République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: Biodiversité et Sécurité Alimentaire.

Réf.……..

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Analyse de la qualité de l'eau suivant les normes de potabilité de quelques sources naturelle dans la commune de Feraoun (Wilaya Bejaia).

Présenté par:

M^elle^ **. BELHADJ Sara** & M^m^ **. YAHIA -DAHMANA Soumia**

Soutenu le : 20 Juin 2018

Devant le jury composé de :

	Grade	
M^r^ MOUSLI M.L.	MAA	President
M^r^ DAHMANA A.	MAA	Encadreur
M^r^ BENHAMICHE N.	MCA	Examinateur

Année universitaire 2017/2018

Remerciements

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

Nous tenons à remercier Mr. Dahmana A. d'avoir accepté de nous encadrer sur ce thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail.

Nous tenons également à remercier Mr, Mousli. D'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions Mr Benhamiche N. qui nous a honorés pour examiner notre travail.

Nos remerciements s'adressent également au chef service de laboratoire d'hygiène de la wilaya de bejaia Mme Ayad ainsi qu'a toute l'équipe de laboratoire qui nous ont beaucoup aidés : Amal, Naima, Salima, Sabrina ….

De même, nous remercions le service d'hygienne de la commune de Feraoun de nous avoir aidé dans le choix des sources d'intérêt et nous guidé et accompagner lors des sorties.

Dans le souci de n'oublier personne, nous remercions vivement tous ceux qui Ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de nos études.

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail

A la mémoire de mon très cher ***«papa»*** *qui a guidé mes premiers pas à l'école, qui fus tout au long de sa vie le soutien des tiens, Tu me manqueras toujours ; que la soit avec toi dans la maison de l'éternelle.*

*A celle qui attendue avec patience les fruits de sa bonne éducation, qui m'a tout donné, qui a toujours été là pour moi ,a celle qui tient le paradis sous ses pieds, A mon ange « **Ma mère** »que Dieu te de donne santé et de langue vie.*

A ma très chère petite sœur ***« Imane»***

A mes chère frère Lakhdar et Tteyebe et leur femme Chahrazad et Siham ;

; *Que Dieu gardé pour moi*

A mon chère frère Abd Allah je vous souhaite aussi une bonne réussite dans ta vie.

A ceux qu'avec lui, je partagerai mon enfance mes chère sœur Soumia et souhila et leur marie Noui et Bachir.

Ames nièces ***Raouane*** *et* ***Chaima***

*A mon neveu S****alah***

A mes très chères tantes, oncles, cousines, cousins.

A mes amies en particulier : Halima, siliya ,siliya hayate…….

A ma binômes soumia ainsi que tout sa famille, je leurs souhsaite tout le bonheure du monde

Sara

DEDICACES

Je dédie ce je modeste travail

A celui qui m'a comble d'amour, de soutien et de tendresse .Avous mon singe de joie

Et de bonheur.ma fierté et mon honneurs : ***« Mon Père »***

Que dieu te de Donne santé et de lang vie,

A la mémoire de ma mère qui a gardé une place dans mon cœur, Que la paix soit avec

Toi dans la maison de l'éternelle. Tu me manqueras toujours

« Maman ».

A celle qui a sacrifie toute sa vie pour me guidé et m'encourager avec ces Précieux

*Conseil et son soutien tout au long de mes étude****: «Nana rabi3a»,***

Que dieu te de Donne santé et de lang vie.

A celui qui m'a soutenu dans mes choix et plus ou moins toléré mes longues absences

Et avec lui je partagerai le meilleur et le pire, mon chère marie ***«DIDDINE»***

Ainsi que ma belle-mère ***«Ima hadjab »*** *et sa famille .*

A ma très chère sœur adorable Nadira qui a avec lui je partagerai mon enfance ; et leur marie

Samir, et leurs Ange ***« Adam ».***

A mes chère frère, Samir Djamal et Salah ; que dieu le bénisse et garde pour moi

A mes très cher cousines et cousins surtout ***«Tissou».***

A mes amie(s) en particulier ; Bilal, Sara, Kahina, wiza, Amal Naima et a tous les autres

à qui je m'excuse de ne pas les avoir citées.

A ma binôme Sara ainsi que toute sa famille, je leurs souhaite tout le bonheur du Monde.

Soumia

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction……..1

Chapitre 01 : Généralités sur les eaux……2

1.1. Cycle de l'eau……...3

1.2. Les différents types d'eau destinée à la consommation humaine…….3

1.2.1. Eaux de surfaces…….3

1.2.2. Eaux souterraines……...3

1.3. Définition de l'eau potable……....3

1.4. Les différents types de pollution des eaux……..3

1.5. Qualité physico-chimique…….4

1.5.1. Paramètres physique et organoleptique……..……..4

1.5.2. Paramètres chimiques……....5

1.5.3. Les métaux lourds……..5

1.6. Qualité Microbiologique……6

1.7. Définition d'une norme…….8

Chapitre 02 : Matériel et méthode…….10

2.1. Présentation de la région d'étude……...10

2.1.1. Situation géographique…….10

2.1.2. Climatologie……...11

2.1.3. Activité économique de la commune……...11

2.2. Echantillonnage……12

2.3. Mode de prélèvement et méthodes d'analyse……12

2.3.1. Travail de terrain……..13

2.3.2. Travail au laboratoire……..14

2.3.2.1. Traitement des échantillons……..14

2.3.2.2. Analyse de la qualité bactériologique……...15

Chapitre 03 : Résultats et discussions……20

3.1. Paramètres physico-chimiques……..20

3.1.1. Le Ph……..20

3.1.2. La conductivité……...20
3.1.3. Température……21
3.1.4. Oxygène dissous……22
3.1.5. Salinité……23
3.1.6. Turbidité……24
3.2. Les concentrations en métaux lourds au niveau des sites échantillonnées……24
3.2.1. Cuivre (Cu)……25
3.2.2. Plomb (Pb)……25
3.2.3. Cadmium (Cd)……...26
3.3. Qualité microbiologique……..26
3.3.1. Les coliformes totaux……27
3.3.2. Coliformes fécaux……27
3.3.3. Les streptocoques fécaux……27
3.3.4. Salmonella……27
3.3.5. Clostridium sulfito-réducteur……..27
Conclusion……29
Références bibliographiques……...31
Annexes
Résumé

Liste des tableaux

Tableau I : Les normes (algériennes et de l'OMS)…….....9

Tableau II : valeurs des paramètres physico-chimiques au niveau des 17 sites échantillonnés…….19

Tableau III : Les concentrations des Eléments Traces Métalliques des échantillons d'eau analysés…….25

Tableau IV : Résultats des analyses bactériologique……...26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle de l'eau ……2

Figure 2 : Situation géographique de la commune de Feraoun... 10

Figure 3 : Instrument de mesure multi paramètre de terrain …..13

Figure 4 : Instrument de mesure turbidimètre portable de terrain……14

Figure 5 : Spectromètre d'absorption atomique ……..……15

Figure 6 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau…….....17

Figure 7: Recherche et dénombrement des Streptocoques et fécaux dans l'eau……..18

Figure 8 : Recherche et dénombrement des Spores de Clostridium sulfito –réducteur dans l'eau…… ……..19

Figure 9 : Valeurs du Ph des sources échantillonnées……..20

Figure 10 : Valeurs de la conductivité des sources échantillonnées…….21

Figure 11 : Valeurs de la température des sources échantillonnées……..22

Figure 12 : Valeurs de l'Oxygène dissous des sources échantillonnées……...23

Figure 13 : Valeurs de la salinité des sources échantillonnées……..23

Figure 14 : Valeurs de la turbidité des sources échantillonnées……24

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de la Normalisation
ASR : Anaérobie Sulfito Réducteur
BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol
BQB : Bonne Qualité Bactériologique
Cd: Cadmium
CF : Coliforme fécaux
CT : Coliforme
Cu : Cuivre
D/C : Double Concentration
DO : Oxygène Dissous
DSP : Direction de la Santé et de la population
Ech : Echantillon
E Coli : Escherichia Coli
ETM : Elément Trace Métallique
EVA : Azide Éthyle Violet
HCL : Acide Chlorhydrique
HNO3 : Acide Nitrique
ISO : International Standardisation Organisation
JORDP : Journal Officiel de la République Démocratique et populaire
MQB : Mauvaise Qualité Bactériologique
NF : Norme Française
NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique
OMS : Organisation Mondiale de la Sante
Pb : plomb
Ph : Potentiel Hydrique
Psu : practical salinity unit
SAA : Spectrophotomètre D'absorption Atomique
SAL : Salmonella
SAU : Superficie Agricole Utile
S/C: Simple Concentration
ST : Streptocoque
T° : Température
UFC : Unités Formant Colonies
UFT : Unités Formant Trouble
µS /cm : Micro Siemens par Centimètre

1. Introduction :

L'eau est l'élément essentiel à la vie. Elle représente un pourcentage très important dans la concentration de tous les êtres vivants. Le corps d'un être humain adulte est composé de 60% d'eau et une consommation minimale de 1,5 litre d'eau par jour lui est nécessaire (Diop, 2006). Il peut être aussi une source de maladie. En effet, d'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), cinq millions de nourrissons meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson contaminés (Pulim, 1991).

La consommation d'une eau potable est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau. Elle doit donc bénéficier d'une attention particulière. En effet, une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme, nuire à la sante des individus (John et Donald, 2010). C'est dans ce sens que des normes de qualité ont été définies pour juger la potabilité des eaux de consommation, et ce au niveau de chaque pays ou à l'échelle continentale (exemple des normes européennes) et mondiale (normes OMS).

C'est dans ce cadre que cette étude a été entreprise dans le but de réaliser un diagnostic de la qualité de l'eau des sources dans la commune de Feraoun, par l'analyse physicochimique et bactériologique et leur comparaison vis à vis des normes règlementaires algériennes et celles de l'OMS.

Ce mémoire est structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à une recherche bibliographique,
- Le deuxième chapitre comporte la partie matériel et méthodes décrivant les caractéristiques générales de la zone d'étude et les méthodes d'analyse utilisées sur le terrain et au laboratoire,
- Le troisième et le dernier chapitre est réservé à la présentation et la discussion des résultats obtenus,
- On terminera notre manuscrit par une conclusion générale et des recommandations.

CHAPITRE 1 : Généralités sur les eaux

1.1. Le cycle de l'eau :

L'eau, élément pouvant se retrouvé sous trois formes (liquide, gazeuse et solide). L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère, c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (Maïga Fatoumata Sokona, 2002**).**

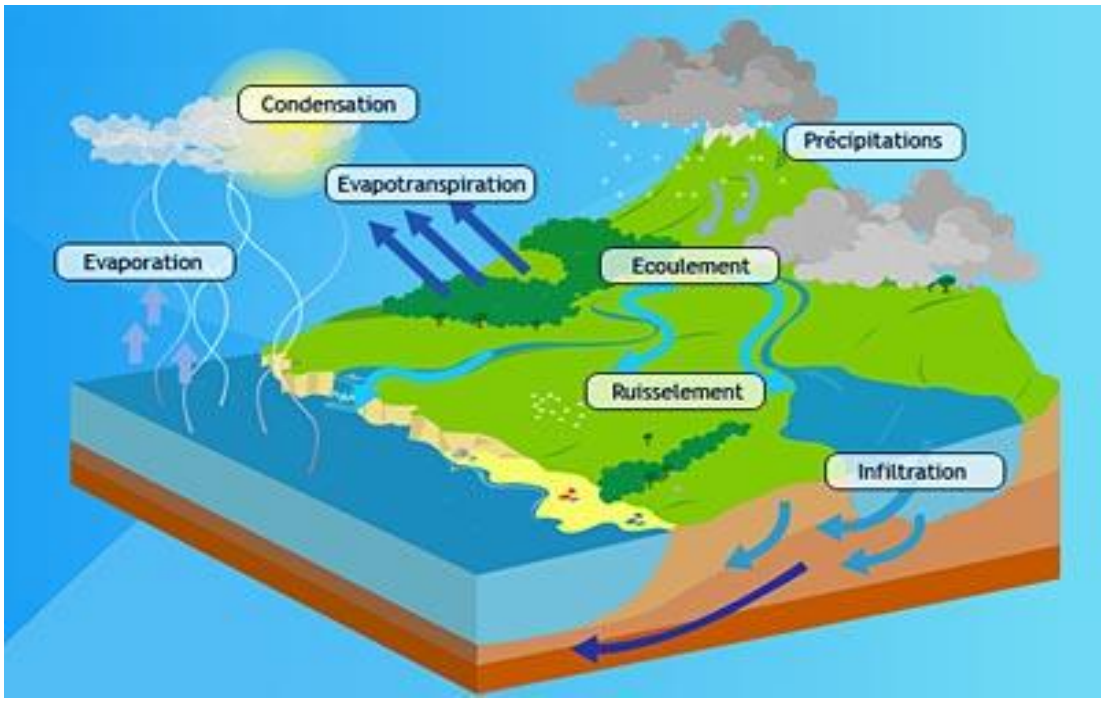

Figure 1: Cycle de l'eau (site internet).

1.2. Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine :

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux des surface stagnantes (lac naturels ou artificielles ou barrages) ou courantes (rivière) (Degremont, 2005).

1.2.1. Eaux de surfaces :

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellements (Degremont, 2005). Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organique. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (Cadot, 1990).

1.2.2. Eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont les eaux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnellemt les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface (Guergazi et Achour, 2005).

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 ressources aquifères appelées nappes (Dégréement, 2005).

1.3. Définition de l'eau potable :

Selon Hoffman et *al*. (2014), les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologiques, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine. La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources (Bliefert et Perraud, 2001).

1.4. Les différents types de pollution des eaux :

a) La pollution biologique :

Ce type de pollution est souvent le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez

longtemps dans l'eau. Toutefois, l'eau peut abriter des bactéries, des mycètes, des protozoaires, des virus, etc. (Regnault, 1990).

b) La pollution physique :

C'est une pollution qui est due à la présence de matière en suspension parfois de colloïdes. Elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Leroy, 1999).

c) La pollution chimique :

Elle est due à des substances en solution. Elle se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison (Leroy, 1999).

1.5. Qualité physico-chimique :

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètre. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (Rodier, 2009).

1.5.1. Paramètres physiques et organoleptiques :

- **température :**

C'est important de connaitre la température de l'eau avec une bonne précision (Rodier, 1984). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivants dans l'eau et particulièrement les microorganismes (OMS, de l'anglais WHO *World Health Organisation*, 1987).

- **conductivité :**

La conductivité Mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau et nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau (Guentri & Rahmania, 2015). Elle est exprimée en micro Siemens par centimètre (µS/cm) (AFNOR, 2001).

Elle dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé (Belghiti et *al*, 2013)

- **Salinité :**

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques (mais aussi aux sols) qui caractérise leur teneur en sel (NaCl) et autres sels dissous dans les eaux. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés (Ramade, 2011).

- **Turbidité :**

La turbidité est un paramètre organoleptique (Ghazali & Ziad, 2013), cette dernière est due à la présence de particules en suspension, notamment colloïdales ; argiles, limons, grains de silice, matière organique, etc., qui donnent un aspect trouble à l'eau (Rodier et *al.*, 2009 ; Graindorge, 2015). L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité (Rodier et *al.*, 2009).

1.5.2. Paramètres chimiques :

- **pH (Potentiel Hydrogène) :**

Le pH permet de connaitre l'acidité, la basicité ou la neutralité de l'eau (Zurluth & Gienger, 2006), par la mesure de sa concentration en ion H+ (Chapman et *al*., 1996).
Le pH est une grandeur sans dimension, exprimé par la relation : pH = -log [H3O+] (Ravomanana, 2014). Il dépend de l'origine des eaux, de nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Dussart, 1966 ; Bermond et Vuichard, 1973) in (Belghiti et al, 2013),

- **Oxygène dissous :**

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau. Sa solubilité est liée à plusieurs facteurs particulier : la température, la pression atmosphérique et la salinité et aussi en fonction de l'origine de l'eau ; les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre (Rodier, 1984). Il est exprimé en mg/l (Derwich et *al*, 2010).

1.5.3. Les métaux lourds:

La définition des métaux lourds varie d'un groupe à l'autre. Certains auteurs prennent en considération la notion de toxicité, et d'autre les définissent comme étant des

éléments à l'état de trace au vu de leurs faible concentration en milieu naturels. (Guentri & Rahmania, 2015).

D'un point de vue purement scientifique et technique, le terme de métal lourd s'applique à tout métal ayant une densité supérieur à 5 ou à tout métal ayant un numéro atomique élevé en général supérieur à celui du sodium (Willem, 2017).

Les trois métaux étudiés sont :

- **Cadmium :**

Le cadmium est un métal blanc argenté, brillant, relativement mou et déformable (Bliefert et Perraud, 2001). C'est l'un des métaux les plus toxique et relativement rare, a pris de l'importance comme contaminant de l'environnement seulement au cour des soixante dernière années (Boisson et al, 2012) in (Guentri et Rahmania, 2015).

- **Cuivre :**

C'est un élément chimique naturellement présent dans la croûte terrestre. Il est essentiel au développement de toute forme de vie ; cependant son excès affecte le bon fonctionnement de divers organes (Willem, 2017).

- **Plomb :**

Le plomb existe dans le milieu naturel sous forme+2, il se trouve naturellement à l'état de trace (Wright et Welbourn, 2002) in (Guentri et Rahmania, 2015).
Son origine dans les ressources en eau est en partie naturelle et en partie anthropique; L'origine dans les eaux potables distribué est exclusivement le contact avec des tuyauteries en plomb (Legube, 2015).

1.6. Qualité Microbiologique :

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infection humaines redoutable. Ce sont des bactéries, des virus, voire des champignons et des algues (Haslay & Leceler, 1993).
Dans le domaine de la qualité des eaux de boisson, les analyses bactériologiques concernent non pas des microorganismes pathogènes mais des germes jouant un rôle d'indicateur (Rodier, 1996). Ces germes sont spécifiques de la flore intestinale et ne sont pas nécessairement pathogène. En plus de leur rôle d'appréciation du risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des organismes

pathogènes, permettant également d'évaluer un traitement de désinfection de l'eau (Rodier, 1996).

L'organisation mondiale de la santé divise les indicateurs microbiens en trois groupes (Ashbolt et *al*., 2001) :

- Les indicateurs liés à l'efficacité des traitements : bactéries hétérotrophes totales, les coliformes totaux ;
- Les indicateurs d'une contamination fécale : les coliformes fécaux, E. coli ;
- Les indicateurs modèles de pathogènes : E. coli, Salmonella, les virus entériques humains.

On cite parmi ces bactéries :

- **Les coliformes totaux et thermotolérants :**

Les coliformes totaux :

Les coliformes appartiennent à la famille des enterobacteriaceace. Le terme coliforme correspond à des microorganismes en bâtonnets, gram négatif, aéro-anaérobies facultatif, non sporulant, oxydase négatif, capable de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37° C (Rodier, 2005).

Les coliformes thermotolérants (ou fécaux) :

Les coliformes thermotolérants forment un sous-groupe de bactéries de coliformes qui fermentent le lactose à une température comprise entre 44 et 45 °C pendant 24 heures. Ce groupe comporte plusieurs souches différentes (Citrobacter frendii, Enterobacter aerogenes, klebsiella…), La souche type est Escherichia coli (Rodier, 1996).

- **Streptocoques fécaux:**

Les Streptocoques fécaux sont des cocci à gram positif, disposés en chainettes. Ils sont anaérobies aérotolérants, immobiles, non sporules, catalase négatif. (Carip et *al.*, 2015).

En général, ils sont des bactéries des matières fécales. Leurs antigènes de paroi les classent dans le groupe ″ D″ de lancefield. (Joffin Ch. et Joffin J-N., 2010).

- **Clostridium sulfito-réducteur :**

Le clostridium sulfito-réducteur appartient à la famille Clostridiaceace (Bergey's, 2004). Il s'agit de bacilles gram positif, anaérobies stricte, presque toujours mobiles,

sporulés (Pilet et *al*., 1979), non capsulés (à l'exception de *Clostridium perfringens*), catalase négatif (Carip et *al*., 2015).

Ils sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle (Armand, 1996).

- **Salmonelles :**

Le genre Salmonella appartient à la famille des enterobacteriaceace (Moll M & Moll N, 1995) sont des bacilles à gram négatif de forme bâtonnet, souvent mobiles par leurs ciliature péritriche (rarement immobiles) non sporulés se cultivant sur milieu ordinaire, aero-anaérobies facultatifs, oxydase négative et catalase positive (Sutra et *al*., 1998).

Les sérotypes adaptés à l'homme sont : *Salmonella typhi* et sérotypes *S. paratyphi* A et *S. Sendai*, responsables de la fièvre typhoïde humaine.

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément (Rodier, 2009).

1.7. Définition d'une norme :

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieur. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas (Hoffamn et *al.*, 2014).

Tableau I : Les normes (algériennes et de l'OMS) :

Paramètres	**Normes algériennes(2011)**	**Normes de l'OMS**
pH	6,5 - 9	6,5 - 9,5
Conductivité (µS/cm)	2800	-
Température (°C)	25	-
Oxygène dissous (mg / l)	-	-
Salinité (psu)	-	-
Turbidité (NTU)	5	5
Cuivre (mg /L)	02	02
Plomb (mg /L)	0,01	0,01
Cadmium (mg /L)	0,003	0,003
Les coliformes totaux	10	00
Les coliformes fécaux	00	00
Streptocoques fécaux	00	00
Clostridium sulfito-réducteur	00	00
Salmonelles	Absence / Présence	Absence / Présence

CHAPITRE 2 : Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude :

2.1.1. Situation géographique :

L'étude porte sur le territoire de la commune de Feraoun, qui se trouve 50 km au sud de la wilaya de Bejaïa. La commune de Feraoun est issue du dernier découpage administratif de 1984 ; administrativement, elle est rattachée à la daïra d'Amizour et est limitée comme suit :

- Au Nord-ouest, par la commune de Semaoune,
- Au Nord-est, par la commune d'Amizour.
- Au Sud, par la wilaya de Sétif,
- A l'Est, par la commune de Barbacha,
- A L'Ouest, par la commune de Beni Djellil (Commune de Feraoun, 2008).

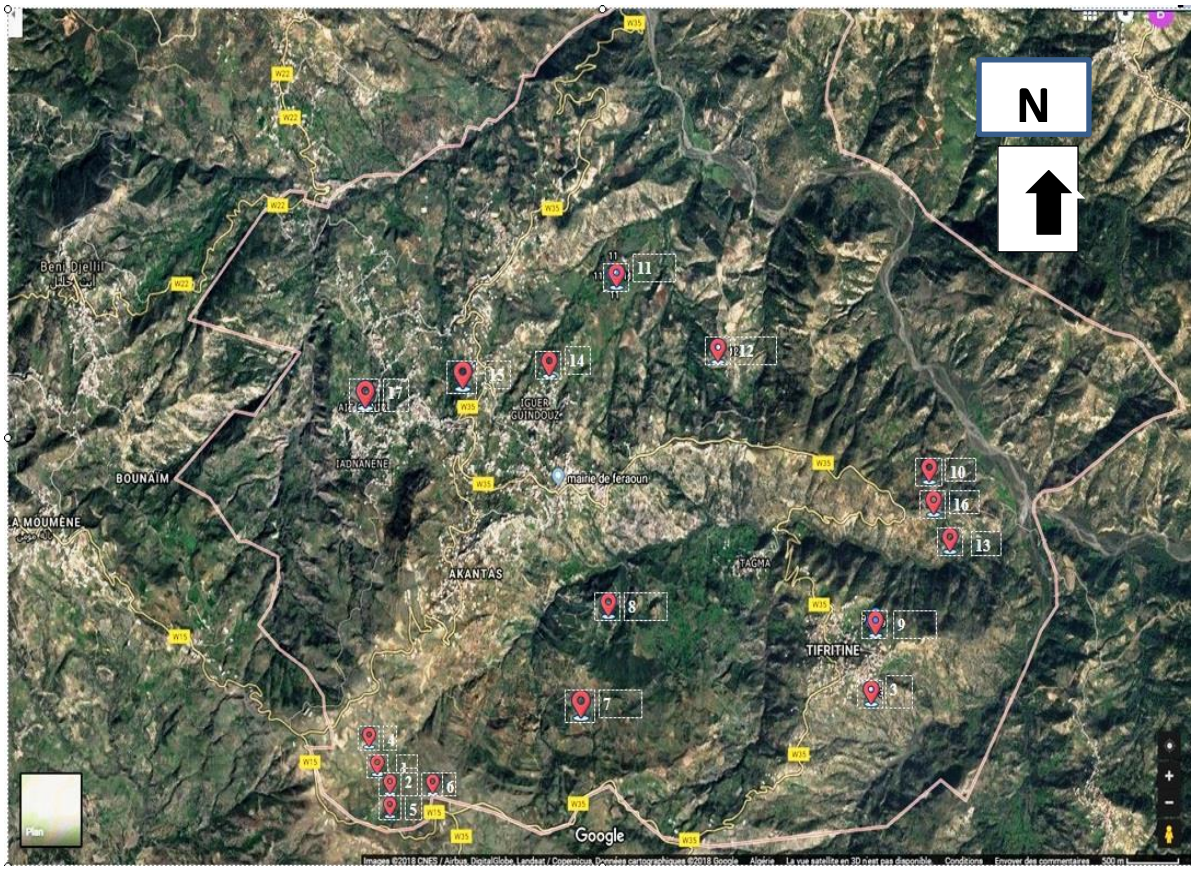

Figure 2 : Situation géographique de la commune de Feraoun (capture écran Google earth) 2018.

Le territoire communal de Feraoun appartient dans sa globalité à un territoire montagneux. Selon l'annuaire statistique de la willaya de Bejaia, cette commune s'étend sur une superficie de 41,91 Km^2 et comporte une population de l'ordre 16275 habitants (pop. Fin 2015), soit une densité de 371,08 habitants/Km^2 (Direction de la planification et des statistiques de la wilaya de Bejaia, 2015).

2.1.2. Climatologie :

Appartenant géographiquement à la zone montagneuse de la partie occidentale des Babors, le territoire de Feraoun fait partie de l'étage bioclimatique subhumide, de type méditerranéen tempéré, avec un hiver humide et froid et un été chaud et sec.

2.1.3. Activité économique dans la commune :

- **L'activité agricole :**

La commune de Feraoun est rurale par sa situation de montagne, d'une part, et par sa composition urbaine à strate rurale prépondérante, d'autre part. La Superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 2557 Ha, on trouve des cultures maraichères (petit pois, ails, fèves vertes….), des cultures fruitières (abricots, poires, pommes…)…etc. on trouve également l'élevage animale qui comporte l'élevage des bovins, ovin, caprins ainsi que l'apiculture et l'aviculture.

- **L'activité industrielle :**

Le secteur industriel est quasiment absent au niveau de la commune de Feraoun, ceci est dû à l'absence de terrains pour la construction des usines.

- **L'activité commerciale:**

L'activité commerciale constitue la base de l'alimentation de la commune en matière de besoins quotidiens. Elle est concentrée généralement au niveau de l'agglomération chef-lieu et des agglomérations secondaires, soit au total environ 110 commerçants exerçant au niveau de tout le territoire communal de Feraoun.

2.2. Echantillonnage :

Dans le cadre de l'analyse de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de consommation de quelques sources naturelles de la commune de Feraoun, et vu le nombre important de sources qui s'y trouvent, un choix des sites a été fait en retenant les suivants ;

- Les sources qui sont surtout nouvellement aménagés et qui ne font pas l'objet d'un suivi par le service d'hygiène communale.
- Les sources suivies par le service d'hygiène communal mais qui sont fréquemment utilisées surtout en période estivale, d'où l'intérêt de déterminer leurs risque de contamination et son effet sur la santé public.
- D'une manière que les sources soit réparties sur l'ensemble du territoire de la commune.

Le nombre d'échantillons à était dicté par la limite des moyens d'analyse, par conséquent, il était impossible de les réaliser au niveau de l'université. En effet, mise à part quelques paramètres physico-chimiques mesurés in situ, des services extérieurs ont été sollicités pour prendre en charge une partie des analyse tels que, la Direction de la Santé et de la Population (DSP) de la willaya de Bejaia pour les analyses microbiologiques (19 prélèvements). Pour le dosage des métaux lourds, ils ont été mesurés au niveau du laboratoire de génie des procédés de l'université, en nous limitant à 3 le nombre de métaux à analyser et à 50 le nombre total d'échantillons possibles. L'échantillonnage a été réalisé en deux campagnes ; la première pour des prélèvements à des fins d'analyse microbiologiques et la deuxième pour le dosage des métaux lourds.

2.3. Mode de prélèvement et méthodes d'analyse :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera faite. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc…). Etant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques (Rodier, 2009).

2.3.1. Travail de terrain :

Les échantillons de l'eau ont été obtenus de différentes stations (puits, sources captées, fontaines de source), afin d'évaluer leurs qualité on a mesuré un ensemble de paramètres qui sont :

- Les paramètres physico-chimiques (température, pH, oxygène dissous, salinité, et conductivité) ont été mesurés sur le terrain (in situ) à l'aide d'un multi paramètre de terrain modèle HANNA 9828, son utilisation consiste à plonger la sonde appropriée dans un récipient qui contient l'échantillon d'eau, puis attendre quelque minutes jusqu'à la stabilisation de l'affichage sur l'écran ensuite noter les résultats de la mesure.

Figure 3: Instrument de mesure multi paramètre de terrain (cliché mis par Belhadj et Yahia, 2018).

La turbidité a été mesurée grâce à un turbidimètre portable de marque Orbico-Hillige modèle 966 selon les étapes suivantes :

- calibrer le turbidimètre avec la solution d'étalons (0 NTU .40 NTU) ;
- Rincer la cuvette avec l'eau à analyser puis la remplir ;
- Nettoyer la cuvette et s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucune tache ;
- Placer la cuvette et noter la mesure affichée sur l'écran de l'instrument ;
- Jeter l'échantillon et rincer la cuvette.

Figure 4 : Instrument de mesure turbidimètre portable de terrain (cliché mis par Belhadj et Yahia, 2018).

Pour les prélèvements qui concernent le dosage des métaux lourds on a utilisé des flacons polyéthylène qui ont été lavés avec le détergeant et l'eau de robinet ensuite les trempés dans l'acide nitrique 1% pendant 24 heures avant leurs utilisation et lors de remplissage des flacons on rajoute 2 ml de l'acide nitrique 2 % pour chaque 500 ml d'eau à analyser (ISO, 1986).

Concernant les analyses bactériologiques le prélèvement doit se faire dans des flacons en verre stériles d'une capacité de 1litre. Une fois prélevé les deux prélèvements (physico-chimiques et bactériologiques) auront lieu les bouteilles sont numérotées et étiquetées puis les transportées dans des glacières de 4°C jusqu'au laboratoire (ISO, 1986).

2.3.2. Travail au laboratoire :

2.3.2.1. Traitement des échantillons :

- **Préparation des échantillons:**

A l'arrivé au laboratoire, on prépare les erlenmeyers rodés on les remplissant avec 100 ml d'eau à analyser, ensuite on ajoute 5 ml d'acide chlorhydrique 37% dans chaque erlenmeyer. ces derniers sont placés sur une plaque chauffante jusqu'à réduction du volume entre 15 et 20ml en évitant toute ébullition. Une fois les échantillons sont réduits, on les laisse refroidir ensuite on les filtre à l'aide d'un papier filtre et on rajoute de l'acide nitrique 1% jusqu'à qu'il atteigne 100 ml, on verse le mélange dans des tubes à essai étiquetés pour les utiliser lors du dosage des métaux lourds par la spectrométrie d'absorption atomique (ISO, 1986).

- **Dosage des métaux lourds par spectrométrie d'absorption atomique :**

La Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA) est une technique qui s'est largement développé ces dernières années mais dont le phénomène de base était connu depuis longtemps. La séduisante possibilité de la méthode et en particulier sa rapidité, l'ont fait adapter au dosage d'un certain nombre d'éléments rencontrés dans les eaux (Rodier, 2009).

Le dosage des métaux lourds a été effectué au laboratoire de génie des procédés de l'université de Bejaia et qui a concerné trois éléments (Cuivre (Cu) ; Cadmium (Cd) ; et Plomb (Pb)) à l'aide de la SAA à flamme.

Figure 5 : Spectromètre d'absorption atomique (cliché mis par Belhadj et Yahia, 2018).

2.3.2.2. Analyse de la qualité bactériologique :

L'ensemble de ces analyses bactériologiques sont effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène de la Direction de la Sante de la Population (DSP) de la Wilaya de Bejaia. Les analyses habituellement effectuées sur une eau de consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- ✓ Les Coliformes totaux et fécaux.
- ✓ Les Streptocoques fécaux.
- ✓ Les Clostridium sulfito-réducteur.
- ✓ Les Salmonelles.

- **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :(voir annexe III)**

Le Protocol suivi pour cette recherche est celui de la norme NFT 90-413 (Rejsek, 2002), qui s'effectue en deux étapes :

- Un test présomptif : dont le but est la recherche des coliformes totaux,
- Un test confirmatif : qui sert à la recherche des coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli.

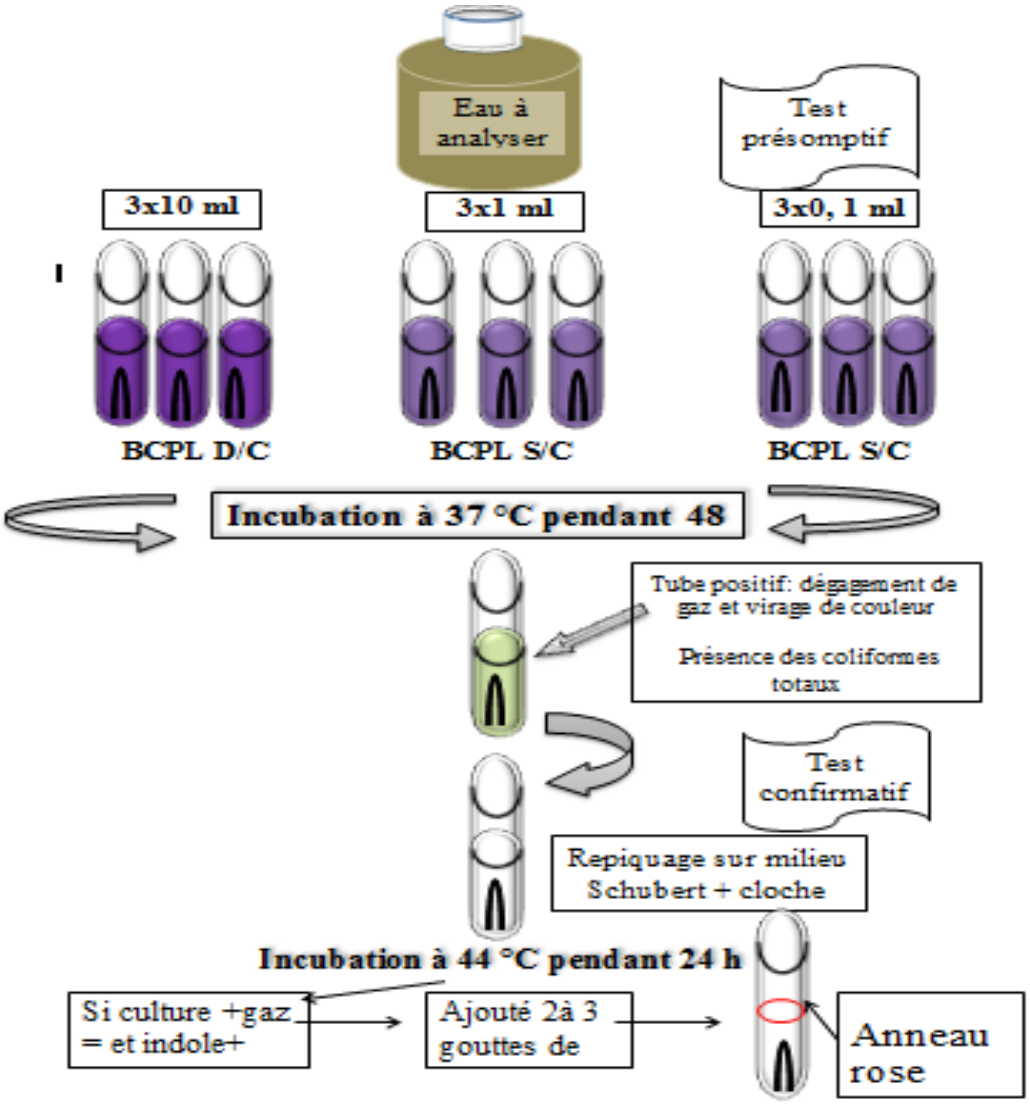

Figure 6 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau (Tfyeche,

- **Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :(voir annexe IV)**

Le Protocol suivi pour cette recherche est selon la norme NF EN ISO 9308-3, mars 19995 (Rejsek, 2002) qui s'effectue en deux étapes :

- Un test présomptif,
- Un test confirmatif.

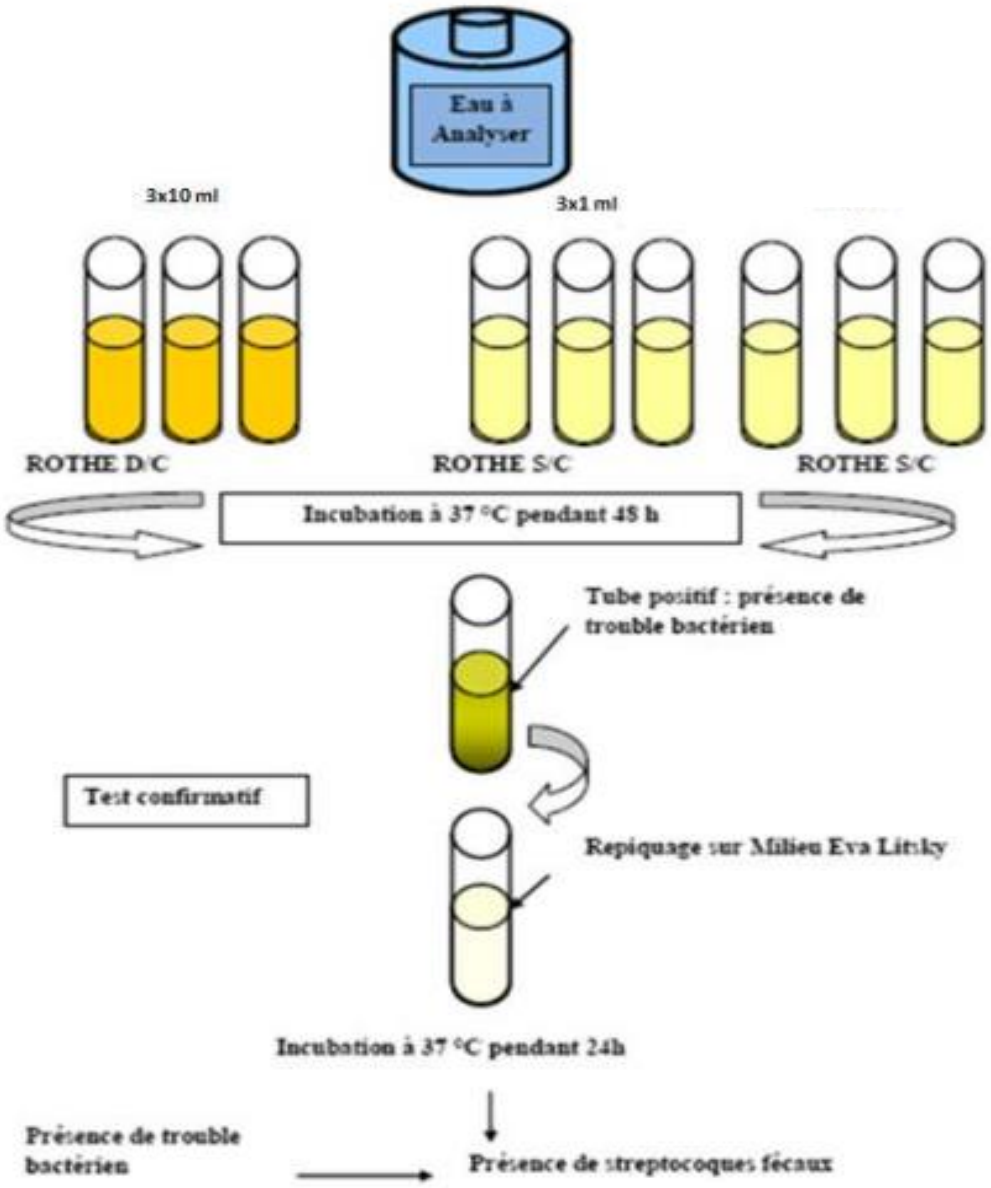

Figure 7 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau (Tfyeche, 2014)

- **Recherche et dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur :(voir annexe V)**

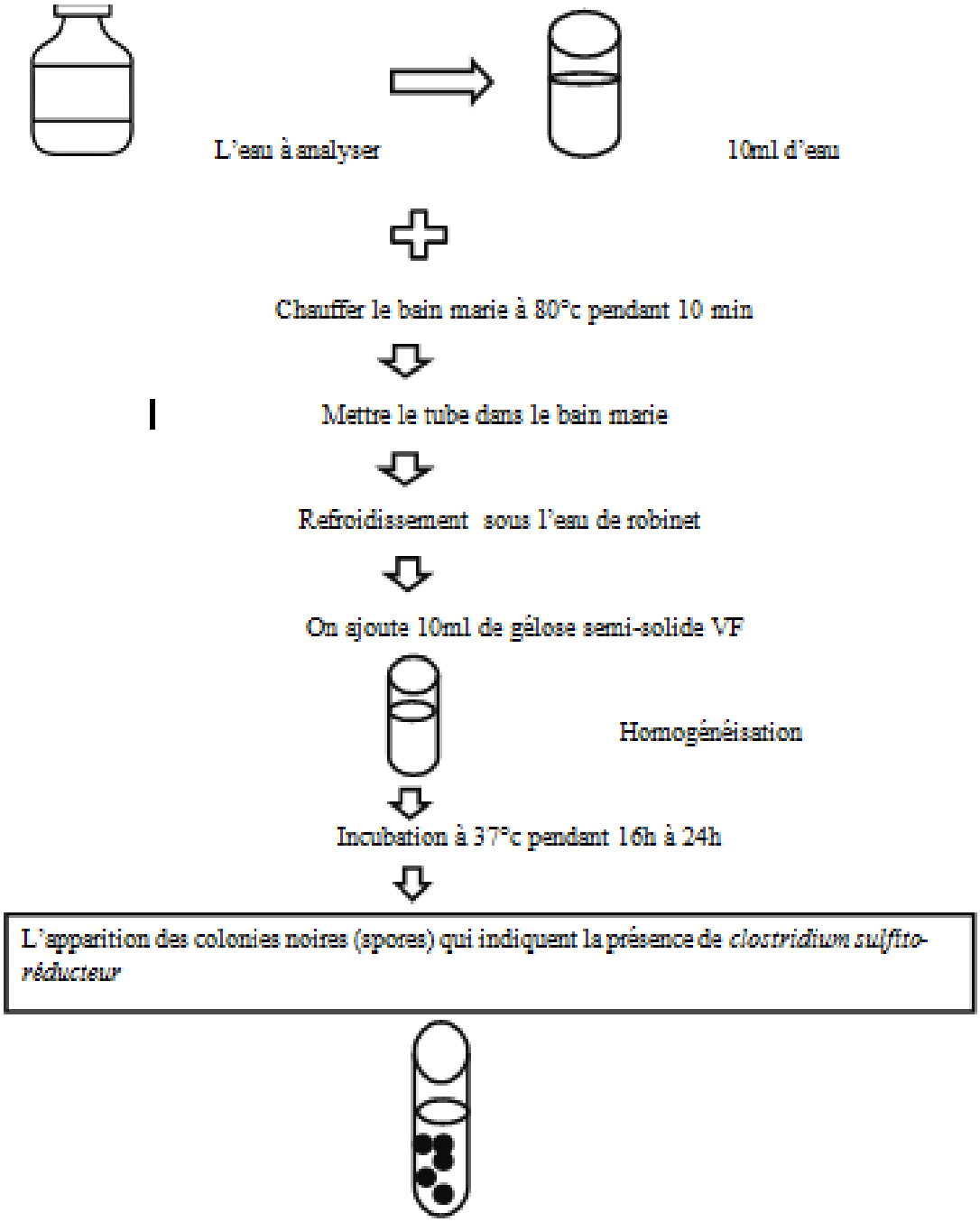

Figure 8 : Recherche et dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur dans l'eau (Tfyeche, 2014).

- **Recherche de Salmonella : (voir annexe VI)**

CHAPITRE 3 : Résultats et discussions

L'étude expérimentale réalisée sur les différents échantillons prélevés, nous a permet de déterminer les paramètres physico-chimique et microbiologique de l'eau de différentes sources de la commune de Feraoun. Les prélèvements ont été effectués au cours du mois de mars et avril.

L'interprétation des résultats de chaque paramètre est effectué selon :

- Selon les normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine (décret exécutif n° 11-125 JO N°18 du 23 mars 2011).
- Selon les valeurs guides de l'OMS, 2006

3.1. Paramètres physico-chimiques :

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques des sites d'eau échantillonnés sont présentés dans le tableau (tableau V).

Tableau II : Valeurs des paramètres physico-chimiques au niveau des 17 sites échantillonnés

Les sites	Ph	Conductivité (µS⁄cm)	Température (°C)	Oxygène dissous (mg / l)	Salinité (psu)	Turbidité (NTU)
1	7,61	1026	13,66	0,48	0,51	2,8
2	7,5	1993	14,5	0,49	1,02	3,9
3	7,89	1409	16,92	4,03	0,71	1,5
4	8,14	2743	20,51	1,2	1,43	0,3
5	8 ,29	675	13,7	1,76	0,33	1,1
6	7,63	669	16,2	2,76	0,33	0,5
7	7,85	607	18	1,18	0,3	1,3
8	7,13	1145	20,3	0,57	0,57	1 ,5
9	7,51	866	14,05	2,07	0,43	0,8
10	7,1	1468	19,41	0,78	0,74	3,8
11	7,58	1980	17,04	0 ,52	1,02	17,6
12	7,33	750	17,74	1, 35	0,37	0,9
13	7,29	972	17,04	0,79	0,48	3,5
14	7,59	1307	17,1	2,18	0,66	1,7
15	8,32	1090	17,08	1,88	0,54	1,6
16	7,32	1141	15,15	1,45	0,57	2,3
17	6,91	1285	23,52	0,06	0,64	6,7
Normes Algérienne	6,5-9	2800	25	-	-	5
Normes OMS	6,5-9,5	-	-	-	-	5

3.1.1. Le pH :

Les valeurs de pH des eaux échantillonnées apparaissent légèrement basique dans 3 sites légèrement acide dans un seule site et quasiment neutre au niveau des 15 sites ; Ils varient entre 6,91 et 8,32 dont la maximale est enregistrée au site (15) et la minimale est enregistrée au niveau de site (17), donc elles sont tous conformes aux normes : Algérienne qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 9 (JORDP 2011) ,ainsi que celle de l'OMS qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 9,5 (OMS 2006) . (Fig. 9).

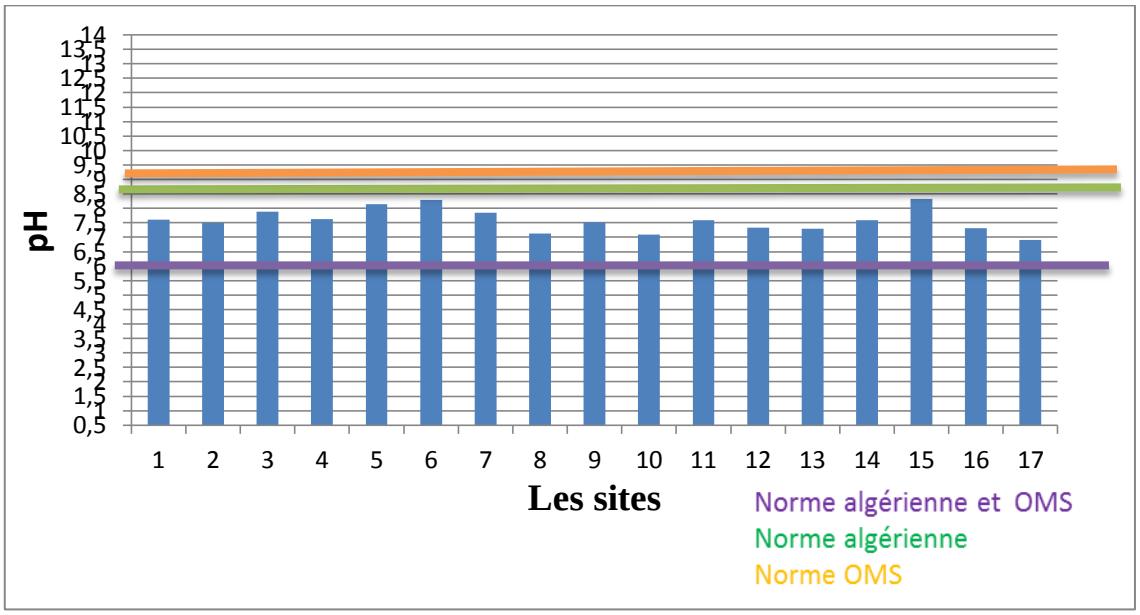

Figure 9 : Valeurs du Ph des sources échantillonnées.

3.1.2. La conductivité :

Les valeurs de conductivité des 17 sites sont différentes d'un site à un autre. Elle oscille entre 607 µs/cm et 2743 µs/cm dont le maximum est enregistré au site (4) et le minimum au site (7).Ses valeurs sont tous au-dessous de la valeur recommandée (2800 µs/cm) par les normes algériennes (JORDP 2011) ; donc ses eaux sont de bonne qualité de point de vue conductivité. (Fig. 10).

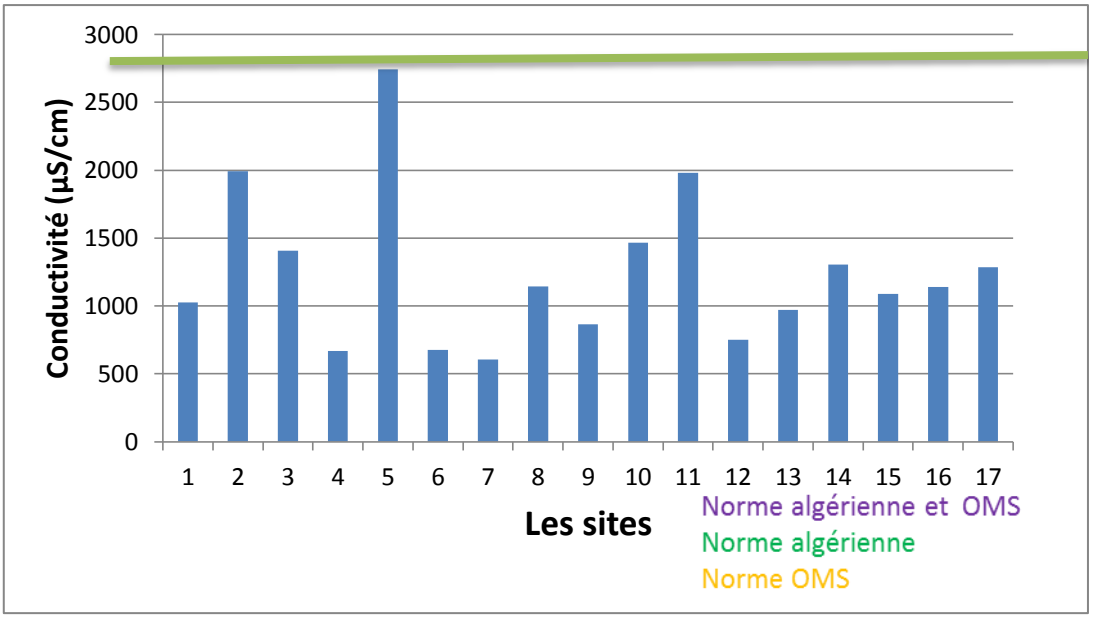

Figure 10 : Valeurs de la conductivité des sources échantillonnées.

3.1.3. Température :

Il est reconnu que les variations de la température s'estompent au-delà de 3 mètre de profondeur et que la température des eaux souterraines est invariable au cours de l'année (petit & Erpicum, 1987).

L'étude de la température a montré que les valeurs obtenues dans les différents sites sont comprises entre 13,66 °C et 23,52 °C. La plus haute valeur est enregistrée au site (17) alors que la valeur la plus basse est enregistrée au site (1).

Toutes les valeurs de ce paramètre ne dépassent pas la norme algérienne 25 °C (JORDP, 2011).donc ces eaux sont de bonne qualité de point de vu température, (Fig. 11).

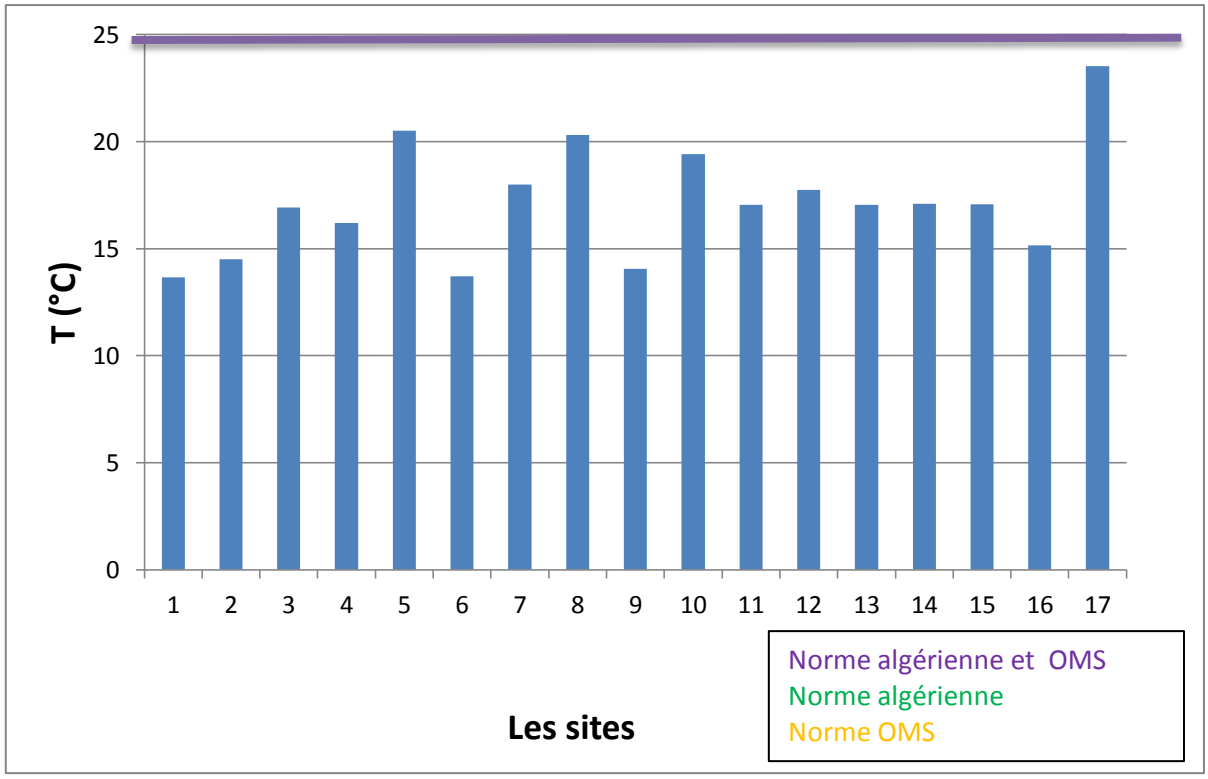

Figure 11 : Valeurs de la température des sources échantillonnées.

3.1.4. Oxygène dissous :

Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau sont différentes d'un site à un autre avec une valeur maximale 4,03 mg/l au site (3) et une valeur minimale de 0,06 mg/l au site (17).

Cette variation est due essentiellement à la diminution de la température de l'eau, car une eau froide contient une plus grande quantité d'oxygène dissous qu'une eau chaude (Hebert S. & Légaré S., 2000), (Fig. 12).

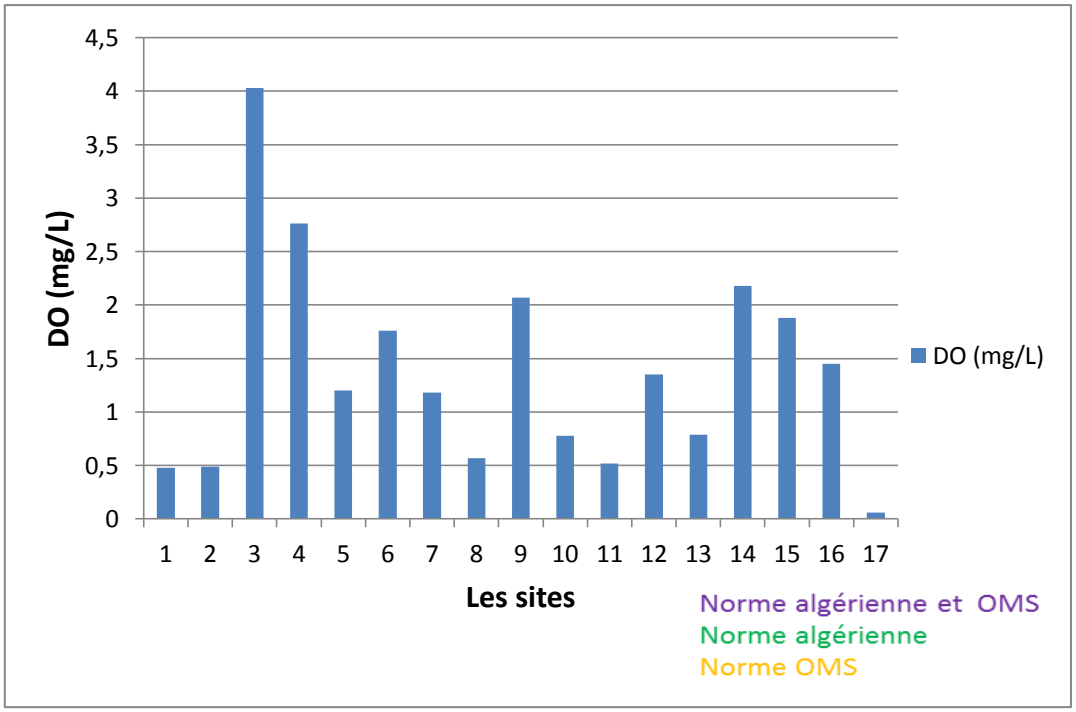

Figure 12 : Valeurs de l'Oxygène dissous des sources échantillonnées.

3.1.5. Salinité :

Les valeurs de la salinité des 17 sites oscillent entre 0,3 psu et 1,43 psu ; la valeur maximale a été enregistrée au site (1) et la valeur minimale a été enregistrée au site (7), ce qui est confirme les valeurs de la conductivité trouvés précédemment, (Fig. 13).

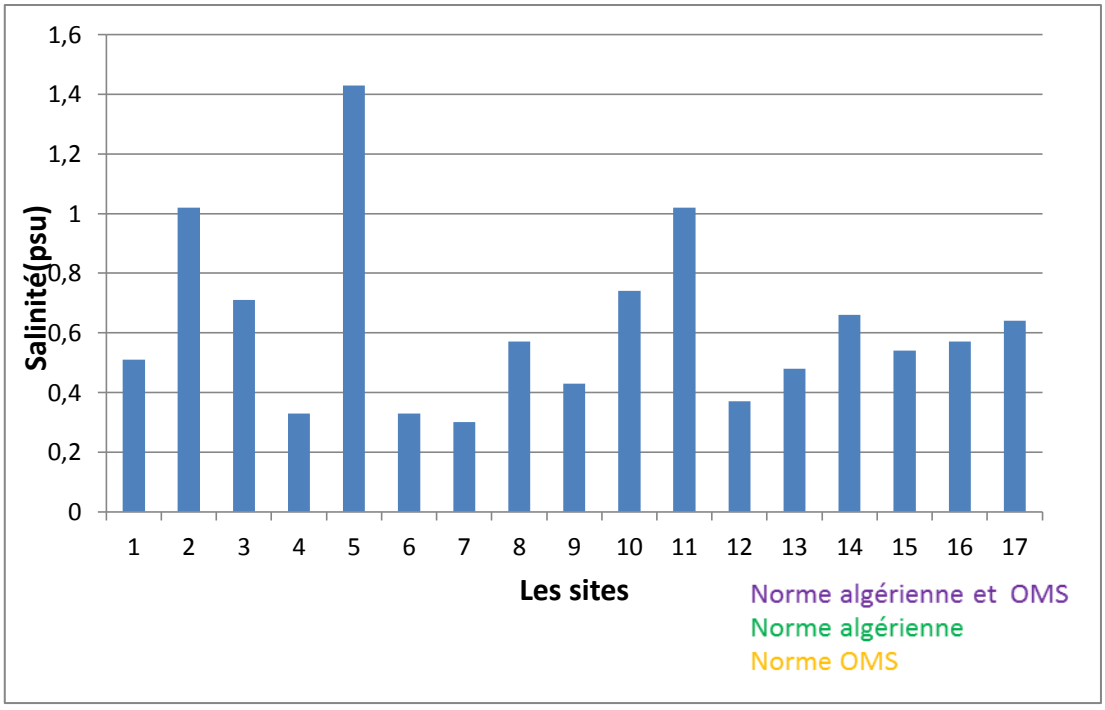

Figure 13 : Valeurs de la salinité des sources échantillonnées.

3.1.6. Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. Les résultats des analyses obtenus à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 0,3 NTU et 17,6 NTU dont la valeur maximale est enregistrée au site (11) et la valeur minimale est enregistrée au site (4).

Les valeurs des sites n° (1) à (10) et de (12) à (16), sont inférieur à 5 NTU, cette dernière est la norme exigée par loi algérienne (JORDP,2011) et celle de l'OMS (2006), donc ces eaux sont conformes à ces normes et on peut les classer comme une eau claire. Cependant la valeur de la turbidité des sites (11) et (17) sont supérieure à la norme, (Fig. 14).

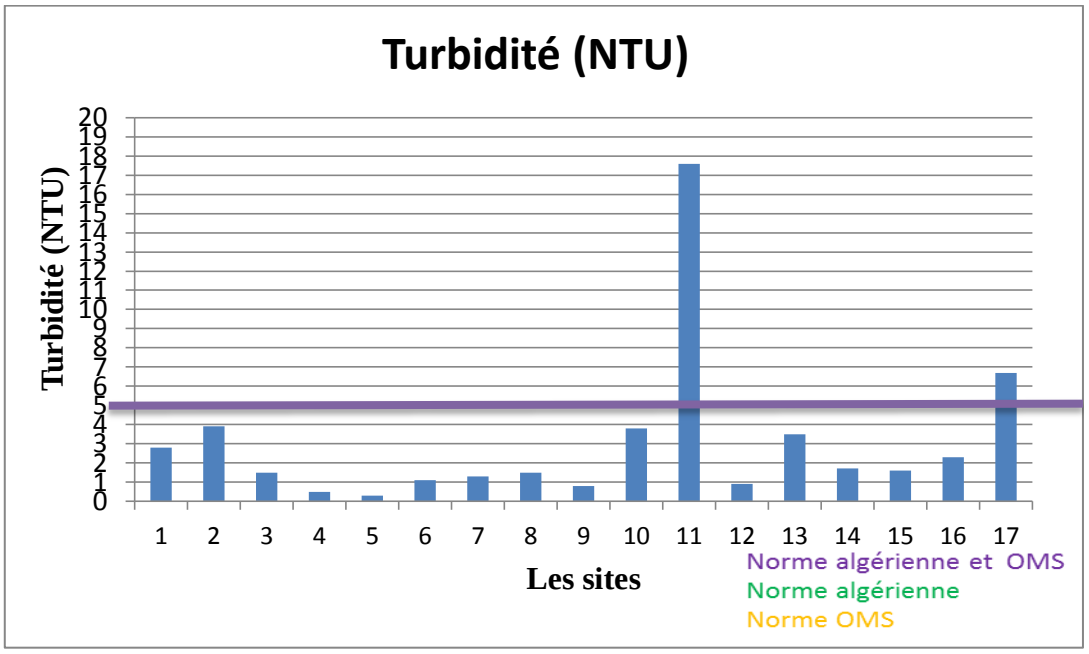

Figure 14 : Valeurs de la turbidité des sources échantillonnées.

3.2. Les concentrations des éléments en traces métalliques (ETM) au niveau des sites échantillonnées :

Les résultats des trois ETM étudiés (cuivre, cadmium, plomb) obtenus après leurs dosages par la SAA sont montrés dans le tableau VI.

Tableau III : Les concentrations des ETM des échantillons d'eau analysés

Métal (mg /L) Les sites	Cu	Pb	Cd
1	0,2166	0,1217	0
2	0,2906	0,0275	0
3	0,1575	0,0009	0
4	0,2161	0,0666	0
5	0,2139	0,0193	0
6	0,1360	0,0422	0
7	0,3060	0,0466	0
8	0,4315	0,0900	0
9	0,3158	0,0793	0
10	0,3212	0,0413	0
11	0,1195	0,0365	0
12	0,1171	0,0003	0
13	0,2778	0	0
14	0,1924	0,0347	0
15	0,2202	0,0260	0
16	0,3305	0,0221	0
17	0,1977	0,0321	0
Normes Algérienne	02	0,01	0,003
Normes de l'OMS	02	0,01	0,003

3.2.1. Cuivre (Cu) :

Les résultats des 17 sites échantillonnés illustré dans le tableau révèlent des concentrations variables du cuivre qui oscille entre 0,4315 mg/l et 0,1171 mg/l dont la valeur maximale est enregistrée au site (8) et la valeur minimale es enregistrée au site (12).

Ces concentrations sont conformes à la valeur admissible par les normes algériennes (JORDP, 2006) ainsi que la norme de l'OMS(2006) qui est de 2mg/l donc ces eaux sont consommables de point de vu cuivre.

3.2.2. Plomb (Pb) :

Les résultats illustrés dans le tableau VI, révèlent des concentrations variables du plomb. Les teneurs en plomb contenu dans les sites échantillonnés varient entre 0 mg/l et 0,1217 mg/l, parmi les 17 échantillons analysés un site montre une absence totale du plomb (0 mg/l), deux échantillons ont une faible concentration, donc ils sont conformes à la norme algérienne et l'OMS. Cependant les concentrations des 14 autres sites sont comprises entre 0,0193 mg/l et

0,1217 mg/l, donc ces derniers dépassent les valeurs guides exigées par la norme algérienne et l'OMS.

3.2.3. Cadmium (Cd) :

D'après les analyse effectuées, les résultats montrent qu'il n y a aucune trace du cadmium dans tous les échantillons d'eau, ces derniers sont conforme à la norme algérienne ainsi l'OMS.

3.3. Qualité microbiologique :

Les analyses bactériologique ont été effectuées au niveau de laboratoire DSP qui consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, des Clostridium sulfito-réducteurs et Salmonella. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant (tableau VII) :

Tableau IV: Résultats des analyses bactériologique

Germes / **Echantillon**	**CT (UFT)**	**CF** (UFT)	**ST (UFT)**	**SAL**	**ASR (UFC)**
1	1100	03	1400	Abs	05
2	1400	210	93	Abs	00
3	1100	28	1400	Abs	04
4	21	09	00	Abs	05
5	00	00	00	Abs	00
6	00	00	00	Abs	00
7	00	00	00	Abs	00
8	00	00	00	Abs	00
9	00	00	00	Abs	00
10	1400	240	07	Abs	00
11	210	210	14	Abs	00
12	00	00	09	Abs	06
13	09	09	29	Abs	11
14	09	00	14	Abs	03
15	00	00	00	Abs	14
16	00	00	00	Abs	00
17	00	00	09	Abs	00
18	00	00	00	Abs	00
19	09	00	15	Abs	01
Normes Algériennes	10	00	00	Absence / Présence	00
Normes OMS	00	00	00	Absence/Présence	_

3.3.1. Les coliformes totaux :

Les résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau révèlent des charges bactériennes qui varient entre 0 UFT/100 ml et 14×10^2 UFT/100 ml.

La charge bactérienne des sites (5), (6), (7), (8), (9), (12), (15), (16), (17), (18) est nulle donc ces eaux sont conformes aux deux normes : algérienne (JORDP 2011) et l'OMS (2006).

Les sites (13), (14), et (19) sont conformes uniquement à la norme algérienne (JORDP 2011), ils ont un nombre 9 UFT/100 ml, donc inferieur à la valeur admissible.

Cependant les sites (1), (2), (3), (4), (10), (11) ne sont pas conformes aux deux normes : algérienne (JORADP 2011) et l'OMS (2006), ils ont un nombre compris entre 21 UFT/100 ml et 14×10^2 UFT/100 ml, donc supérieur à la valeur admissible.

3.3.2. Coliformes fécaux :

Le nombre des coliformes fécaux trouvés dans les échantillons d'eau analysés oscille de 0 UFT/100 ml et 240 UFT/100 ml.

Les sites (1), (2), (3), (4), (10), (11), (13) présentent des densités bactérienne oscillent entre 3 UFT/100 ml et 240 UFT/100 ml, par conséquent ne sont pas conformes à la norme algérienne (JORDP2011) ainsi que la norme de l'OMS.

3.3.3. Les streptocoques fécaux :

Le dénombrement des Streptocoques fécaux montre que la charge bactérienne des sites (1), (2), (3), (10), (11), (12), (13), (14), (17), (19) sont supérieurs à la norme algérienne (JORA 2011) et l'OMS (2006). Par contre les sites (4), (5), (7), (8), (9), (15), (16), (18) ont des valeurs nulles donc sont conformes à la norme algérienne (JORDP 2011) et l'OMS (2006).

3.3.4. Salmonella :

Les résultats de la recherche de Salmonella montrent son absence dans tous les échantillons d'eaux prélevés donc ces dernier sont conformes à la norme algérienne (JORDP 2011) qui excluent sa présence dans l'eau de consommation humaines.

3.3.5. Clostridium sulfito-réducteur :

Les dénombrements des spores de Clostridium sulfito-réducteur montre que les sites (1), (3), (4), (12), (13), (14), (15), (19) ne sont pas conformes à la norme, ils ont un nombre compris entre 1UFC/20 ml et 14 UFC/20 ml. Concernant les sites (2), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (16), (17), (18) ont des valeurs nulles, ce qui correspond à la norme algérienne (JORDP 2011) et celle de l'OMS qui excluent sa présence.

En générale presque la moitié des échantillons d'eau à analysés (8 sites) sont de bonne qualité bactériologique puisque toutes les valeurs des germes recherchés sont conformes aux normes de potabilité figurant dans le tableau. Cependant les 11 autres sites qui reste sont de mauvaise qualité bactériologique, leurs contaminations pourraient être expliquées par une pollution fécale d'origine animale (qui provient des bâtiments d'élevages avicoles, élevages bovins, utilisation des déchets des animaux comme fertilisant pour les terres agricoles avoisinant les sources (OMS, 1994).

Conclusion :

Nous nous sommes intéressées dans notre travail à l'analyse de certains paramètres physico-chimiques et bactériologiques de quelques stations de la commune de Feraoun (W. de Bejaia) afin d'évaluer leurs qualité suivant les normes de potabilité en se référant aux normes algériennes (2011) et celles de l'OMS (2006).

Au total, 17 sources ont été échantillonnées et analysée du point de vue physicochimique, microbiologique et le dosage de trois métaux lourds. Ces sources sont de trois types ; des puits ouverts (de faible profondeur), des puits fermés type sondage (profondeur importante) et des sources captées vers des fontaines aménagées. L'analyse des données obtenues nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé :

- Les valeurs de pH enregistrées dans les 17 sites sont conformes aux valeurs « guide » de la norme algérienne et l'OMS avec des valeurs qui oscillent entre 6,91 et 8,32 ;
- Les valeurs de conductivité et température des 17 sites sont conformes aux normes algériennes et concernant l'OMS ils n'ont pas mentionné une valeur guide.
- Pour les deux paramètres, salinité et l'oxygène dissous on ne peut pas dire s'ils sont dans les normes aux pas car il ya pas une valeur guide auxquelles on va se référé.
- Concernant la turbidité on trouve que sur l'ensemble des 17 sites on trouve uniquement 2 sites qui dépassent la norme que ça soit algérienne ou bien l'OMS.
- Les concentrations de cuivre trouvé dans les 17 sites sont tous en-dessous de la norme algérienne ainsi que celle de l'OMS qui ont la même norme donc elles sont conformes.
- Concernant le plomb on trouve 14 sites qui sont contaminés car leur concentration dépasse la valeur admissible par les deux normes (algérienne et l'OMS), mais les trois sites qui restent sont conformes aux normes.
- Les résultats des concentrations du cadmium montrent qu'il y a aucune trace de ce dernier dans l'ensemble des sources analysées.

A travers ces résultats, nous constatons que quelques paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normes admissibles,les autres non (comme le plomb qui dépasse les normes dans 14 sites contaminés). Du point de vue bactériologique, 11 sites sur 17 se révélés contaminés, donc qualifiés comme des eaux de mauvaise qualité bactériologique, et 8 sites sont conformes aux normes, donc ces eaux sont qualifiées de bonne qualité bactériologique.

Concernant les normes, on constate qu'il existe plusieurs normes de qualité des eaux potables qui diffèrent d'un pays à un autre telles que les normes algériennes, les normes françaises, les normes de l'OMS et les normes européennes.

Au terme de cette analyse, d'autres dosages auraient pu compléter le diagnostic sur le plan physico-chimique avec la mesure d'autres paramètres chimique et cibler plus de métaux lourds. Cependant, les moyens très limités qui ont été mis à notre disposition ne nous ont pas permet d'approfondir plus que cela.

A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques perspectives comme suit :

- ✓ nettoyer et mieux entretenir régulièrement les sources étudiées ;
- ✓ traitement et suivi régulier et continu pour l'ensemble des sites d'intérêt pour la santé public.

Références bibliographiques :

A

AFNOR., (2001). Qualité de l'eau, analyses organoleotiques- mesures physico-chimiques-parametres globaux-composés organque.6eme Edition.ISO 7888-1985 (F) p.73

ARMAND L., 1996. Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P : 37.

Ashbolt NJ., Grabow W.O.K, Snozzi M. (2001). Indications of microbial water quality. Quality: Guidelines, standards and Health. Risk assessment and management for water-related infectious disease, IWA Publishing, London, p. 289-316.

B

Belghiti M.L , Chahlaoui A. , Bengoumi D. , El Moustaine R. (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe Plio-Quaterrnaire dans la région de Meknes (Maroc).Lahryss Journal, ISSN 1112-3680, n° 14,juin 2013,pp. 21-36.

Bergey's, (2004). In Delarras C., (2014). Pratique en microbiologie de laboratoire:Recherche des bacteries et de levures moisissures. Edition :Lavoisier. Paris.

BERMOND R., VUICHAARD R., (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, 179p.

Bliefert C., Perraud R. (2001). Chimie de l'environnement :Air, Eau, Sols, Dechets. Edition : de boeck université Paris p.386.

C

Cadot C., 1990. Les traitements de l'eau. Edition Ellipes, Paris, 247 p.

Carip C., Salavert M-H., Tandeau A. (2015). Microbiologie, hygienne et droit alimentaire. 8 Edition ,Lavoisier .

Chapman D. et *al*. (1996) in GHAZALI D., ZAID A., 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologiquedes eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknes à Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36

D

Dégréement, (2005). « Mémento technique de l'eau ». Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.

Degremont G., (2005).Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.

Derwiche. Et *al*. (2010). Caractéristique physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès, *Larhyss Journal, n°08, Juin, 101-112.*

DIOP C., 2006. étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université cheikh anta diop de Dakar.

Direction de la planification et des statistique de la wilaya de Bejaia, 2015.Annuaire statistiques de la wilaya de Bejaia.

DUSSART B., (1966). Limnologie : Etude des eaux continentales. GauthierVillars, Ed., Paris.

G

Ghazali D. & Zaid A. 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès, Maroc). *Larhyss Journal*, (12) : 25-36.

Ghazali D., Zaid A., 2013. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknes à Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36

Graindorge J., (2015). Guide des analysesde la qualité de l'eau. Edition territorial, voiron.Paris.P.126 .

Guentri S., Rahmania F., (2015). Contribution à la connaissance de la remontée et la pollution des eaux . Edition : universitaires européenes . P.28

Guergazi S. et Achour S., (2005). Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, *Larhyss Journal, 4,119-127.*

H

Haslay C. & Leceler H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition : Tec et Doc .Lavoisier . Paris : 101-107.

Hébert S., Légaré S. (2000). Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Canada.

Hoffmann F., ,Auly T., , Meyer A-M. (2014). L'eau .Edition : Confluence p.43.

https://www.google.dz/search?q=CYCLE+DE+L%27EAU&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj1wLqC2fTbAhXDPxQKHQqnBIgQ_AUICigB&biw=1280&bih=694#imgrc=ZmF4i-kkCHf-uM:

I

ISO., 1986. Qualité de l'eau : Dosage du Cobalt, Nickel, Cuivre, Zinc, cadmium et Plomb méthodes par spectrométrie d'absorption atomique. Suisse : ISO 8288, 1986.

J

JO n° 18. Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Joffin Ch. & Joffin J-N. (2010). Microbiologie alimentaire. 6eme Edition. Centre regional de documentation pedagogique d'aquitaire.

John P. & Donald A., (2010). Microbiologique, 3éme Edition, 1216 p

L

Legub B. (2015). Production d'eau potable :Fichier et procédés de traitement. Edition : Dunod. Paris. P.385.

Leroy, (1999). La pollution des eaux 4eme édition,Paris : presse universitaire de France.-(que sais je ?).- 127p.

M

Maïga Fatoumata Sokona, (2002). Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.

Moll M. & Moll N., (1995). Sécurité alimentaire du consommateur. Tec. Et Doc. Lavoisier.Paris.

N

Nechad I., Fadil K., F Adil F. (2014). Qualite physicochimique des eaux des sources ain regrag et ain sidi bouali dans la region de sefrou (Moyen Atlas, Maroc). Larhyss Journal, Issn 1112-3680, N°20, Décembre 2014, P. 127-146

O

OMS (1994). Directives de qualité pour les eaux de boisson; Volume 1-Recommandation. Organisation mondiale de la santé 2e édition.

P

Petit F & Erpicum M. (1987). Variations des températures des eaux de sources et de leurs débit en foction de leur mode d'alimentation, Bull. Socio. Géo de liége, n° XXII 22, 23ème année, 161-172.

Pilet Ch. et *al.* (1979). Bactériologie medicale et vétérinaire : Systématique bactérienne. 2eme Edition : Dunod,paris. p. 345.

Pulim, (1991). L'eau et la santé en Afrique tropicale. colloque pluridisciplinaire Géographique. Médecine limoges.

R

Ramade., 2011. Introduction à l'écochimie, les substances chimique et l'écosphère a l'Homme Edition. Lavoisire. Paris.

Ravomanana F., (2014). Chimie générale- UE1. 4eme Edition : Dunod,Paris p.160.

Regnault J.P., (1990). Microbiologie générale, Paris : Vigot.-859p.

Rejsek F. (2002). Analyse des eaux :Aspects réglementaires et techniques. Edition : Ressources pour l'Education Nationale. France p.302-303.

Rodier j. (1984). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition : Dunod. Paris.

Rodier, 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.

Rodier, 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.8eme édition :Dunod,Paris**.**

Rodier, 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.

S

Sutra L. et *al*., (1998). Manuel de bactériologie alimentaire. Edition : Polyfchnica.Paris.

T

Tfyeche L., (2014). Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement. Mémoire de master 2,université Kasdi Merbah-Ouargla,p. 30-32.

V

Vaillant J.R., (1973). Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution,contrôle des déversements d'eaux polluées.Paris: Edition : Eyrolles,p. 403.

W

W.H.O. (1987). Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.

Willem J-P. (2017). Les dégâts des métaux lourds : prévention et détoxication naturelle.2ème Edition : Guy Trédaniel. Paris. 418p.

Wright et Welbourn, (2002). In Guentri S., Rahmania F., (2015). Contribution à la connaissance de la remontée et la pollution des eaux. Edition : universitaires européennes. P.28.

Z

Zerluth J. & Gienger M., (2006). L'eau et ses secrets. Editions : Désbris, p.136.

Annexe I : Choix des sites

N° Source	DENOMINATION	LOCALITE	Lieu-dit	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	TYPE	POINT DE PRELEVEMENT
1	Puit Amaouche A.	Tifritine	Adrar	36.53331	4.87585	880	puit ouvert	puit
2	Puit village AA	Tifritine	Adrar	36.533036	4.875140	950	Puit fermé	Entrée château d'eau
3	Tala N'Tifritine	Tifritine	Balij	36.54580	4.89769	540	puit semi ouvert	puit
4	El Ainser Wensa	Tifritine	Ansa	36.539543	4.880633	746	Source captée	Entrée château d'eau
5	Puit Dahmana A.	Tifritine	Adrar	36.53245	4.87790	877	puit ouvert	puit
6	Tala N'Teguetach	Tifritine	Adrar	36.532797	4.879648	866	Source captée	Bassin château d'eau
7	El Ainser Oufares	Tifritine	El Ainser (source)	36.543791	4.877855	670	Source captée	Tuyau de sortie secondaire
8	Puit Djouhir	Tifritine	Talahi	36.541582	4.894056	594	Puit fermé	Tuyau de pompage
9	Puit Dahmana Dj.	Tifritine	Lota Lbir	36.546919	4.894163	530	puit ouvert	puit
10	Puit Aghouiles M.C.	Feraoun	Achkouf	36.55989	4.87375	598	puit fermé (sondage)	Robinet fontaine pour public
11	Puit Lota Ouadhouz	Lota Ouadhouz	Lota Ouadhouz	36.57801	4.86230	394	puit fermé (sondage)	Robinet fontaine pour public
12	Amizab	Feraoun	Route de Sahel	36.56340	4.88671	455	Fontaine de source	fontaine à écoulement permanent
13	Tala Mbala	Feraoun	Tala Mbala	36.55754	4.85869	670	Fontaine de source	fontaine à écoulement permanent
14	Tala Beâkal	Ichekaben	Beâkal	36.56246	4.85255	598	Fontaine de source	fontaine à écoulement permanent
15	Tala n'Ath Ounir	Ait Ounir	Ath Ounir	36.56219	4.84037	580	Fontaine de source	Robinet fontaine pour public
16	Tala Arezou	Iâadnanen	Ayelou	36.55912	4.84153	624	Fontaine de source	Robinet fontaine pour public
17	Tala Selouana	Iguer Ali	Selouana	36.56971	4.84059	363	Fontaine de source	fontaine à écoulement permanent

Annexe II : Les milieux de culture et réactifs pour préparer 1Lde milieu :

1. BCPL : Bouillon Lactose de Bromocrésol pour la recherche des coliformes

Tryptone …… .. 5 mg
Extrait de viande …… 3 mg
Lactose …….. 5 mg
Pourpre de Bromocrésol …… 25 mg

Repartir en tubes essais de 9 à10ml, puis ajouter éventuellement une cloche de Durham autoclave durant 20 min à120C

2. Rothe : pour dénombrement des streptocoques

Poly peptone ……..... 20 g
Glucose ……. 5 g
Chlorure de sodium …… 5 g
Phosphate mono potassique …… ……..... 2,7g
Phosphate di potassique …… 2,7 g
Azide de sodium…… 0,2 g
PH=7

Repartir en tubes essais de 9 à10ml, autoclave à 115C pendant 20 min.

Ce milieu peut être prépare à double convention en multiple les valeurs ci-dessus

3. EVA (LISKY) :

Poly peptone ……. 20 g
Glucose …… 5 g
Chlorure de sodium …… 5g
Phosphate mono potassique …… 2,7 g
Phosphate di potassique ……. 2,7 g
Azide de sodium ……. 0,3 g
PH=6 ,8

4 .Schubert : pour les coliformes fécaux

Tryptone …… 10 g
Tryptophane…… 0,20 g
Acide glutamique……. 0,20 g
Mannitol …….. 7,5 g
Sulfate de magnésium…….. 0,7g
Sulfate de d'ammonium…….. 0,40 g
Citrate de sodium …… 0,50 g
Chlorure de sodium…… . 2 g
Phosphate di sodique…… 4,12 g
Phosphate mono potassique …… 0,58 g
PH= 7,6

5. Viande foie : pour le dénombrement des spores de Clostridium Sulfito- Réducteurs

Peptone viande –foie …… 30 g
Glucose …… 2 g
Amidon soluble …… 2 g
Sulfite de sodium …… 2,5 g
Citrate de fer ammoniacal …… 0,5 g
Agar agar bactériologique …… 11 g
PH= 7,6

6. SFB : Bouillon sélénite –cystine utilisé pour l'enrichissement séléctif des Salmonelles

Tryptone ……	5 mg
Lactose……..	4 mg
Phosphate di sodique……	10 mg
Sélénite de sodium……	4 mg
L-cystine……	10 mg

Annexe III : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Mode opératoire :

1ère étape : Test présomptif

L'ensemencement est réalisé après agitation de l'échantillon :

3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche Durham.

3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche Durham.

3 fois 0,1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche Durham.

Les tubes sont agités pour les homogénéiser tout en vidant l'air présent éventuellement dans la cloche puis sont placés dans une étuve à 37°C pendant 48 heures.

Lecture : Après incubation, seront considérés comme positifs les tubes qui présentent à la fois :

- Un dégagement de gaz (1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune qui est du à la fermentation du lactose présent dans le milieu

Expression des résultats des coliformes totaux : Le nombre des coliformes totaux par 100 ml est obtenu en comptant le nombre de tubes positifs en se référant à la table de Mac Grady qui nous donne le nombre le plus probable (NPP).

2ème étape : Test confirmatif

Ce test sert à la recherche des coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli. Ainsi, après l'agitation de chaque milieu présomptif ayant donné un résultat positif, un repiquage est réalisé dans un tube contenant 10 ml de Schubert muni d'une cloche Durham, puis mélanger le milieu et chasser le gaz présent dans la cloche avant de l'incuber à 44°C pendant 24 heures.

Lecture : Considérer comme positifs les tubes dans lesquels on observe à la fois un trouble et un dégagement de gaz (1/10 de la cloche Durham).La production d'indole par les

coliformes thermotolérants peut nous orienter vers Escherichia coli, qui se manifestera par l'apparition d'un anneau rouge ou rose qui se rassembla à la surface du tube après l'ajout du réactif de kovacs.

Expression de résultats : Le dénombrement d'Escherichia coli est obtenu de la même façon que celui des coliformes totaux sur la table de Mac Grady (NPP).

Annexe IV : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Mode opératoire :

1ère étape : Test présomptif

A partir de l'eau à analyser, on ensemence :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- 3 fois 0,1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Incuber les tubes après leurs mélanges à 37°C pendant 48 heures.

Lecture : Les tubes positifs se manifestent par la présence d'un trouble bactérien accompagné d'un virage de milieu dans lequel on présume contenir un Streptocoque et sont soumis au test confirmatif.

2ème étape : Test confirmatif

Eva Litsky, ensuite on les mélange et les incuber à 37°C pendant 24heures.

Lecture : L'aspect d'un tube Eva Litsky positif est : d'avoir un trouble bactérien et dépôt d'une pastelle blanchâtre ou violette au fond de tube.

Expression des résultats : Les résultats de dénombrement sont obtenu s comme ceux d'Escherichia coli en se référant à la table de Mac Grady (NPP).

Annexe V : Recherche et dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur

Mode opératoire :

On verse 10 ml d'échantillon d'eau à analyser dans un tube stérile, on le met au bain marie préchauffé à 80°C pendant 10 minutes suivi d'un refroidissement brutal sous l'eau de robinet, ensuite en rajoute 10 ml de VF au quel on a additionné 5ml de sulfite de sodium et 2ml d'Alun de fer enfin on mélange le tube puis l'incuber à 37°C pendant 48 heures.

Lecture : On considère un tube positif après son solidification et incubation par l'apparition d'un halo noir auteur des colonies, cette coloration est due à la germination des spores dans le milieu de culture.

Remarque :

Faire une première lecture après 24 heures et une deuxième après 48 heures. La première est indispensable car en présence de nombreuses colonies la diffusion de la coloration nous rendre le tube envahissant (Rejsek, 2002).

Annexe VI : Recherche de Salmonella

Mode opératoire :

On verse 10 ml d'eau à analyser dans un tube contenant 10 ml de Bouillon SFB, ensuite on incube à 37°C pendant 24 heures.

Lecture :

Les tube apparait négatif c'est-à-dire on ne trouve pas un trouble bactérien ce qui signifie l'absence de Salmonella.

Annexe VII : Fiche de lecteur des analyses microbiologiques

Les milieux de culture / Les sites		BCPL		SCH		ROTHE	EVA		ASR		SAL
		Nombre de tube donne une réponse	Indice NPP	Nombre de tube donne une réponse	Indice NPP		Nombre de tube donne une réponse	Indice NPP	1 er lecture	2éme lecture	
1- Puit Amaouche A	10 ml	+ 3	1100 UFT	- 3	03 UFT	+ 3	+ 3	1400 UFT	05 UFC	05 UFC	Abs
	1 ml	+ 3		- 3		+ 3	+ 3				
	0,1 ml	+ 2		+ 1		+3	+ 3				
2-Puit village AA	10 ml	+ 3	1400 UFT	+ 3	210 UFT	+ 3	+ 3	93 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	+ 3		+ 2		+ 2	+ 2				
	0,1 ml	+ 3		+2		- 3	-				
3- Tala N'Tifritine	10 ml	+ 3	1100 UFT	+ 2	28 UFT	+ 3	+ 3	1400 UFT	04 UFC	04 UFC	Abs
	0,1 ml	+ 3		+ 2		+ 3	+ 3				
	1 ml	+ 2		+ 1		+ 3	- 3				
4- El Ainser Wensa	10 ml	+ 2	21 UFT	+ 2	09 UFT	- 3	-	00 UFT	04 UFC	05 UFC	Abs
	1 ml	+ 2		- 2		-3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
5- El Ainser Oufares (château d'eau)	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	+ 2	- 2	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
6- Puit Dahmana A	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	- 3	-	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
7- Tala N' Teguetach (Bassin)	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	- 3	-	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs

8- Tala N' Teguetach (Source)	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	- 3	-	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0 ,1 ml	- 3		-		- 3	-				
9- El Ainser Oufarase (source)	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	- 3	-	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		-3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
10- Puit Djouhir	10 ml	+ 3	1400 UFT	+ 3	240 UFT	- 3	-	07 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	+ 3		+ 3		- 3	-				
	0,1 ml	+ 3		- 3		+ 2	+ 2				
11- Puit Dahmana Dj	10 ml	+ 3	210 UFT	+ 3	210 UFT	+ 3	+ 2	14 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	+ 2		+ 2		+ 3	- 3				
	0,1 ml	+ 2		+ 2		+ 3	+1				
12-Puit Agouiles Mc	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	+ 3	+ 2	09 UFT	06 UFC	06 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		+ 2	- 2				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
13- Puit Lota Ouadhouz	10 ml	+ 2	09 UFT	+ 2	0 9 UFT	+ 3	+ 3	29 UFT	10 UFC	11 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
14- Amizab	10 ml	+ 2	09 UFT	- 2	00 UFT	+ 2	+ 2	14 UFT	03 UFC	03 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		-3	-				
	0,1 ml	- 3		-		+ 2	+ 1				
15- Tala Mbala	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	- 3	-	00 UFT	14 UFC	14 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				

16- Tal Beakal	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	+ 3	- 2	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
17- Tala nAth Ounir	10 ml	- 3	00 UFT	-	00 UFT	+ 3	+ 2	09 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0,1 ml	- 3		-		- 3	-				
18- Tala Arezou	10	- 3	00 UFT	-	00 UFT	+ 3	- 3	00 UFT	00 UFC	00 UFC	Abs
	1 ml	- 3		-		- 3	-				
	0 , 1 ml	- 3		-		- 3	-				
19- Tala Selouana	10	+ 2	09 UFT	- 2	00 UFT	+ 3	+ 2	15 UFT	00 UFC	01 UFC	Abs
	1 ml	-3		-		+ 2	+ 1				
	10 ml	-3		-		- 3	-				

Annexe VIII : table de MAC-GRADY

Nombre de tubes positives			NPP par 100 ml
3 de 10 ml	3 de 1 ml	3 de 0,1 ml	
0	**0**	**1**	**3**
0	**1**	**0**	**3**
1	**0**	**0**	**4**
1	**0**	**1**	**7**
1	**1**	**0**	**7**
1	**1**	**1**	**11**
1	**2**	**0**	**11**
2	**0**	**0**	**9**
2	**0**	**1**	**14**
2	**1**	**0**	**15**
2	**1**	**1**	**20**
2	**2**	**0**	**21**
2	**2**	**1**	**28**
3	**0**	**0**	**23**
3	**0**	**1**	**39**
3	**0**	**2**	**64**
3	**1**	**0**	**48**
3	**1**	**1**	**75**
3	**1**	**2**	**120**
3	**2**	**0**	**93**
3	**2**	**1**	**150**
3	**2**	**2**	**210**
3	**3**	**0**	**240**
3	**3**	**1**	**460**
3	**3**	**2**	**1100**
3	**3**	**3**	**1400**

Résumé

L'étude réalisée a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de quelques sources naturelles de la commune de Feraoun on se référant aux normes de potabilité (algérienne et OMS).

Les paramètres physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, pH, conductivité et la turbidité) ont été mesurés à l'aide d'un multi paramètre de terrain, le dosage des trois métaux lourds (Cd, Cu, Pb) a été effectué par la spectrométrie d'absorption atomique à flamme ; l'ensemble des analyses bactériologiques ont été réalisé au niveau du laboratoire d'hygiène de la Direction de la Sante de la Population (DSP) de la Wilaya de Bejaia.

Les résultats que nous avons trouvés montrent que la majorité des paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normes admissibles. Concernant les résultats bactériologiques on trouve que 11 sites sont contaminés donc sont qualifiés comme des eaux de mauvaise qualité bactériologique et 8 sites sont conformes aux normes donc ces eaux sont qualifiées de bonne qualité bactériologique.

Mots clés

Eaux, qualité, analyse physico-chimique, analyse bactériologique, normes.

Summary

The objective of the study is to evaluate the physic-chemical and bacteriological quality of the waters of some natural sources in the commune of Feraoun, referring to the standards of potability (algerian and WHO).

The physic-chemical parameters (temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, conductivity and turbidity) were measured using a multi-parameter field, the determination of the three heavy metals (Cd, Cu, Pb) was performed by flame atomic absorption spectrometry; all the bacteriological analyzes were carried out at the level of the hygiene laboratory of the Department of Population Health (DSP) of the Wilaya of Bejaia.

The results we have found show that the majority of physic-chemical parameters studied meet the allowable standards. Regarding the bacteriological results we find that 11 sites are contaminated so are qualified as water of poor bacteriological quality and 8 sites are in compliance with the standards so these waters are qualified as good bacteriological quality.

Keywords

Water, quality, physic-chemical analysis, bacteriological analysis, standards.