

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عمار تليجي الاغواط  
Université Amar Telidji Laghouat  
كلية العلوم  
Faculté des Sciences  
قسم البيولوجيا  
Département de biologie



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

**En vue de l'obtention du diplôme de master**

**Filière : Science de biologie**

**Option : Parasitologie**

*Thème :*

***Etude microbiologique et physicochimique de  
l'eau dans la région de Laghouat***

**Présenter par :**

- Aouiffat Selma
- Geurbass Souad

**Devant le jury composé de :**

<b>M. Chtatha Mohamed</b>	<b>Président</b>	<b>MAA</b>	<b>UATL</b>
<b>M. zarrouki Mohamed Hocine</b>	<b>Examineur</b>	<b>MAB</b>	<b>UATL</b>
<b>Mme Hamini Faiza</b>	<b>Promoteur</b>	<b>MAB</b>	<b>UATL</b>

**La date de Soutenance 19/06/2019**



## *Dédicace*

Merci de tout cœur ma chère mère, que dieu vous accorde santé et longue vie.

Le plus grand amour dans mon cœur, à la prunelle de mes yeux, le meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, le meilleur père.

Je remercie mon cher mari Ali pour sa compréhension de de la situation difficile qu'il a commandée ; mais malgré tout je vous remercie de votre soutien et je demande à Dieu de vous faire couronne au-dessus de ma tête.

Je dédie aussi ce travail spécialement à ma chère sœur la source du sourire dans ma vie qui me donne l'espoir de vivre et de réussite de mes études "Faiza" et son mari "Madani" leur fils "Mohamed Abed Alwahab".

A mes chers frères: les symboles de fidélité "Alal", le symbole de largesse et de paix le meilleur frère dans le monde "Rafik" qui fournit tous les possibles pour moins pendant l'étude universitaire et "Mohamed Nadji", "Younis".

A toute la famille surtout ma chère tante Hawariah et ses filles Aoumiama et Fatna puisse Dieu vous garder et vous procure santé, bonheur et longue vie. les bougies de la maison : Naima ; Heaime ; Nessrin ; Nacira ; Aimen Ibrahim ; Faiza ; Chafik ;

A mes belles amies les plus près dans mon cœur : Khadidja, Fatima, wafaa, Halima, Rekaia, Sakina, Dihia et sans oublier toute la promotion de parasitologie

Surtout nous remercions Allah qui nous a guidé vers ce travail





Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de finaliser Ce travail dans les meilleures conditions

Nous tenons à remercier notre promotrice Madame Hamini Faiza pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Nous remercions le personnel des instituts qui nous ouvert leurs porte et nous ont aidé pour les différentes techniques.

Nous remercions particulièrement Monsieur Krantar Kamel qui a accepté D'examiner ce travail.

Nous tenons également à présenter nos plus vifs remerciements à Monsieur Chtitha Mohamed Pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider la commission d'examen de cette thèse.

Nous remercions sincèrement tous les enseignants de département de biologie.

Nous remercions tous nos collègues et amies pour leurs esprit de groupe pendant le travail pratique.

Enfin, nous remercions, tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.





# *Dédicace*

Merci de tout cœur ma chère mère, que dieu vous accorde santé et  
longue vie.

Le plus grand amour dans mon cœur, à la prunelle de mes yeux, le  
meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, le  
meilleur père.

Et je dédis ce travail spécialement à Mes chères sœurs la source du  
sourire dans ma vie qui me donne l'espoir de vivre et de réussite de  
mes études :Zinab ;Aicha ;Hafssa ;Sara ;Bakhta

A mes chers frères: le syhembole de fidélité" Amin, le symbole de  
largesse et de paix le meilleur frère dans le monde "Khaled" qui fournit  
tout les possibles pour moins pendant l'étude universitaire .

A toute la famille surtout ma grand mère puissant vous garde et vous procure santé, bonheur  
et longue vie.

les bougies de la maison :Assma ; ;Mohamed ;Aboulakacem.jinane .mereim.anfal ,

A mes belles amies les plus prés dans mon cœur  
:Khadidja ;Fatna ;Mareim ;Fatima ;Achoura ;Khloum ;. Houria ;

" Surtout nous remercions Allah qui nous a guidé vers ce travail



# *Table des matières*

- i. Liste des abréviations
- ii. Liste des figures
- iii. Liste des tableaux

**Introduction.....01**

**Partie 1. Synthèse bibliographique.....04**

**Chapitre I. Notion général sur l'eau.....04**

- 1. Généralités.....05
- 2. Définition de l'eau.....05
- 3. Importance de l'eau.....06
  - 3.1. L'eau dans l'alimentation.....06
  - 3.2. L'eau dans l'organisme humain.....06
  - 3.3. L'eau dans les aliments.....06
  - 3.4. L'eau dans l'industrie.....07
  - 3.5. L'eau dans l'agriculture.....07
- 4. Cycle de l'eau.....07
- 5. Les principales sources de l'eau potable .....09
  - 5.1.Eaux souterraines .....09
  - 5.2.Eau de surface.....10
  - 5.3.Eaux de source.....10
- 6. Eau en Algérie.....11
- 7. Eau a Laghouat.....12

**ChapitreII. Pollution des eaux .....15**

- 1. Généralités.....16
- 2. Définition .....16
- 3. Les types de pollution.....16

3.1. Pollution physique .....	16
3.2. Pollution chimique.....	17
3.3 .Pollution microbienne.....	17
4. Principaux polluants.....	17
5. Conséquences de la pollution.....	18
6. Principales maladies d'origines hydriques.....	18
6.1.Généralité .....	18
6.2.Maladies hydriques d'origine bactérienne.....	19
6.2.1 Le choléra.....	19
6.2.2La typhoïde.....	19
6.2.3. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire.....	20
6.3. Maladies hydriques d'origine protozoaire.....	20
6.4. Les maladies causées par les helminthes .....	21
<b>Chapitre.III.Traitement des eaux.....</b>	<b>22</b>
1. Introduction .....	23
2. Historique du traitement des eaux.....	23
3. Importance du traitement des eaux .....	24
4. Traitements de l'eau.....	24
4.1. Le prétraitement physique.....	25
4.2. Le prétraitement chimique : Pré-oxydation.....	25
4.3. Traitement de clarification.....	25
4.4. Oxydation-Désinfection.....	26
4.5. Affinage.....	26
<b>Chapitre IV. Règlementation des eaux.....</b>	<b>27</b>
1. Caractéristiques de l'eau potable.....	28
1.1.1. Les caractéristiques organoleptiques .....	28
1.1.2. Les caractéristiques physicochimiques.....	29
1.1.3. Les caractéristiques microbiologiques.....	30
2. Caractéristiques de l'eau d'irrigation.....	33
3. Caractéristiques des eaux de piscine.....	34
<b>Partie 2. Etude expérimentale.....</b>	<b>35</b>
<b>Chapitre I. Matériel et Méthode.....</b>	<b>36</b>

<b>1. Plan de l'étude.....</b>	<b>37</b>
1.1. Rappel de l'objectif de l'étude .....	37
1.2. Durée et lieux du travail.....	37
1.3. Organigramme de l'étude.....	37
<b>2. Objet de l'étude .....</b>	<b>38</b>
2.1. Echantillons.....	38
2.2. Mode d'échantillonnage.....	38
<b>3. Analyses bactériologiques.....</b>	<b>39</b>
3.1. Matériel utilisé.....	39
3.2. Milieux de cultures.....	40
3.3. Méthodes.....	40
3.1.1. Dénombrement des germes totaux.....	40
3.1.2. Recherche des coliformes totaux.....	42
3.1.3. Recherche des Streptocoques fécaux.....	45
3.1.4. Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.....	46
3.1.5. Recherche des Salmonelles et les Shigelles.....	49
<b>4. Analyse parasitologique.....</b>	<b>51</b>
4.1. Matériels et réactifs.....	51
4.2. Méthode.....	51
<b>5. Analyses physico-chimiques.....</b>	<b>52</b>
5.1. Matériels utilisés.....	52
5.2. Méthode .....	53
5.2.1. Détermination de la température de l'eau.....	53
5.2.2. Détermination du pH de l'eau.....	54
5.2.3. Détermination de la conductivité.....	54
5.2.4. Détermination de la dureté totale.....	55
5.2.5. Détermination des phosphates $PO_4^{3-}$ .....	56
5.2.6. Détermination de l'azote ammoniacal $NH_4^+$ .....	57
5.2.7. Détermination des Nitrites $NO_2^-$ .....	58
<b>Chapitre .2. Résultats et discussion.....</b>	<b>62</b>
1. Procédure adoptée.....	63
2. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau .....	63
2.1. Température.....	63
2.2. Potentiel d'hydrogène.....	64
2.3. Conductivité.....	64
2.4. Dureté totale.....	65
2.5. Nitrates.....	65

2.6. Ammonium.....	66
2.7. Phosphate.....	66
3. Analyses bactériologiques.....	67
3.1. Dénombrement des germes totaux.....	68
3.1.1. Recherche des coliformes totaux.....	68
3.1.2. Recherche des Streptocoques fécaux.....	68
3.1.3. Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.....	68
3.1.4. Recherche des Salmonelles et les shigelles .....	69
4. Analyse parasitologique.....	69
4.1. Giardia.....	69
4.2. Cyptosporidium.....	69
4.3. Les amibes .....	70
4.4. Les helminths.....	70

<b>Conclusion.....</b>	<b>72</b>
------------------------	-----------

<b>Bibliographie.....</b>	<b>74</b>
---------------------------	-----------

<b>Annexes.....</b>	<b>78</b>
---------------------	-----------

## **i. Liste des abréviations**

**ADE** : Algériennes Des Eaux de Laghouat

**BCPL** : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol

**CI** : le continental intercalaire

**CT** : complexe terminal

**HK**: Gélose Hektoen

**M.E.S** : minéralisation et organique

**MTH** : Maladie à transmission hydrique

**NET** :noire d'eiochrome T

**ONA** : L'Office National de l'Assainissement

**PCA** : Plat Count Agar

**pH** : potentiel d'hydrogène

**TGEA** : Gélose glucosée Tryptonée à l'extrait de levure.

**UFC** :unités formate une colonie

**VF** : viande-foie

## Liste des tableaux

Tableau n°	Titre	Page
<b>01</b>	<b>Ressources Superficielles et Souterraines dans la région de Laghouat au 31/12/2010</b>	<b>13</b>
<b>02</b>	<b>Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.</b>	<b>31</b>
<b>03</b>	<b>Conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine</b>	<b>32</b>
<b>04</b>	<b>Normes des eaux de baignade</b>	<b>34</b>
<b>05</b>	<b>Représentant toute les Parasites dans l'eau (protozoaire et Helminthes)</b>	<b>51</b>
<b>06</b>	<b>Résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques</b>	<b>61</b>
<b>07</b>	<b>Représentant les résultats de l'analyse bactériologique</b>	<b>65</b>
<b>08</b>	<b>les résultats de l'analyse parasitologique</b>	<b>67</b>

# Liste des figures

Figure n°	Titre	Page
01	Illustré les différentes phases du cycle de l'eau	08
02	Les nappes aquifères du Sahara Algérien ; Le Continental Intercalaire, Le Complexe Terminal	11
03	Schéma des étapes de potabilisation de l'eau	24
04	Figure : Schéma de l'étude expérimentale	39
05	Recherche et dénombrement des germes totaux	42
06	Recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau	44
07	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau	46
08	Recherche et dénombrement des clostridium sulfito- réducteur	48
09	Recherche des salmonelles.	50
10	Centrifugeuse	52
11	pH mètre	54
12	Conductimètre	55
13	Spectrophotomètre	59

L'eau douce constitue un élément indispensable pour la vie des humaine , des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la sante.

L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques(*OMS, 2003*). L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique.

La pollution des eaux peut être minérale ou microbiologique ou organique . Les eaux de surface sont très polluées contrairement aux eaux souterraines, qui sont bien protégées. Les eaux polluées doivent subir différents traitement: physique, chimique et biologique, selon le degré et la nature de la pollution, afin de les rendre potables (*Boucenna, 2009*).

L'eau destinée à l'alimentation humaine doit présenter un certain nombre de critères aussi bien organoleptique, physicochimique et microbiologique car, elle constitue un réservoir important pour la survie et la dissémination de microorganisme (bactéries, virus, protozoaires et parasites), ce qui la rend impropre à la consommation humaine. Ces microorganismes véhiculés directement ou indirectement, sont pathogènes pour l'homme. Ils sont à l'origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...) dites maladies à transmission hydrique(*Cuq, 2009*).

Diverses études en Algérie ont porté sur la qualité physicochimique, et bactériologique, des eaux. Elles ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et l'environnement.

Laghouat qui est l'une des moyennes villes d'Algérie possède d'énormes réserves d'eau superficielles et souterraines et la quasi-totalité de sa population est raccordée au réseau de distribution en eau potable. Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation au niveau de cette ville, nous avons réalisé une étude qui a porté sur l'évaluation de la qualité de ces eaux.

L'objectif de notre travail a été exactement d'apprécier la potabilité et de déterminer la qualité physicochimique et microbiologique de :

- 💧 L'eau distribuée
- 💧 L'eau de baignade
- 💧 L'eau utilisée pour l'irrigation

Pour cela, ce travail a consisté à réaliser après une première partie qui est une synthèse bibliographique où nous avons essayé de présenter un maximum de connaissances nécessaires à la compréhension de l'étude.

Une deuxième partie consacrée à des analyses physicochimiques, bactériologiques et parasitologique et organoleptique d'échantillons que nous avons prélevés au niveau de la wilaya. Il s'en est suivi une interprétation des résultats et leur comparaison avec normes nationales et internationale ainsi que d'autres résultats préalables.

## 1. Généralités

L'eau est une ressource vitale pour les êtres vivants. Elle joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer (*Hubert et Marin, 2001*).

En fait, tous les êtres vivants vivent sur une planète « planète bleu » qui se distingue des autres planètes du système solaire par l'abondance de l'eau. L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (*Luna et Kenneth, 1972*).

## 2. Définition de l'eau

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé selon l'organisation mondiale de la santé. C'est une eau exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites, car les risques sanitaires liés à ces microorganismes sont grands. Ses caractéristiques de potabilité répondent à des normes établies soit au niveau national, ou international.

Son accessibilité est variable d'une région à l'autre du fait des phénomènes climatiques, géographiques, socioculturels et économiques. Ce qui peut amener les populations à utiliser des eaux de qualité douteuse. D'où l'intérêt d'une surveillance et d'un contrôle codifié et rigoureux de la qualité de l'eau de consommation depuis la source d'approvisionnement, quel qu'en soit le type, au consommateur.

L'objectif principal étant de préserver la santé de la population. La loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et la promotion de la santé, en particulier les articles 32, 33 et 34 du chapitre II qui insistent sur les mesures de protection de l'environnement et en particulier de l'eau.

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 de retenues d'eau ou barrages avec acheminement de l'eau dans un réseau de canalisations(*Bernard, 2007*).

### 3. Importance de l'eau

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre. Elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc.; sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation (*Anglaretet Mortier,2002*).

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De par sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule (*Guerd,2007*).

#### 3.1. L'eau dans l'alimentation

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants (*Grosnde ,1999*).

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2,2litres dont 1,2litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments (*Degremont, 1989*).

#### 3.2. L'eau dans l'organisme humain

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme. (*Degremont, 1989 ; Turcelin,1998*)

Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement. (*Degremont, 1989 ; Genin,2003*)

### 3.3. L'eau dans les aliments

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation. Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible.

Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation(*Degremont, 1989*).

### 3.4. L'eau dans l'industrie

Selon *Degremont(1989)* et *Grosconde(1999)*, l'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins :

- De façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.
- De façon indirecte: dans la production de différents aliments. Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers.

### 3.5. L'eau dans l'agriculture

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 - 1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja) (*Azizi, 2014*).

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions (*Lecoq, 1965 ;Ramade,1981*).

## 4. Cycle de l'eau

La masse d'eau totale de l'hydrosphère n'évolue pas au cours des années, elle reste toujours constante : l'eau s'évapore, forme la vapeur d'eau qui, en se transformant en pluie, va alimenter les mers, les océans et les nappes souterraines. On peut appliquer au cycle de l'eau la fameuse phrase de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ».

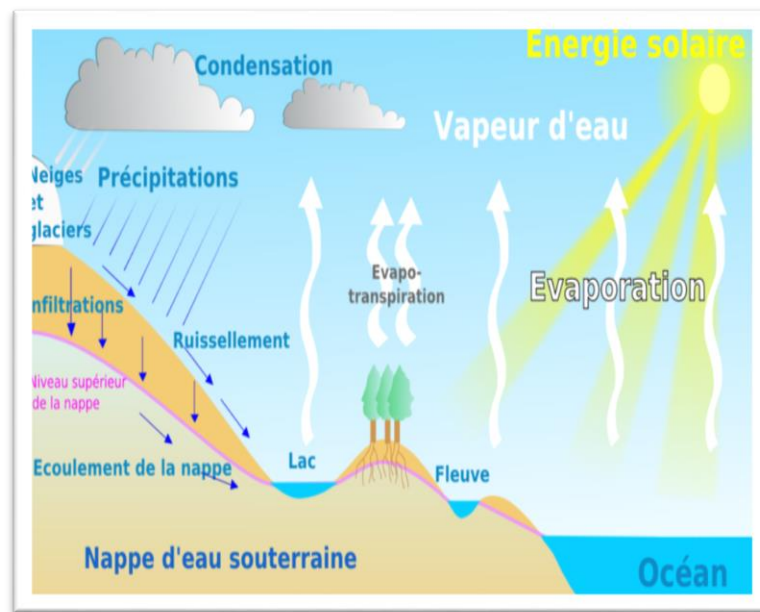
L'eau change d'état au cours de son cycle, passant de l'état gazeux à l'état liquide ou à l'état solide. Cependant, sa qualité globale est restée inchangée depuis trois milliards d'années, date de son apparition sur terre.

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

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

La somme des évaporations, soit 500 000 km<sup>3</sup>/an, est toujours égale à la somme des précipitations. Or, sur les continents, les précipitations sont supérieures de 40 000 km<sup>3</sup>/an à l'évaporation. Sur les océans, de façon à ce que le cycle de l'eau soit équilibré.

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



**Figure 01. Illustration des différentes phases du cycle de l'eau**  
(Mouffok,2008)

## 5. Les principales sources de l'eau potable

L'eau résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers. Les vapeurs forment des nuages qui sont emportés par le vent et tombent ensuite sous forme de brouillards, de pluie, de neige ou de grêle.

Une partie de cette eau glisse à la surface du sol, mais la plus grande portion s'infiltre à l'intérieur de la terre, jusqu'à ce qu'elle se trouve arrêtée par une couche géologique imperméable. Une petite quantité de cette portion infiltrée, est capturée par les racines des végétaux. Le reste s'oriente à travers les ruisseaux souterrains, vers les puits où bien vers les rivières et les océans (Rachel,2009).

- Les eaux souterraines,
- Les eaux de surface (rivières, fleuves et lacs),
- Les eaux sources

L'eau à l'état naturel (superficielle, souterraine ou saline) n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle(*Dégréement,2005*).

### 5.1. Eaux souterraines

Les eaux, qui ne se sont ni évaporées ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes(*Dégréement,2005*).

#### *Nappes*

« L'aquifère », ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (*Kettab, 1992*). Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue(*Pomerol et Renard ,1997*).

#### Les différents types de nappes :

**a. Nappe libre :** C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable

**b. Nappe captive :** Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive(*Bonnin ,1982*).

Les nappes peuvent être classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

- *Les nappes phréatiques :* sont celles qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol. Elles sont toujours libres et souvent contaminée.
- *Les nappes profondes :* dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde et peuvent être libres(*Dupont ,1989*).

*La plus grande nappe phréatique du monde :*

Nappe de l'Albien se trouve en grande partie dans le Sahara algérien, elle est la plus grande réserve d'eau douce au monde. Elle contient plus de 50 000 milliards de mètres cubes d'eau douce, l'équivalent de 50 000 fois le barrage de Beni Haroun qui se trouve à l'est du pays et qui alimente six wilayas limitrophes (*Dupont, 1989*).

## **5.2. Eau de surface**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (*Dupont, 1989*).

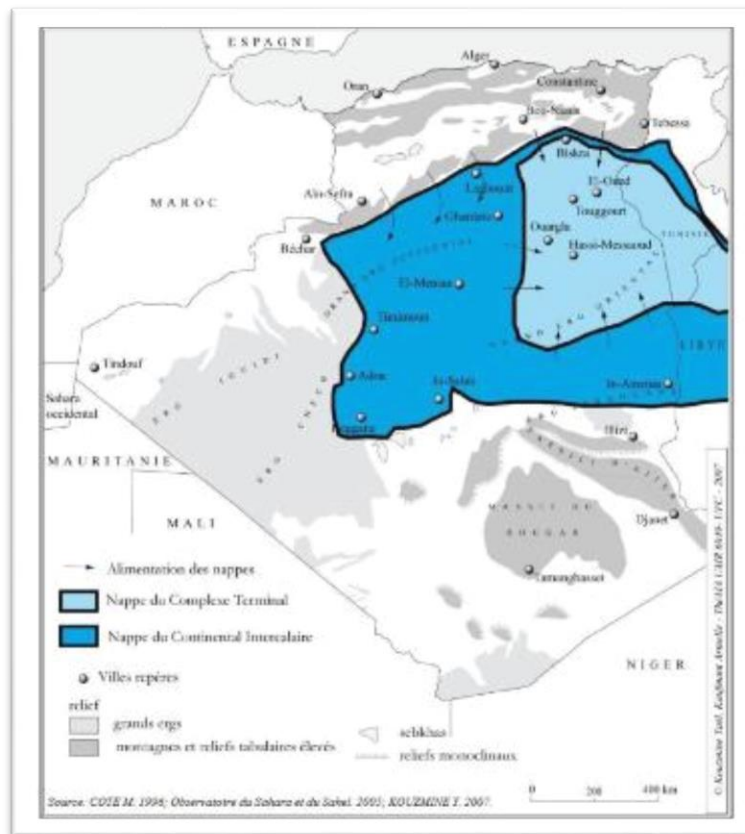
## **5.3. Eaux de source**

D'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux de la distribution publique. Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. Les eaux de source ne peuvent faire l'objet que de traitements ou adjonctions autorisés par arrêtés ministère (*Debabza 2005*).

## **6. L'eau en Algérie**

L'Algérie est un pays semi-aride et aride, dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement irrégulières et localisées

Dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'Zab, Saoura, etc. sinon, ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossiles, et qui sont très peu utilisées (*Arrus, 1985*).



**Figure02. Les nappes aquifères du Sahara Algérien ; Le Continental Intercalaire, Le Complexe Terminal(Unesco, 1972).**

Les nappes aquifères du Sahara Algérien ; Le Continental Intercalaire, Le Complexe Terminal(Unenco , 1972). L'aquifère CI ou albien est très volumineux il s'étend sur une superficie de 600000 km<sup>2</sup>, son eau coule à même le sol dans la partie sud à Tinhert et Tadmait et plonge à plus de 1000 m de profondeur dans l'erg oriental : Oued Righ et Oued Souf. L'eau du CI dont la température à la sortie des forages artésiens avoisine les 60 °C est impropre à l'irrigation directe (*Dubost, 1986*).

Le résidu sec est moins de 3 g/l, le SAR est compris entre 4 et 7,1 et le faciès chimique est de type sulfato-chlororé. Le CT de moindre importance s'étend sur près de 350000 km<sup>2</sup> et englobe un ensemble de nappe constitué dans les formations du miocène, éocène et du sénonien. La conductivité électrique des eaux du CT varie d'une partie à une autre de la vallée et leur faciès chimique est de type chloruro-sodique à sulfato-calcique, leur résidu sec varie de 3 à 8,5 mg/l et le SAR est toujours inférieur à 10 (*Durand et Guyot, 1955*).

Les eaux de drainage de la vallée de oued righ sont collectées par un canal qui la traverse du sud au nord et qui se jette dans le chotte Merouane. Au sein des palmeraies d'el arfiane les eaux de drainages sont de salinité 2 à 3 fois supérieures à celle de l'eau d'irrigation soit 11,0 à 15,5ms/cm. Les eaux de drainage arrivent au chott avec une CE de 170 ms/cm. 4. Pédologie de l'Oued Righ Les sols des palmeraies de l'Oued Righ sont d'origine alluviale, colluviale et éolienne (*Conrad, 1969*).

## 7. L'eau a Laghouat

Le réseau hydraulique de la wilaya est caractérisé par les données suivantes :

- 131 réservoirs avec une capacité de stockage 70810 m<sup>3</sup>
- 05 retenues collinaires : avec de stockage 16850 m<sup>3</sup>

Ces Localisations sont :

- Ain Arrar (Oued Mourra) : 2500m<sup>3</sup>
- AinTaiba (El-Guicha): 3750 m<sup>3</sup>
- AinMadani (HadjMechri): 5600 m<sup>3</sup>
- AinRamdani (HadjMechri): 2500 m<sup>3</sup>
- Bakadache (Sidi Makhlouf) : 2500 m<sup>3</sup>

Les Ressources souterraines mobilisées par le biais de 128 forages. Sont affectées pour L'alimentation en eau potable des populations sont 1969 L/s et 7802,38 L/s pour les besoins du secteur industriel et agricole (dont 280,54L/s pour secteur industriel et 7521,84L/s pour secteur agricole)

Les localisations de ces sources sont :

- Nappe moi-plio- quaternaire 390 Hm<sup>3</sup>
- Nappe du complexe séno-turonien 44 Hm<sup>3</sup>
- Nappe du complexe barremoalbo- aptien 100 Hm<sup>2</sup>
- Jurassique du complexe barremoalbo- aptien 10,44 Hm<sup>2</sup>
- Ces sources totalisent une capacité de : 549Hm<sup>3</sup>

Les ressources superficielles mobilisées par le biaise de :

- Barrage infra-flux de Tadjemout 4 700 000 M<sup>3</sup> soit4, 7 Hm<sup>3</sup>

- Ain Arrar situé à Oued Mourra 2 500 m<sup>3</sup>
- Ain Taiba situé à El Ghaicha 3 750 m<sup>3</sup>
- Ain Madani situé à Hadj El Mechri 2 500 m<sup>3</sup>
- Ain Ramdane situé à Hadj El Mechri 2 500 m<sup>3</sup>
- Bakdache situé à Sidi Makhoulouf 2 500 m<sup>3</sup>

Ces sources totalisent d'une capacité de 471,68Hm<sup>3</sup>

Pour l'alimentation en eau potable presque toutes les zones de la wilaya reçoivent une dotation moyenne réelle de 190,1 L/j habitants, et le taux de raccordement au réseau est de 94% ; ce réseau est long de 966,519Km avec une capacité de stockage : 70810M<sup>3</sup> et 63 936 foyers sont raccordés à ce réseau.

En matière d'assainissement, le taux de raccordement est significatif à 97% ; ainsi que 70 169 foyers sont raccordés au réseau d'assainissement, ce dernier est long de 962,83 Km(*Monographie de la wilaya de Laghouat Edition, 2011*).

**Tableau 01. Ressources Superficielles et Souterraines dans la région de Laghouat:**

**Souterraines :**

Dénomination	Localité	Capacité (Hm <sup>3</sup> /an)
Mio-Pliocène + Q	A travers la wilaya	390
Turonien		44
Albien – B arremien		100
Jurassique		10,44
		<b>Total = 544,44</b>

**Superficielles :**

Dénomination	Localité	Capacité (Hm <sup>3</sup> /an)
Barrage Tadjmout (inféro-flux)	Tadjmout	4,7
Petit barrage Khneg sisi	GueltetSidiSaad	4,00
Brahim	OuedMorra	0,0025
Retenue collinaire Ain Arrar	El Guicha	0,003750
Retenue collinaire Ain Taïba	Hadj El Mechri	0,0056
Retenue collinaire Ain Madani	Taouiala	0,0025
Retenue collinaire Ain Ramdane	Sidi Makhoulouf	0,0025
Retenue collinaire Bakdache		

Source :(Monographie de la wilaya de Laghouat Edition, 2011

## **1. Généralités**

Le terme « pollution » désigne la présence d'une substance au-delà d'un seuil pour lequel des effets négatifs sont susceptibles de se produire (*François, 2000*).

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

## **2. Définition**

La pollution comprend toute nuisance apportée à un écosystème qu'elle soit une modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau.

C'est la contamination de l'eau par les corps et substances étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres ; dues à des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et, plus généralement, tout à fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques .(*Shukuru, 2010*)

## **3. Les types de pollution**

### **3.1. Pollution physique**

Elle peut être thermique, radioactive ou due au transport de matières en suspension. Ces dernières créent la turbidité qui donne à l'eau un aspect peu agréable, causent des dommages aux poissons et freinent le développement des organismes photosynthétiques. Les pollutions radioactives et thermiques proviennent quant à elles du rejet de radio-isotopes

ou d'eaux chaudes ayant servi au refroidissement des centrales électriques et nucléaires (*Rodier, 1996 ; Lounnas, 2009*).

Les conséquences directes de ce rejet, est l'élévation de la température des eaux naturelles, ce qui modifie le taux d'oxygène, augmente l'activité cellulaire et la respiration de la biocénose, diminue la diversité du phytoplancton et peut provoquer la prolifération d'espèces thermophiles (*Rodier, 1996*).

### **3.2. Pollution chimique**

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : déchets industriels minéraux et organiques. Ils peuvent être dégradables (substances dont la nature est modifiée ou la quantité réduite par des phénomènes biologiques, chimiques ou physiques) ou non dégradables (ne sont pas modifiés par les processus biologiques qui se déroulent dans les eaux naturelles). Ce sont les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés, les hydrocarbures, les détergents. Certains éléments toxiques (plomb, arsenic, mercure...) dits bio-accumulables, peuvent, à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton, atteindre l'Homme, et provoquent des altérations graves de certains organes (*Hervé, 2005*).

### **3.3. Pollution microbienne**

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites. Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve être l'appareil digestif de l'Homme et des animaux. L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface (*J. Rodier 2009*).

## **4. Principaux polluants**

Les principaux polluants peuvent être (*Lauar 2012*) :

- Les matières en suspension
- Les polluants organiques
- Les matières fertilisantes
- Les polluants métalliques et les polluants chimiques persistants

- Les sels minéraux
- La pollution microbiologique

## **5. Conséquences de la pollution**

Les conséquences de la pollution peuvent être (*Bireech et messaoudi , 2007*):

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau.

## **6. Principales maladies d'origines hydriques**

### **6. .1. Généralité**

Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites issues d'une fèces humaine ou animale (*Tourab,2013*).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre. Toujours selon l'OMS en 1990, près de

5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique. (*N'diaye, 2008*).

Dans son rapport du 26 juin 2008, l'OMS estime que l'eau sale est à l'origine de 9,1% des maladies et de 6% des décès enregistrés chaque année dans le monde. Les enfants sont les premières victimes, Il y a une forte inégalité entre les pays riches et pauvres : l'eau est à l'origine de moins de 1% de la morbidité dans les pays développés, cette proportion atteint 10% dans les pays en développement (*N'diaye, 2008*).

En 2009, 1,1 milliard de personnes n'ont aucun accès à une source d'eau salubre. La conséquence directe est que 1,6 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques (*Baziz, 2008*).

Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite (*N. Baziz, 2008*).

## **6. 2. Maladies hydriques d'origine bactérienne**

### **6. 2.1. Le choléra**

C'est une maladie à transmission oro fécale due par *Vibrio cholerae* qui libère une exotoxine thermolabile et entraîne une hypersécrétion d'eau. Le volume d'eau éliminé peut atteindre 15 à 20 L par jour. La dose infectante est importante, de l'ordre de 10<sup>8</sup> bactéries.

(*Tourab, 2013*).

L'OMS estime 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 (*N'diaye, 2008*).

### **6. 2.2. La typhoïde**

La fièvre typhoïde et paratyphoïde dues à des salmonelles (*salmonella typhus* et *paratyphus*, peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie accompagnées avec fièvre élevée, une céphalée, diarrhée, douleurs abdominales abatement extérieur (le typhus) (*Baziz, 2008*).

### 6. 2.3. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire

Les shigelles sont responsables de toute une variété de signes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère, jusqu'à la dysenterie sévère. Elles sont résistantes aux effets destructeurs des acides facilitate la propagation digestive intraluminaire de la bactérie (*Muambi,2013*).

### 6. 3. Maladies hydriques d'origine protozoaire

#### 6. 3.1. L'amibiase

L'amibiase est une parasitose cosmopolite causée par l'amibe dysentérique et provoque la dysenterie amibienne. De nombreuses espèces d'amibe vivent dans le gros intestin de l'homme, seule l'une d'elles; *Entamæba histolytica*, est susceptible de déclencher une amibiase, c'est la seule qui possède en effet la capacité de traverser la muqueuse de l'intestin et d'en détruire la paroi où nourrit exclusivement d'hématies où il provoque une nécrose locale et des ulcères. Ce parasite est présent sous sa forme enkystée dans l'eau ou les aliments souillés qui sont très résistants (*Benayada 2011*).

Les symptômes habituels de la maladie sont la diarrhée, la fièvre et des crampes abdominales, l'infection peut se compliquer; L'amibe change alors de biotope, gagne d'autres organes elle entraîne diverses manifestation intestinales et extra intestinales (hépatique, pulmonaire,...) (*Benayada 2011*).

#### 6. 4.2. Les Giardiasis

La Giardiasis est une parasitose de l'intestin grêle, due à un protozoaire flagellé : *Giardia intestinalis*, La transmission du parasite se fait principalement par l'ingestion d'eau ou d'aliment contaminés par les formes kystiques du parasite. On sait actuellement que c'est un parasite, touchant 10 à 20 % des populations vivant en climat tempérés et chauds, Il semble que la présence des *Giardia* entraîne des troubles dans l'absorption de divers aliments ou vitamines, si l'infestation est peu importante, elle peut rester latente. Parfois, le début est brutal, après incubation de 10 à 15 jours, avec des symptômes gastro-entérite aigüe avec des douleurs abdominales, ballonnement, nausées, anorexie, vomissements, et diarrhée aqueuse (*Benayada , 2011*).

#### **6. 4. Les maladies causées par les helminthes**

.4.1. Ascaridiase ou ascaridiose L'ascaridiose est due à un nématode (ver rond): *Ascaris lumbricoïdes*. C'est une parasitose cosmopolite, l'une des plus communes et des plus répandues (*N'diaye,2008*).

Dans les années 1970, une personne sur quatre dans le monde en était atteinte, ce chiffre a probablement légèrement diminué depuis. On la rencontre principalement dans les pays tropicaux. La contamination est réalisée par l'ingestion d'œufs d'ascaris souillant l'eau, les fruits et les légumes, ou par les mains sales. Après avoir éclos dans le tube digestif, les vers gagnent le foie, les poumons puis l'intestin grêle, où ils deviennent adultes, la femelle pondant des œufs rejetés dans les selles (*Baziz 2008*).

## 1. Introduction

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

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

Ainsi les eaux résiduaires doivent être traitées avant déversement dans la nature et les eaux superficielles doivent aussi être traitées avant consommation (*Manceur et Djaballah, 2016*).

## 2. Historique du traitement des eaux

2000 avant J.C : On indique comment rendre les eaux potables en les faisant bouillir au-dessus d'un feu, en les chauffant au soleil, en y plongeant un fer chaud ou en les filtrant à travers un lit de sable et de gravier

En 1852, à Londres, on vota une loi qui stipulait que toute eau destinée à la consommation humaine devait être filtrée.

En 1854, John Snow et John York ont montré, dans la mesure où ils le pouvaient avec les moyens de l'époque, que la fièvre asiatique qui sévissait alors à Londres était transmise par les eaux du puits de « Broad Street ».

A partir de 1904, en Angleterre, on procéda à la chloration continue des eaux de consommation, pratique que les Etats-Unis adoptèrent à leur tour en 1909.

Depuis le début du siècle, on a réalisé d'importants progrès en matière de traitement des eaux. La désinfection continue des eaux est maintenant chose courante ; des produits désinfectants, comme l'ozone et le dioxyde de chlore assurent une meilleure désinfection. Grâce à la technologie actuelle, on peut rendre potable à peu près n'importe quelle eau, et quel que soit son degré de pollution.

La tâche actuelle du spécialiste en traitement des eaux ne consiste pas uniquement à appliquer des principes connus, étant donné que la croissance démographique et l'industrialisation ont augmenté la quantité et la diversité des déchets rejetées dans les rivières

et les lacs, ce qui donne naissance à de nouveaux problèmes. Les virus, les métaux lourds, les micropolluants, et les trihalométhanes engendrent autant de cas que le spécialiste doit résoudre techniquement et de façon économique (Manceur et Djaballah, 2016).

### 3. Importance du traitement des eaux

L'organisation mondiale de la santé estime en effet que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont discrètement associés à l'eau : on retrouve ainsi en permanence 400 millions de personnes atteintes de gastro-entérite, 200 millions de schistosomiase (bilharziose) 160 millions de paludisme et 300 millions d'onchocercose. On estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile.

Malgré les apparences, la transmission des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement. Une étude récente a en effet révélé que, chaque année, aux États-Unis, 35 000 personnes étaient victimes de salmonelloses, 200 000 de shigellose et 75 000 d'hépatite à virus A. Ces infections entraînent respectivement des dépenses totales – hospitalisations, mortalité et pertes de rendement – de 6 500 000 \$, 3 500 000 \$ et 115 000 000 \$ (Manceur et Djaballah, 2016).

### 4. Traitements de l'eau (Zouag et Belhadj, 2017)

Le schéma ci-dessous représente les étapes de traitement de l'eau du captage à la distribution.

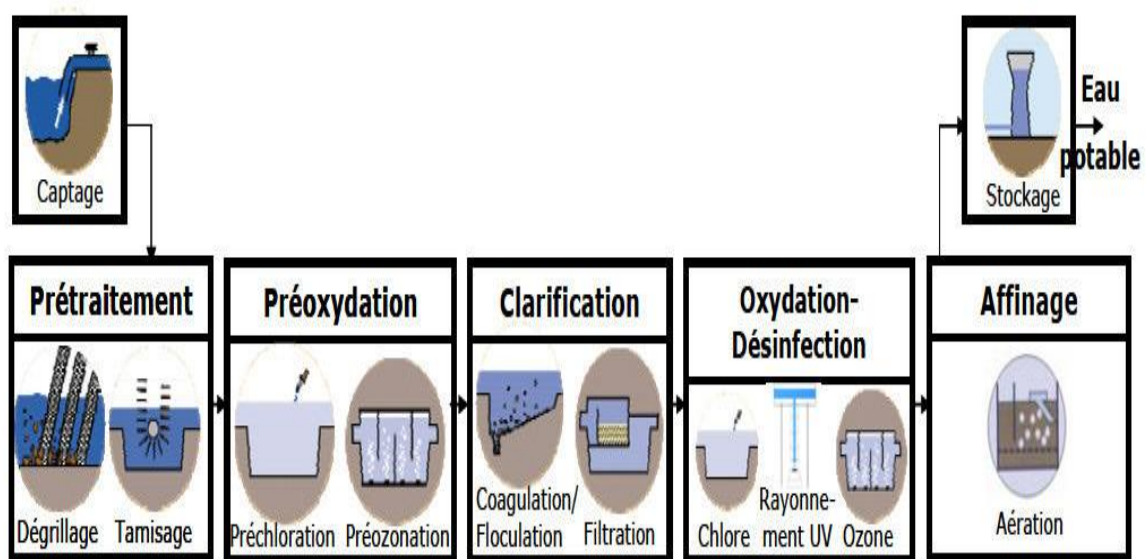


Figure n°03. Schéma des étapes de potabilisation de l'eau (Valentin, 2000).

#### **4.1. Le prétraitement physique**

Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour les traitements ultérieurs.

- Dégrillage
- Tamisage ou micro tamisage
- Dessablage
- Autres prétraitements physiques: dégraissage et déshuilage .

#### **4.2. Le prétraitement chimique : Pré oxydation**

Cette étape va s'insérer dans une filière de traitement de l'eau en la plaçant en aval des prétraitements physiques et en amont des traitements classiques.

Pour le prétraitement chimique les stations d'épurations d'eau utilisent :

- De l'oxygène (aération).
- Le chlore.
- Les chloramines.
- Le bioxyde de chlore.
- Le permanganate de potassium.
- L'Ozone .

#### **4.3. Traitement de clarification**

L'ensemble des opérations permettant d'éliminer les M.E.S d'une eau brute ainsi que les polluants associés à ces M.E.S :

- Décantation S'effectue dans des bassins. Elle permet d'éliminer 70% environ de matières minérales et organiques en suspension qui se déposent au fond du bassin où elles constituent les boues. Celles-ci sont récupérées par raclage au fond du bassin.
- Coagulation floculation La coagulation : a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. La Floculation : agglomération de particules déstabilisées en micro floc facilement éliminé par les procédés de décantation.

- filtration Le filtre le plus classique est le filtre à sable, elle sera d'autant plus efficace que les grains seront plus fins. L'écoulement est alors suffisamment lent pour permettre le développement d'un bio film à la surface du sable. L'activité épuratrice de ce bio film permet la dégradation de la matière organique

#### **4.4. Oxydation-Désinfection**

L'oxydation est une opération essentielle à tout traitement des eaux. Elle est toujours incluse en fin de filière au niveau de la désinfection. A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension. Celles-ci n'ont en elles-mêmes rien de dangereux.

Il nous arrive souvent de consommer de l'eau en contenant : le thé, le café, le vin ou le lait qui sont chargés en matières organiques, mais qui s'oxydent spontanément en présence d'air. On va les détruire dans la mesure du possible par une oxydation.

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau. Il peut cependant subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation.

Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée

#### **4.5. Affinage**

L'affinage a pour effet l'élimination des matières organiques et de certains micropolluants. Il améliore, en outre les qualités organoleptiques de l'eau :

- L'adsorption sur charbon actif : l'élimination des mauvais goûts et mauvaises odeurs.
- Le stripping : pour l'élimination des gaz dissous
- La mise à l'équilibre calco-carbonique .

## 1. Caractéristiques de l'eau potable

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricte fixée par le ministre de la santé et le conseil supérieur du secteur d'hygiène publique. Les normes définissant une eau potable sont variables suivant la législation en vigueur (*James et Birkett , 2012*).

Il existe plusieurs critères pour une eau propre à la consommation. Ces critères, décidés selon le principe de précaution maximal qui permet de protéger les personnes dont la santé est plus fragile (*James et Birkett,2012*).

### A. Les caractéristiques organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe, une eau de consommation doit être inodore, incolore (*Abbou et Benmlouka,2014*).

#### *Couleur*

Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut avoir une origine : naturelle, industrielle, chimique ou biologique (*Abbou et Benmlouka 2014*).

Cet élément va être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire, même une fois traitée elle n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée). Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UC (Unité de couleur) à partir duquel le consommateur peut percevoir la coloration de l'eau dans un verre d'eau (*Zanat,2009*).

#### *Odeur et Saveur*

Ces deux propriétés sont simultanément stimulées et il est extrêmement difficile de les distinguer l'une de l'autre. Elles sont aussi extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Les problèmes de goût et d'odeur sont la cause principale des plaintes formulées par les usagers. Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable » (*Zanat ,2009*).

## **B. Les caractéristiques physicochimiques**

### ***pH***

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certain inconvénient (*Maiga ,2005*).

Les législations Algériennes et européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide  $6,5 < \text{pH} < 8,5$ .A (*Maiga ,2005*).

**Tableau 02.Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau .**

<b>Qualité de l'eau</b>	<b>Bonne</b>	<b>Moyenne</b>	<b>mauvaise</b>	<b>Très mauvaise</b>
<b>pH</b>	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	>6, - <9	>5, - <9

Source : (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie ,2014)

### ***Minéralisation globale***

La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que carbonates, bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), sodium  $\text{Na}^+$ , potassium ( $\text{K}^+$ ), manganèse  $\text{Mn}^{2+}$ . Une minéralisation excessive donne un goût salé (*Vaurette .2014*).

La grille suivante a été établie par l'agence nationale des ressources hydrauliques algérienne pour limiter les concentrations des paramètres physico-chimiques dans les eaux de boissons (*Vaurette .2014*).

### ***La conductivité***

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau.

La conductivité à la plus part du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau (Abbou et Benmlouka, 2014) .

**Tableau 03. Conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine**

Conductivité à 20°C (µS/cm)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

Source :(K. Bendada2011 )

### **La turbidité**

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en matières en suspension de très faibles dimensions (grains de silice, matière organique, limons...) éveille la méfiance et la répugnance du consommateur. (Dahel 2009)

La consommation d'une eau très trouble peut constituer un risque pour la santé car une turbidité excessive peut protéger des micro-organismes pathogènes ou stimuler la croissance des bactéries dans les réseaux. Pour cette raison, réduire la turbidité est l'un des buts primordiaux du traitement (Hamdi , 2011).

## **C. Les caractéristiques microbiologiques**

Généralement, tous les ressources d'eaux soit des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécale) ; quel que soit le type du germe il peut engendre des maladies infectieuses chez l'homme (Debabza , 2005) .

En définitive, La majorité des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries ou protozoaires) pouvant causer des maladies susceptibles de se trouver dans l'eau, proviennent

de déjections humaines ou animales, l'importance de pollution microbiologie nous oblige de faire un traitement de l'eau avant qu'elle ne soit distribuée au publique (*Belala , 2006*).

De l'analyse microbiologique de l'eau né le concept de "microorganismes indicateurs de contamination fécale". Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes mais leur présence en grand nombre dans un milieu aquatique indique l'existence d'une contamination fécale, et donc un risque épidémiologique potentiel (*Debabza , 2005*).

### ***Bactéries***

Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte, porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale : les coliformes et les streptocoques fécaux.

D'autres indicateurs non spécifiques ont été utilisés comme complémentaires : les germes totaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs (*Debabza , 2005*).

Ce implique aussi la recherche de certains germes pathogènes : *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Pseudomonas aeruginosa* et les *Staphylocoques* (*Zanat , 2009*).

### ***Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale :***

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement (*Zanat , 2009*).

Trois indicateurs sont à noter: les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux (*Debabza ,2005*).

### **Les coliformes totaux Sous le terme de « coliformes »**

Est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Entero bacteriaceae, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37C°, ils sont sensibles au chlore ( *Hamed, 2012*).

Ils se répartissent en deux catégories:

- Les germes thermophiles
- Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène)

Leur intérêt plus moindre pour déceler une contamination d'origine fécale (*Ghizellaoui,2010*).

A. Les coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles (*Debabza , 2005*).

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C (*Debabza , 2005*).

Les streptocoques fécaux

Ce sont les streptocoques du groupe D. Elles sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus* (*Seghir ,2012*).

Bactéries indicatrices, non réellement spécifiques de pollution fécale

A. Les Clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique (*Maiga , 2005*).

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection ( *Hélène .2008*).

**B. Les bactéries aérobies revivifiables (germes totaux)**

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 37°C s'effectue dans la gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA (*Diop, 2006*).

La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires (*Diop, 2006*).

***Parasite***

Les protozoaires constituent un groupe diversifié de microorganismes. Ce sont, pour la plupart des organismes libres, qui peuvent vivre dans l'eau de surface et l'eau usée. Ils ne présentent aucun risque pour la santé humaine. Cependant, certains protozoaires entériques, comme *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* sont pathogènes et ont été associés à des épidémies de maladies liées à l'eau potable. Ils peuvent se retrouver dans l'eau potable à la suite d'une contamination par la matière fécale d'humains ou d'animaux. (*Tourab, 2013*).

Ils persistent à la condition environnementale sous des formes particulières : kyste, oocyste, une fois ingérés, ils entrent en phase de germination, se reproduisent et entraînent la maladie ex: Giardiase, Amibiase, gastro-entérites... (L'OMS-1996 estime l'incidence mondiale de la giardiase à 200 millions de cas par année) (*Tourab, 2013*).

## **2. Caractéristiques de l'eau d'irrigation**

Si elle ne provient pas du réseau public, l'eau d'irrigation doit faire l'objet d'une analyse physicochimique. Sa nature est prise en compte dans le choix des végétaux et du système d'arrosage. En particulier dans le cas d'une eau très minéralisée caractérisée comme suit :

- Conductibilité > 1 500 micro-S/cm à 20 °C ;
- Dureté > 50° (mesure française) ;
- Teneur en chlorures > 400 mg/l (fascicule n° 35 du CCTG).

(*Travaux d'infrastructure, Eaux d'irrigation, 2011*)

### 3. Caractéristiques des eaux de piscine

La qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau dans les piscines doit être conforme aux normes suivantes :

**Tableau04. Normes des eaux de baignade**

<b>Paramètres microbiologique</b>		
<i>Paramètres</i>		Normes
<i>Coliformes fécaux</i>		<1UFC/100ml
<i>Escherichia coli</i>		<1UFC/100ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<1 UFC/100ml
<i>Staphylococcus aureus</i>		< 30UFC/100 ml
<b>Pramètres physico-chimiques</b>		
Paramètres		Normes
Alcalinité		60 à 150mg/l $\text{CaCO}_3$
Chloramines	Bassins intérieurs	$\leq 0.5\text{mg/l}$
	Bassins extérieurs	$\leq 1.0\text{mg/l}$
Désinfectant résiduel		
Chlore libre	Bassins intérieurs	0.8 à 2.0 mg/l
	Bassins extérieurs	0.8 à 3.0 mg/l
Brome total		2.0 à 5.0 mg/l
Ozone		0.0mg/l
Dureté		150 à 400mg/l $\text{CaCO}_3$
pH		7.2 à 7.8
Turbidité		$\leq 1.0$ UTN

Source :(Direction de l'eau potable et des eaux souterraines ,2016)

## I. Plan de l'étude

### 1. Rappel de l'objectif de l'étude

Évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau utilisée dans la ville de Laghouat.

### 2. Durée et lieux du travail

- ◆ Notre étude a été réalisée au niveau de la ville de Laghouat 29-01-19 au 10-03-19.
- ◆ Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène.
- ◆ Les analyses physicochimiques ont été au niveau de L'Algérienne Des Eaux (ADE).
- ◆ Les analyses parasitologiques ont été faites au niveau du laboratoire pédagogique du département de biologie.

### 3. Organigramme

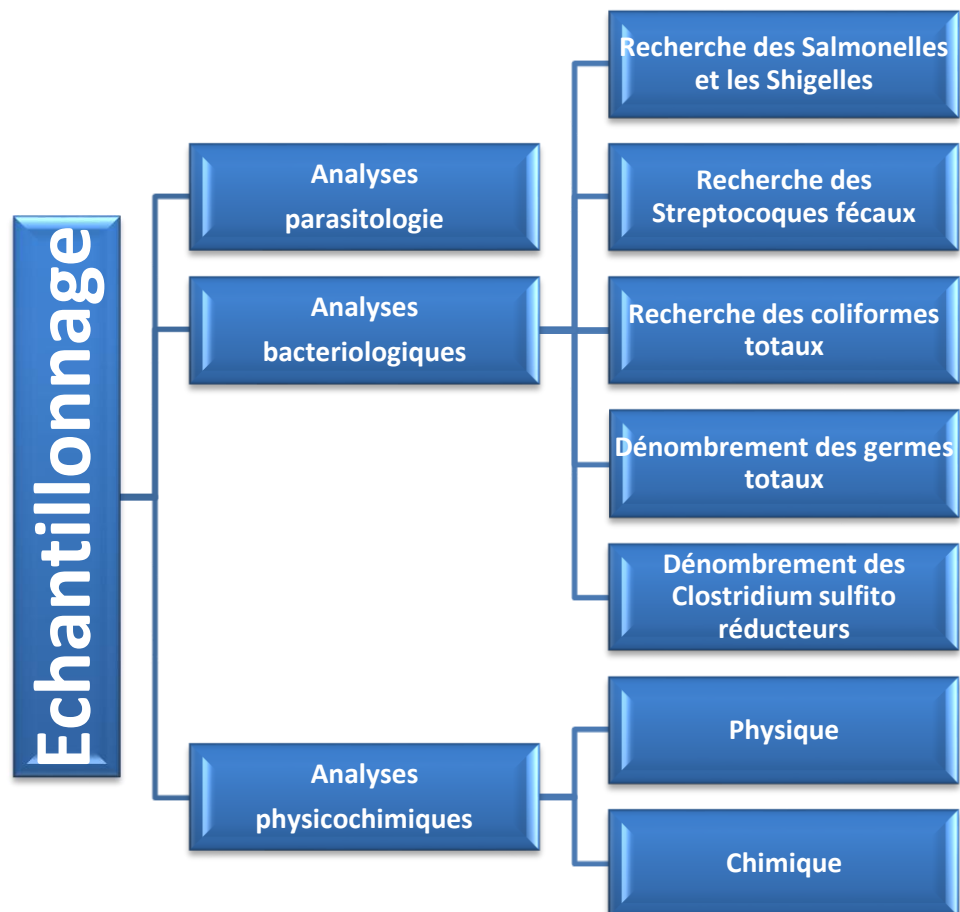


Figure 04. Schéma de l'étude expérimentale

## II. Objet de l'étude

### 1. Echantillons

Echantillons	Nature	Provenance
1	Eau du robinet	Cité universitaire Bedj
2	Eau de puits agricole	Bordj senouci
3	Eau de puits	Milok
4	Eau de baignade	Piscine municipale

### 2. Mode d'échantillonnage

Pour les analyses physico-chimiques le prélèvement a été effectué selon les étapes suivantes :

- Préparation de deux flacons propres en plastique d'un litre pour l'échantillonnage.
- Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2 minutes avant la collection
- Rinçage du flacon d'échantillonnage au moins deux fois avec de l'eau traitée.
- Remplir chaque flacon lentement avec un faible débit pour éviter les turbulences et la formation des bulles d'air.
- Fermer le flacon et s'assurer qu'il n'y a pas de vide au-dessus de l'échantillon
- Étiquetages des flacons d'échantillonnage en déterminant le point de prélèvement, la date
- La détermination de la plupart des paramètres physico-chimique a été effectuer immédiatement, dans le Cas contraire les échantillons ont été conserver dans des conditions appropriées.

Pour les analyses microbiologiques, les échantillons ont été prélevés dans des flacons stérilisés en verre et transporté dans une glacière à une température maintenue entre 1 et 4°C afin d'éviter la multiplication des germes dans l'eau (*Zouag et Belhadj,2017*).

### **III. Analyses bactériologiques**

#### **III. 1. Matériel utilisé**

##### ***Verreries***

- Flacons en verre de 250 ml, avec bouchon à vis métallique
- Pipettes graduées : 1 ml, 2 ml, 10 ml
- Tubes à essais stériles
- Lames, Lamelles
- Pipettes Pasteur
- Becher
- Eprouvettes graduées
- Fiole Avant

##### ***Appareillages***

- Autoclave.
- Bec benzène.
- Microscope optique
- pH mètre
- Balance de précision
- Agitateur
- Bain-marie
- Four pasteur.
- Etuves réglées
- Loupe binoculaire
- Frigo

##### ***Outils***

- Anse de platine.
- Boîtes de Pétri stériles.
- Pince.
- Portoirs.

### **Milieux de cultures (N'diaye 2008)**

- Des milieux de cultures solides et liquides sélectives ont été utilisés pour la recherche et l'isolement de différentes flores présentes dans l'eau de robinet analysée.
- Gélose PCA : (Plat Count Agar), est préconisée pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile total
- Bouillon de Rothe : est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et de dénombrement des entérocoques dans les eaux d'alimentation, les produits surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus problème
- Gélose Hektoen (HK).est un milieu d'isolement des salmonelles et de shigelles, bien que de nombreuses bactéries à gram négatif puissent se développer sur ce milieu.
- L'identification d'entérobactéries pathogènes repose sur le non utilisation des glucides présents dans le milieu.
- Gélose glucosée viande-foie : est utilisée pour le dénombrement des spores de Clostridiasulfito-réducteurs dans les eaux (selon le cadre normatif NF T 90-415), et les produits alimentaires.
- TGEA La Gélose Glucose Tryptone est un milieu développé pour la recherche et le dénombrement des micro-organismes dans l'eau, le lait et les produits laitiers.
- BCPL Milieu de base non sélectif pour l'isolement des bactéries

## **III. 2. Méthodes**

Avant chaque utilisation, la verrerie doit être soigneusement lavée, rincée, séchée et stérilisée au four Pasteur à 180°C pendant 30 minutes(*Zouag et Belhadj,2017*).

### **III.2.1. Dénombrement des germes totaux**

Le dénombrement des germes totaux consiste en une estimation du nombre des germestotaux dans l'eau.

➤ **Milieu de culture :**

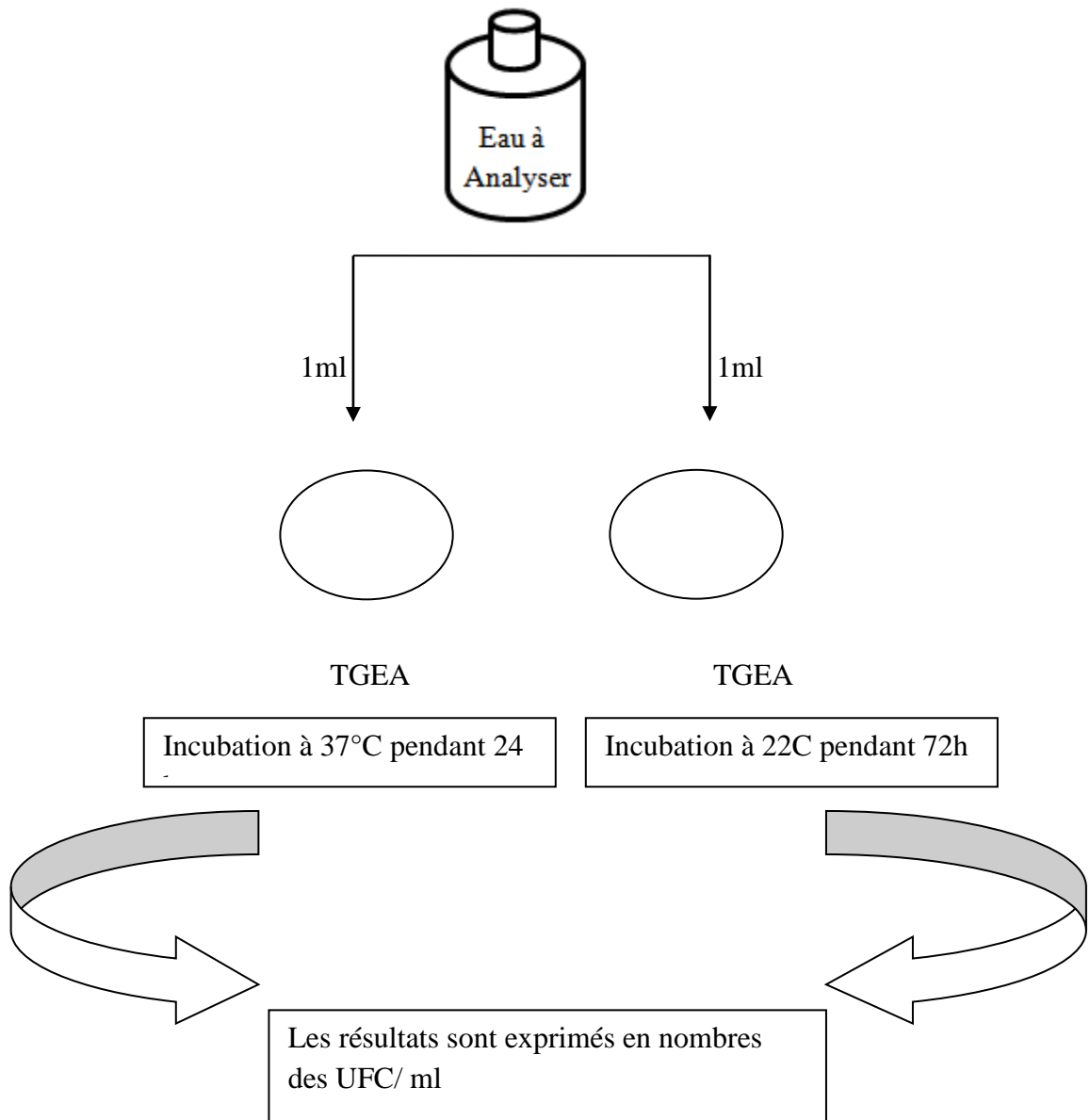
Gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure (TGEA).

**➤ Mode opératoire :**

- Le milieu gélosé TGEA est fondu dans un bain marie à 100°C puis refroidi à environ 40°C.
- Verser 1ml d'eau à analyser dans deux boites de pétri.
- Ajouter 15 ml de TGEA fondu et refroidi à environ 40°C.
- Mélanger avec précaution par rotation.
- Laisser la gélose se solidifier.
- Incuber une boîte à 22°C pendant 72h et la deuxième à 37°C pendant 24h

**➤ Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en nombre des UFC/ ml (unités formant une colonie).



**Figure n°05. Recherche et dénombrement des germes totaux**

### III.2.2. Recherche des coliformes totaux

La colométrie consiste à déceler et à dénombrer les germes coliformes et parmi lesquels les coliformes fécaux. Elle compte deux temps :- La recherche présomptive des coliformes (*Zouag et Belhadj, 2017*).

➤ **Milieux de culture et réactifs :**

Bouillons lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) à double concentration (D/C) et simple concentration(S/C).

➤ **Mode opératoire :**

Il est effectué en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol. Tous les tubes sont munis de cloches de durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

Pour l'ensemencement on utilise :

- Un flacon contenant 50ml de BCPL (D/C) avec 50ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10ml de bouillon BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser.
- 5 tubes de 10ml de bouillon BCPL à simple concentration avec 1ml d'eau à analyser.
- L'incubation se fait à 37°C ; la cloche ne devant pas contenir de gaz au départ

➤ **Lecture :**

- La lecture se fait 48h après l'incubation.
- Tous les tubes présentent un aspect trouble de couleur jaune avec du gaz

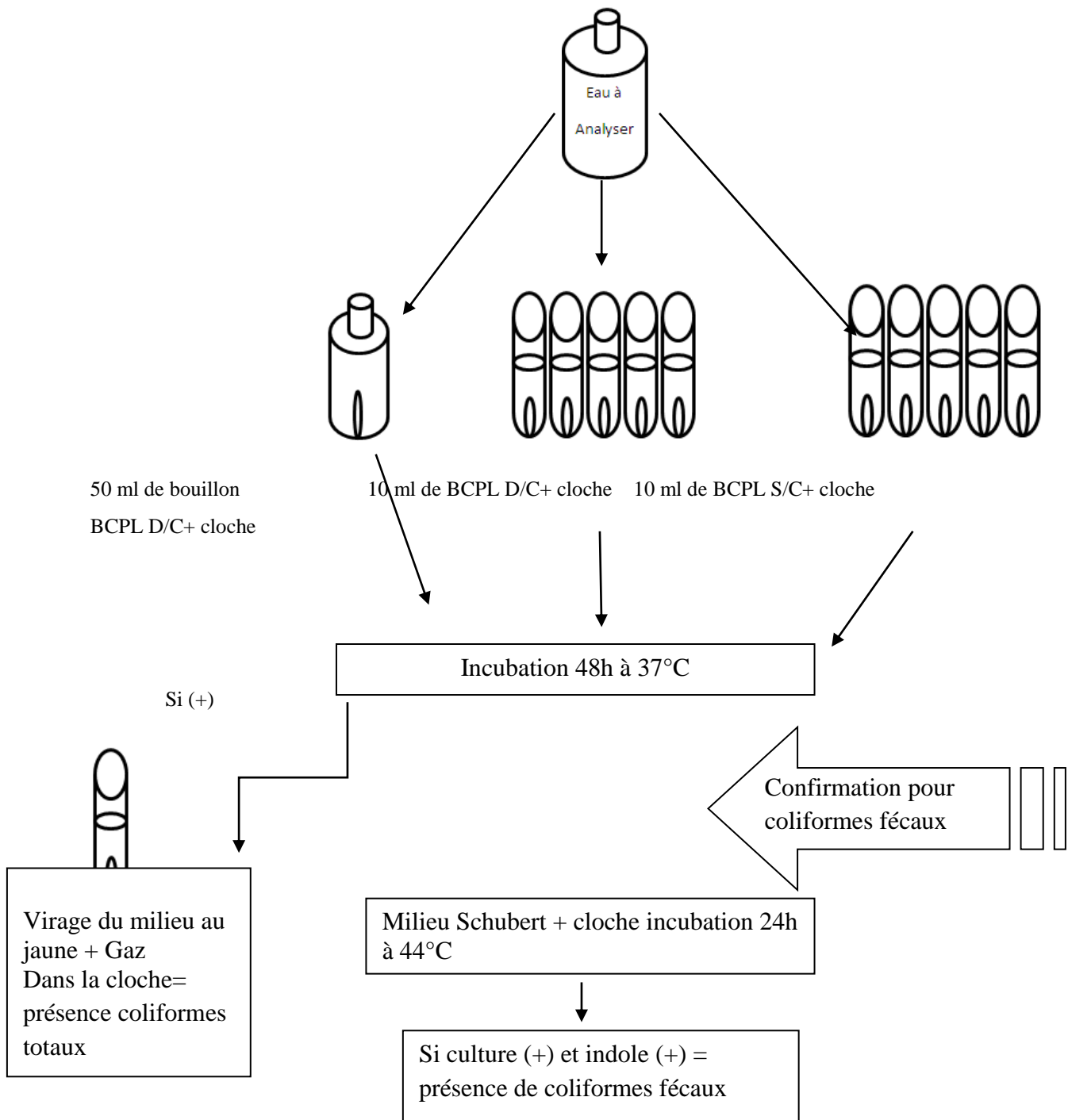


Figure n°06. Recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau

### **III.2.3. Recherche des Streptocoques fécaux**

➤ **Principe :**

- Rechercher et dénombrer les streptocoques fécaux considérés comme des témoins de pollution fécale.
- 

➤ **Milieu de culture :**

- Milieu de Roth à D/C.
- Milieu de Roth à S/C.

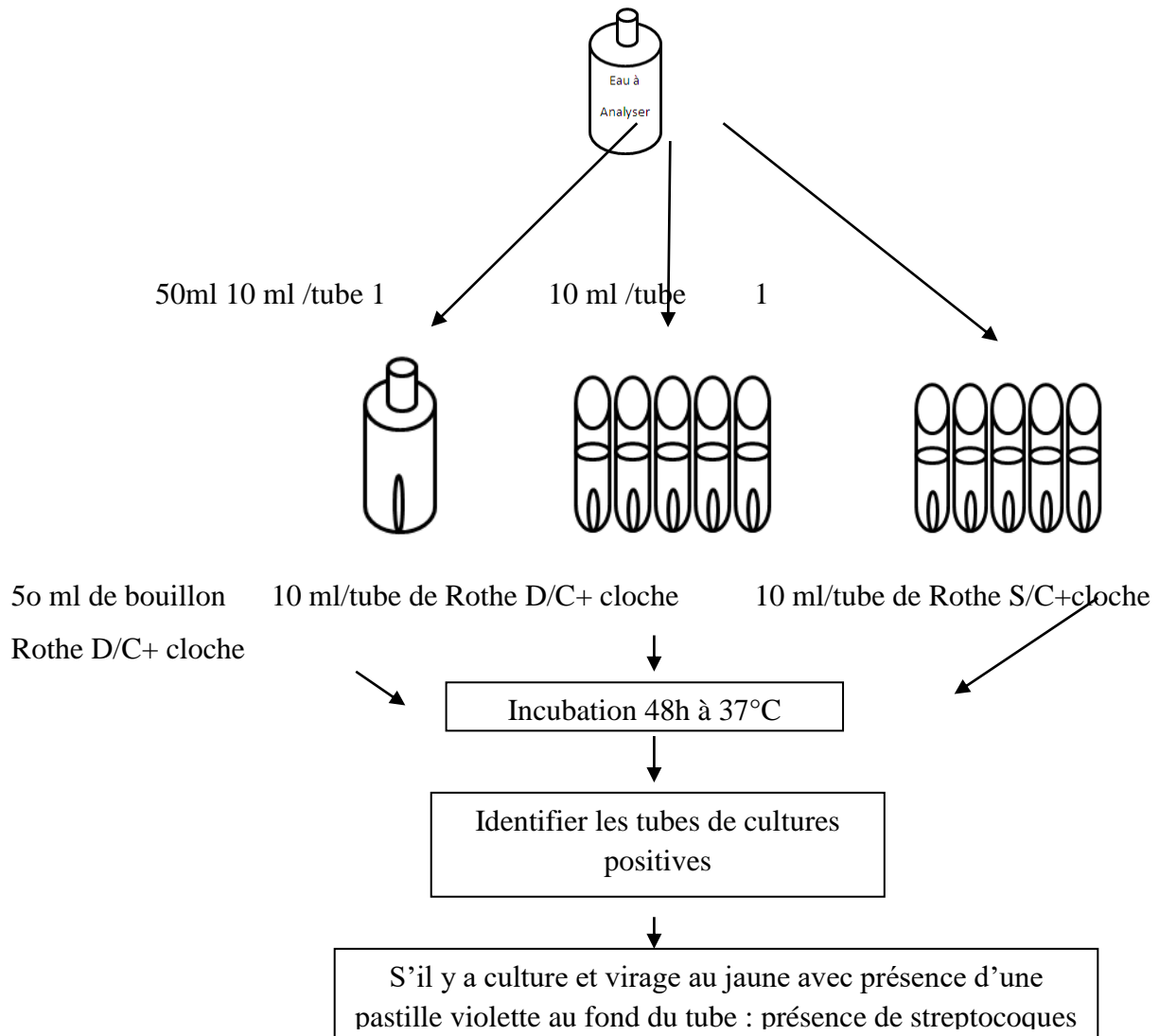
➤ **Mode opératoire :**

- 1 flacon contenant 50ml de bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau.
- 5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau.
- 5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 1 ml d'eau.
- Incubation pendant 48h à 37°C.

➤ **Lecture :**

- Les tubes présentent une trouble microbienne

**Test présumptif**



**Figure n°7. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau**

**III.2.4. Dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs**

**➤ Principe :**

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduisent par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies (Voir figure 08).

➤ **Milieu de culture :**

- Gélose viande foie.

➤ **Mode opératoire :**

- On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'eau à analyser (5 ml dans chaque tube).
- On place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 5 minutes.
- On refroidit à 45°C, on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes des sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes avec 15 ml de gélose viande foie.
- On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h.
- Les clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer.

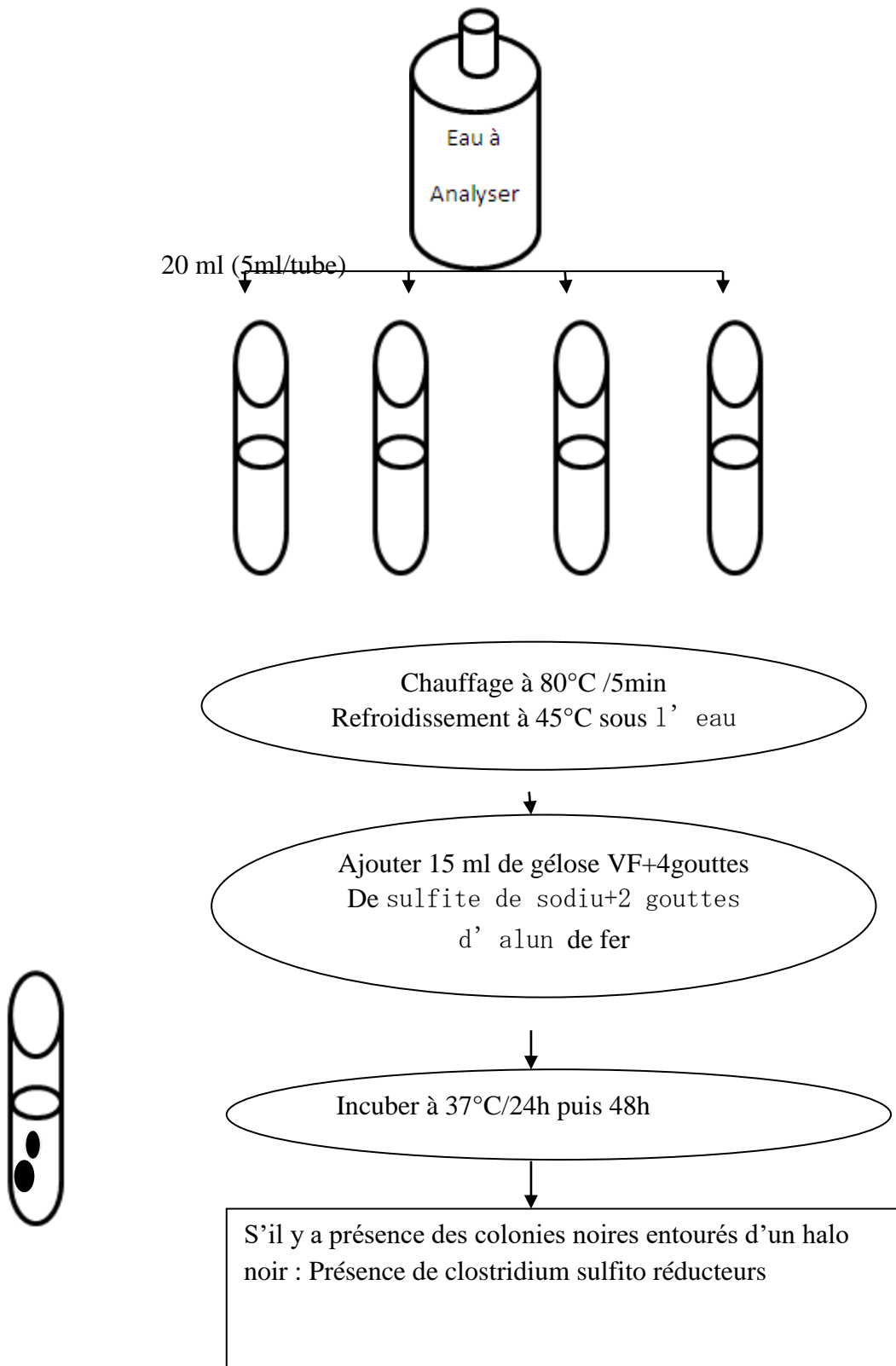


Figure n°08. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito- réducteur

### **III.2.5. Recherche des Salmonelles et les Shigelles**

➤ **Milieu de culture :**

- Gélose Hektoen (HK).

➤ **Mode opératoire**(Voir figure 04).

- 💧 Enrichissement: Introduire 10 ml du liquide pré-enrichi dans 100 ml de bouillon sélénite puis incubé 24 heures à 37°C.
- 💧 Isolement: Étaler 0,1 ml de la solution enrichie à la surface de la boîte de Pétri contenant le milieu Hektoen coulé préalablement.

➤ **Lecture**

Les salmonelles et shigelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille, sur gélose SS.

➤ **Lecture**

Après incubation, se développent les bactéries et/ou les spores produisant, qui donnent un précipité noir.

*enrichissement*

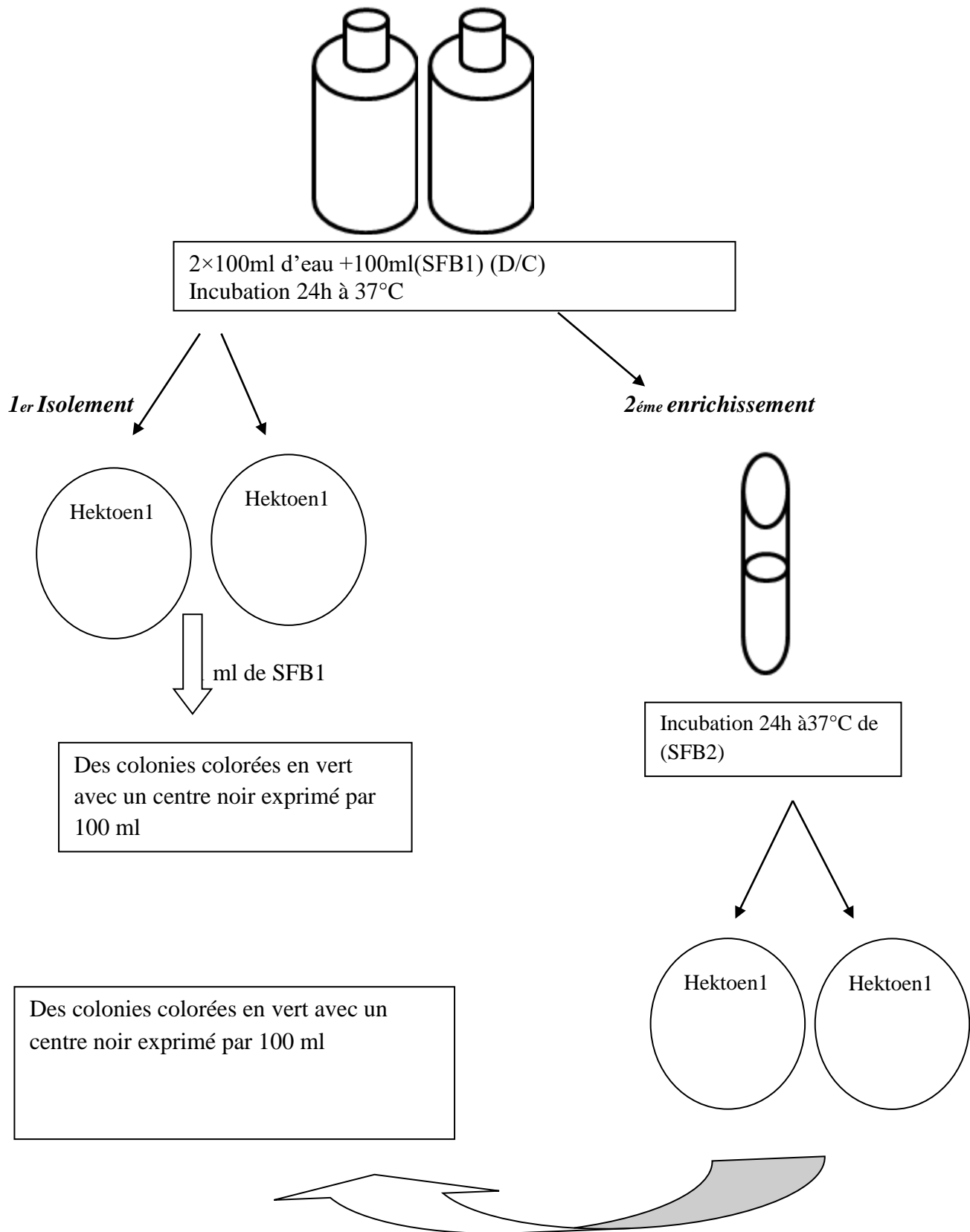


Figure n° 9. Recherche des salmonelles.

## IV. Analyse parasitologique

Les parasites les plus recherchés dans l'eau de boisson sont :

**Tableau 05. Représentant toute les Parasites dans l'eau (protozoaire et Helminthes)**

Les protozoaires	Helminthes
<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Entamoeba histolytica</i> (amibiase) : légère diarrhée à dysentérie sanguinolente fulminante.</li><li>• <i>Giardia intestinalis</i> (Giardiase): diarrhée, crampes, nausées et vomissement.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Ascaris lombricoïdes</i> (ascaridiose)</li></ul>

*Source : (Zouag et Belhadj ,2017).*

### 1. Matériels et réactifs

- Lames porte-objets
- Lamelles
- Pipettes Pasteur
- Lugol à 1%
- Tubes coniques

### 2. Méthode

On commence par l'examen à l'état frais et si l'on détecte le parasite on procède à la coloration avec la Technique de Ziehl Neelson modifiée. Les étapes sont :

- Centrifugation de 20 ml d'eau prélevée, ce dernier est séparé sur 2 tubes de 10ml.
- Déposer 2 gouttes de culot de concentration sur la lame, ajouter à une des 2 gouttes

De lugol et recouvrir d'une lamelle.

- Lire au grossissement Gx10 et Gx40 (en faisant des mouvements en zig zag).  
(Zouag et Belhadj,2017)



**Figure n°10.Centrifugeuse**

## **V. Analyses physico-chimiques**

### **1. Matériels utilisés**

#### ***Verreries***

- Pipettes graduées : 1 ml, 2 ml, 10 ml
- Tubes à essais stériles

- Pipettes Pasteur
- Becher
- Eprouvettes graduées
- Fiole Avant

### *Appareillages*

- Autoclave.
- Bec benzène.
- pH mètre
- Agitateur
- Bain-marie
- Four pasteur.
- Frigo
- Spectrophotomètre UV- visible
- Conductimètre

## **2. Méthodes**

Avant chaque utilisation, la verrerie doit être soigneusement lavée, rincée, séchée et stérilisée au four Pasteur à 180°C pendant 30 minutes.

### **V.2.1. Détermination de la température de l'eau**

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

La température a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un thermomètre de terrain de marque Consort C562(*Abbou,2014*).

La lecture de la température se fait directement en tenant le thermomètre dans une position légèrement incliné et s'affiche sur l'écran

### **V.2.2. Détermination du pH de l'eau**

Consiste à déterminer l'acidité ionique, par le dosage des ions de H<sup>+</sup> présents dans l'eau. Le pH de l'eau a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque Consort C562. La mesure se fait par les étapes suivant:

- Etalonner l'appareil à l'aide de 2 solutions tampons de pH connus (4 et 10) ;
- Mesurer le pH par immersion du bout de l'électrode dans le bécher contenant 500 ml du l'eau analysé ;
- Lire la valeur qui s'affiche immédiatement sur l'écran du pH mètre(*Abbou,2014*).



**Figure n°11. pH mètre**

### **V.2.3. Détermination de la conductivité**

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

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité a été mesurée par la méthode électrochimique à l'aide d'un conductimètre de terrain de marque Consort C562. ( *Abbou,2014*)



**Figure n°12: Conductimètre**

#### **V.2.4. Détermination de la dureté totale**

##### **➤ Principe :**

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés en complexe de type chélate par le sel disodique et de l'acide éthylène diamine tétracétique à pH égal à 10.

La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir d'ériochrome T (NET). Le titre hydrotimétrique détermine la concentration en sel de calcium et de magnésium dissouts (*Tourab2013*).

##### **➤ Réactifs utilisés :**

- Solution EDTA (10mmol/l)

- Solution de noir d'ériochrome à 5% (indicateur coloré)
- Solution tampon d'ammonium

➤ **Mode opératoire :**

- Dans un bécher on met 10 ml de l'eau à analyser
- Chauffer 60 °C, ajouter 1 ml du réactif ( NH<sup>4</sup>CL ;pH 10 )
- +2 gouttes de l'indicateur NET
- titrer avec l'EDTA (0.02N)

## V. .2.5 Détermination des phosphates PO<sup>4</sup>

➤ **Réactifs utilisés ;**

Heptamolybdate d'ammonium .....	13g
-Eau distillée .....	100 ml
-Tartrate d'antim .....	0.35g
-Eau distillée .....	100 ml
-Acide uonique .....	150 ml
-Eau distillée.....	150 ml

➤ **Mode opératoire :**

40 ml d'eau à analyser

-0.4 ml acide ascorbique

-1 ml du réactif mixte

-Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue

- effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm

Expression des résultats ;

Le résultat est donné directement en mg /

### **V. 2.5 Détermination de l'azote ammoniacal $\text{NH}_4^+$ :**

➤ **Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655 nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylat et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium( *Tourab2013*).

➤ **Réactifs**

Ractifs 1 :

- Acide dichloroisocyanurique .....2g /10
- Hydroxyde de sodium NaOH.....32g /10
- H<sub>2</sub>O distillée.....1000ml

Ractifs 2 :coloré

- tricitrate de sodium.....130g/10
- salicylate de sodium .....130g/10
- Nitropruciate de sodium.....0.97g
- H<sub>2</sub>O distillée.....1000ml

➤ **Appareillage :**

- spectrophotomètre UV –Visible

➤ **Mode opération :**

- prendre 40ml d'eau à analyser
- Ajouter 0.1 ml du réactif 1
- Ajouter 0.1 ml du réactif 2 et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h 30mn

l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de  $\text{NH}_4^+$

Effectuer la lecture à 655 nm

Expression des résultats ;

Le résultat est donné directement en mg /l

### V. 2.6-Détermination des Nitrites NO<sup>2-</sup>:

➤ **Principe ;**

Les nitrites réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui , après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediaminedichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm(*Tourab2013*).

➤ **Réactifs :**

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide .....40g
- Acide phosphorique.....100ml
- N-1 Naphtyléthylène diamine.....2g
- H<sub>2</sub>O distillée .....1000ml
- Appareillage : spectrophotomètre UV –Visible

➤ **Mode opération :**

- prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 0.5 ml du réactif mixte
- Attendre 10 mn
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub>- Effectuer la lecture à 543 nm
- Expression des résultats ;
- Le résultat est donné directement en mg /l

### V. 2.7.Détermination des Nitrates :

➤ **Mode opération :**

- Prendre 10ml de l'échantillon à analyser
- 3 gouttes de NaOH à 30%
- 1ml de salicylate de sodium
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 80°C
- Reprendre le résidu avec 2ml .H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn
- Ajouter 15 ml d'eau distillée
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro 415 nm
- Le résultat est donné directement en mg /l à une longueur d'onde de 415 nm



**Figure 13 :Spectrophotomètre**

## 1. Procédure adoptée

Afin d'examiner la qualité des eaux de cette étude faite dans la Wilaya de Laghouat, nous avons comparées nos résultats avec les normes algériennes et les normes de l'OMS (Voir annexes) ainsi que d'autres études faites dans d'autres wilayas (nous n'avons pas trouvé des études antérieures dans notre région).

## 2. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Ces analyses de terrain sont considérées comme préliminaire. Plusieurs types des méthodes permettent de caractériser ces paramètres, nous avons utilisé la méthode potentiométrique à l'aide des électrodes spécifique qui sont utilisées par immersion dans l'eau analysé et les résultats sont reportés dans le tableau 04.

**Tableau 06. Résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques**

	Cité universitaire Bedj	Milok	Piscine municipale	Bordj Senouci	Norme Algérienne	Norme De l'OMS
<b>Température (C°)</b>	16,3C°	20,1 C°	18,3C°	21,9C°	25	12-30
<b>Ph</b>	7,73	7,93	7,96	7,94	≥6,5 et ≤8,5	6,5 – 9
<b>Conductivité (µS/cm)</b>	3460	685	3400	1793	2800	2000
<b>La dureté m'eq/l</b>	32	9,8	35	21	500	500
<b>NH<sup>4+</sup> mg /l</b>	00	00	00	00	0.5	0.5
<b>Nitrate NO<sub>3</sub>- mg/l</b>	50	30,2	35,8	7,17	50	50
<b>Nitrite NO<sub>2</sub>- mg/l</b>	0,04	00	00	00	01	01
<b>Phosphate PO<sub>4</sub></b>	0,17	0,11	0,14	0,11	0.5	0.5

## 2.1. Température

Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques, nous avons commencé par la température. Ce paramètre joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Cependant une température supérieure à 25°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations (*Zouag et Belhadj, 2017*).

Les résultats obtenus sont résumés dans ce tableau:

$$\underline{\underline{T \min = 16,9 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T \text{ moy} = 19,45 \text{ } ^\circ\text{C} \quad T \text{ max} = 21,9 \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes. Avec des résultats obtenus variant entre 16,3 °C et 21,9°C. Pour ce qui est de d'irrigation et l'eau de baignade, il n'existe pas de norme de température.

## 2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

L'acidité de l'eau ne pose en soi aucun problème vis-à-vis de la santé du consommateur. Toutefois, l'eau acide distribuée par un réseau de canalisations peut constituer indirectement une menace pour la santé du consommateur mal informé ou imprudent.

L'eau acide est en effet agressive (corrosive) et peut libérer les métaux constitutifs des canalisations (en particulier intérieures aux habitations), à savoir le fer, le cuivre, le plomb, le nickel, le chrome et le zinc (*Zouag et Belhadj, 2017*).

$$\underline{\underline{\text{ph min} = 7,73 \quad \text{ph max} = 7,93}}$$

Les eaux de l'étude ont révélé des pH entre 7,73 et 7,96 qui sont conformes aux deux normes de potabilité.

### 2.3. Conductivité

La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution.

$$\underline{\underline{\text{Con min} = 685 \mu\text{S/cm} \quad \text{Con max} = 3460 \mu\text{S/cm}}}$$

Les résultats d'analyses montrent que les valeurs de la conductivité électrique des eaux de l'étude sont inférieures aux normes pour certains : Milok et le puits de Bordj-Senouci.

Cependant la conductivité de l'eau de la cité universitaire et celle de l'eau de la piscine est largement supérieure aux normes.

### 2.4. Dureté totale (TH)

Le titre hydrométrique ou dureté de l'eau est l'indicateur de la minéralisation de l'eau, elle est surtout due aux ions calcium et magnésium. Une faible dureté ne permet pas l'élaboration de couche carbonatée pouvant participer à une protection des canalisations contre certains risques de corrosion ; par contre, une dureté élevée constitue un risque important d'entartage des canalisations (*Tourab, 2013*).

Les résultats ont présenté des valeurs :

$$\underline{\underline{\text{THmin} = 9.8\text{mg/l} \quad \text{TH max} = 35\text{mg/l}}}$$

L'eau analysée est très dure, elle présente un T.H de 7150 mg/l de CaCO<sub>3</sub>.

Les autres résultats dans la wilaya de Tlemcen (*Zouag et Belhadj, 2017*) étaient de 95 mg/l ; avec un maximum de 140 mg/l et 123 mg/l comme moyenne. Ces valeurs sont en accord avec les normes et classe cette eau dans la catégorie des eaux douces. Comparativement à cette wilaya l'eau de Laghouat est très calcaire.

## 2.5. Nitrates

Cet élément peut être présent sous trois formes : l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) obtenu par minéralisation de matière organique (oxydation par bactéries nitrifiantes) sera responsable de la formation des nitrates  $\text{NO}_3^-$  et des nitrites  $\text{NO}_2^-$  les nitrites  $\text{NO}_2^-$  sont généralement absentes (ou peine mesurables) leur présence est indicatrice d'une pollution due à des rejets d'eau non épurée ou à ralentissement du processus de nitrification. Ils sont toxiques à de faibles doses (dose létale pour les poissons 3-5mg/L) (*herbert,2009*).

Les résultats ont présenté :

$$\text{NO}_3^- \text{min} = 7.17\text{mg/l} \quad \text{NO}_3^- \text{max} = 21.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

La réglementation algérienne fixe nitrate de l'eau potable 50 mg/l. Les résultats de notre étude ont révélé que toutes les teneurs en nitrates dans les échantillons d'eau analysés sont dans les normes.

Les autres résultats dans la wilaya d'Annaba (*KahouletTouhami ,2014*) ont révélé que toutes les teneurs en nitrates dans les échantillons d'eau analysés sont dans les normes dans la mesure où les valeurs obtenues varient entre 1,93 et 17,6mg/l

## 2.6. Ammonium

$\text{NH}_4^+$  provient des processus de décomposition microbologique des protéines animales et végétales. IL peut être réutilisé directement par les plantes et utilisé dans les engrais commerciaux lorsque pH est élevé l'ammonium toxique (dose létale pour certains poissons 1 mg/L) (*herbert,2009*).

La réglementation algérienne fixe Ammonium de l'eau potable 0.5mg/l

$$\text{NH}_4^+ \text{min} = 00\text{mg/l} \quad \text{NH}_4^+ \text{max} = 00\text{mg/l}$$

Les résultats de notre étude ont révélé que toutes les teneurs en Ammonium dans les échantillons d'eau analysés sont dans les normes.

## 2.7. Phosphate

Trop de phosphates peut provoquer des problèmes de santé, tels que de l'ostéoporose ou des problèmes aux reins. On peut aussi avoir des carences en phosphates qui sont dues à une utilisation intensive de médicaments, provoquant des problèmes de santé (Queneau et Habert, 2009).

Concernant les valeurs de phosphates, la réglementation algérienne fixe une limite maximale de 0.5. Les résultats d'analyses de tous les prélèvements montrent que des valeurs de phosphates largement inférieures à la norme algérienne ainsi que de l'OMS.

$$\text{PO}_4 \text{ min} = 0.11\text{mg/l} \quad \text{PO}_4 \text{ max} = 0.17\text{mg/l}$$

## 3. Analyses bactériologiques

Dans le domaine de l'hygiène et la sécurité des produits alimentaires, les analyses bactériologiques les plus souvent concernées ne sont pas les micro-organismes pathogènes, mais les germes jouant un rôle d'indicateurs sans que leur présence constitue nécessairement un risque en soi pour la santé publique (Benmerine, 2016).

**Tableau 07. Tableau représentant les résultats de l'analyse bactériologique**

	Unité	Cité universitaire Bedj	Milok	Piscine municipale	Bordj senouci	Normes nationales	Normes internationales
Coliforme totaux	Germe/100 ml	00	00	00	00	100	100
Coliforme fécaux	Germe/100 ml	00	00	00	00	100	100
Streptocoques fécaux	Germe/100 ml	00	00	00	00	100	100
Clostridium Sulfito-réducteurs	Spoires/20 ml	00	00	00	00	20	20
Salmonelles	Clonies/100	00	00	00	00	100	100

### **3.1.Germes totaux**

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général vis à vis de toute pollution microbienne : c'est le dénombrement total des bactéries. La réglementation algérienne indique une valeur de 20 germes/ml à 37°C pendant 24h et 100 pour 22°C à 72h par millilitre à ne pas dépasser.

Les analyses de l'eau montrent une absence totale des germes totaux pour presque tous les échantillons. Cela revient à :

- l'utilisation des membranes de dessalement en polyamide non dégradables de porosité 0.2µm.
- L'utilisation du chlore pour désinfecter

Pour l'eau du puits de Bordj-Senouci, nous avons trouvé que 6 colonies dans une seule boîte de Petri. On commence à comptabiliser les coliformes totaux qu'à partir de 20 colonies c'est pour cela que dans le tableau nous avons indiqué 00.

### **3.2.Coliformes totaux et fécaux**

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

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

### **3.3.Streptocoques fécaux**

La réglementation de notre pays exclut 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.

### 3.4. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des *Clostridium* sulfito-réducteurs dans 20 ml. Les *Clostridium* sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. On constate l'absence de colonies entourées d'un halo noir dans tous les prélèvements.

### 3.5. Salmonelles

Selon les réglementations algérienne et européenne une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir des germes pathogènes dans 100 ml. D'après les résultats obtenus, tous les prélèvements ont enregistré l'absence totale des germes de *Salmonella*.

Selon la qualité des eaux de Laghouat par rapport à l'analyse bactériologique est bonne. Les mêmes résultats de la wilaya Tbesa (*Zouag et Belhadj, 2017*).

## 4. Analyses parasitologiques

**Tableau 08. Tableau représentant les résultats de l'analyse parasitologique**

	Cité universitaire		Piscine municipale	
	Bedj	Milok	Bordj	senouci
<i>Giardia</i>	Absence	Absence	Absence	Absence
Les amibes	Absence	Absence	Absence	Absence
<i>Cryptosporidium sp.</i>	Absence	Absence	Absence	Absence
Les helminthes	Absence	Absence	Absence	Absence

### 4.1. *Giardia*

Les kystes de *Giardia lamblia* peuvent survivre jusqu'à 77 jours dans l'eau du robinet à 8 °C mais cette durée diminue à mesure que la température augmente. Les résultats des analyses de l'eau de prélèvement confirment une absence *Giardia lamblia*

#### **4.2. Cryptosporidium**

On a montré qu'en laboratoire les oocystes du *Cryptosporidium* survivaient dans les eaux froides (4°C) pendant une période pouvant atteindre 18 mois et pouvaient résister à toutes sortes de contraintes environnementales, y compris à la congélation (viabilité fortement réduite). Les résultats des analyses des prélèvements confirment une absence totale du *Giardia lamblia*.

#### **4.3. Les amibes**

Les souches purement environnementales présentent un danger indirect du fait qu'elles peuvent héberger des agents pathogènes opportunistes (p. ex., *Legionella Pneumophila*, *Mycrobacterium avium*). Ainsi, si des kystes d'*Acanthamoeba* survivent au traitement de l'eau et pénètrent dans l'eau potable, ces bactéries pathogènes symbiotes pourraient être la cause de maladies chez des êtres humains.

Les résultats des analyses des prélèvements confirment une absence totale des Amibes.

#### **4.4. Les helminthes**

Ce sont les vers parasites intestinaux et/ou tissulaires de l'homme et des animaux. Les résultats des analyses de prélèvements confirment une absence totale des Helminthes.

Selon la qualité des eaux de Laghouat par rapport à l'analyse parasitologique est bonne. Les mêmes résultats de la wilaya Tlemcen (*Zouag et Belhadj, 2017*).

L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur : A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur l'évaluation de la qualité des eaux de la région de Laghouat, il ressort que la quasi-totalité des paramètres analysés sont conformes aussi bien à la réglementation nationale qu'internationale.

Pour ce qui est des analyses physicochimiques, elles montrent que les eaux de l'étude présente généralement des valeurs conformes à celles des normes algériennes et de l'OMS.

Cependant les valeurs de dureté de l'eau du robinet ont été très élevées pour l'échantillon de l'eau potable de la cité universitaire.

Une eau dure apporte une plus grande quantité de sels minéraux ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et ( $\text{Mg}^{2+}$ ) à l'organisme, ce qui aurait un effet protecteur vis-à-vis de certaines maladies cardiovasculaires.

Toutefois, elle est contre-indiquée en cas de troubles liés à l'hypertension par exemple. En plus les effets du calcaire sur le corps ne sont pas à sous-estimer : Une eau dure assèche votre peau et rend vos cheveux ternes. Par ailleurs, les eaux dures solubilisent plus de métaux lourds que les eaux douces, ce qui peut poser problème si les canalisations sont encore en plomb.

Sans oublier que l'eau calcaire a des effets néfastes sur les appareils ménagers, les canalisations et surtout l'environnement (*Futura-planete, 2019*).

Les analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale. Cela confirme l'efficacité des membranes d'osmose inverse avec une porosité de 0.02 nm pour l'élimination de tout microorganisme.

Les analyses parasitologiques ont été négatives : Cela constitue un vrai soulagement car aucune présence n'est tolérée dans les réglementations vu le danger que cela représente.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce modeste travail, nous pouvons conclure que l'eau distribuée dans quelque cité dans la ville Laghouat est de **bonne** qualité physico-chimique et de **très bonne** qualité bactériologique. En outre elle est **dépourvue** de tous parasite pathogène.

Cependant cette étude aurait pu être plus complète sur le plan physico-chimique avec le dosage d'autres paramètres tels que les métaux lourds. Cela n'a pas été possible en raison de la non disponibilité des réactifs et du matériel au niveau des instituts de l'état. Nous avons aussi remarqué que les normes algériennes étaient moins exigeantes que celle de l'OMS et que certains paramètres étaient inexistantes.

En perspective, il serait intéressant d'effectuer des analyses sur une gamme d'échantillons plus large afin de contrôler le maximum de localité au niveau de Laghouat et faire le suivi.

- ✍ **AbbouS., BenmloukaM., 2014. Caractéristique physico-chimiques des eaux embouteillées algérienne et vérification d'étiquetage (Algérie). Thèse de master, Université des Sciences et Techniques d'Oran, p: 66.**
- ✍ **Anglaret X., Mortier.E, Maladies infectieuses, Edition, Med-Lin., 2002, p: 40-43.**
- ✍ **Azizi, 2014 Mémoire de Master, Réutilisation l'eau condensat, Université des Sciences et de Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, p: 67.**
- ✍ **Balderacchi, 2009 « L'eau dans l'organisme », Centre national de la recherche scientifique (CN) p :195.**
- ✍ **Baziz. N, 2008, Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna, Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna (Algérie), Thèse de Magister, p: 144.**
- ✍ **Belala.Z, 2006 Mémoire de Magister, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Eltorba de la wilaya de Bechare par filtration sur sable, Université HassibaBenbouali des sciences et sciences de l'Ingénieur, Bechare (Algérie), , p:128.**
- ✍ **Benayada.L, Maladies à transmission hydrique : problématique et mode de gestion, Université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie, p :154**
- ✍ **Bernard C, 2007 « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale » p :102**
- ✍ **BilalZ. , Belhadj Y.2017, Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen » Diplôme de doctora en pharmacie, universite Tlemcen p:26 .**
- ✍ **Bireech.S et Messaoudi.I, 2007 « La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain Beida de la région de Ouargla », mémoire d'ingénieurUniversitéKasdiMerbahOuargla.p :170**
- ✍ **Bonnin .J, 1982 « Aide-mémoire d'hydraulique urbaine », Edition. Eyrolles.p :9**
- ✍ **Boucenna.F, 2009, Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Mémoire de Magister, Université de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), , p:133**
- ✍ **DahelZanat, 2009, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*, Mémoire de Magistère ,UniversiteBadji-Mokhtar, Annaba, p: 69.**
- ✍ **Dégréement, 2005 « Mémento technique de l'eau », , Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris. P :88**

- ✍ **Dégremont, 1989. Mémento technique de l'eau, Tome 1& 2, Collection Dégremont, ISBN 2-9503984-0-5, p: 145.**
- ✍ **Diop.C, 2006 Mémoire de 4ème Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, Université Cheikh AntaDiop de Dakar (Sénégal), p: 43**
- ✍ **Direction de programmation et suivi du budget 2011 ,Monographie de la wilaya de Laghouat Edition p :70**
- ✍ **Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie2014, Elaborer et mettre en oeuvre un plan de sécurité sanitaire des eaux 28 Guide 4 : Suivi de la qualité de l'eau , BP N4, 98851.p :114**
- ✍ **Direction rection de l' eau potable et des souterraines (2016). Guide d'interprétation du Règlement sur la qualité de l'eau des piscines et autres bassins artificiels, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, p 32**
- ✍ **Dupont.A , Hydraulique urbaine ,« Hydrologie, captage et traitement des eaux ». Tome 1.3eme édition : Eyrolles. Paris p :136**
- ✍ **François R, 2000 « Dictionnaire encyclopédique de la pollution », , Edition internationale. Paris. P :99**
- ✍ **François R, 2002 « Dictionnaire encyclopédique d'écologie et de science de l'environnement », ,2eme édition DUNOD. Paris,p :152**
- ✍ **Genin.B, 2003et al, Cours d'eau, et indices biologiques, 2ème édition.,Edugri, Paris , p:15-17, p: 36-41.**
- ✍ **Ghizellaoui.S,2010 , Evaluation de la qualité des ressources en eau alimentant la ville de Constantine, Thèse de magister en chimie analytique et traitement des eaux, prévision de la demande en eau à l'horizon, , p: 13-24.**
- ✍ **Grosconde, Coord.F, 1999, Un point sur l'eau (L'eau, usages et polluant), Tome 2ème édition Inra, Paris, , p: 51-94.**
- ✍ **Grosconde.G, Coord, 1999 ,Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maitrise), Tome1 éme Edition., Inra, Paris, p: 17-18.**

- ✍ **Guerd .H, Mesghouni. A, 2007, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université KasdiMerbah-Ouagla, , p:67**
- ✍ **Hamdi.W, 2011 .Thèse de Magister en Biologie Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Ouargla, Université sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de kasdimerbah, Ouargla (Algérie), p: 97.**
- ✍ **Hamed.M, 2012, Thèse d'Ingénieur d'état en Biologie Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA, Université des sciences et technologies département des sciences(Bechar), p: 69.**
- ✍ **Hélène.R, 2000 Thèse d'Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL, l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Languedoc-Roussillon(France), p: 81.**
- ✍ **Hervé.H, 2005. Contribution à l'amélioration de la qualité de l'eau à usage domestique dans le 5ème arrondissement de la commune de porto-novo-bénin, Université d'environnement et santé, p :85**
- ✍ **Hubert.P et M.Marin, 2001 « Quelle eau boirons-nous demain ? », , Edition: Fabienne Travers. P 64.**
- ✍ **J.L. Cuq, Microbiologie Alimentaire, 2007. Edition Sciences et Techniques du Languedoc., Université de Montpellier, p: 20-25.**
- ✍ **Joachim.K, 2010 Mémoire de Licences, Matrise de la qualité des eaux dans les industries agro-alimentaires- : cas de la Sobebra, Haute Ecole de Commerce et de Management de Cotonon (HECM), p: 57**
- ✍ **Kettab.A, 1992 « Traitement des eaux : Les eaux potables », , Edition : Office des Publications Universitaires. Alger p :74**
- ✍ **Laouar.M, « Etude du comportement des polluants dans les eaux souterraines (cas des eaux potables) de la région de Ouargla sud est algérien», ,mémoire master Génie de l'environnement Université KasdiMerbah Ouargla.**
- ✍ **Lelerc.H, 1977, Microbiologie appliquée, Edition Doin., , p: 94-96.**
- ✍ **Lounnas.A, 2009, Amélioration des procédés de la station Hamadu de Skikda, Mémoire de Magister , Université du 20 Aout 1955 Skikda, p: 120.**

- ✍ Luna et Kenneth . S, 1972 « L'eau»,,, Edition: Time-Life, P 9.
- ✍ M. Debabza, 2005 Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie),p :130
- ✍ M. Debabza, 2005. Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée ,Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie),p : 155
- ✍ M. Debabza, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), p :144
- ✍ M. laoura, « Etude du comportement des polluants dans les eaux
- ✍ Maiga , 2005, Thèse diplôme d'état (Docteur en Pharmacie) Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Bamako (Mali), p: 77.
- ✍ Maurel, 2006 « Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et d'autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce », 2ème édition. p:78.
- ✍ Mihoub.A, Helimi S, Mokhtari S. et Halitim,2016 / Revue Agriculture. Numéro spécial 1) p :189 – 197
- ✍ Mouffok.F, 2008, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, p: 53
- ✍ N'diaye.A, 2008 ,Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie), Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (Mali), , p: 188.
- ✍ Nanfack.N ,2014, et al, Eaux non conventionnelles : un risque ou une solution aux problèmes d'eau pour les classes pauvres, Université de Dschang (Cameroun), p: 96.

- ✍ NtembueMuambi .C, 2013 Mémoire de Licence en Santé publique, La problématique de l'approvisionnement en eau et son impact sur les maladies d'origine hydrique dans la ville de Mwene-Ditu en RDC, Université Morave de Mwene-Ditu RDC, p: 75.
- ✍ Pomerol.C , et M. Renard M, 1997 « Élément de géologie », 11eme édition : Masson.
- ✍ Premier Séminaire International sur: Systèmes de Production en Zones Semi-arides. 2015, p :123
- ✍ Queneau.P, et Hubert j .(2009). Place des eaux minérale dans l'alimentation .Rapport de l'académie national de médecine . société française de l'hydrologie et climatologie médicale , France p :175-220
- ✍ R. Lecoq,1965 . Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles, Tome2 1er édition. Dion-Deron et C'a, Paris , p: 910.
- ✍ Ramade .F ,1981 , Ecologie des ressources naturelles, Edition Masson., France, , p:136-142.
- ✍ Rapport sur la surveillance de la qualité de l'eau potable en Algérie,2008,Institut national de sante publique
- ✍ Raymond des Jardins 2007,« les traitements des eaux »,2ème édition.
- ✍ Recherche et Gestion des savoirs RGS/AGC/SS, 2003. Revue de presse thématique n° 27 : Les maladies hydriques, Mars, p: 9.
- ✍ Rodier.J 2009L'Analyse de l'eau, 9ème édition, Dunod, Paris, , p: 20-256-1002
- ✍ Rodier.J, 1996L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8ème Ed., Dunod(Paris), p: 1383.
- ✍ Seghir.K, Thèse de Doctorat En Géologie Appliquée Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eaux et gestion active du sous système aquifère de Tébessa.p :117
- ✍ ShukuruSalulum.F, 2010, Mémoire de Licence, Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Université officielle de Bukavu, , p: 68.souterraines (cas des eaux potables) de la région de Ouargla sud est algérien

- ✍ **Tourab.H, 2013 Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), p: 82.**
- ✍ **Tourab.H, 2013, Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), , p: 82.**
- ✍ **Turcelin.J, 1998 Traite d'irrigation, Edition tec et doc., Lavoisier, Paris, , pp :13-15 p: 429.**
- ✍ **Valentin , 2000. Construction d'un capteur logiciel pour le contrôle automatique du procédé de coagulation en traitement d'eau potable. Thèse de doctorat, UTC/Lyonnaise des Eaux/CNRS,p :84**
- ✍ **Vierling.E 2003, Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition doin éditeurs. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine , p: 11-270.**
- ✍ **Yakoubi.M , 2017 .analyse du système de production d'eau potable aisi que sa gestion st son exploitation au niveau de la wilaya de bejaia , diplôme de Master ,Université Abderrahmane MIRA de Bejaia p:7. 8 .**

**Annexe 1. Les normes algériennes de potabilité des eaux de consommation****Facteurs organoleptiques**

Paramètre	Unité	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N° 27 de 26 aout 2006	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011	Observation
Odeur	Seuil de perception à 25°C	4	-	Au bout de quatre dilutions successives aucune odeur ne doit être perçue
Saveur	Seuil de perception à 25°C	4	-	Au bout de quatre dilutions successives aucune saveur ne doit être perçue
Couleur	Mg/L échelle PT/Co	25	15	/
Turbidité	NTU	4	5	/

**Facteurs physico-chimiques**

Paramètre	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N° 27 de 26 aout 2006	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011	Observation
Température (C°)	6.5 à 8.5	6.5 à 8.5	
pH	Au maximum 2800	2280	
Conductivité (µS/cm)	Au maximum 2800	2280	
La dureté m'eq/l	100 à 500	500	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg /l	0.5	0.5	
Nitrate NO <sub>3</sub> -mg/l	50	50	
Nitrite NO <sub>2</sub> -mg/l	<b>0.1</b>	0.2	
Phosphate PO <sub>4</sub>	<b>0.5</b>	0.5	

## Facteurs indésirables ou toxiques

	Unité	Niveau guide	Concentration Max- admissible	Observation
Coliformes n/100ml	n/1ml	-	0	Avertir la population de javelliser ou faire bouillir l'eau en cas Où l'on n'arrive pas À respecter Les valeurs Indicatives
Coliformes fécaux n/100ml	n/1ml	-	0	
Germe totaux 37°C 24h	n/1ml	10	-	Pour une eau traitée Le dénombrement des germes totaux effectuée à l'extrémité du réseau de distributionnel ne doit pas excéder le taux obtenu en début de réseau dans 90 des échantillons analysés au coures de l'année
Germe totaux 22°C 72h	n/1ml	100	-	
Streptocoque fécaux	n/100ml	-	0	
Clostridium Sulfito-réducteurs	n/100ml	-	0	

## Annexe 2 . : ADE et ONA

### 1. Les entreprises algériennes du traitement des eaux

#### A. L'Algérienne Des Eaux (ADE)

---

C'est est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

---



#### A. L'Office National de l'Assainissement (ONA)

---

Placé sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau, l'Office National de l'Assainissement (ONA) est un établissement public national à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), créé par décret exécutif n° : 01-102 du 21 Avril 2001.



## Annexe 3. Normes de l'OMS

## Récapitulatif des normes ISO paramètre physico-chimique

Paramètre	Unité	Normes OMS	Référence de norme ISO
Température	C°	25	
pH		≥6,5 et ≤8,5	
Conductivité	μS/cm	2000	ISO7888
La dureté	m'eq/l	500	ISO6059
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg/l	0.5	ISO6778
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	50	ISO7890/3
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	0.1	ISO6777
Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	Mg/l	0.5	ISO6878
Calcium	Mg/l	200	ISO6058
Magnésium	Mg/l	150	ISO6058et 6059
Sodium	Mg/l	200	ISO9280
Potassium	Mg/l	20	ISO9664/3
Sulfates	Mg/l	400	ISO9280
Chlorures	Mg/l	500	ISO9297
Indice permanganate	Mg/l	3	ISO8467
Aluminium	Mg/l	0.2	
Fr	Mg/l	0.3	ISO6332

## Récapitulatif des Références des méthodes des norme Algérienne( paramètre physico-chimique)

Paramètre	Unité	Normes OMS	Référence de norme ISO
Température	C°	25	
pH		≥6,5 et ≤8,5	
Conductivité	μS/cm	2800	ISO7888
La dureté	m'eq/l	500	ISO6059
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg/l	0.5	ISO6778
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	50	ISO7890/3
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Mg/l	0.1	ISO6777
Phosphate PO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	Mg/l	0.5	ISO6878
Calcium Ca <sup>+2</sup>	Mg/l	200	ISO6058
Magnésium Mg <sup>+2</sup>	Mg/l	150	ISO6058et 6059
Sodium Na <sup>+</sup>	Mg/l	200	ISO9964/3
Potassium K <sup>+</sup>	Mg/l	20	ISO9964/3
Sulfates	Mg/l	400	ISO9280
Chlorures Cl <sup>-</sup>	Mg/l	500	ISO9297
Indice permanganate	Mg/l	3	ISO8467
Aluminium	Mg/l	0.2	
Fr	Mg/l	0.3	ISO6332

#### Annexe 4. Composition des milieux de culture bactériologique et réactifs

##### **Bouillon lactose au bromocrésol (B.C.P.L.)**

➤ Double concentration :

- ❖ Extrait de viande de bœuf ..... 6gr
- ❖ Peptone..... 10gr
- ❖ Lactose ..... 10gr
- ❖ Pourpre de bromocrésol.....0.6gr
- ❖ Eau distillée.....1000 ml
- ❖ pH : 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C ➤ Simple concentration :
- ❖ Extrait de viande de bœuf.....3 gr
- ❖ Peptone.....5 gr
- ❖ Lactose.....5 gr
- ❖ Pourpre de bromocrésol.....0,03gr
- ❖ Eau distillée.....1000ml
- ❖ pH : 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C 2

##### **Gélose Tryptone -glucose -extrait de levure (TGEA) :**

- ❖ Tryptone..... 5 gr
- ❖ Glucose..... 1 gr
- ❖ Extrait de levure.....25 gr
- ❖ Gélose.....15 gr
- ❖ Eau distillée .....10000 ml
- ❖ PH : 7 Autoclavage 20 mn à 121°C 10.

**Gélose viande - foie (VF) :**

- ❖ Base Viande - foie .....20 gr
- ❖ Glucose..... 0,75 gr
- ❖ Amidon..... 0, 75 gr
- ❖ Sodium Sulfite.....2 gr
- ❖ Fercitevetammonical..... 0, 5 gr
- ❖ Sodium carbonate .....0, 67 gr
- ❖ Agar – agar..... 11 gr
- ❖ Eau distillée .....1000 ml

**Gélose Hektoen :**

- ❖ Protéose peptone.....12 gr
- ❖ Extrait de levure.....3 gr
- ❖ Chlorure de sodium..... 5 gr
- ❖ Thiosulfate de sodium..... 5 gr
- ❖ Sels biliaires.....9 gr
- ❖ Salicine..... 2 gr
- ❖ Lactose..... 02 gr
- ❖ Saccharose..... 12 gr
- ❖ Fushine acide .....0.1 gr
- ❖ Bleu de bromothymol.....0,065 gr
- ❖ Agar..... 18 gr
- ❖ Eau distillée
- ❖ pH : 7,5 (±) 02 Autoclavage : 15mnà 121°C

**Bouillon glucosé à l'acide de sodium (milieu de ROTHE) :**

➤ A double concentration :

- ❖ Tryptone.....40 gr
- ❖ Glucose.....10gr
- ❖ Chlorure de sodium..... 10 gr
- ❖ Phosphate bipotassique.....5, 4 gr
- ❖ Phosphate mono potassique.....5,4 gr
- ❖ Azide de sodium.....0,4 gr
- ❖ Eau distillée.....1000 ml
- ❖ pH : 6,8 -7 Autoclavage : 15 mn à 121 °C

➤ A simple concentration :

- ❖ Tryptonée.....20 gr
- ❖ Glucose.....5 gr
- ❖ Chlorure de sodium.....5 gr
- ❖ Phosphate mono potassique.....2,7 gr
- ❖ Azide de sodium.....0,2 gr
- ❖ Eau distillée.....1000 ml
- ❖ pH : 6.8 -7 Autoclavage : 15 mn à 121°C ❖ Fushine acide  
.....0.1 gr
- ❖ Bleu de bromothymol.....0,065 gr
- ❖ Agar..... 18 gr
- ❖ Eau distillée
- ❖ pH : 7,5 (±) 02 Autoclavage : 15mnà 121°C

## Résumé

L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation au niveau de la ville de Laghouat, nous avons réalisé une étude qui a porté sur l'évaluation de la qualité de ces eaux. Nous avons analysé les paramètres physico-chimique et microbiologique de l'eau des sites suivant : Cité universitaire Bedj, l'eau de Milok issue de la station, l'eau de la piscine municipale, l'eau d'un puits de Bordj-Senouci. Les analyses physico-chimiques de l'eau ont révélé que la conductivité qui varie entre 685-3460  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui indique un problème selon les normes algérienne et internationales. L'analyse microbiologique de l'eau potable a montré une absence totale des germes et parasites pathogènes ce qui nous a permis de juger que l'eau destiné à la consommation humaine de la ville de Laghouat est de très bonne qualité de point de vue sanitaire.

**Mots clés:** Eau, analyse physico-chimique, analyse microbiologique, détection de parasite.

## Abstract

The use of water for food or hygiene purposes requires excellent physicochemical and microbiological quality. In order to contribute to the control of the quality of water intended for consumption at the level of the city of Laghouat, we carried out a study which focused on the evaluation of the quality of these waters. We analyzed the physicochemical and microbiological parameters of the water of the following sites: Bedj university campus, the water of Milok coming from the station, the water of the municipal swimming pool, the water of a well of Bordj- Senouci. The physico-chemical analyzes of the water revealed that the conductivity varies between 685-3460  $\mu\text{S} / \text{cm}$ , which indicates a problem according to the Algerian and international standards. The microbiological analysis of the drinking water showed a total absence of the pathogenic germs and parasites which allowed us to judge that the water intended for the human consumption of the city of Laghouat is of very good quality of sanitary point of view .

**Key words:** Water, physico-chemical analysis, microbiological analysis, parasite detection.

## ملخص

يتطلب استخدام المياه لأغراض الغذاء أو النظافة جودة فيزيائية وكيميائية ممتازة. من أجل المساهمة في مراقبة جودة المياه المخصصة للاستهلاك على مستوى مدينة الأغواط، قمنا بإجراء دراسة ركزت على تقييم جودة هذه المياه. قمنا بتحليل المعلومات الفيزيائية والكيميائية لمياه المواقع التالية: الإقامة الجامعية البديج، مياه ميلوق القادمة من المحطة، مياه المسبح البلدي، مياه بئر برج-السنونسي كشفت التحليلات الفيزيائية والكيميائية للمياه أنها لموصلية تتراوح بين 3460-685 ميكروليتر / سم، مما يشير إلى وجود مشكلة وفقاً للمعايير الجزائرية والدولية. أظهر التحليل الميكروبيولوجي لمياه الشرب الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض الطفيليات التي سمحت لنا أن نحكم على أن المياه المخصصة للاستهلاك البشري لمدينة الأغواط ذات نوعية جيدة جداً من الناحية الصحية .

**الكلمات المفتاحية:** المياه، التحليل الفيزيائي الكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي، اكتشاف الطفيليات.



# **Introduction**



**Partie I.**  
**Synthèse bibliographique**



**Chapitre I.**  
**Notions générales sur l'eau**



**Chapitre II.  
Pollution des eaux**



**Chapitre III.**  
**Traitement des eaux**



**Chapitre IV.  
Règlementation des eaux**



**Partie II.**  
**Etude expérimentale**

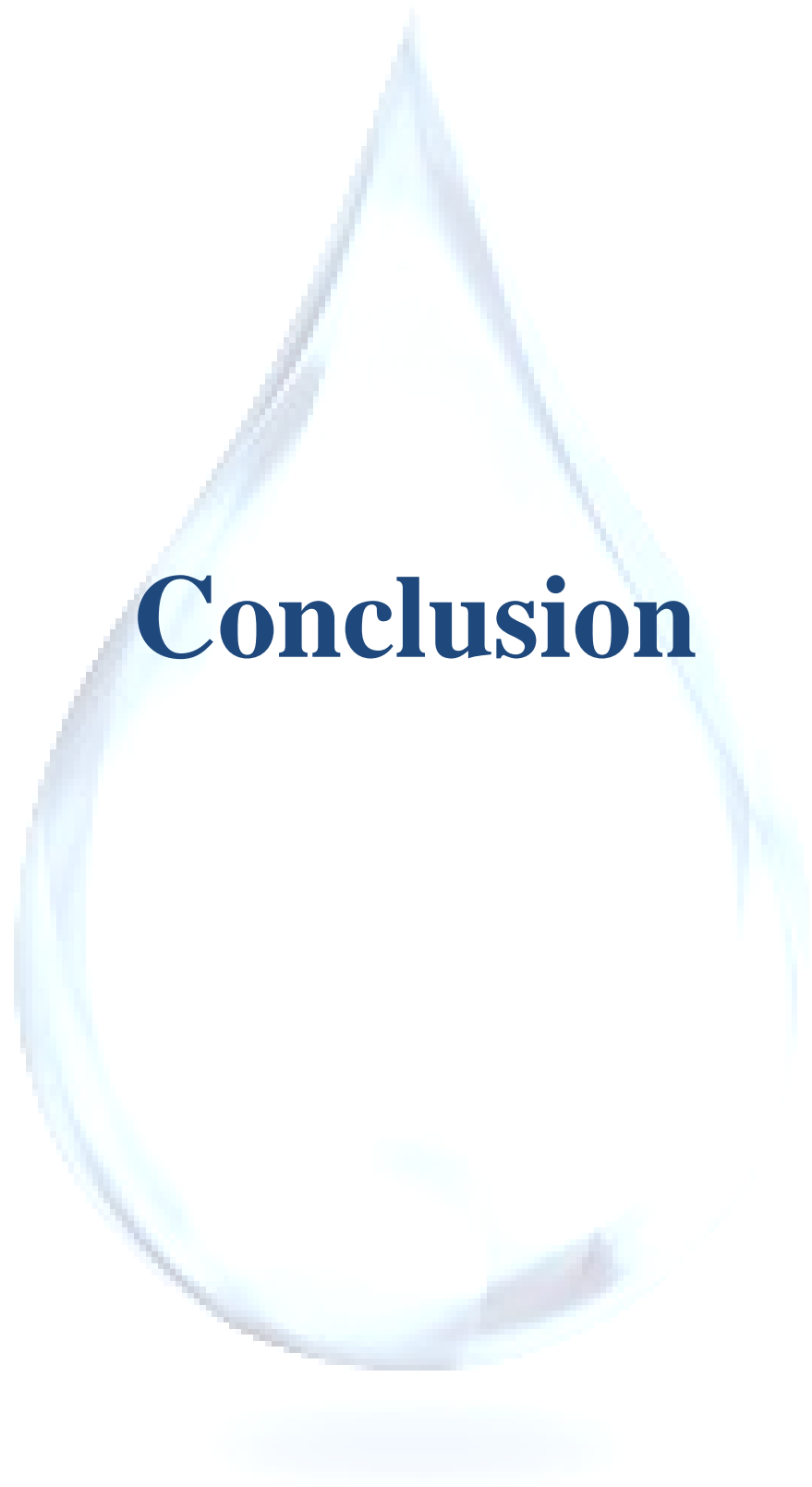


**Chapitre I.  
Expérimentation**



# **Chapitre II.**

## **Résultats et discussion**



**Conclusion**



# **Bibliographie**



# **Annexes**