement en eau domestique est liée à ses effets sur le processus de traitement de l'eau. Il n'y a pas de conséquences sur la santé attribuées au pH de l'eau, sauf à des valeurs extrêmes. La teneur totale en métaux lourds dans l'eau pourrait augmenter à faible pH, ce qui est un sujet de préoccupation pour le public [19]. Un pH très bas rend l'eau corrosive et crée des contraintes sur les équipements [20].

La conductivité électrique est une indication de la salinité de l'eau et de la teneur en minéraux et est directement proportionnelle aux sels dissous totaux (TDS) [19].

Les consommateurs trouvent l'eau désagréable lorsqu'une valeur TDS est supérieure à 1200 mg/l [25]. Selon les directives sud-africaines sur la qualité de l'eau [21], la valeur acceptée du TDS varie de 0 à 450 mg/l et celle de l'EC est de 0 à 70 ms/m.

Le TDS dans l'eau pourrait être attribué à la libération de dépôts des tuyaux dans l'eau, Une CE élevée, en tant que TDS, est attribuée à une salinité élevée et à une teneur élevée en minéraux. Dans l'eau brute, l'EC élevée est attribuée à la pollution de l'eau par le sol par le ruissellement de surface [22] et par le climat. [23] Les ions minéraux sont naturellement présents dans l'eau et ils sont essentiels pour divers processus dans le corps. Cependant, une concentration élevée de ceux-ci peut rendre l'eau impropre aux organismes vivants et nuire à la santé humaine [24]. Il peut affecter négativement les fonctions rénales, ainsi que les personnes souffrant de problèmes cardiaques et d'hypertension [16]. Des niveaux excessifs de minéraux dans les systèmes de distribution peuvent provoquer la corrosion de la plomberie et des appareils électroménagers [25].

### **Paramètres bactériologiques**

L'accès à l'eau potable est considéré comme un droit humain [26]. La détérioration de la qualité de l'eau est un problème majeur connu dans le monde entier et sans exception [27] [17]. De nombreuses sources d'eau potable ne sont pas de bonne qualité et plusieurs micro-organismes pathogènes sont liés à l'eau et, par conséquent, de nombreuses épidémies et décès surviennent à la suite de la consommation d'eau contaminée [28]. La pollution de l'eau par des micro-organismes d'origine fécale est un problème de santé publique mondial actuel [29]. Les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les entérocoques et les bactéries hétérotrophes sont des indicateurs couramment utilisés pour évaluer la qualité microbiologique des ressources en eau afin d'obtenir l'indication la plus fiable des risques potentiels d'infection. [30]; [29].

### **Caractéristiques de l'eau potable**

#### **Les paramètres organoleptiques**

**a- La couleur :** Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques et en particulier pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur sa potabilité. [31] Cette coloration se mesure en comparant l'échantillon à examiner avec des tubes témoins dont la coloration est obtenue à partir d'une solution composée de chlorure cobalteux dissout dans de l'acide chlorhydrique. [32] La couleur représenté un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/L de platine cobalt (Pt-Co). [33]

**b- L'odeur** :L'odeur est définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition, dont le sens olfactif peut seul, mesure les déceler.[34]

-Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles.

**c- Le gout** :C'est l'ensemble des sensations gustatives et de sensibilité chimique telle qu'elles sont senties lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. Les principaux corps pouvant donné à l'eau une saveur désagréable sont : le fer et le manganèse, le chlore actif, le phénol et le chlorophénol. [32]

### **Les paramètres physiques**

**a- La température** :Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels,...[34]

**b- La Turbidité** : Selon REJSEK (2002), la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

**c- Les matières en suspension (MES)** : Elles sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenue dans les eaux est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures.

**d- La conductivité électrique** :La Conductivité Electrique La mesure de la conductivité donne une évaluation globale des ions présents dans l'eau, ions essentiellement minéraux (salinité de l'eau). La conductivité varie en fonction de la concentration de l'impureté. Sa détermination est nécessaire car au-delà d'une salinité limite, la biodégradation de la matière organique peut se trouver freinée et les rendements d'épuration affectés. La mesure de la

conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente.

**- Le potentiel d'Hydrogène (pH) :**Le pH d'une eau est dû à la concentration de cette eau en ions  $H^+$  et  $OH^-$  une eau équilibrée aura un pH neutre de 7. Des variations trop élevées du pH par rapport à cette valeur moyenne de 7 constituent à une pollution.Des eaux dont le pH présentent de grands écarts par rapport à la neutralité sont pollués. La mesure du pH peut s'effectuer par colorimétrie ou par procédé électrométrie à l'électrode de verre.

### Les paramètres chimiques

**a- Les nitrates :**Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg/L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines. La nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. La teneur en nitrates est en augmentation ces dernières années, de l'ordre de 0,5 à 1mg/L/an, voire 2 mg/L/an dans certaines régions. Cette augmentation a plusieurs origines :

**b- Agricole :** agriculture intensive avec utilisation massive d'engrais azoté ainsi que rejets d'effluents d'élevage. Cette source représente les 6/9 de l'apport en nitrates dans le milieu naturel.

**c- Urbaine :** rejet des eaux épurées des stations d'épuration où l'élimination de l'azote n'est pas total et qui peuvent rejeter des nitrates ou des ions ammonium qui se transformeront en nitrates dans le milieu naturel. Cette source représente les 2/9 des apports ;

**d- Industrielle :** rejet des industries minérales, en particulier de fabrication des engrais azotés. Cette source représente 1/9 des apports. [35]

**e- Chlorures:** La présence de chlorures dans l'eau de boisson peut être attribuée à des sources naturelles, aux eaux d'égouts et aux effluents industriels, à la pollution provenant du salage des routes et à des intrusions salines. Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et, accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau.

## **Pollution de l'eau**

Le terme « pollution » informe la présence d'une substance au-delà d'un seuil pour lequel des conséquences négatives sont susceptibles de se produire [36].

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques. La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie.

### **Pollution par l'industrie**

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme

Les industries, en particulier chimiques, métallurgiques et même électroniques, constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. Celle-ci prend place non seulement au niveau des usines mais aussi au niveau de l'utilisation des substances produites et au niveau des objets manufacturés, en fin de cycle du produit, avec les déchets[37]. Elle est caractérisée par une très grande diversité, selon l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...etc.). Nous pouvons donc retrouver dans l'eau, qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine : Des matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, abattoirs et équarrissage), Hydrocarbures (raffineries), acides, bases et produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques)[38].

### **Pollution par l'agriculture**

L'agriculture est devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux par suite de l'usage systématique des pesticides, des fertilisants, des engrais azotés, et des phosphates pour protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration.

### **Pollution domestique**

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents[38]. Elle peut être responsable de la détérioration des conditions de clarté et d'oxygénation de l'eau ainsi que de la croissance de l'eutrophisation dans les rivières [39].

### **Pollution par les eaux pluviales**

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles).

### **Pollution d'origine naturelle**

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes.

### **Polluants biologiques**

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes : des virus, des bactéries, des parasites etc., qui sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau.

### **Aperçu sur les maladies hydriques**

L'eau ressource naturelle, indispensable à la vie, mais aussi elle est devenue de manière directe ou induite la première cause des maladies et de mortalité dans le monde. Les effets de l'eau sur la santé de l'homme ont été aperçus depuis l'antiquité, mais ce n'est que durant le siècle dernier que le rôle de certains micro-organismes présent dans l'eau a été démontré dans l'apparition des affections hydriques (les travaux de John Snow et Robert Koch sur les diarrhées et le choléra).

Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission.



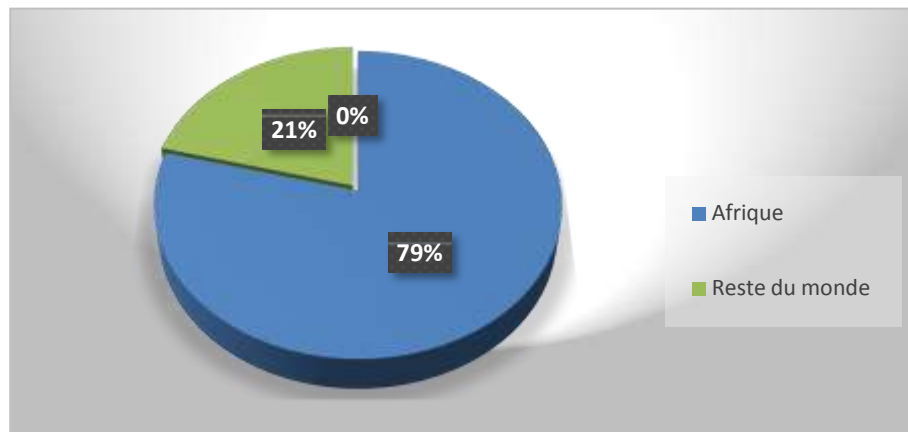
Les maladies hydriques appelées par contraction (MTH) sont des maladies « de l'eau sale » causée par une eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. Selon l'organisation mondiale de la santé l'OMS, plus d'un milliard de personnes a travers Le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre et 30 millions de personnes meurent suite d'une épidémie ou d'une contagion due à la pollution.

Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique. De manière générale, la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes ou par des substances toxiques.

### **Maladies hydriques d'origine bactérienne**

Parmi les affections hydriques dont l'impact est important, on distingue surtout les maladies hydriques d'origine bactérienne dites « maladies de canalisations ». Dans les pays développés, les conditions d'hygiène et d'assainissement et les progrès économiques et techniques permettent de maîtriser la propagation de ces maladies, au contraire dans les pays pauvres, les maladies associées à la pollution de l'eau sont encore responsables en grande partie du mauvais état de santé de population et des décès. Dans les pays en voie de développement 80 % des maladies dues à l'eau contaminée Les maladies hydriques d'origine bactérienne englobent le choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries.

**a- Le choléra :**Le choléra est une maladie aiguë et diarrhéique provoquée par une infection d'intestin par la bactérie vibrion-Cholérique. La maladie peut s'étendre rapidement dans les secteurs où le traitement des eaux usées et l'eau potable est inadéquat, les cas et les morts de choléra furent officiellement rapportés par l'OMS, dans l'année 2000 près de 140.000 cas causent approximativement 5000 morts furent annoncés à l'OMS, l'Afrique comptait 87 % de ces cas (Figure N°=03.).



**Figure I.3:** *Le Choléra dans le Monde*

**b- La typhoïde :** La fièvre typhoïde et paratyphoïde est courante dans les pays les moins industrialisés principalement du fait de leurs problèmes d'insécurité concernant l'eau. Ce sont des véritables septicémies dues à des salmonelles ( salmonelle typhus et paratyphus A,B,C ), ces maladies caractérisées par la fièvre , céphalées , diarrhée , douleurs abdominales , accompagnées d'un abattement extérieur ( le typhus ) et peuvent avoir des complications graves et parfois mortelles . Le genre de salmonella comprend de nombreuses espèces pathogènes, les typhoïdes touchent dans le monde 500000 personnes et provoquent 25000 morts par an particulièrement fréquentes dans les pays en voie de développement.

**c- Les dysenteries :** Les shigella présentent des espèces provoquent des dysenteries qui sont des maladies contagieuses qui se manifestent par une inflammation des gros intestins et entraînent des diarrhées glaireuses et sanglotements avec douleurs. Ces maladies sont très graves, notamment en Afrique.

### **Maladies hydriques provoquées par des virus**

Les virus sont des micro-organismes infiniment petits et plus résistants dans l'eau. Parmi les maladies hydriques d'origine virale on distingue :

**a- Les hépatites virales :** Ces maladies propagent pendant la période automnohivernale sous forme d'épisode dans un environnement où les conditions d'hygiène manquent, l'hépatite se transmet par les mains sales « maladies de mains sales » et les aliments souillés. L'hépatite A est provoquée par un virus de la famille de picornaviridac. L'excrétion du virus dure de 3 à 12 semaines avec un taux pouvant atteindre, en période d'incubation  $10^9$  particules par gramme de selles. L'évolution clinique de l'infection varie de la maladie anictérique à l'ictère sévère et prolongé. Le virus de l'hépatite A ne cause pas de maladie chronique du foie mais plusieurs

complications peuvent accompagner l'affection, méningoencéphalite, atteinte rénale et cardiovasculaire.

**b- Poliomyélite :** La poliomyélite (paralysie infantile) est une maladie contagieuse due au poliovirus, la polio se diffuse par contact d'homme à homme, entrant généralement dans le corps par la bouche à cause de la contamination par des fèces de l'eau ou de la nourriture. La maladie est généralement mortelle si les cellules nerveuses du cerveau sont attaquées (poliomyélite bulbaire), entraînant une paralysie des muscles essentiels, tels que ceux contrôlant l'ingestion, les battements du cœur et la respiration. Les cas de polio ont diminué de plus de 99% depuis 1988. la réduction est le résultat d'un effort global pour éradiquer cette maladie[40].

### **Traitement des eaux**

Le traitement a pour but d'éliminer toutes les substances qui ont un effet sur la santé ou le réseau sous n'importe quelle forme (en suspension, colloïde, dissoute) et de corriger certaine caractéristique.

### **Différents processus de traitement**

L'eau contient de nombreux composés qui peuvent se regrouper en trois catégories :

**Matières en suspension :** Ces produits peuvent être d'origine minérale (sables, limons, argiles, ...) ou organique (produits de la décomposition des matières végétales ou animales, acides humiques ou fulviques par exemple). A ces composés s'ajoutent les micro-organismes tels que bactéries, plancton, algues et virus. Ces substances sont responsables, en particulier, de la turbidité et de la couleur.

**Matières colloïdales (moins de 1 micron) :** Ce sont des MES de même origine que les précédentes mais de plus petite taille, dont la décantation est excessivement lente. Elles sont également génératrices de turbidité et de couleur.

**Matières dissoutes (moins de quelques nanomètres) :** Ce sont généralement des cations ou des anions. Une partie de la matière organique est également sous forme dissoute. On trouve aussi des gaz (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, ...)[08].

### **la coagulation -floculation**

La coagulation est le processus qui permet la déstabilisation et l'élimination des MES et des particules colloïdales par addition d'un réactif chimique, appelés le coagulant, ce dernier est capable de décharger les colloïdes et donner naissance à un précipité. La floculation est la phase d'agglomération de particules "déchargées" en microfloc, puis en flocons volumineux et décantables, le floc. Cette floculation peut être améliorée par l'ajout d'un autre réactif : le floculant ou adjuvant de floculation. [41]

### **la décantation :**

Elle consiste à utiliser la différence entre les masses volumiques des eaux et des particules solides en suspension ; ces derniers étant très lourds, tombent lentement vers le fond[42].

La décantation permet de séparer deux phases (solide –liquide) par une simple gravitation. elle est fonction des dimension des particules, leurs vitesses et leurs concentration .ces particules en suspension soit qu'elles existent dans l'eau brute, soit qu'elles résultent de l'action d'un réactif chimique ajouté artificiellement (coagulation –floculation). [41]

### **Filtration :**

c'est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des matières en suspension en le faisant passer à travers un milieu poreux (filtre)qui retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) ; il subsiste de très petites particules présentent à l'origine dans l'eau brute ou issues de la floculation .[43]

### **L'aération**

Les eaux peuvent être d'une mauvaise qualité, c'est dire :pauvres en oxygène ( $O_2$ ) et chargées en  $CO_2$  et d'autres matières volatiles.Alors, on recourt à l'aération pour améliorer la qualité de l'eau par différents moyens [41]

### **Adsorption**

L'adsorption définit la propriété de certains matériaux de fixer à leur surface des molécules, Les polluants organiques de l'eau sont par nature très variés allant de micropolluants tels que les pesticides aux substances organiques naturelles, parmi les principaux adsorbants utiliser pour le traitement des eaux (le charbon actif). [42]

**L'adoucissement**

L'adoucissement est un procédé de traitement initialement destiné à réduire la dureté de l'eau (due à la présence des sels alcalinoterreux : carbonates, sulfates et chlorures de calcium et de magnésium).

**La désinfection**

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies, les eaux vont subir une désinfection par l'injection du chlore (hypochlorite de calcium) ou bien par l'hypochlorite de sodium. [44]

---

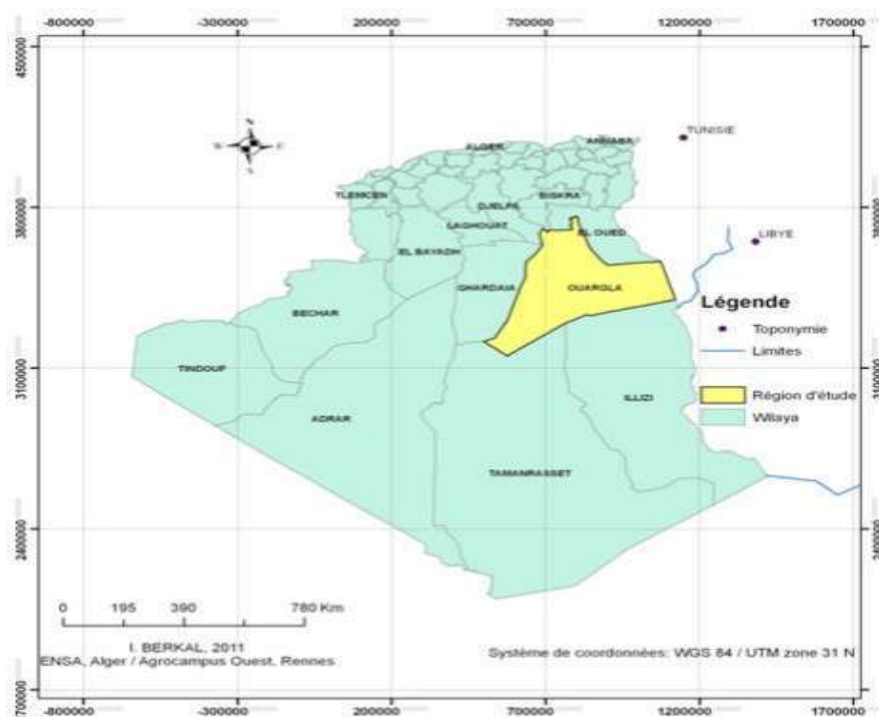
## **Chapitre II. Dispositifs et techniques expérimentaux**

---

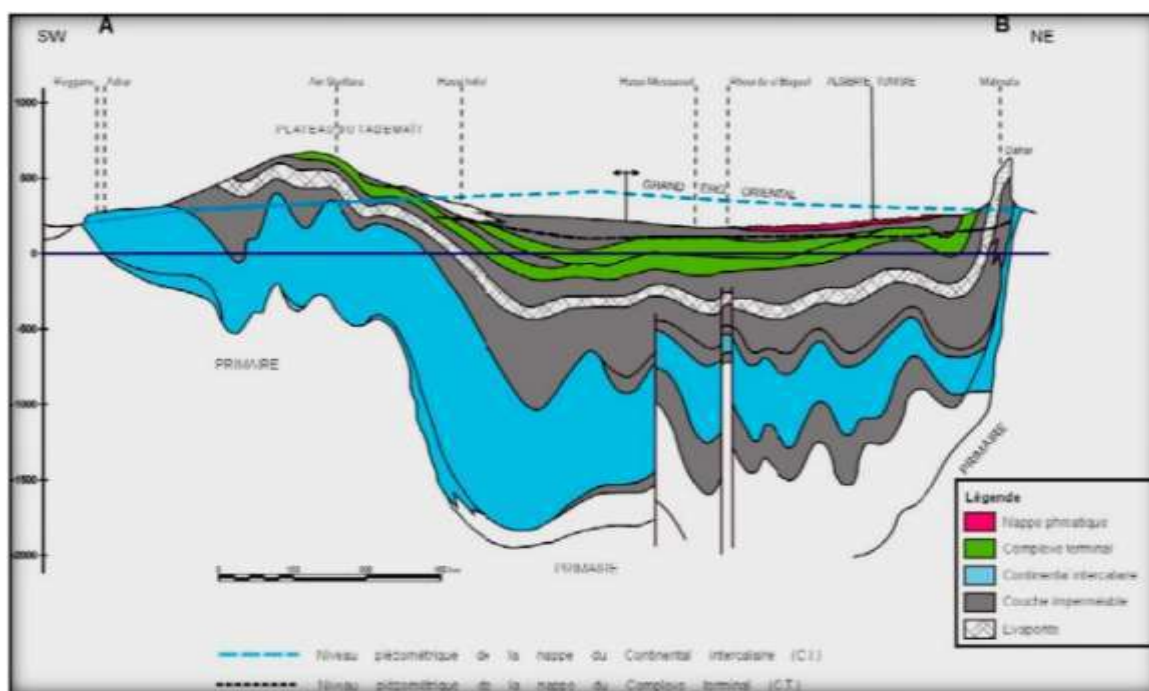
## La situation géographique de la zone d'Ouargla

### Présentation de la région d'étude

La wilaya d'Ouargla est l'une des plus importantes oasis du Sahara Algérien, elle situe au sud-est de l'Algérie couvrant une superficie de 163 230 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par les wilayas de Djelfa et El-Oued, à l'est par la Tunisie, au sud par les wilayas de Tamanrasset et Illizi et à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa. La wilaya d'Ouargla comprend actuellement 21 communes, elle est située au fond de la vallée nord de l'Oued Mya, à une altitude de 157 m, correspondant aux coordonnées géographiques, 5° 20' Est de longitude et 31° 58' Nord de latitude. Pour ce qui concerne le climat, la région de Ouargla est caractérisée, comme il est le cas pour toutes les oasis sahariennes, par une aridité nettement marquée et une sécheresse quasi permanente, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème. Les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 48° C à Touggourt et de 50° C à Hassi-Messaoud. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 10,8° C à Touggourt et de 9,7° C à Ouargla. Le système aquifère d'Ouargla se compose de trois aquifères (**Figure II.1**) ; l'aquifère de la nappe phréatique, et deux aquifères captifs (le complexe terminal et le continental intercalaire) [45].



**Figure II.1:** Représentation géographique de la région d'Ouargla



**Figure II.2:** Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (de l'UNESCO après 1972).

### Échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau[46]. Les prélèvements pour les analyses physico-chimiques ont été effectués dans des flacons en polyéthylène propres d'une capacité de 1,5L, et dans des flacons en verre d'une capacité de 225ml pour les analyses bactériologiques, et conservé dans une glacière à une température de 4°C, puis transportés au laboratoire dans un délai n'excédant pas 2 heures selon les normes requises [47]. Durant les prélèvements, il est indispensable de rincer les flacons trois fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Une fois les prélèvements terminés, les bouteilles sont étiquetées sur lesquelles on note : L'origine de l'eau (source, puits, forage, rivière, lac, barrage, citerne, etc.), la température de l'eau, la Date et heure du prélèvement, Nom du point d'eau et localisation précise. Les analyses sont effectués au niveau de laboratoire d'analyse d'eau de plateau technique en analyse physico-chimique CRAPC de Ouargla. Nous avons prélevés un total de dix (10)



échantillons d'eau potable de Ouargla pour l'analyse physico-chimique et bactériologique répartis comme suit : Deux (2) échantillons de l'usine Ben Amor : un (1) échantillon avant traitement (eau de forage) et (1) échantillon après traitement, huit (8) échantillons de l'eau potable des citernes vendue aux épiceries de différentes cités de la commune de Ouargla .

- Les échantillons sont conservés au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

- Si les échantillons ne sont pas analysés dans les 24 heures qui suivent les prélèvements pour les analyses physico-chimiques et les 6 heures pour les analyses bactériologiques, les résultats risquent d'être faussés.

### **Analyses physico-chimiques**

Les paramètres physico-chimiques analysés étaient la température, le pH, la conductivité, salinité, Taux des sels dissous (TDS), TAC, turbidité, nitrate, nitrite et chlorure.

### **La mesure de pH**

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. La valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L'eau au pH de 7 est neutre. Les mesures sont mesurées avec un OHAUS STARTER5000 à la température de 20 °C.

### **Mesure de la température**

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH d'une façon générale. La mesure est effectuée sur le terrain par un thermomètre gradué [48]

### **Mesure de la conductivité, salinité et TDS**

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^{2+}$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), et le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée. La mesure est réalisée par un conductimètre portable multi-paramètres (OHAUS STARTER3100C) et

exprimée en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la salinité et le taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en psu et en mg/l. Avant de commencer la mesure, il faut d'abord rincer l'électrode de l'appareil par l'eau distillée. Plonger l'électrode dans le récipient contenant l'eau à analyser en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Enregistrer la valeur de la conductivité électrique, la Salinité et TDS qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.

### **Mesure de turbidité**

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau composées d'argile, de limon, de particules organiques de plancton et de divers autres organismes microscopiques. La turbidité a été mesurée grâce à un turbidimètre portable de marque (HACH TL2300). Les mesures ont été faites le plus rapidement après le prélèvement, les échantillons ont été introduits un par un au niveau de la cellule de l'appareil. Les valeurs de la turbidité ainsi obtenues sont données par l'unité NTU (nephelometryturbidity unit).

### **Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire**

#### **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrométrique

#### **Dosage**

Prendre 10ml d'eau à analyser, Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30% et 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 %. Puis Évaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88°C ; laissé refroidir et prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , laisser aussi 10 minutes pour reposer. Ajouter 15 ml d'eau distillée et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium. Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm [46].



**Figure II.3:** Images représentatives le dosage de nitrate.

### **Dosage des nitrites par spectrométrie d'absorption moléculaire**

#### **Principe**

La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique. Sous l'action des phénomènes biologiques, l'équilibre entre l'ammoniaque, les nitrites et les nitrates peut évoluer rapidement. Il convient donc de procéder au dosage des nitrites le plus tôt possible après le prélèvement en le conservant à 4 °C.

#### **Dosage**

La verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique à environ 2mol/l et rincée abondamment à l'eau avant l'emploi. Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte (Annexe) et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence de l'azote nitreux (NO<sub>2</sub>). Effectuer parallèlement au dosage d'un essai à blanc (Témoin) en suivant le même mode opératoire. Enfin, mesurer l'absorbance à la longueur d'onde (environ 540 nm) (ISO 6777 NA 1657.).

### **Détermination des chlorures**

#### **Principe**

Les chlorures sont dosés dans l'eau par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte brun-rouge caractéristique du chromate d'argent.

## Échantillonnage

Introduire 100 ml d'eau à analyser. Ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique puis une pincée de carbonate de calcium et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10 %. Verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte brun-rouge, qui doit persister 1 à 3 minutes. Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent 0,1 N utilisés.

## Essai à blanc

Titrer une solution à blanc en utilisant 100 ml d'eau distillée à la place de l'échantillon pour essai (ISO 9297 – NA 6917).

## Expression des résultats

La concentration en chlorure  $P_{Cl}$  exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule :

$$P_{Cl} = \frac{V_s \cdot V_b}{V_a} \times C \times f \quad (\text{Où}$$

$P_{Cl}$ : est la concentration en milligramme par litre de chlorure.

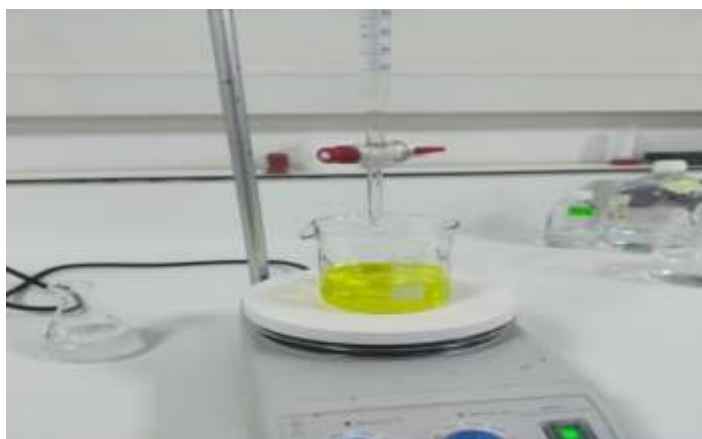
$V_a$  : est le volume, en millilitres de l'échantillon pour essai (maximum 100 ml ; les dilutions doivent être prises en compte).

$V_b$  : est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de blanc.

$V_s$  : est le volume, en millilitres de solution de Nitrates d'Argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.

$C$  : est la concentration réelle exprimée d'AgNO<sub>3</sub> (mol/L),

$f$ : est le facteur de conversion  $f=35453$  mg/mol



**Figure II.4:** Image représentant le dosage de chlorure

## Détermination de TAC

### Principe

La détermination de l'alcalinité est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué.

### Méthode de travail

Amener 20mL d'eau à analyser jusqu'à pH 4,5. Soit V2 le volume total d'acide sulfurique employé (NF T90-036).

### Mesures et calcul du résultat

$$\text{TAC} = \frac{V2 \times N \times 1000 \times \text{massemolairedesbicarbonates}}{V}$$

Masse molaire des bicarbonates = 61mg

V2 :est le volume d'acide sulfurique en millilitres.

N :est la normalité de la solution d'acide sulfurique = 0.01N.

V : est le volume en millilitres, de la prise d'essai (20) ml.

### Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. C'est un outil précieux pour déterminer l'efficacité des mesures de protection, de traitement de l'eau et de prévention. Elle est interprétée au regard des résultats de l'enquête sanitaire et

des inspections sanitaires. L'analyse bactériologique des points d'eau échantillonnés a porté sur la recherche des indicateurs de pollution fécale et environnementale tels que les coliformes totaux (CT), l'*Escherichia coli* (*E. coli*), les streptocoques fécaux (SF).

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement [49]

Parmi les dix (10) échantillons de l'eau potable vendue au niveau des différents épiceries de la commune de Ouargla on a sélectionné quatre (4) échantillons pour l'analyse bactériologique.

Les coliformes totaux: sont des bacilles Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaries et de fermenter le lactose avec production de d'acide et de gaz en 48h à une température de 35- 37°C. Les coliformes comprennent entre autres les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. Sont présent en grand nombre dans les excréments humains et animaux, mais peuvent proliférer dans les sols et les milieux aquatiques.

Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C. *Escherichia coli* représente 94% des CT, alors que les autres espèces telles *les Klebsiella*, *enterobacter* et *citrobacter* ne présente que 3,2 à 7,4% [26]

**Intérêt :** Dans l'eau, ils lèsent leur viabilité plus lentement que la majorité des bactéries pathogènes et intestinales et forment donc un bon marqueur de contamination fécale de l'eau de premier ordre. De plus, leur résistance aux agents désinfectants, et notamment au chlore, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes ; ils vont donc constituer de bons indicateurs d'efficacité de traitement et de désinfection d'une eau.

La présence de coliformes thermotolérants signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale.

## **Recherche et dénombrement des coliformes totaux en milieux liquides (Méthode de NPP) :**

### **Principe**

Elle consiste en ensemencement de plusieurs dilutions d'échantillon, chacune dans une série de tubes contenant un milieu de culture non véritablement sélectif, mais permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production du gaz. Ensuite, repiquer à partir des tubes positifs sur un milieu de confirmation et incubé à 44°C. La détermination du nombre caractéristique (nombre de tubes positifs pour chaque dilution) permet l'établissement du nombre le plus probable de coliformes [50]

### **Milieux de culture**

Le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L) simple concentration S/C et double concentration D/C permet de rechercher et de dénombrer les coliformes par la fermentation du lactose et la production de gaz [51].

Le milieu de Schubert est un milieu plus spécifique que le B.C.P.L, car il contient un inhibiteur de bactéries Gram (+) et une autre source de carbone qui est le mannitol au lieu du lactose. Il permet d'identifier rapidement *Escherichia coli* par la mise en évidence de la production.

### **Mode opératoire**

La colémetrie comporte deux temps: La recherche présomptive des coliformes. La recherche confirmative des coliformes fécaux. Le dénombrement est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (N.P.P).

#### **a- Test présomptif : dénombrement des coliformes totaux**

- 3 tubes de 10ml de bouillon à double concentration (D/C) avec 1 ml d'eau à analyser
  - 3 tubes de 10 ml de bouillon à simple concentration (S/C) avec 1 ml d'eau diluée à 1/10.
  - 3 tubes de 10 ml de bouillon à simple concentration (S/C) avec 1 ml d'eau diluée à 1/100.
- Tous les tubes sont munis des cloches de Durham pour mettre en évidence le dégagement du gaz après inoculation, agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham et incubé à 37°C pendant 48 heures [52]

**Lecture** : Considérer comme positifs les tubes où il se produit simultanément : un dégagement de gaz dans la cloche (qui doit occuper le 1/10 du volume de la cloche *Mac Grady*).

-un trouble dans toute la masse liquide accompagnée 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 pour déterminer le nombre de coliformes totaux présents dans 100 ml d' .

Le résultat donné par la table est multiplié par 10.

### **b- Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on appréhende surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche (Figure II.5) ; chassez le gaz présent éventuellement dans la cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 h.

### **Lecture**

Seront considérés comme positif ; les tubes présentant à la fois :

- un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia coli* après addition de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

- La lecture finale se fait selon les déterminations de la table de Mac Grady NPP.

- En tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

- Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'*E. coli*).





**Figure II.5:** Dénombrement des coliformes totaux et fécaux

### Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux ou Entérocoques en milieu liquide :

#### Les streptocoques fécaux

Sont des bactéries Gram positif, sphériques ou ovoïdes, formant des chainettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène D, croissant en anaérobiose à 44°C, et à pH 9.6, et capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile. Ils se divisent en deux genres *Streptococcus* et *Enterococcus*.

#### Intérêt

L'apport des entérocoques par rapport aux coliformes repose en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles ; leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne.

La résistance des entérocoques aux agents désinfectant est également plus importante, apparemment du fait de leur mode groupement en chainettes, et est comparable à celle des entérovirus. Cette propriété pourrait permettre aux entérocoques de mieux représenter la contamination virale d'une eau.

Par contre une partie des espèces est peu spécifiques des contaminations fécales. On retrouve par exemple *Streptococcus faecalis* var. *liquefaciens* dans l'environnement, sur les végétaux ou sur des sols non contaminés.

#### a- Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C(double concentration) ;

- 3 fois 1ml d'eau diluée à 1/10 dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (simple concentration).
- 3 fois 1ml d'eau diluée à 1/100 dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 h.

**Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

**b- Test de confirmation**

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

**Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien. Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les règles de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

---

## **Chapitre III. Résultats et Discussions**

---

Les paramètres physico-chimiques et la qualité microbiologique de l'eau potable de la commune de Ouargla ont été analysés sur une période de 2 mois (Avril et Mai). Les résultats ont été comparés aux normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine de journal officiel de la république Algérienne (JORA N°13 du 9 mars 2014) et selon les valeurs guides de l'OMS, 2017.

L'échantillonnage est effectué dans : **F** : eau de forage, **T** : eau de forage après traitement, **G** : Garbouz, **H** : Hamdate, **K** : 400 logts , **KH** : Khafji, **CH** : Chorfa, **B**: Bebmendil et **B2** : Bebmendil 2 et **ST** : Mkhadma.

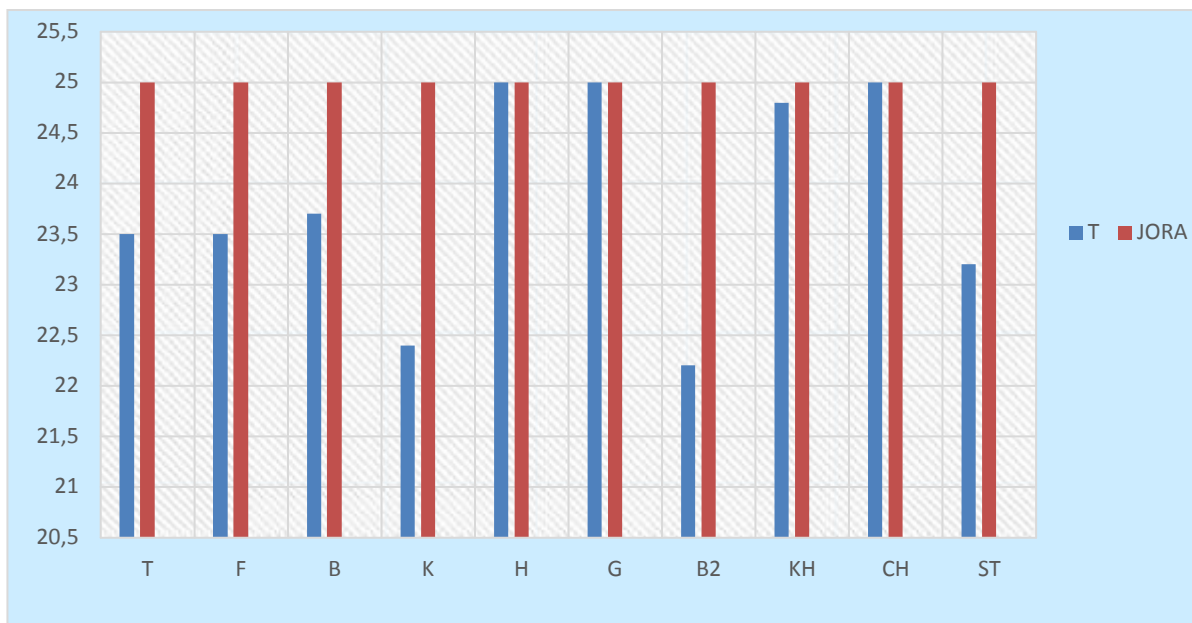
### Paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau potable de Ouargla sont présentés dans les Tableaux

**Tableau III.1:** Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau potable de l'usine Ben Amor avant et après traitement (eau de forage et eau traitée).

Paramètres	Eau forage	Eau traitée	JORA 2014
Turbidité (NTU)	> 0,1	> 0,1	5
pH	7,55	7,32	> 6,5 et > 9
Température (°C)	23,5	23,5	25
Conductivité (µs/cm)	2600	2265	2800
TDS (mg/l)	1376	1103	1200 (OMS,2017)
Salinité (psu)	1,37	0,22	
Bicarbonate (mg/l)	137,25	30,5	250
Chlorure (mg/l)	733	411	500
Nitrite (mg/l)	0,082	0,097	0,2
Nitrate (mg/l)	4,221	3,981	50

## Température



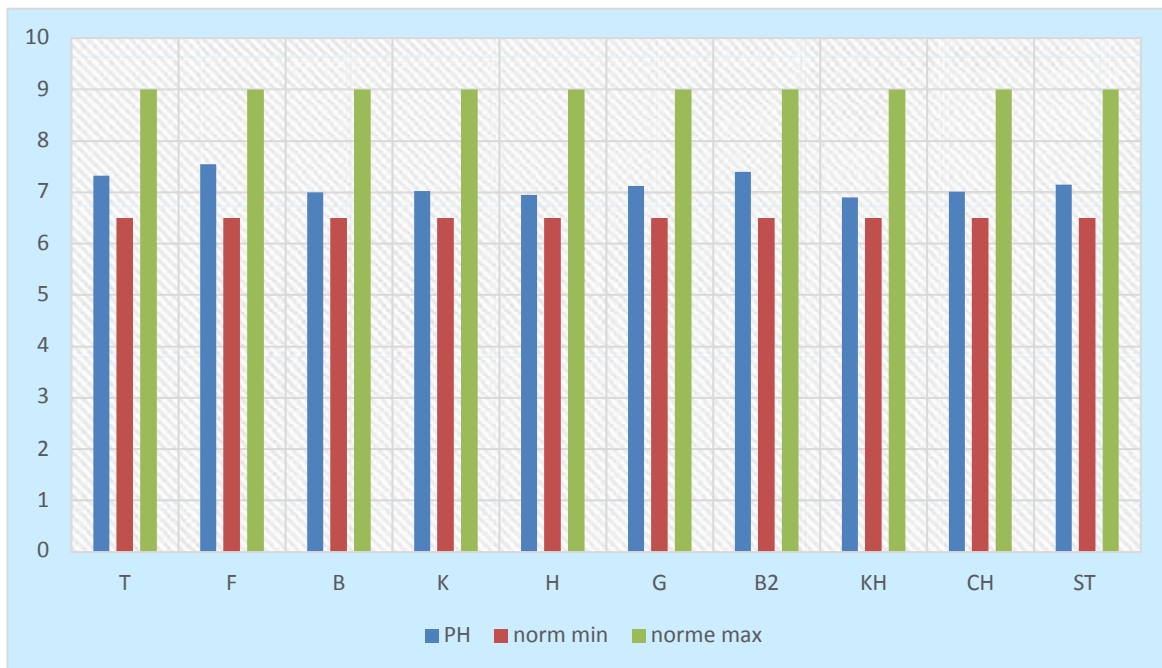
**Figure III.1:** Histogramme montrant les résultats de Température.

La figure III.1 représente les résultats de température. La température mesurée varie entre 22,2 et 25°C, ce qui explique l'homogénéité thermique des eaux. La faible variation de la température des eaux, montre qu'elles ne séjournent pas longtemps dans les citernes des épiceries. Donc elles se remplissent quotidiennement vu la consommation importante en eaux potable vendue au niveau des épiceries de Ouargla. La température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques [53].

Les températures des eaux enregistrées durant la période de prélèvement ne dépassent pas la norme algérienne [54] requise pour les eaux potable (25°C). La température de l'eau gouverne la solubilité, en particulier celle des gaz mais aussi celle des sels [55] ayant des conséquences sur la conductivité [53].

L'eau froide est généralement plus appréciée que l'eau chaude et la température aura un impact sur l'acceptabilité d'un certain nombre de constituants inorganiques et de contaminants chimiques qui peuvent affecter le goût. Une température élevée de l'eau stimule la croissance des micro-organismes et peut accroître les problèmes liés au goût, à l'odeur, l'entartrage, la coloration et la corrosion [56].

## Le pH



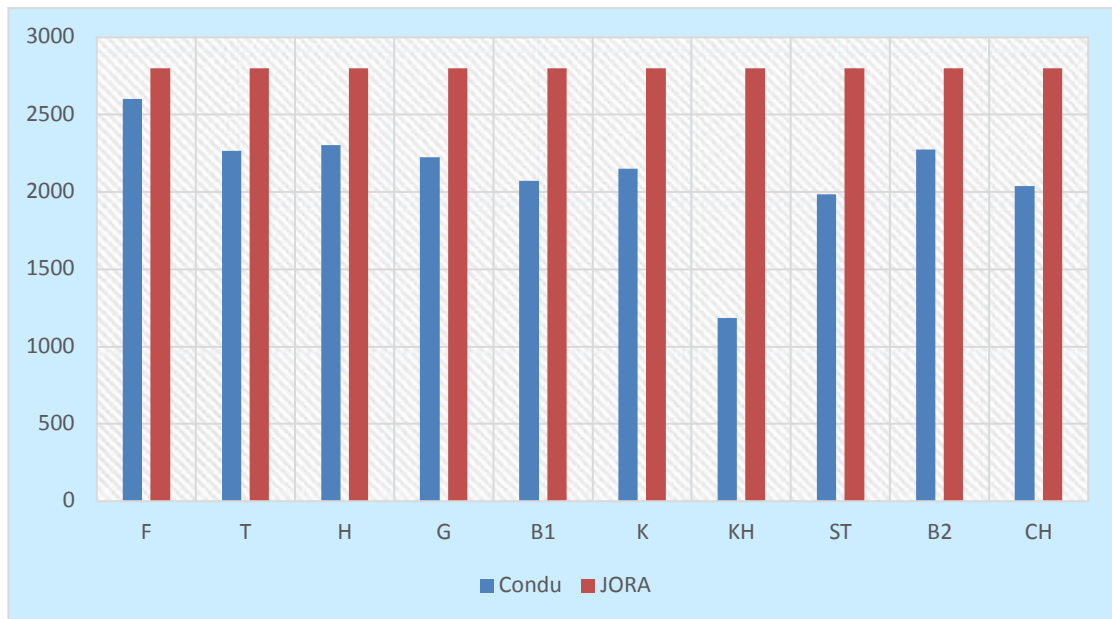
**Figure III.2:** *Histogramme des valeurs de pH de l'eau potable de Ouargla.*

Les valeurs limitées du pH sont comprises entre 6,9 et 7,55; dont la valeur maximale est enregistrée au niveau de l'eau de forage et la valeur minimale est enregistrée au niveau de cité Khafji (kh). Les résultats obtenus révèlent que le pH est légèrement neutre, donc tous les échantillons d'eau ont un pH conforme aux normes Algérienne qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 9 [57] ainsi que celle de l'OMS qui fixe des valeurs de pH entre 6,5 et 9,5 [58].

Le goût de l'eau, sa corrosivité, sa solubilité et la spéciation des ions métalliques sont tous influencés par le pH. Il n'y a pas de conséquences sur la santé attribuées au pH de l'eau, sauf à des valeurs extrêmes. Ces niveaux de pH extrêmes peuvent provoquer une irritation des muqueuses [59].

L'importance principale du pH dans les approvisionnements en eau potable concerne ses effets sur le processus de traitement de l'eau. Pour assurer une désinfection efficace, les niveaux de pH doivent être contrôlés lors de l'ajout de produits de désinfection. L'OMS recommande un pH inférieur à 8 pour une bonne désinfection par le chlore [60]. La teneur totale en métaux lourds dans l'eau pourrait augmenter à faible pH, ce qui est un sujet de préoccupation pour le public [19].

### La conductivité

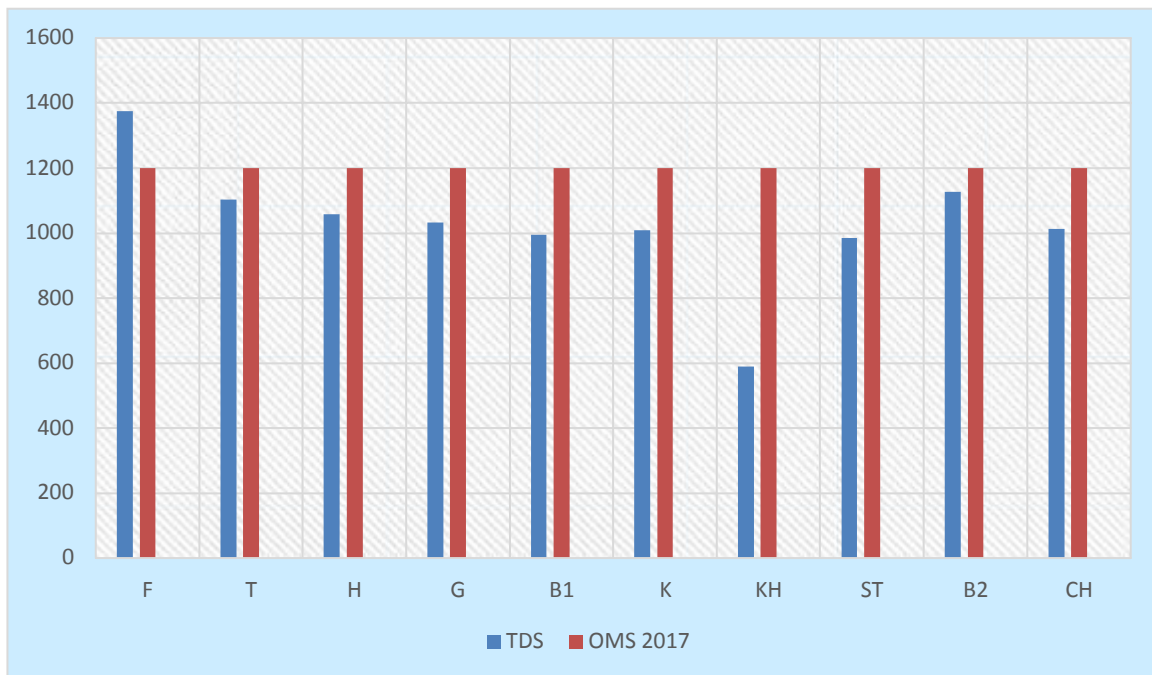


**Figure III.3:** Histogramme de la conductivité électrique des échantillons ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) de l'eau potable de Ouargla.

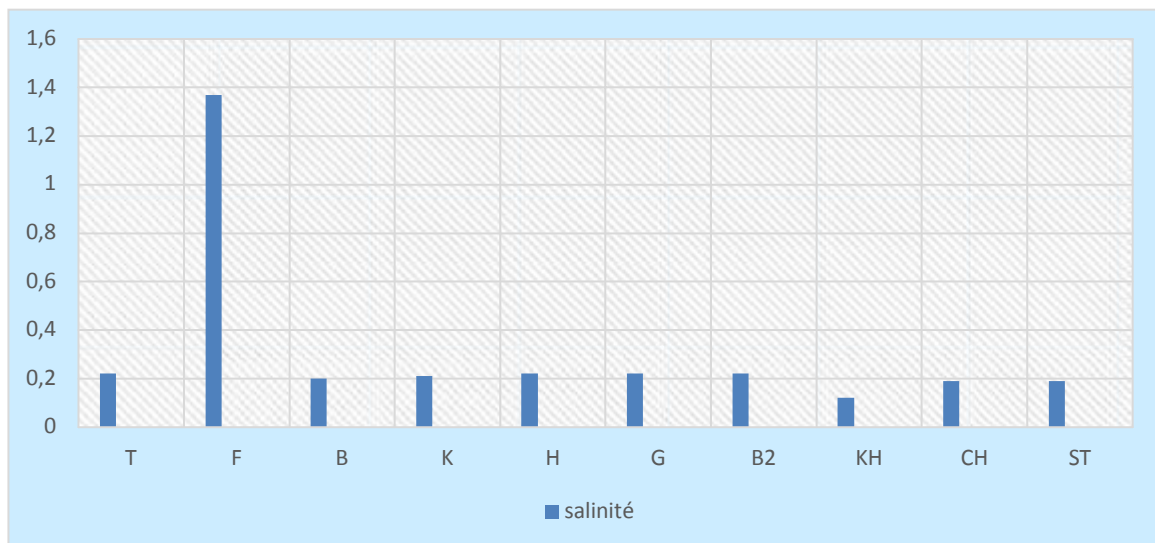
Les valeurs de la conductivité électrique varient entre  $1185 \mu\text{s}/\text{cm}$  et  $2600 \mu\text{s}/\text{cm}$  ce qui signifie que cette eau a une minéralisation légèrement élevée. La valeur la plus élevée de la conductivité est enregistrée au niveau de l'eau de forage. Cette élévation pourrait être liée à la géologie du terrain saharien traversé riche en sels minéraux, induisant une forte minéralisation de l'eau, à cause d'un temps de contact plus élevé avec la matrice encaissante traduisant soit par des circulations très lentes ou des temps de séjour prolongés [61].

Les normes algériennes, fixent une valeur limite de conductivité de  $2800 \mu\text{s}/\text{cm}$  pour les eaux chargées en sels minéraux [54]. La mesure de la conductivité permet une évaluation rapide et approximative de la minéralisation globale ou la salinité de l'eau, même d'en suivre l'évolution [62] [53].

### Taux des sels dissous (TDS) et salinité



**Figure III.4:** Histogramme montrant les résultats de TDS (mg/l).



**Figure III.5:** Histogramme montrant les résultats de salinité (mg/l).

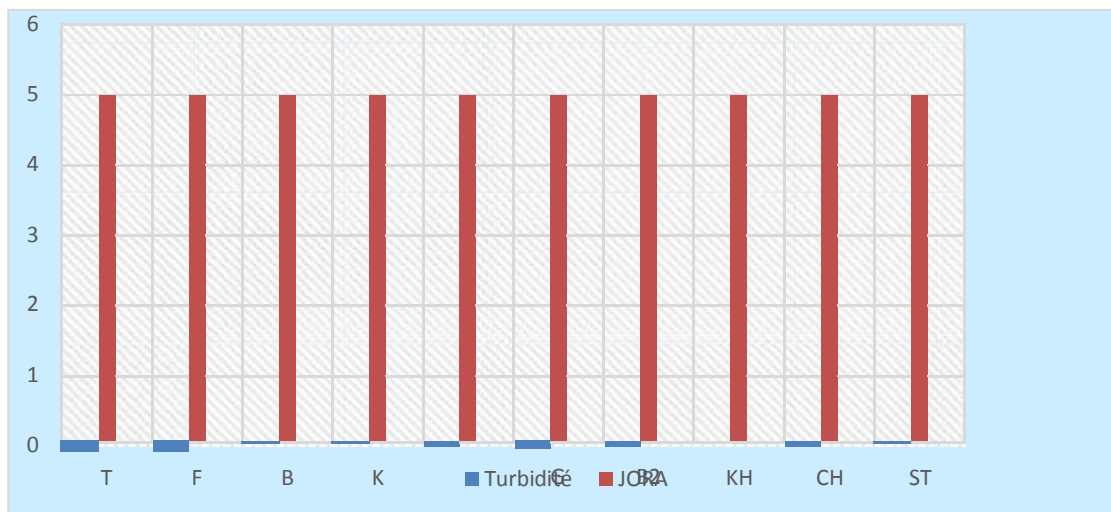
Les taux des TDS mesurés affichent des valeurs variant entre 590 mg/l au niveau de Khaffji qui a enregistré également la valeur minimale de la conductivité et de salinité et une concentration de 1376 mg/l de TDS au niveau de l'eau de forage qui a enregistré aussi la valeur la plus élevée de la conductivité et de la salinité, ce qui semble s'expliquer par le fait que les sels solubles définissent la salinité, et augmentent la conductivité électrique. Le TDS, la salinité évoluent dans le même sens que la conductivité électrique.



L'eau de forage est le seul échantillon qui dépasse la valeur de TDS fixée par L'OMS, 2017 (1200 mg/l), Ceci pourrait être expliqué par la nature des eaux souterraines saharienne qui sont fortement minéralisées influencée par la géologie des terrains traversés.

La saveur de l'eau dont le niveau de matières solides totales dissoutes (TDS) est inférieur à environ 600 mg/l est généralement considérée comme bonne ; l'eau de boisson devient significativement et progressivement imbuvable quand les niveaux de TDS dépassent environ 1200 mg/l. La présence de niveaux élevés de TDS peut susciter des plaintes parmi les consommateurs, suite à un encroûtement excessif dans les conduites, les radiateurs, les chaudières et les appareils domestiques. Aucune valeur guide reposant sur des arguments sanitaires n'a été proposée pour les TDS [56]. Les concentrations de TDS dans l'eau varient considérablement selon les régions géologiques en raison des différences de solubilité des minéraux (la dissolution des roches carbonatées).

### Turbidité



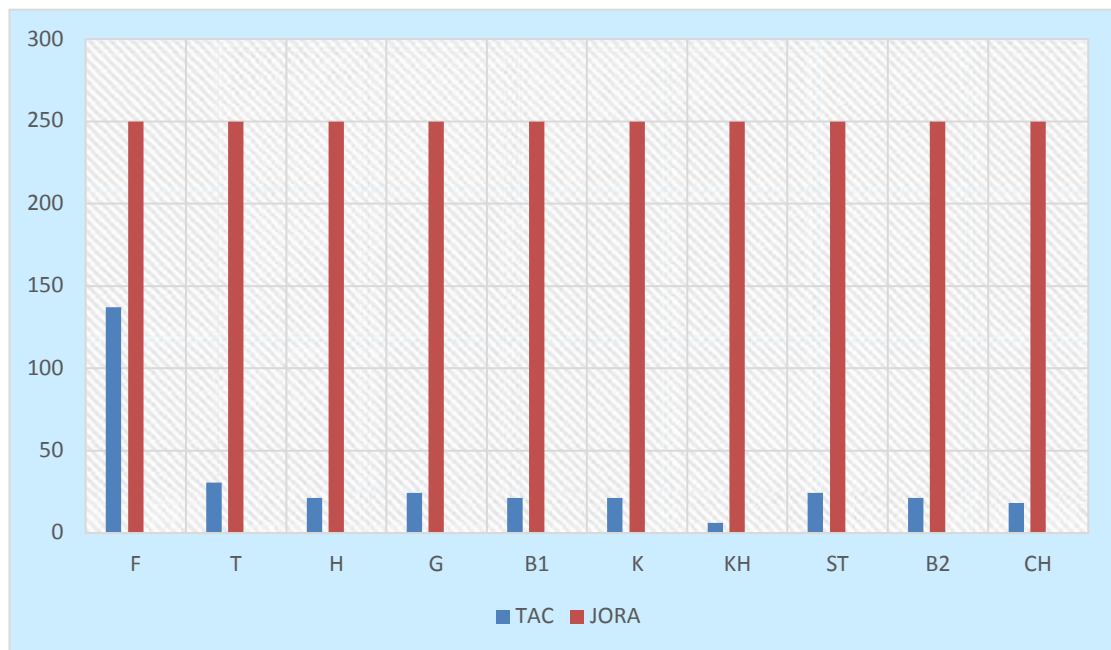
**Figure III.6:** Histogramme montrant les résultats de Turbidité (NTU).

Les résultats de la figure III.6, montrent des valeurs de turbidité allant 0,057 NTU à 0,169 NTU [56] et les normes algériennes [54] recommandent comme valeur limitée de turbidité 4 NTU et 5 NTU respectivement [63], précise que dans le cas où l'on pratique la désinfection, il conviendrait que la turbidité soit inférieure à 1 NTU [46].

La turbidité résiduelle constitue une gêne pour l'efficacité des traitements de décontamination microbienne. Il semblerait qu'une turbidité supérieure à 5 NTU limiterait la

destruction des coliformes même si du chlore résiduel libre est conservé pendant une heure. Par ailleurs, les particules en suspension peuvent entraîner des goûts et odeurs désagréables. Le consommateur n'utilisera qu'avec réticence une eau trouble ; même si les qualités chimiques et bactériologiques sont satisfaisantes, il préférera une eau non contrôlée dont la limpidité sera parfaite. Si une eau potable doit être limpide, il n'est pas évident qu'une eau à faible turbidité soit potable.

### Titre alcalimétrique complet (TAC)

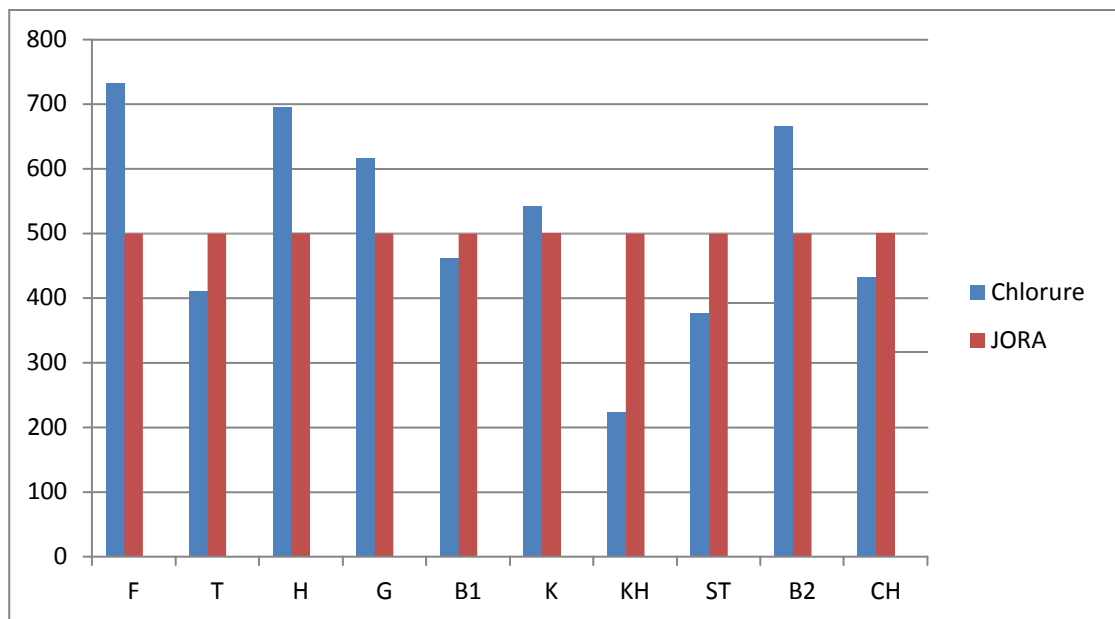


**Figure III.7:** Histogramme montrant les résultats de TAC.

Les titres alcalimétriques complets des échantillons d'eau de la présente étude vont de 6,1 mg/l au niveau de KhafJi, à 137,25 mg/l dans L'eau de forage (Figure III.7). Le titre alcalin complet correspond à la teneur en alcalin libre carbonates, hydroxyle et hydrogencarbonates ; pour un pH inférieur à 8,3, l'alcalinité entraînée par l'ion  $\text{CO}_3^-$  et  $\text{OH}^-$  est nulle [64]. Dans les eaux de distribution, la concentration en  $\text{OH}^-$  est faible, l'alcalinité de l'eau est constituée par des hydrogencarbonates ou par mélange de carbonates/hydrogencarbonates [46].

Nous constatons que l'eau de forage est très riche en bicarbonate qui pourrait expliquer par les eaux souterraines de la région du Sahara qui sont bicarbonaté avec un pH inférieur à 8,3.

### Chlorure

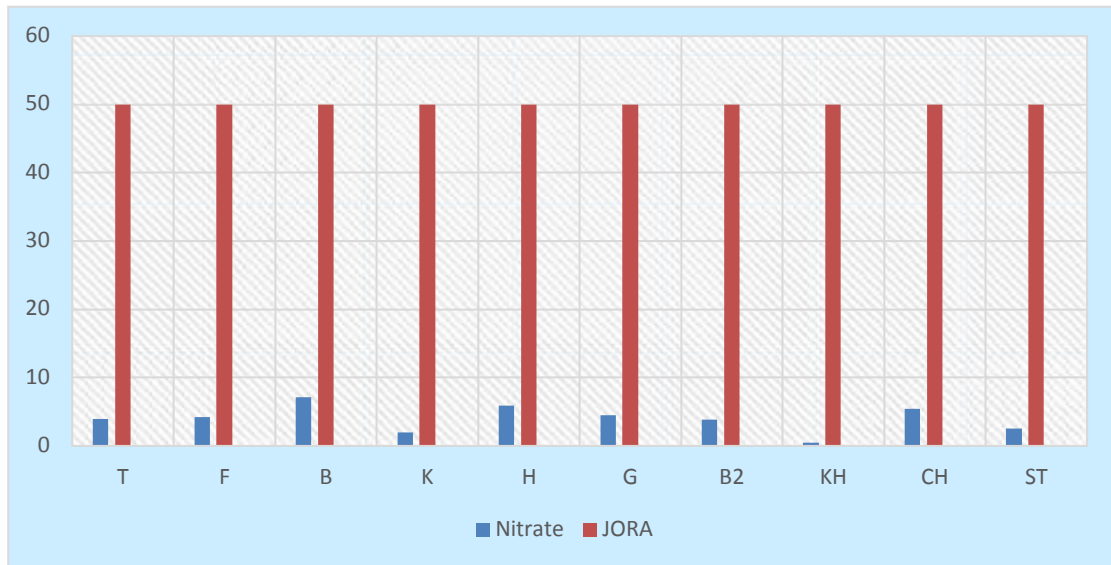


**Figure III.8:** Histogramme montrant les résultats des Chlorures (mg/l).

Les chlorures, variant entre 223,68 mg/l au niveau de Khafji et 733 mg/l dans le forage, ce qui signifie que tous les échantillons de l'eau sont supérieurs aux normes de potabilité algériennes qui fixent la concentration de chlorure à 200 mg/l et comme concentration maximale admissible à 500 mg/l [54] et ils sont supérieurs aussi à la norme [56].

Des concentrations élevées de chlorure confèrent à l'eau et aux boissons un goût salé. Les seuils de détection de l'ion de chlorure par le goût dépendent du cation associé et se situent dans la gamme de 200 à 300 mg/l pour le chlorure de sodium, de potassium et de calcium. L'inconvénient majeur des chlorures, est la saveur désagréable, qu'elles communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. Pour une quantité équivalente de chlorures, la saveur peut être moins marquée en présence de calcium et de magnésium [46]. Cet élément provoque aussi l'augmentation du chlore résiduel lors de la chloration d'une eau chargée en matière organique selon [65]. Aucune valeur guide reposant sur des arguments sanitaires n'est proposée pour le chlorure dans l'eau de boisson [56].

### Nitrate



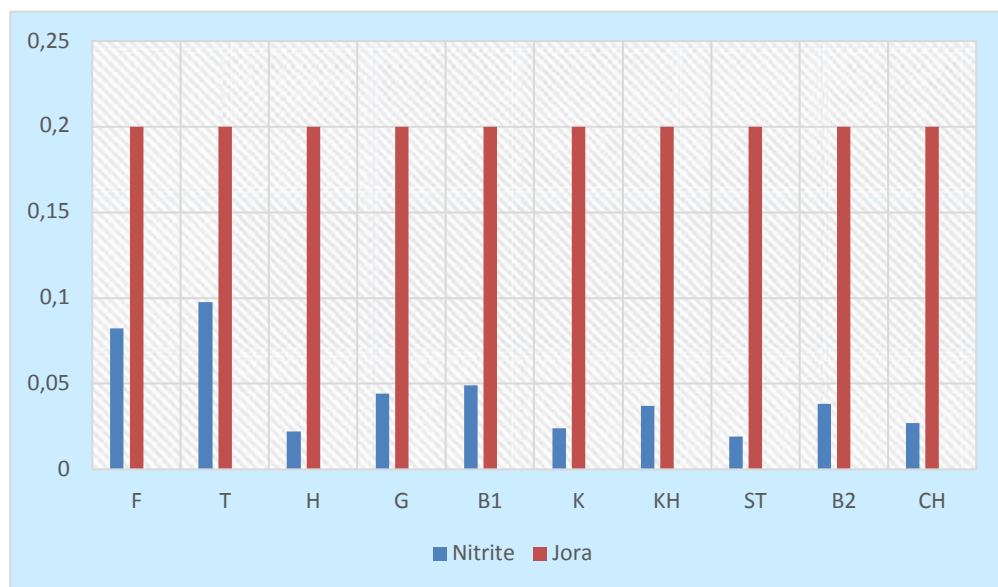
**Figure III.9:** Histogramme montrant les résultats des Nitrates (mg/l).

Dans les échantillons d'eaux potables de la présente étude, le taux de nitrate obtenu est inférieur à la norme prescrite. Il est compris entre 0,45 mg/l au niveau de Khafji, cette valeur semble faible en comparant, aux limites de potabilité algériennes et 7,09 mg/l au niveau de Bebmendil. La réglementation algérienne [54] [56] recommande pour les eaux destinées à la consommation humaine une valeur limite de 50 mg/l ( $\text{NO}_3^-$ ).

Les nitrates ont une toxicité indirecte par le fait qu'ils se transforment en nitrites ; en ce qui concerne la toxicité, l'excès des nitrates dans les eaux de consommation bloquent les échanges respiratoires au niveau du sang, à des doses supérieures à 100 mg/l peuvent conduire à la formation in vivo de nitrosamines qui sont des dérivés cancérigènes [66]. Aux États-Unis et en Europe, il a été reconnu que l'eau chargée en nitrates employée pour la préparation des biberons de lait en poudre était susceptible de faire apparaître chez les nourrissons une cyanose liée à la formation de méthémoglobine. Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petites doses de nitrates, est en réalité due aux nitrites formés par réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne. Cette réduction ne se produit pas chez l'enfant et chez l'adulte car elle est contrôlée par l'acidité du suc gastrique. Par contre, dans l'estomac du nourrisson, le liquide gastrique, insuffisamment acide [46].

### Nitrite

Les résultats des analyses montrent que les concentrations des nitrites se situent entre 0,019 et 0,097 mg/l. La variation des teneurs des nitrites entre les dix (10) échantillons de l'eau est très faible. Ceci montre que nos échantillons sont conformes à la limite de 0,2 mg  $\text{NO}_2^-$  /l'indiquée par la norme algérienne [54]. Pour [46] en l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux. Les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles (0.01mg  $\text{NO}_2^-$  /l). Les directives du Conseil des communautés européennes et la réglementation française indiquent une valeur limite de 0,5 mg/l.



**Figure III.10:** Histogramme montrant les résultats de Nitrite (mg/l).

Les nitrites sont des indicateurs de la pollution. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique. Les nitrites sont aussi susceptibles de se former sous l'action de bactéries et à des températures élevées à partir des chloramines créées au cours de la désinfection par réaction sur l'ammoniaque. Il a été aussi observé que la teneur en nitrites de l'eau stockée à des températures de l'ordre de 40°C pouvait s'élever probablement sous l'influence d'une action microbienne [46]. Du point de vue de la toxicité qui est très significative en raison de leur pouvoir oxydant, il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates [46].

**Tableau III.2** : Les résultats de l'analyse physicochimique des échantillons des différents sites.

<b>Paramètre</b>	<b>H</b>	<b>G</b>	<b>B1</b>	<b>K</b>	<b>Kh</b>	<b>ST</b>	<b>B2</b>	<b>CH</b>	<b>JORA 2014</b>
<b>Turbidité (NTU)</b>	0,057	0,075	0,116	0,169	0,108	0,182	0,071	0,058	<b>5</b>
<b>pH</b>	6,95	7,12	7,00	7,02	6,90	7,15	7,4	7,01	<b>&gt;6,5 et &gt;9</b>
<b>Température (°C)</b>	25	25	23,7	22,4	24,8	23,2	22,2	25	<b>25</b>
<b>Conductivité (µs/cm)</b>	2305	2225	2070	2150	1185	1985	2275	2040	<b>2800</b>
<b>TDS (mg/l)</b>	1058	1032	996	1008	590	985	1128	1013	<b>1200</b>
<b>Salinité (psu)</b>	0,22	0,22	0,20	0,21	0,12	0,19	0,22	0,19	
<b>Bicarbonate (mg/l)</b>	21,35	24,4	21,35	21,35	6,1	24,4	21,35	18,3	<b>250</b>
<b>Chlorure (mg/l)</b>	696,32	616,32	461,32	541,32	223,68	376,2	666,32	431,32	<b>500</b>
<b>Nitrite (mg/l)</b>	0,022	0,044	0,049	0,024	0,037	0,019	0,038	0,027	<b>0,2</b>
<b>Nitrate (mg/l)</b>	5,940	4,548	7,090	2,015	0,457	2,550	3,809	5,431	<b>50</b>

## Résultats des analyses bactériologiques

### Coliformes totaux et fécaux

Selon les réglementations algérienne et européenne, une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux et fécaux dans 100 ml. Les résultats des analyses de l'eau traitée (tableau III.3) confirment une absence totale des coliformes totaux et fécaux.

**Tableau III.3:** Les coliformes totaux et fécaux

Site	B	K	G	H
3 x S. mer D/C	Abs	Abs	Abs	Abs
3 x 10 <sup>-1</sup> D/C	Abs	Abs	Abs	Abs
3 x 10 <sup>-2</sup> S/C	Abs	Abs	Abs	Abs
3 x 10 <sup>-3</sup> S/C	Abs	Abs	Abs	Abs

### Streptocoques fécaux

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml. C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées (eau traitée). Le tableau III.4 représente les résultats obtenus.

**Tableau III.4:** Les streptocoques fécaux dans les eaux étudiées

Site	B	K	G	H
3 x 10 ml	Abs	Abs	Abs	Abs
3 x 1 ml	Abs	Abs	Abs	Abs
3 x 0,1 ml	Abs	Abs	Abs	Abs

---

## **Conclusion générale**

---



## **Conclusion générale**

Le contrôle continu de l'eau potable distribuée aux populations est d'une grande importance ; c'est la principale étape de prévention contre les maladies à transmission hydrique surtout au niveau des pays chauds comme c'est le cas de l'Algérie en général et ses régions sud en particulier.

Cette étude a permis une évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux potables vendue au niveau des épiceries de différents quartiers de Ouargla.

Les résultats des analyses ont indiqué que les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont comprises dans des intervalles proches des normes internationales et algériennes retenues pour l'eau, à l'exception des chlorures qui dépassent les normes fixées par la législation Algérienne.

Ces concentrations élevées de chlorure pourraient être dues à un problème au niveau de dessalement et dans ce cas nous proposons de régénérer les filtres qui captent les chlorures par la méthode contre-courant pour améliorer la qualité de l'eau .

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce travail, nous pouvons conclure que l'eau distribuée au niveau des épiceries de la ville d'Ouargla est de bonne qualité physico-chimique et elle est également exempte de toute contamination d'ordre microbiologique pouvant engendrer des problèmes de santé publique.

- 01- Baromètre 2020** de l'eau de l'hygiène et de l'assainissement .l'eau en crise (s).29
- 02- BENAOUA, w.(2016).**Étude qualitative physico-chimiques de l'eau de la ville de TLEMCEM destinée à la consommation humaine et aux nourrissons
- 03- Roushdy R., Sieverding M. , Radwan H. (2012).** The Impact of Water Supply and Sanitation on Child Health: Evidence from Egypt. Population Council Knowledge Commons.
- 04- Liu, L. (2010).** made in china. Cancer villages. Environ.Sci.Policy sustain.Dev.52. 10-21
- 05- Unicef, (2010).** Water quality assessment and monitoring, (6), 1–4
- 06- Michard, G.(2002) .** Chimie des eaux naturelles. principe de géochimie deseaux ; principes de géochimie. Edition publisud 565p.
- 08- Degrement, (2005).** Memento technique de l'eau .TOME 1. L'eau : ses propriétés. Quelles eaux à traiter ? Pourquoi ? Processus élémentaires du génie physico-chimique en traitement de l'eau. Processus élémentaires du génie biologique en traitement de l'eau. Analyses et traitabilité des eaux. Organismes aquatiques. Corrosion des métaux et bétons. Formulaire.
- 09- Annie B(2015).** Caractérisation de la matière organique des eaux naturelles et traitées par spectroscopie de fluorescence 3D.P 7
- 10- Margat .j et Monition.L.(1971).** Les eaux souterraines gestion et protection .13 p
- 12- OMS. (2000).** Directives de qualité de l'eau de boisson. Volume 2: Critère hygiène
- 13- EMMANUELLE. H , SANDRINE. V .(2011).** Les utilisations de ;eau et leursgestions ;UVED , p10
- 14 -Bensouilah, S. (1995).** Contribution à l'étude hydrogéologique des Hautes Plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'Oued Rhumel en amont d'Oued Athmania, Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Départementde la géo logie, 247p
- 15- Gilli ,E., Mangan ,C., Murdy, J. (2004).** hydrogéologie : objets, méthodes, applications. Edition DUNOD, Paris, 301p
- 16- DWAF Blue Drop Report, (2006, 2009, 2010, 2011, 2012).** South African Drinking Water Quality Management Performance. Department of Water Affairs and Forestry, Republic of South Africa
- 17- Lehtola M., Miettinen I, Keinanen M., Kekki T., Olli Laine O., Hirvonen A., Vartiainen T., Martikainen T. (2004).** Microbiology, Chemistry and biofilm development in a pilot drinking water distribution systems with copper and plastic pipes. Water Research 38, 3769-3779.

- 18-SANS: South African National Standards, 241-1 (2011).** Drinking water. Part 1: Microbiological, physical, chemical, aesthetic and chemical determinands. SABS Standards Division. Pretoria, South Africa. 14 p.
- 19- Virkutyle J., Sillanpää M. (2006).** Chemical evaluation of potable water in Eastern Qinghai province, China: Human health aspects. *Environment International* 32, 80- 86.
- 20-Schäfer A., Rossiter H., Owusu P., Richards B., Awuah E. (2009).** Physico-chemical water quality in Ghana: Prospects for water supply technology implementation. *Desalination* 248, 193-203
- 21-DWAF. (1996).** South African Water Quality Guidelines (2nd edn) volume 1: Domestic use. Pretoria, South Africa: Government Printer.
- 22- Chidya G., Sajidu S., Mwatseteza J., Masamba W. (2011).** Evaluation and assessment of water quality in Likangala River and its catchment area. *Physics and Chemistry of the Earth* 36, 865-871.
- 23- Delpla I., Jung A-V., Baures E., Clement M., Thomas O. (2009).** Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International* 35, 1225-1233
- 24- Azizullah A., Khattak M., Richter P., Häder D. (2011).** Water pollution in Pakistan and its impact on public health-A Review. *Environment International* 37, 479-497.
- 25- Yilla P., Kreuzinger N., Mathooko J. (2008).** The effect of in-stream activities on the Njoro River, Kenya. Part 1: Stream flow and chemical water quality. *Physics and Chemistry of the Earth* 33, 722-728.
- 27- Nevondo T., Cloete T. (1999).** Bacterial and chemical quality of water supply in the Dertig village settlement. *Water SA* 25, 215-220.
- 28- Schäfer A., Rossiter H., Owusu P., Richards B., Awuah E. (2009).** Physico-chemical water quality in Ghana: Prospects for water supply technology implementation. *Desalination* 248, 193-203 .
- 29-Okeke B., Thomson M., Moss E. (2011).** Occurrence, molecular characterization and antibiogram of water quality indicator bacteria in river water serving a water treatment plant. *Science of the Total Environment* 409, 4979-4985.
- 30- Yáñez M., Valor C., Catalán V. (2006).** A simple and cost-effective method for the quantification of total coliforms and *Escherichia coli* in potable water. *Journal of Microbiological Methods* 65, 608-611.
- 31- BOUZIANI H., (2000).** L'eau de la pénurie eaux maladies. Edition IBN KHALDOUNE.
- 32-DUPONT A., (1986).** Hydraulique urbaine, hydrologie, captage et traitement des eaux. 6ème édition. Edition EYROLLES. Paris. P64-66.

- 34-Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Champsaur H. et Rodi L., (2005).** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème Ed. Dunod. Paris, 1383 p.
- 35-Rejsek F., (2002).** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Aquitaine, Bordeaux, France, 358 p
- 36-Ramade, F.2000.**Encyclopédique de la pollution .Edition internationale. Paris 755p
- 37-Ramade F., 1984 :** Eléments d'écologie-écologie fondamentale. Ed Mac Graw-Hill. Paris, 397
- 38-Gaujous D., (1995) :** La pollution des milieux aquatique : Aide mémoire 2ème édition Lavoisier TEC & DOC, 220p
- 39-Faurie, C ., Erra, C ., Médorie, P ., Devane, J ., Remptime, J.L, (2003 ).** Ecologie, approche scientifique et pratique. 5<sup>ème</sup> édition LAVOISIER .823p
- 40-MONJOUR. L , 1997**« les pathogènes d'origine hydrique et problématique de l'eau, paris, » , p56
- 41-KEMASSI A., OUANOUGHY S., (1997);** Chloration organique et effet de la minéralisation. Mémoire. d'ing uni .Mohammed KHAIDER BISKRA .pp13.14.26.43
- 42-BONIN J., (1986) ;** Hydraulique urbain. Ed .EYROLLES, France pp2,25,30
- 43-CARDOT C., (2002) ;** Les traitement de l'eau procède physico-chimique et biologique. Ed ellipses.
- 44-DESJARDINS R., (1990) ;** le traitement des eaux .ed de l'école Polytechnique de Montréal canada p109
- 45-PINET, F., et al.** Endemic fluoroses of aqueous origin in Souf. Darmous and fluorosis osteopetroses. A report on 51 cases of condensing osteoses. Algeriemedicale, 1961, 65p
- 46 - Rodier et al, 2009.** L'Analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de Mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Ed Dunod, paris, p384
- 47-Guendouza, Reghis Z, and Moulla A. S.**Etudehydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla. 1992; 30-60p
- 48-FUNASA , 2013,** MANUEL PRATIQUE D'ANALYSE DE L'EAU , Edition 4 page 67 , 68
- 49-Rodier, 1999.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Paris, 7ème édition, Dunod
- 50- Rodier, J., Bazin, C., Brontin, J. P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodier, L. (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. DUNOD, 8eme édition, Paris,1135p

- 51-Ait hamlet, S. (1998).** Contribution à l'étude de la qualité de huiles oueds de la Wilaya d'El tarf ; Aspects microbiologique et écologique. Thèse de magister en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar- Annaba,150p.
- 52-Rompré, A., Laurent, P., Servais, P. (2002).** Détection et énumération des coliformes dans l'eau potable : une revue des méthodes existantes. Vecteur et environne
- 53-DIB I., 2009.** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien). Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar Batna, 127 p
- 54-Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) N° 13, (2014).** du 9 mars 2014
- 55-BOEGLIN J.C., 2000.** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine. Ed. Techniques de l'ingénieur, 24 p
- 56-OMS. 2017.** Organisation Mondiale de la santé, Directives de qualité pour l'eau de boisson. Quatrième édition p 227-399
- 57- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) N° 18, (2011).**Décret exécutif n° 11- 125 du 23 mars 2011
- 59-DWAF. (1998).** Quality of Domestic Water Supplies: Assessment Guide. Pretoria, South Africa: Government Printer.
- 61- DAKOURE D., 2003.** Etude hydrogéologique et géochimique de la bordure Sud-Est du bassin sédimentaire de Taoudéni (Burkina Faso - Mali)- Essai de modélisation. Thèse de doctorat, sciences de la Terre, Géosciences et Ressources Naturelles, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie, 255 p.
- 62- BOEGLIN J.C., 2000.** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine. Ed. Techniques de l'ingénieur, 24 p
- 63-OMS, 1994.** Directives de qualité pour l'eau de boisson.
- 64- FIGARELLA J., LEYRAL G., 2002.** Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, 360 p
- 65- GUERGAZI S., ACHOUR S., 2005.** Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra, pratique de la chloration. Lahryss Journal :119-127.
- 66-MONTIEL A., 1999.** Contrôle de la pollution de l'eau. Ed. Techniques de l'ingénieur, 12 p.
- ISO 9297 – NA 6917 -** Qualité de l'eau – Dosage de chlorures – Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr)
- ISO 6777 NA 1657.** Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire



Annexe 01 : photo représentative de l'échantillon de l'usine Ben Amor



Annexe 02 : photo représentative de Ph Mètre



Annexe 03 :photo représentative de conductimètre



Annexe 04 : Image d'un turbidimètre

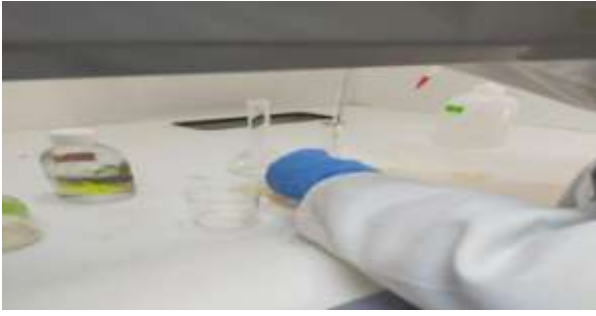


Annexe 05: Cuvette de turbidimètre

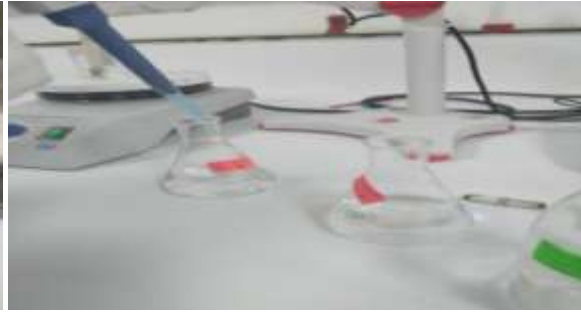


Annexe 06 photo représentatives le dosage de nitrate

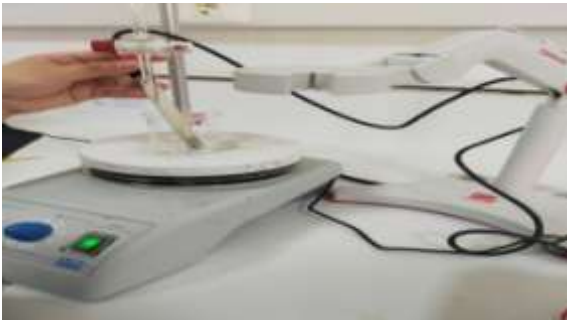
Annexes



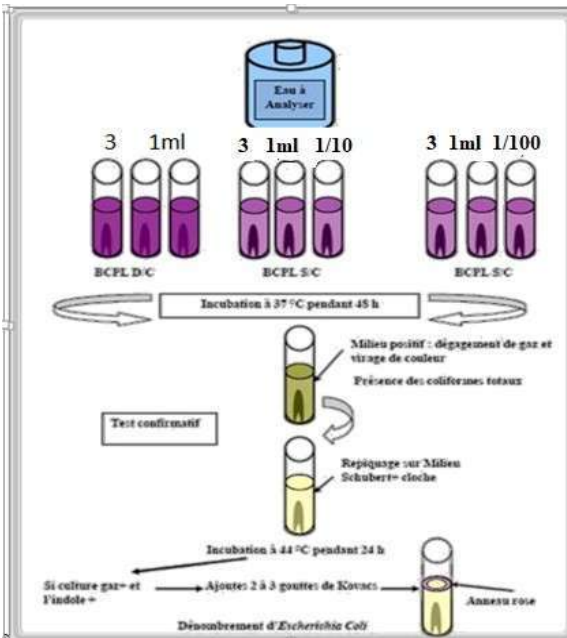
Annexe 06 photo représentatives le dosage de nitrate



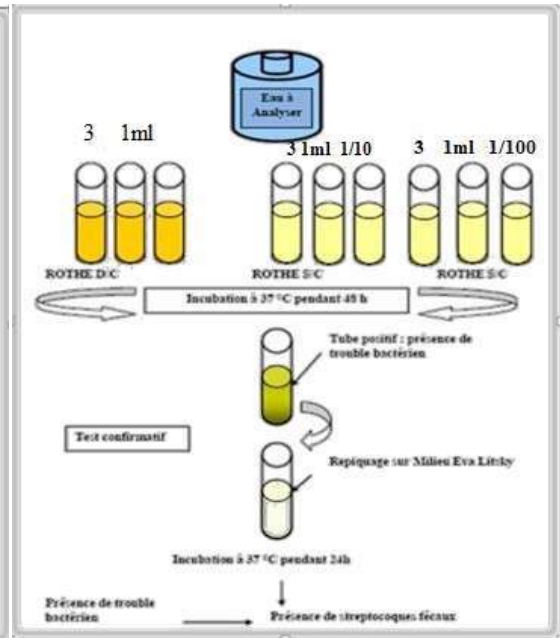
Annexe 07 photo représentatives le dosage nitrite



Annexe 08 :photo représentatives la détermination de TAC



Annexe 09 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau



Annexes 10 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau



**Annexe 11** : photo de Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

### **Annexe 12 : Réactifs de dosage de nitrate**

- a) Solution de Salicylate de Sodium à 0.5%
- b) Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.
- c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium
- d) Acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) concentré.
- e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l

Dissoudre 1.37 g de nitrate de sodium dans de l'eau et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

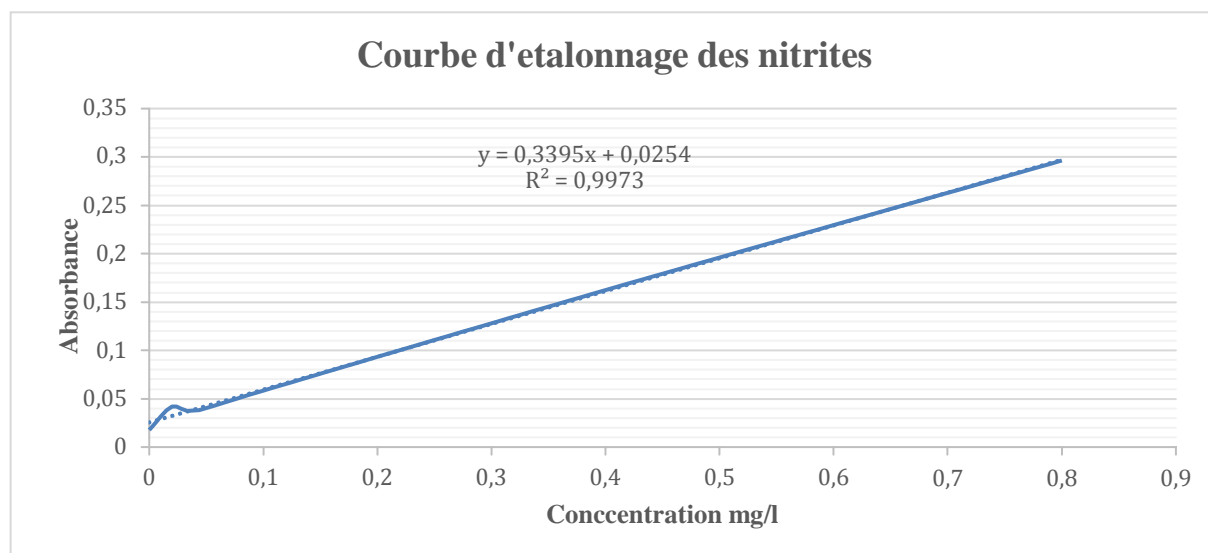
- f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l

Diluer 10 ml de la solution mère à 1000 mg/l et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.



Annexe 13 : Tableau de la courbe d'étalonnage de nitrate

Numéro des capsules	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille de NO <sub>3</sub> à 10mg/l (ml)	0	1	2	4	6	8	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	6	4	2	0
<b>Ajouter 3gouttes de Na OH 30%</b>							
Solution de salicylate de Na (ml)	1	1	1	1	1	1	1
<b>Evaporation à 80 °C</b>							
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Concentré	2	2	2	2	2	2	2
<b>Laisser reposer 10 min</b>							
Tartrate double de Na et K (ml)	15	15	15	15	15	15	15



Annexe 14 : Réactifs de dosage de nitrites :

➤ Réactif de diazotation (*réactif mixte*) :

- Amino-4-benzènesulfonamide

- Dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane
- Acide orthophosphorique
- Eau déionisée

➤ Solution étalon mère de nitrites 100 mg /l :

Dissoudre 0,15 g de nitrite de sodium (séché à 105°C durant au moins 2 h) dans 1000 ml d'eau distillée.

➤ Solution étalon fille de nitrites 1mg /l :

Prélever à l'aide d'une pipette 1ml de la solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/l, la transvaser dans une fiole de 100ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

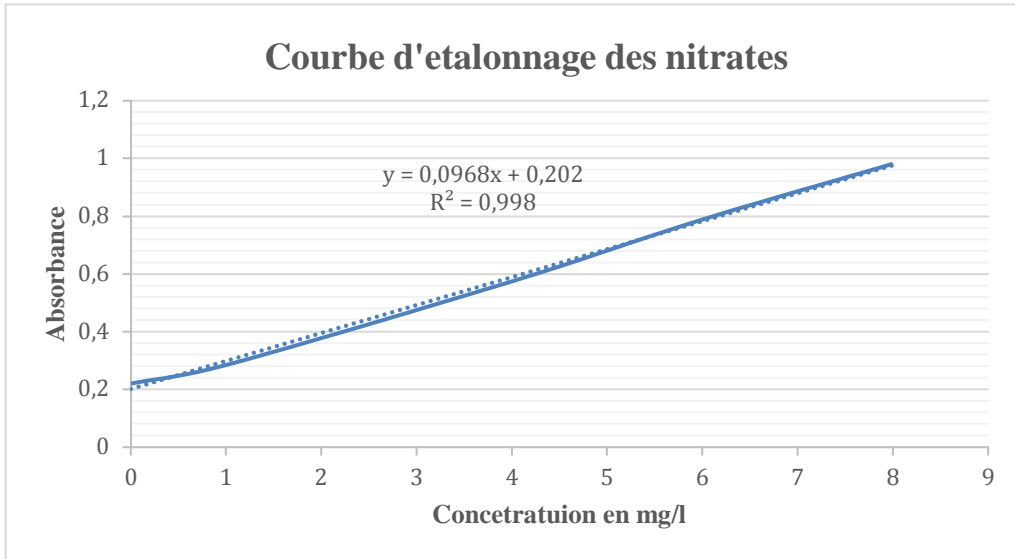
Annexe 15 : Tableau de Courbe d'étalonnage de nitrite

<b>Fille 1 mg/l</b>	0	1	2	5	20	40
<b>Eau distillée (ml)</b>	50	49	48	45	30	10
<b>Réactif mixte (ml)</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Attendre 20mn</b>						
<b>[NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] en mg/l</b>	0	0.02	0.04	0.1	0.4	0.8

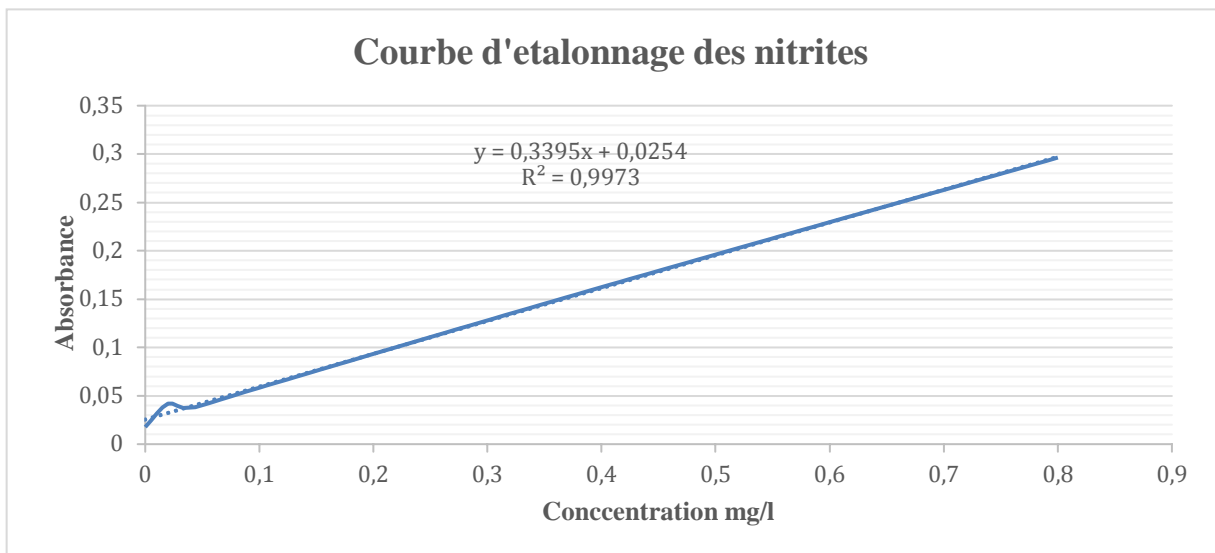
Annexe 16 : Réactifs de dosage de chlorure

- Solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) à 0,1N
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) à 10 %
- Solution étalon de chlorure de sodium (Na Cl) à 0.02 mol/l
- Solution d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) à 0.1 mol/l
- Carbonate de calcium pur.

Annexes 17 : Courbe d'étalonnage de Nitrate



Annexes 18 : courbe d'étalonnage des nitrites



Annexes 19 :Table de Mac Grady



## Table de Mac Grady pour 3 tubes par dilution

Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP	Nombre de tubes positifs au niveau de trois taux de dilutions retenus			NPP
0	0	0	< 0,3	2	2	1	2,8
0	0	1	0,3	2	3	0	2,9
0	1	0	0,3	3	0	0	2,3
0	2	0	0,6	3	0	1	4
1	0	0	0,4	3	0	2	6
1	0	1	0,7	3	1	0	4
1	1	0	0,7	3	1	1	7
1	1	1	1,1	3	1	2	12
1	2	0	1,1	3	2	0	9
1	2	1	1,5	3	2	1	15
1	3	0	1,6	3	2	2	21
2	0	0	0,9	3	2	3	29
2	0	1	1,4	3	3	0	20
2	1	0	1,5	3	3	1	50
2	1	1	2,0	3	3	2	110
2	2	0	2,1	3	3	3	> 110

Annexes 20 : préparation de BCPL S/C et D/C

### **Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre simple concentration (B.C.P.L S/C) :**

- Peptone 5g
- Extrait de levure 2g
- Lactose 5g
- Pourpre de bromocrésol 0,025g
- Eau distillée 1000ml
- pH: 6,9±0,2 autoclavage 20 min à 115°C

### **Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre double concentration (B.C.P.L D/C) :**

- Peptone 10g
- Extrait de viande 4g
- Lactose 10g
- Pourpre de bromocrésol 0,05g

-Eau distillée 1000ml  
pH: 6,9±0,2 autoclavage 20 min à 115°C

## Annexes 21 :préparation de milieu Schubert

### Milieu de Schubert (milieu indole-mannitol) :

-Tryptophane 0,2g  
-Acide glutamique 0,2g  
-Sulfate de magnésium 0,7g  
-Citrates de sodium 0,5g  
-Sulfate d'ammonium 0,4g  
-Chlorure de sodium 2g  
-Peptone 10g  
-Mannitol 7,5g  
-Phosphatedisodique 4g  
-Phosphate monopotassique 0,6g  
-Eau distillée 1000ml  
pH: 7,6 autoclavage 10 min à 115°C

## Annexes 22 :préparation de milieu Rothe S/C et D/C

### Milieu de Rothe S/C :

-Peptone 20g  
-Glucose 5g  
-Chlorure de sodium 5g  
-Monohydrogénophosphate de potassium(K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 2,7g  
-Dihydrogénophosphate de potassium(KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) 2,7g  
-Azide de sodium(NaN<sub>3</sub>) 0,2g  
-Eau distillée 1000ml  
pH: 6,8±2 autoclavage 20 min à 120°C

### Milieu de Rothe D/C :

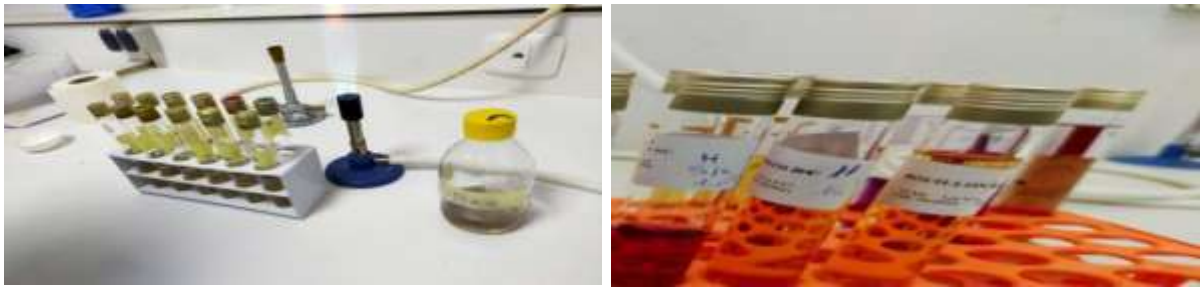
-Peptone 40g  
-Glucose 10g  
-Chlorure de sodium 10g  
-Monohydrogénophosphate de potassium(K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 5,4g  
-Dihydrogénophosphate de potassium(KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) 5,4g  
-Azide de sodium(NaN<sub>3</sub>) 0,4g

-Eau distillée 1000ml  
pH: 6,8±2 autoclavage 20 min à 120°C

Annexe 23 : Résultats des coliformes sur milieux BCPL



Annexe 24 : Résultats des Streptocoques fécaux sur milieux ROTHE



Annexe 25 : Photo de JORA

ANNEXE  
Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine  
Tableau 1 : paramètres avec valeurs limites

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITEES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Antimoine	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	- Eau conventionnelle : 1 - Eau déminéralisée ou déminéralisée : 1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrate	mg/l	50
	Nitrite	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O2	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercury	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux	µg/l	0,2
	Fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (1,1,1,2) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,1,2) perylène, indène (1,2,3-cd) pyrène, benzo (3,4) pyrène	µg/l	0,01
	Benzène	µg/l	10
	Toluène	µg/l	700
	Ethylbenzène	µg/l	300

16	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 13	7 Journales El Oula 1435 9 mars 2014		
ANNEXE (suite)				
GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES	
Paramètres chimiques (suite)	Xylènes	µg/l	500	
	Styrène	µg/l	100	
	Agents de surface réagissant au bled de méthylène	mg/l	0.2	
	Epychlorhydrine	µg/l	0.4	
	Microcystine LR	µg/l	1	
	Pesticides par substance individualisée :			
	- Insecticides organochlorés persistants	µg/l	0.1	
	- Insecticides organophosphorés et carbamates	µg/l	0.1	
	- Herbicides	µg/l	0.1	
	- Fongicides	µg/l	0.1	
	- P.C.B	µg/l	0.1	
	- P.C.T	µg/l	0.1	
	- Aldrine	µg/l	0.03	
	- Dieldrine	µg/l	0.03	
	- Heptachlore	µg/l	0.03	
	- Heptachlorépoxyde	µg/l	0.03	
	Pesticides (Totaux)	µg/l	0.5	
	Bromates	µg/l	10	
	Chlore	µg/l	0.03	
	Trichloroéthanes par substance individualisée :			
	- Chloroforme	µg/l	200	
	- Bromoforme	µg/l	100	
	- Dibromochloroéthane	µg/l	100	
	- Bromodichloroéthane	µg/l	40	
Chlore de vinyle	µg/l	0.3		
1,2-Dichloroéthane	µg/l	30		
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	1000		
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	300		
Trichloroéthylène	µg/l	20		
Tetrachloroéthylène	µg/l	40		
Radionucléides	Particules alpha	Pecquerell.	15	
	Particules bêta	Millirems/an	4	
	Tritium	Becquerel/l	100	
	Uranium	µg/l	30	
	Dose totale indicative (DTI)	mSv/an	0.15	
paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0	
	Entérocoques	n/100ml	0	
	Bactéries sulfite-réductrices y compris les spores	n/20ml	0	



Tableau 2  
Paramètres avec valeurs indicatives

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres Organoleptiques	couleur	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Savueur à 25 °C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	65 pour les eaux dures ou d'extrême dureté (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlore	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	> 6,5 et < 9
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2000
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25

## Résumé

Ce travail a pour but de suivre et d'évaluer la qualité physico chimique et bactériologique des eaux potable , produites et distribuées dans la région de Ouargla , Les analyses physico-chimiques ont montré que ces eaux de consommation humaine, présentent une bonne qualité et remplissent les critères de potabilité en se référant aux normes nationales et celles des directives de l'Organisation Mondiale de la Santé. En occurrence, les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes de contamination fécale. La surveillance et le contrôle de ces eaux demeure une tache d'ordre primordial pour la santé publique et les risques environnementaux.

Mots clés :Ouargla , eaux potable, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

## Abstract

This work aims to investigate and to assess the physico-chemical and either the bacteriological quality of drinking waters, produced and distributed in the Area of ouargla . The physical and chemical analyses showed that these waters of human consumption, present the criteria of drinkability by referring to the national standards and those of the directives of the World Health Organization. Therefore, the bacteriological analyses reveal the absence of the pathogenic germs indicators of faecal contamination. The monitoring and the oversight of these waters remain a hard of essential work for public health and environmental risks.

key words: Ouargla, drinking water, physical and chemical quality, bacteriological quality

## ملخص

للمياه الصالحة يهدف هذا البحث إلى فحص وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجية للشرب . التي يتم إنتاجها وتوزيعها في منطقة ورقلة . حيث أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية إن هذه المياه الموجهة للاستهلاك البشري تحترم معايير الشرب بالإشارة إلى المعايير الوطنية وكذلك الخاصة بتوجيهات منظمة الصحة العالمية لذلك . تكشف التحليلات البكتيريولوجية عدم وجود مؤشرات الجراثيم المسببة للإمراض . يظل رصد هذه المياه والإشراف عليها من الأعمال الأساسية للصحة العامة والمخاطر البيئية

الكلمات المفتاحية: الجودة البكتيريولوجية- الجودة الفيزيائية والكيميائية - المياه الصالحة للشرب - ورقلة