

Réf :.....

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

## **MASTER**

### *Thème*

**Analyse physico-chimique et  
bactériologique des eaux d'alimentation de  
quelques réservoirs de la ville de Bejaia cas  
du réservoir Egzib et réservoir central.  
Bejaia-Algérie.**

Présenté par :

**Adjelane melkhir & Bourebaa kamel**

Soutenu le : **05 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M. Sidi H.

MCA

Président

M. Benhamiche N.

MCA

Encadreur

M. Laissaoui M.

MAA

Examineur

**Année universitaire : 2017 / 2018**



## *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail a :

La mémoire de mon très cher grand père

Mes très chers parents

Mes très chers frères et sœurs

Ma très cher belle sœur

Toute la famille bourbaa

Mes très chers oncles et tantes paternels et maternelles

Mes très chers amis

Tous mes amis de la promotion biodiversité et sécurité alimentaire

A tous mes enseignants, du primaire a l'université

A tous les êtres chers a mes yeux que je n'ai pas évoqués.

***BOUREBAA Kamel***

## *Dédicaces*

Je dédier ce travail A :

A la mémoire de mon père Hamid que je ne serais exprimer mon grand chagrin en son absence

A ma maman qui a consentis tant de sacrifices pour mon éducation

A ma grande sœur Malika et tous mes frères Aïmed, billal, abid et dai qui ont été toujours là pour moi

A mes belles sœurs, mes tantes et mes oncles

Mes cousins et cousine particulièrement nassilia

Ma tinoucha, gérémyiw, mitchiw, ma dida et Rymouche merci pour tout le soutien que vous m'avez donné vous étiez toujours là pour moi.

A mon binôme Kamel et a tous mes amis qui ont été aussi toujours là pour moi Aïmed, Ali, Abdelhak, massin, zouzou, hassina, Mayza, Nadjate et mon très chers yacine.

**ADJELANE Melkhir**

## ***Remerciements***

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur Mr : **Benhamiche Nadir**, son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr : **Sidi Hachemi** et Mr **Laissaoui Mounir** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier Mr :**khemtache sofiane** de nous avoir accepté aux sains de l'algérien des aux et pour son idée, et aussi tout le personnel qui travaille au laboratoire. Nous remercions aussi à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Sommaire

## Liste des abréviations

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Introduction.....1

### Chapitre I : Généralités de l'eau.

I.1: Définition de l'eau.....	2
I.2: Cycle de l'eau.....	2
I.3: Les différents types d'eau.....	3
I.4: L'eau de consommation (eau potable).....	5
I.5: Paramètres organoleptiques.....	5
I.6: Analyse physico-chimique.....	6
I.7: Paramètre bactériologique.....	11
I.8: Les réservoirs.....	12
I.9: Les normes algérienne utiliser pour l'analyse de l'eau potable.....	14

### Chapitre II : Matériel et méthode

II.1: Présentation de la région d'étude.....	17
II.2: Présentation du lieu du stage.....	18
II.2.1: Présentation de l'Algérienne Des Eaux (ADE).....	18
II.3: Echantillonnage, prélèvement et transport.....	21
II.4: L'origine des échantillons et leur localisation.....	22
II.5: Méthode d'analyses.....	22

### Chapitre III : Résultats et discussions

III.1: Résultats.....	32
-----------------------	----

III.2: Discussion des résultats.....	33
<b>Conclusion</b> .....	43
<b>Référence Bibliographique</b>	
<b>Les annexes</b>	

## Liste des abréviations

**ANIREF** : Agence National d'Intermédiation et de Régulation Foncière.

**ADE** : Algérienne Des Eaux.

**EA** : Gélose Bile Esculine Azide.

**NTU** : Nephelometric Turbidité Unit.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**pH** : Potentiel d'Hydrogène.

**TDS** : Teneur en Sels Dissous.

**TA** : Titre Alcalimétrique Simple.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TH** : Titre Hydrotimétrique.

**TH<sub>ca</sub>** : Titre Hydrotimétrique Calcique.

**TH<sub>mg</sub>** : Titre Hydrotimétrique Magnésien.

**VF** : Viande Foie.

## Liste des tableaux :

**Tableau I** : les normes algérienne pour l'analyse de l'eau potable.....15

**Tableau II** : Résultats des analyses physiques et du test de chlore de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les 2 stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).....32

**Tableau III** : Résultats des analyses chimique de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les 2 stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).....32

**Tableau IV** : Résultats des analyses bactériologique de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les 2 stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).....33

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : schéma du Cycle de l'eau.....	3
<b>Figure 2</b> : Type de réservoir installé par l'ADE.....	14
<b>Figure 3</b> : Carte de localisation de la wilaya de Bejaia.....	17
<b>Figure 4</b> : organigramme du siège de l'unité de Bejaia.....	19
<b>Figure 5</b> : localisation des deux réservoirs.....	22
<b>Figure 6a</b> : Multi paramètres de laboratoire HANNA HI 9812-5.....	23
<b>Figure 6b</b> : Turbidimètre HACH 2100N (Laboratoire de l'ADE).....	23
<b>Figure 7</b> : Détermination de titre alcalimétrique simple (TA) et complet (TAC).....	24
<b>Figure 8</b> : Détermination de la dureté totale (TH).....	25
<b>Figure 9</b> : Détermination de la dureté calcique ( $TH_{Ca}$ ).....	26
<b>Figure 10</b> : détermination des clostridiums sulfite-s-réducteur.....	29
<b>Figure 11</b> : recherche des coliformes totaux et streptocoque fécaux méthode de filtration.....	31
<b>Figure 12 (a, b)</b> : Variation des températures enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne (a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne (b).....	33
<b>Figure 13 (a, b)</b> : Variation de la conductivité enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne (a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne (b).....	35
<b>Figure 14 (a, b)</b> : Variation de la concentration en $Cl^-$ enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne (a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne (b).....	37
<b>Figure 15 (a, b)</b> : Variation de la concentration en TH enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne (a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne (b).....	38

<b>Figure 16 (a, b) :</b> Variation de la concentration en $TH_{ca}$ enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne(a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne(b).....	39
<b>Figure 17 (a, b) :</b> Variation de la concentration en $TH_{mg}$ enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne(a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne(b).....	40
<b>Figure 18 (a, b) :</b> Variation de la concentration en $NO_3^-$ enregistrées durant la 1 <sup>ère</sup> campagne(a) et la 2 <sup>ème</sup> campagne(b).....	40

# **Introduction**

# Introduction

---

## **Introduction**

L'eau est une ressource naturelle autour de laquelle se maintient et se développe la vie. L'eau potable ordinaire est une eau possédant des qualités physique, chimique, microbiologique et organoleptique qui la rendent acceptable à la consommation humaine. Elle est également un élément essentiel dans l'industrie alimentaire (Guiraud J, 1980).

L'eau est indispensable à la vie mais elle est également responsable de la mort de millions d'êtres humains dans le tiers-monde en raison de sa pollution par des produits chimiques et microbiologiques qui la rendent inapte à la consommation (Guiraud J, 1980).

Les eaux destinées à l'alimentation humaine doivent présenter un certain nombre de qualités physiques propres : limpidité, absence de coloration, d'odeur, de saveur anormale, et microbiologiques, c'est-à-dire absence de germes pathogènes et de tout polluant dangereux pour la santé de ceux qui la consomment (Haslay C, 1993).

Pour développer l'idée d'avoir une eau saine et pure, nous avons effectué un stage pratique dans l'établissement public de distribution d'eau (ADE) unité de Bejaia, et précisément au niveau de laboratoire de cet établissement. Les objectifs de ce stage sont doubles : le premier est notre imprégnation dans le milieu socioprofessionnel et le second est l'approfondissement de nos connaissances acquises durant notre cursus à l'université.

Notre étude consiste en un suivi qualitatif de l'hydrochimie des eaux d'alimentation de la ville de Bejaia au niveau de deux réservoirs. Le premier réservoir (nommé Egzib) se trouve à Iheddaden et le deuxième se trouve au niveau de l'ADE, unité de Bejaia. Afin de mener à bien notre étude nous avons structuré notre document comme suit :

Le premier chapitre comporte des généralités sur l'eau. Le deuxième chapitre comporte le matériel et méthodes où nous avons décrit le lieu de stage, le laboratoire ainsi que les méthodes d'analyse utilisées pour la réalisation du travail.

Le troisième chapitre est consacré à l'interprétation des résultats et leurs discussions.

Au terme de notre travail une conclusion générale synthétisera l'essentiel des résultats trouvés.

# **Chapitre I :**

Synthèse bibliographique sur les  
généralités de l'eau

## Généralités sur l'eau

### I.1: Définition de l'eau

L'eau est un composé simple dont l'état (liquide, solide, gazeux) dépend des conditions de température et pression. Elle est liquide dans les conditions ambiantes (20°C et 1 bar). A pression ambiante (1 bar), elle devient gazeuse à 100°C et solide à 0°C (Limas, 1985). Sa composition chimique (H<sub>2</sub>O), déterminée en 1783 par Lavoisier et Laplace, résulte de la combinaison d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (Durand et Favra, 1972).

### I.2: Cycle de l'eau

La quantité 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 des précipitations sous forme de pluie, de neige et de grêle, va alimenter les mers, les cours d'eau et les nappes souterraines.

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 quantité globale est restée inchangée depuis le temps. 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 concentrée 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 était 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. 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 A, 2006).

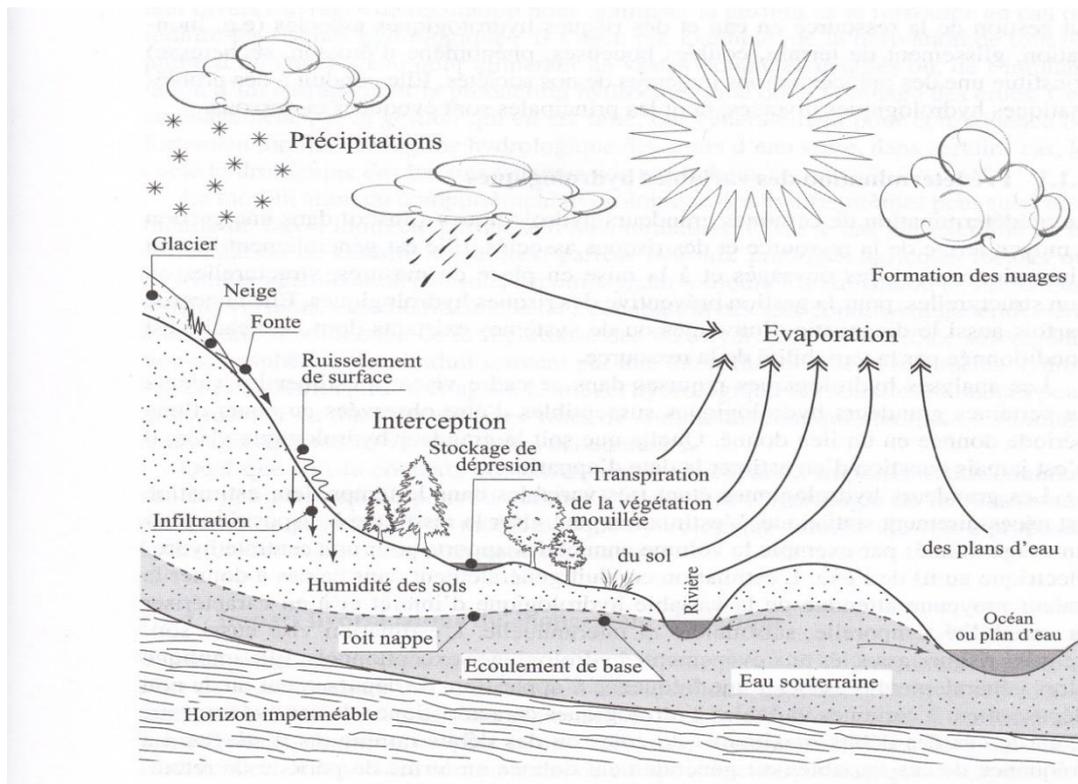


Figure 1 : schéma du Cycle de l'eau (Hingrag B, 2009)

### I.3: Les différents types d'eau

#### I.3.1: Les eaux de surface :

Elles sont constituées par les eaux des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, les barrages réservoirs, glaciers. Ces eaux proviennent de l'eau de pluie tombée sur le bassin versant du lieu récepteur (Vilaginés, 2000). On peut les répartir en trois catégories :

- Eaux de rivière (partie amont)

L'amont d'une rivière est en général situé dans une région montagneuse, où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- Turbidité élevée ;
- les eaux transportent de grandes quantités de matières en suspension ;
- contamination bactérienne faible ;
- la pollution causée par l'homme ou l'industrialisation y est pratiquement inexistante ;
- Température froide.

Ces eaux proviennent soit de sources, soit de la fonte des matières végétales, principales sources de couleur (Indice de couleur faible). Ces eaux n'ont pas eu le temps de dissoudre des matières végétales, principales sources de couleur.

- Eaux de rivière (partie aval)

L'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense, l'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficiles à traiter qu'en amont. Elle se caractérise par :

- Contamination bactérienne élevée : cette contamination est surtout imputable au déversement des égouts domestiques et agricoles ;
- Contamination organique et inorganique élevée : les eaux usées domestiques, agricoles et industrielles contiennent de grandes quantités de matières organiques et inorganiques ;
- Indice de couleur pouvant être élevé : dans beaucoup de cas, les eaux ont eu le temps de dissoudre des matières végétales, qui les colorent.

- Eaux de lac

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et en automne. Durant ces périodes, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes peut provoquer un renversement des eaux du lac et en augmenter ainsi brusquement la turbidité (Desjardins R, 1997).

### **I.3.2: Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute, les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ainsi :

- Turbidité faible : les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol ;
- Contamination bactérienne faible : le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries ;

- Température constante : les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère ;
- Indice de couleur faible : les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, source de couleur ;
- Débit constant : contrairement à celle des eaux de rivière, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année ;
- Sureté souvent élevée : les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg, Ca, etc.) responsables de la dureté ;
- Concentration élevée en fer et en manganèse : ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous (Desjardins R, 1997).

### I.4: L'eau de consommation (eau potable)

Une eau potable est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé de celui qui la consomme. Les besoins en eau pour l'homme l'ont conduit à prélever des eaux qui n'ont pas les qualités d'une eau potable et qui doivent être traitées. Elle doit répondre à une série de critères définis par des paramètres organoleptiques, physico-chimiques, microbiologiques et les micros polluants (Maurel A, 2006).

### I.5: Paramètres organoleptiques

- **Couleur**

La couleur de l'eau provient de matières organiques, comme par exemple les substances humiques, les tanins mais également les métaux comme le fer et le manganèse ainsi que les résidus industriels fortement colore. La couleur, dans les systèmes publics d'approvisionnement d'eau, est esthétiquement indésirable. Il est important de la mesurer, étant donné qu'une couleur élevée provoque son rejet par le consommateur et l'amène à chercher d'autres sources de suppressions parfois beaucoup moins sûres (Brasilia, 2013).

- **l'odeur**

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles, la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces Substances (Rodier J, 2009).

- **Le gout**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche, la propriété des produits provoquant ces sensations. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. La qualité de cette sensation particulière est provoquée par ces substances (Rodier J, 2009).

## **I.6: Analyse physico-chimique**

### **I.6.1: Paramètre physique**

- **La température**

Les eaux souterraines sont à température relativement constantes toute l'année, 12°C à 15°C environ lorsque leur environnement n'est pas modifié (mise à nu de la nappe, etc.) La température des eaux superficielles (rivières, lacs et retenues) est très variable selon les saisons et peut passer de 2°C en hiver à 30°C en été. Les causes principales de l'augmentation de la température d'origine anthropique pour les eaux de surface sont constituées Par les centrales thermiques et nucléaires (70 à 80%) Par la diminution des débits d'étiages due à une trop importante mobilisation de la ressource en été (Graindorge J, 2015).

- **pH**

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulier dans les procédés de traitement. Dans les laboratoires de routine des usines de traitement, il est mesuré et ajusté si nécessaire pour améliorer la coagulation/floculation ainsi que pour contrôler la désinfection de l'eau. La valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7, l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L'eau au pH de 7 est neutre (Brasilia, 2013).

- **Turbidité**

La turbidité de l'eau est due à la présence de matériaux solides en suspension qui réduisent sa transparence. Elle peut être également provoquée par la présence d'algues, de plancton, de matière organique et pleine d'autres substances comme le zinc, le fer, le manganèse et le sable, résultant du processus naturel d'érosion ou de rejets domestiques et industriels.

La turbidité a son importance dans le processus de traitement de l'eau. De l'eau avec une turbidité élevée, et selon sa nature, forme des flocons lourds qui décantent plus rapidement que ceux de l'eau à faible turbidité. Cela a également des inconvénients comme en cas de désinfection qui peut être plus difficile à cause de la protection qui peut être donnée aux microorganismes au contact direct avec les désinfectants. C'est un indicateur sanitaire et une norme organoleptique de l'eau de consommation humaine (Brasilia, 2013).

- **La conductivité**

Par définition, c'est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface, séparées l'une de l'autre de 1 cm. Donc ce paramètre traduit une aptitude de l'eau à laisser passer le courant électrique, exprimé en mho/cm et corrigé à une température de 20°C. Ce paramètre permet de donner une estimation sur la minéralisation totale de l'eau (sels dissous, matière organique) (Rodier J, 2009).

- **La salinité**

Elle est définie conventionnellement comme la masse en grammes des composés solides secs à poids constant à 48°C, obtenue à partir de 1Kg d'eau.

C'est un facteur écologique constitué par un sel (*NaCl*) de l'eau ou des sols (Rodier J et Coll, 2005).

- **Le taux de solides dissous (TDS)**

Les solides dissous sont constitués principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissous sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium.

Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques.

L'influence la plus importante qu'exercent les solides dissous sur la qualité de l'eau sont l'altération du goût. Ils provoquent parfois un entartrage des canalisations.

- **La minéralisation**

La minéralisation est la teneur en sels dissous dans l'eau, il s'agit d'une minéralisation calculée qui représente l'ensemble des sels déterminés et est exprimée en mg/l (Mihoubi.N, 2008).

## I.6.2: Paramètres chimiques

- **Titre alcalimétrique**

- le titre alcali métrique simple ou (TA) mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

- le titre alcali métrique complet ou (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates. (Rodier J et Coll, 2005).

- **chlorure ( $Cl^-$ )**

Ils sont rencontrés en grandes quantités dans les eaux souterraines. Elles peuvent provenir de la contamination par les eaux usées d'origines domestique et industrielle, et de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salés. Le  $Cl^-$  est aussi un bon traceur des activités anthropiques. Les concentrations en chlorures montrent des valeurs variables, qui dépassent parfois les normes fixées par l'OMS à 250 mg/l, pour atteindre une valeur maximale qui tourne autour de 300mg/l près des cours d'eau, le premier lieu des rejets domestiques et industriels (Mihoubi.N 2008).

- **La dureté**

Initialement, la dureté d'une eau exprimait l'aptitude de cette eau à réagir et à faire mousser le savon. A L'heure actuelle on appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations alcalino-terreux présents dans une eau. En pratique, on ne considère que les cations dont les concentrations sont supérieures à 1 mg/L, c'est le cas des ions calcium et magnésium. Ces ions sont présents dans l'eau sous forme de sels de chlorure, de sulfates ou d'hydrogénocarbonate.

Dans une eau naturelle, on peut distinguer différents types de dureté :

- **Dureté totale(THt) :** Somme des concentrations globales en calcium et magnésium.
- **Dureté calcique(THca) :** Concentration globale en calcium.
- **Dureté magnésienne(THMg) :** Concentration globale en magnésium.
- **Dureté permanente ou non carbonatée(THp) :** Dureté qui persiste après ébullition de l'eau et qui correspond uniquement aux sels de calcium et de magnésium solubles à chaud, sous forme de chlorure et de sulfates, car les hydrogénocarbonates sont décomposés et précipitant sous forme de carbonate de calcium
- **Dureté temporaire ou carbonaté :** Dureté qui correspond aux sels de calcium sous forme d'hydrogénocarbonate, et qui est la différence entre la dureté totale et la dureté permanente (Réjsek.F, 2002).

- **le fer ( $Fe^{2+}$ )**

Le fer peut se rencontrer dans l'eau sous différentes formes. Dans les conditions habituelles, c'est-à-dire pour le pH variant entre 4,5 et 9, le fer soluble présent est généralement à l'état ferreux.

Si le milieu est réducteur comme dans beaucoup d'eaux souterraines, le fer ferreux peut atteindre des teneurs élevées. En l'absence de complexes, le fer ferrique n'est soluble d'une façon significative qu'à des pH inférieurs à 3. Pratiquement, les eaux superficielles n'en contiennent que peu, rarement plus d'1 mg/L (Rodier J et Coll, 2005).

- **Les sulfates**

Composés naturels des eaux, les ions sulfates(SO) sont liés aux cations majeurs : calcium, magnésium et sodium. La plus part des sulfates sont solubles dans l'eau.

Ils peuvent néanmoins être réduits en sulfure, volatilisés dans l'air en hydrogène sulfuré (HS), précipités en sel insoluble ou assimilés par des organismes vivants. La concentration en sulfates dans les eaux naturelles est très variable mais ne dépasse généralement pas 1 gramme par litre (Mihoubi N, 2008).

- **Le sodium**

Ce métal, très abondant (environ 26 g/kg de la croûte terrestre soit 2,8. Le sodium est un élément vital qui participe à des fonctions essentielles. Il est nécessaire de fournir 2000 mg/jour à un organisme adulte (enfant : 200 mg/jour) (Graindorge J, 2015).

- **Le calcium(Ca)**

Le calcium est le plus abondant dans les eaux, cet élément traduisant la dureté totale des eaux naturelles. Il provient essentiellement de la dissolution des formations carbonatées (calcite et dolomite), qui caractérisent les faciès de plusieurs niveaux stratigraphiques au niveau de la région d'étude (ex : calcaires lacustres) (Graindorge J, 2015).

- **Magnésium (Mg)**

C'est le deuxième élément de la dureté totale, qui présente une origine semblable à celle du calcium. Il provient généralement des formations dolomitiques par l'attaque des eaux en présence du gaz carbonique, et de la dissolution de magnésium  $MgSO_4$  dans les terrains gypsifères (Graindorge J, 2015).

- **Potassium**

Le potassium est un élément naturel des eaux où sa concentration, à peu près constante, ne dépasse habituellement pas 10 à 15 mg/L, sauf dans certains contextes géologiques particuliers où elle atteint 20 à 25 mg/L.

Cette substance peut provenir des industries extractives (mines de sel et potasse), des usines d'engrais et des industries du verre et matériaux connexes.

Il est aussi à signaler qu'une partie de la radioactivité naturelle des eaux provient de l'isotope 40 du potassium.

La part de l'eau représente généralement moins de 1% de la quantité totale journalière ingérée par un adulte (2 à 4,5 grammes) fournie essentiellement par l'apport alimentaire (légume vert, fruit) (Savary P, 2010).

- **nitrate**

Les filières classiques de traitement n'éliminent absolument pas les nitrates. Les traitements biologiques qui transforment NH en NO conduisent à leur augmentation.

L'élimination des nitrates nécessite des traitements complémentaires : l'un d'entre eux, en 1981 par le conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) fait appel à des bactéries spécialisées fixées sur des supports poreux et en anoxie de façon à les forcer pour « respirer » à consommer l'O des NO. Cependant, étant autotrophes, elles nécessitent un substrat organique. Il existe à cet égard deux procédés, l'un faisant appel à l'ajout d'acide acétique et l'autre à l'ajout d'alcool éthylique. En 1987 le CSHPF a donné son agrément pour l'utilisation de certaines résines échangeuses d'anions (Vilaginés, 2000).

- **nitrite**

Les nitrites sont oxydés en NO par Cl, ClO et O. Les traitements biologiques peuvent transformer NH en NO. Si la quantité d'oxygène de l'eau n'est pas suffisante pour poursuivre l'oxydation jusqu'au stade de nitrate. Ce phénomène peut se produire la nuit sur des filtres lents à débit forcé en raison de la diminution de la photosynthèse (Vilaginés, 2000).

- **Ammonium (NH)**

Sont désignées sous le terme d'azote ammoniacal » des formes ionisées (ion ammonium, NH) et non ionisées (gaz ammoniac, NH). L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il constitue un des maillons de cycle de l'azote. L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée.

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine naturelle la décomposition des déchets végétaux et animaux. L'ammoniaque se transformant assez rapidement en milieu aérobie en nitrites puis nitrates par oxydation sa teneur dans les eaux de surface est normalement faible (inférieure à 0.2 mg/L). Sa présence est à rapprocher des autres éléments azotés identifiés dans l'eau (nitrites et nitrates) et des résultats de l'analyse bactériologique. L'Ammoniaque peut être rencontrée dans les eaux de pluie (jusqu'à 2 mg/L) et dans celles provenant des sols tourbeux et marécageux ; dans ce dernier cas, elle a une origine purement végétale (Graindorge J, 2015).

## **I.7: Paramètre bactériologique**

### **I.7.1: Clostridium**

La recherche des *clostridium sulfito-réducteurs*, ou encore de *clostridium perfringens*, est habituellement prise en compte dans les réglementations destinées à garantir la qualité des eaux d'alimentation. Tous ces germes ont un point commun, celui de réduire le sulfite de sodium en sulfure. Cette propriété est mise à profit dans les milieux de culture solides préparés à cet effet. Ce ne sont pas les formes végétatives des bactéries qui sont recherchées mais les formes sporulées, le chauffage permet d'éliminer toute la flore non sporulée qui est abondante, en particulier celle des entérobactéries qui peuvent former de l' $H_2S$  à partir de composés soufrés organique ou minéraux (Haslay C et Leclerc H, 1993).

### **I.7.2: Les coliformes fécaux**

On peut distinguer deux catégories de coliforme, d'origine et d'habitat différents : La première est celle des coliformes d'origine fécale. Elle comprend les espèces des genres *Citrobacter*, *Levinea*, *klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* rencontrées habituellement dans les matières fécales humaines ou animales, les eaux usées, les eaux de surface polluées, et jamais isolées dans les eaux d'alimentation (non polluées et contrôlées) ou de sols dépourvus de fumures. La seconde correspond à des espèces nouvelles, comme *Serratia fonticola*, *Buttiauxella agrestis*, *Enterobacter intermedium*, *Enterobacter amnigenus*, *Klebsiella terrigena*, *k.trevisanii* qui, au contraire, proviennent uniquement des eaux d'alimentation et de sols incultes (Haslay C et Leclerc H, 1993).

## **I.7.3: Les germes totaux**

Ce sont les germes aérobies mésophiles représentés par une large gamme d'espaces bactériennes, la double culture à 37°C et à 22°C permet la croissance d'une multitude de micro-organismes, à cette limitation de température, toute une série de sulfureuses, ferrugineuses et des germes anaérobies cependant la grande majorité de la flore banale et pathogène pourra se multiplier (Haslay C et Leclerc H, 1993).

## **I.7.4: Les streptocoques fécaux**

Ils sont l'ensemble des streptocoques possédant la substance antigénique (acide techoïque), caractéristique du groupe D. Ce sont des bactéries arrondies, constituées de germes à Gram<sup>+</sup>.

On utilise des cultures de streptocoques lactiques non pathogènes, pour la fermentation de produits comme le fromage et le beurre.

Ce groupe présente certaines particularités utiles. Comme indicateur de pollution fécale, il est souhaitable d'en tirer profit (Haslay C et Leclerc H, 1993).

## **I.8: Les réservoirs**

Les réservoirs sont des ouvrages hydrauliques aménagés pour stocker de l'eau. Ils sont placés généralement sur des sommets géographiques pour permettre la distribution de l'eau sous pression. Les réservoirs d'eau potable doivent être couverts. La couverture protège l'eau contre les variations de température et contre l'introduction de corps étrangers. Toutefois, les réservoirs doivent être aérés. Il y a donc lieu de percer quelques orifices grillagés pour éviter l'introduction des animaux, ainsi que quelques ouvertures munies d'épaisses plaques de verre afin de laisser passer la lumière (Gomella, Guerrée, 1980).

### **I.8.1: Forme et proportion**

Les réservoirs sont le plus souvent cylindrique (ou parfois tronconiques) à un axe vertical, exceptionnellement parallélépipédiques, ils sont parfois divisés en deux parties par une cloison intérieure (utilisation possible pendant le nettoyage) (Bonnin, 1982).

## I.8.2: Fonction des réservoirs

Les fonctions assurées par les réservoirs d'eau potable consistent en double fonction qui assure la sécurité de la distribution, soit en cas de défaillance de courte durée, soit pour fournir rapidement une quantité d'eau importante \_ Assure une régulation entre les débits différents :

- a- Débit consommé qui est le plus souvent presque nul la nuit, et peut atteindre trois à quatre fois le débit moyen journalier à certaines heures de la journée ;
- b- Débit des sources d'approvisionnement, généralement peu variable au cours de la journée.
- c- Débit des pompes d'adduction (Bonnin, 1982).

## I.8.3: Type des réservoirs

Les réservoirs peuvent être classés de différentes façons selon le critère retenu :

- **Situation par rapport à la distribution :**
  - Réservoir en charge sur le réseau ;
  - Réservoir nécessitant une surpression.
- **Rôle joué :**
  - Réservoir principal ;
  - Réservoir d'équilibre disposé sur le réseau.
- **Pression d'air au-dessus du plan d'eau :**
  - Pression atmosphérique ;
  - Contre -pression d'air.
- **Matériaux de construction utilisés :**
  - Maçonnerie ;
  - Béton armé ou précontraint ;
  - Acier.

En combinant certains de ces critères, on considère généralement quatre types de réservoirs :

- **Réservoirs au sol**
  - (Enterré, semi-enterré ou sur le sol) alimentant par gravité le réseau de distribution.
- **Réservoirs (généralement au sol) avec station de surpression associée**
  - L'alimentation du réseau de distribution nécessitant une surpression;

- **Réservoirs surélevés**
  - La cuve du réservoir étant disposée sur une tour ;
- **Réservoirs sous-pression**
  - Où un dispositif de compresseur d'air maintient au-dessus du plan d'eau une pression supérieure à la pression atmosphérique. De multiples facteurs interviennent dans la détermination du type de réservoir: Conditions topographiques de la région à desservir, Conditions hydrauliques de la distribution volume du réservoir, pression à assurer (Bonnin, 1982).



**Figure 2 :** Type de réservoir installé par l'ADE.

### **I.9: Les normes algérienne utiliser pour l'analyse de l'eau potable**

L'eau potable de bonne qualité est essentielle à la santé, A cet effet, il est indispensable d'avoir une eau saine, car l'eau contaminée par des produits chimiques ou des micro-organismes peut nuire à la santé. Cette eau doit répondre à des normes pré- établies qui fixent les concentrations « seuil » à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances dangereuses qui pouvant y être présentes, et les tableaux suivant représente les normes algériennes de potabilités

**Tableau I :** les normes algériennes pour l'analyse de l'eau potable (journal Officielle, 2015)

<b>Paramètre physique</b>	<b>UNITE</b>	<b>N.A</b>
PH		6,5-9
CONDUCTIVITÉ 25°C	µs/cm	2800
TEMPERATURE	°C	25
TURBIDITÉ	NTU	5
SALINITÉ	%	50
RÉSIDU SEC A 105°C	mg/L	1500
T D S	mg/L	1200

<b>MINERALISATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>N.A</b>
<b>GLOBALE</b>		
Calcium Ca <sup>++</sup>	mg/L	200
Magnésium Mg <sup>++</sup>	mg/L	150
Sodium Na <sup>++</sup>	mg/L	200
Potassium K <sup>+</sup>	mg/L	12
Chlorure CL <sup>-</sup>	mg/L	500
Sulfate So <sup>42-</sup>	mg/L	400
Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	180
Dureté totale (TH)	mg/L CaCo3	500
Titre alcalin (TA)	mg/L CaCo3	...
Titre alcalin complet (TAC)	mg/L CaCo3	500

<b>PARAMÉTRE DE POLLUTION</b>	<b>UNITE</b>	<b>N.A</b>	<b>PARAMÉTRE INDESIRABLE</b>	<b>UNITE</b>	<b>N.A</b>
AMMONIUM NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.5	FER TOTAL	mg/l	0.3
NITRITE NO <sub>2</sub>	mg/l	0.2	FER Fe <sup>2+</sup>	mg/l	0.3
NITRATE NO <sub>3</sub>	mg/l	50	FER Fe <sup>3+</sup>	mg/l	0.3

<b>PARAMÉTRE BACTERIOLOGIQUE</b>	<b>UNITE</b>	<b>N.A</b>
Germe totaux		
A 37°C	UFC/ml	10
A 22°C	UFC/ml	100
Coliforme totaux	UFC/100 ml	00
E.coli	UFC/100 ml	00
Streptocoques fécaux	UFC/100 ml	00
Clostridium sulf-red	UFC/100 ml	....

# **Chapitre II :**

## Matériel et méthode

## II.1: Présentation de la région d'étude

### II.1.1: Situation et limites de la wilaya de Bejaia

La wilaya de Bejaia est située au Nord-est du pays sur le littoral méditerranéen. Elle s'étend sur une superficie de 3261 km<sup>2</sup>. La population totale de la wilaya est estimée à 941110 habitants (DPAT, 2012), soit une densité moyenne de 292 habitants par km<sup>2</sup>.

Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord,
- La wilaya de Jijel à l'Est,
- Les wilayas de Sétif et Bordj-Bou-Argeridj au Sud,
- Les wilayas de Tizi Ouzou et de Bouira à l'Ouest (ANIREF, 2011).



**Figure 3 :** Carte de localisation de la wilaya de Bejaia (Google image).

### **II.1.2: Le climat de la wilaya de Bejaia**

Le climat de la wilaya de Bejaia varie d'une zone à une autre :

La zone littorale et la vallée de la Soummam jouissent d'un climat pluvieux et doux en hiver, sec et chaud en été. Le climat des zones de montagne est caractérisé par un été sec et chaud et un hiver pluvieux et froid, la température atteint parfois 0 c° et moins ce qui s'accompagne par la chute de neige.

### **II.1.3: Situation géographique de la ville de Bejaia**

La ville de Bejaia est caractérisée par une morphologie irrégulière. Elle est formée de deux zones distinctes : une partie très accidentée et une autre plate qui correspond à l'embouchure de l'oued Soummam. Le point culminant est situé à djebel Gouraya (672 m) dont les pentes variantes de 0 à 45%. Cette région est constituée par un réseau hydrographique assez dense dont les principaux cours d'eau sont de l'oued Soummam et l'oued Seghir. L'agglomération de Bejaia est située en bordure de mer à l'est d'Alger. Elle est située à la latitude 36° 43' N et à la longitude 5° 04' E. Sa population est de 177988 habitants en 2012 (DPAT, 2012). Elle est en perpétuelle croissance et est marquée par une forte urbanisation (Bendadouche *et al*, 2012).

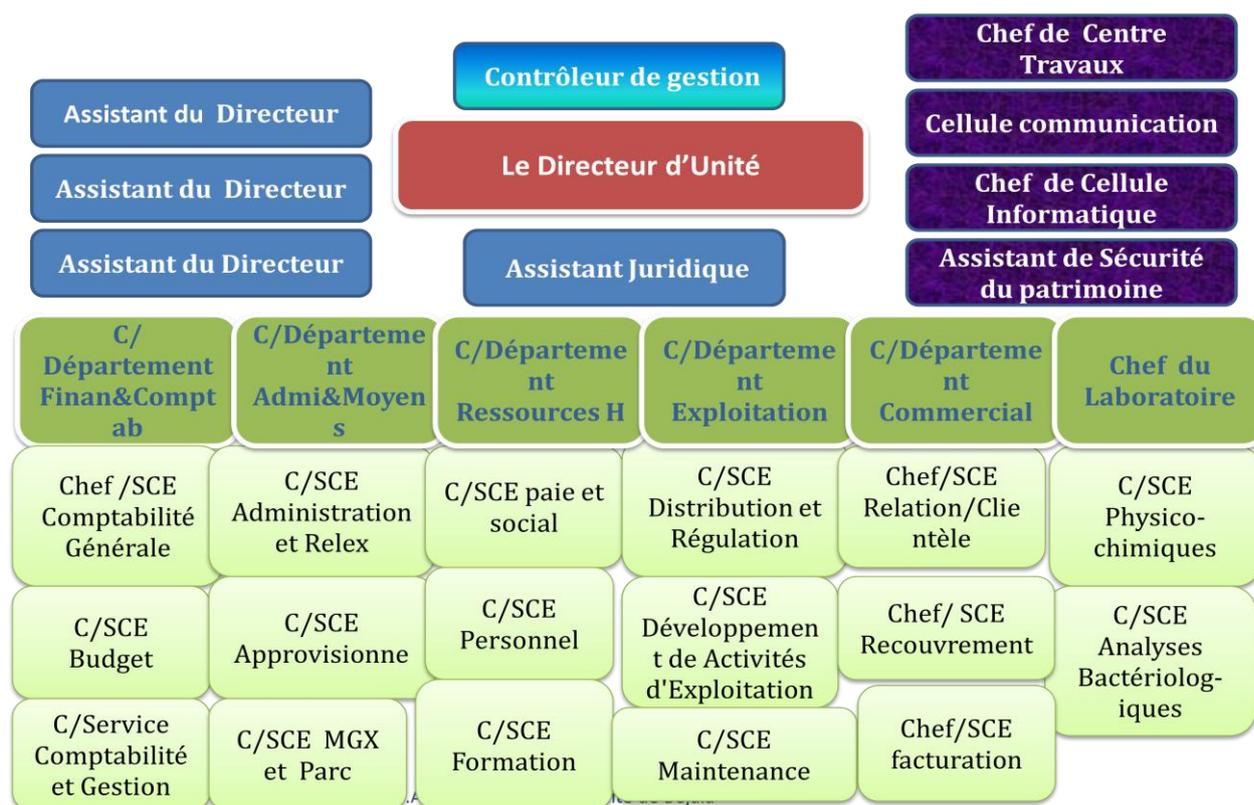
## **II.2: Présentation du lieu du stage**

### **II.2.1: Présentation de l'Algérienne Des Eaux (ADE)**

L'Algérienne des eaux (ADE) est créée le 21 avril 2001 par décret présidentiel N°01-101 et l'unité de Bejaia a été intégrée à celle-ci le 01-08-2006. L'ADE est une entreprise publique à caractère industriel et commercial. Son rôle consiste en l'exploitation des ressources en eau, le traitement et le contrôle de la qualité de l'eau potable ainsi que sa distribution. Elle est placée sous la tutelle du Ministère des ressources en eaux.

### **II.2.2: L'Organigramme de l'ADE (Unité de Bejaia)**

L'Unité siège se compose de 05 assistants, 02 chefs de cellules, 01 contrôleur de gestion, 06 départements, 01 chef de laboratoire et 17 services. Au niveau des centres, nous comptons 05 Centres de Distribution, 06 Secteurs et 03 Echelons.



**Figure 4** : organigramme du siège de l'ADE de Bejaia (Anonyme).

### II.2.3: Mission principale de l'ADE

La mission principale de l'Algérienne Des Eaux est la production et la distribution de l'eau potable en effectuant les opérations suivantes:

- La maintenance des réseaux de distribution de l'eau ;
- L'introduction de toutes techniques de préservation de l'eau ;
- La lutte contre le gaspillage et les branchements illicites en développant des actions d'information, de formation et de sensibilisation ;
- La réalisation de tous travaux en rapport avec ces activités ;
- Planifier et mettre en œuvre le programme annuel et pluriannuel d'investissement ;
- L'alimentation en eaux potable des ménages, des services, et de l'industrie ;
- Préserver la santé publique en respectant les normes de la qualité de l'eau.

### II.2.4: Les objectifs de l'ADE

L'Etablissement est chargé, dans le cadre de la politique nationale de développement, d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau

potable à travers la prise en charge de la gestion des services des eaux des communes, des opérations de productions, d'acheminement, de traitement, de stockage, d'adduction, d'approvisionnement en eau potable ainsi que la maintenance et le développement des ouvrages et infrastructures y afférents.

### **II.2.5 : Types de contrôle effectués par le laboratoire**

- **Le contrôle de la désinfection**

Il consiste à contrôler la teneur en chlore résiduel.

- **Le contrôle des physico-chimique**

Les paramètres à évaluer dans les analyses physico-chimique sont présentés dans ce qui suit :

- **paramétrer organoleptiques**

Odeur, saveur et couleur...etc.

- **paramétrés physico-chimique**

La température, le pH, la turbidité, la conductivité, la salinité et la teneur en sel dessous.

- **paramétrés Minéralisation globale**

Dureté totale, titre alcalimétrique, titre alcalimétrique complet, chlorures, calcium, magnésium et les sulfates.

- **paramétrés de pollution**

Les nitrites, les nitrates et les phosphates.

- **Le contrôle bactériologique**

Ce contrôle sert à vérifier la qualité bactériologique de l'eau distribuée par la recherche des germes indicateurs de pollution.

### II.3: Echantillonnage, prélèvement et transport

#### II.3.1: Echantillonnage et prélèvement

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 donnée. L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimique et bactériologique de l'eau. Étant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur a une connaissance précise pour la qualité des résultats analytiques (Rodier *et al*, 2009).

Pendant l'échantillonnage, nous avons respecté les recommandations dictées par l'auteur Rodier en 2009 et qui sont :

- Les échantillons doivent être prélevés de préférence dans des flacons en verre ou des flacons en polyéthylène et dans des flacons en verre stérilisés pour les analyses bactériologiques ;
- Les bouteilles utilisées pour les analyses physico-chimiques doivent être rincées au moins trois fois avec de l'eau à prélever ;
- Les prélèvements se font à une profondeur de 5 à 10 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air, et de ne pas toucher le fond du réservoir avec les bouteilles, afin d'éviter de mettre en suspension des particules de sédiments qui risquent de contaminer l'échantillon ;
- Les bouteilles sont remplies jusqu'au bord pour les analyses physico-chimiques et non pas pour les analyses bactériologiques. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport ;
- Après la mise en flacons et l'étiquetage, l'échantillon doit être placé dans une glacière à 4°C pour le maintenir au frais ;
- Au laboratoire, les échantillons sont mis au réfrigérateur pour leur conservation.

#### II.3.2: Transport

Les échantillons prélevés doivent être remis le plus tôt possible pour analyse. Ils doivent être acheminés dans des conditions qui évitent une modification du nombre de microorganismes présents. Ils doivent être transportés dans des glacières aux températures comprise entre 2 et 10°C.

## II.4: L'origine des échantillons et leur localisation

Les échantillons de notre étude se portent sur les eaux des deux réservoirs,

Le premier est le réservoir de la station Centrale qui se trouve à l'intérieur de l'A.D.E de Bejaia et il contient les eaux du forage

Le deuxième est celui de la station Egzib qui se trouve à Iheddaden à l'ouest de Bejaia il contient des eaux provenant du barrage de Tichy-haf.



Figure 5 : localisation des deux réservoirs

## II.5: Méthode d'analyses

Afin de réaliser les analyses pour les échantillons prélevés, nous avons utilisé un multi paramètre pour la mesure des paramètres physiques. Les analyses électrochimique et bactériologique ont été effectuées au sein du laboratoire d'analyse de l'eau de l'ADE (unité de Bejaia).

### II.5.1: Mesure des paramètres physiques

Les paramètres physiques (température, pH, conductivité électrique, salinité et TDS) ont été mesurés avec le multi paramètre de type (HANNA HI 9812-5) préalablement étalonné pour chaque paramètre. Il consiste à tremper la sonde dans le récipient contenant l'échantillon, laissé stabiliser un moment, puis noter les résultats. La turbidité a été mesurée avec un turbidimètre de type (HACH 2100N). Il consiste à remplir sa cuve avec l'échantillon, soigneusement agité, et faire la lecture en prenant la plus grande valeur.



**Figure 6a :** Multi paramètres de laboratoire HANNA HI 9812-5



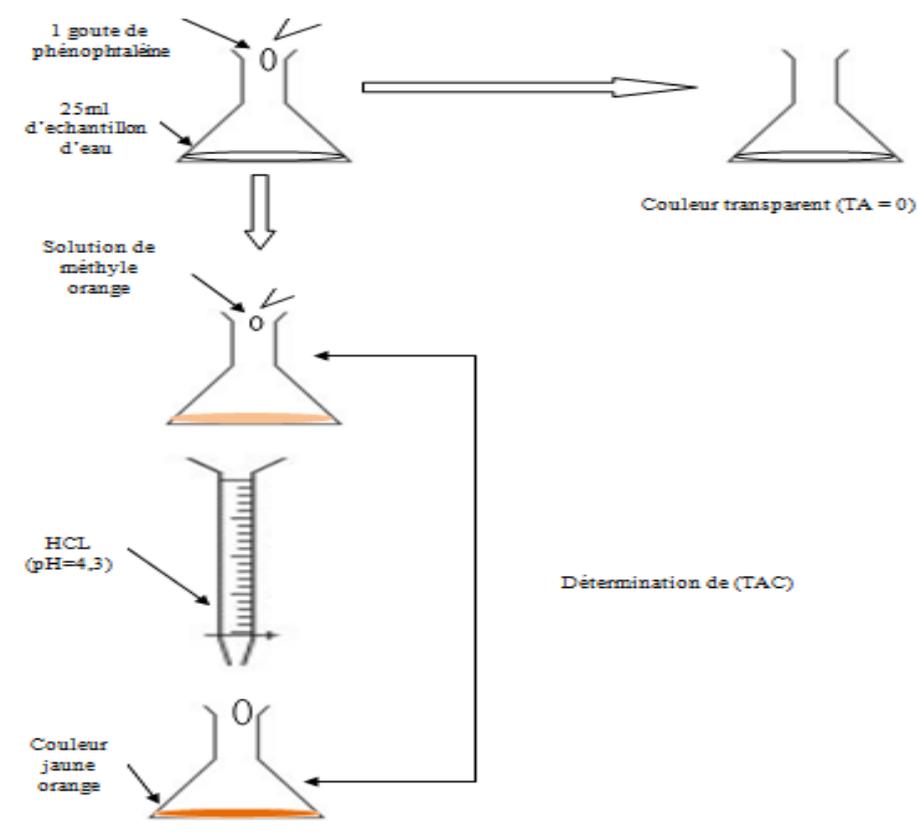
**Figure 6b :** Turbidimètre HACH 2100N (Laboratoire de l'ADE)

## II.5.2: Analyses électrochimiques

### II.5.2.1 Détermination de l'alcalinité

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de  $\text{pH} = 8.3$  et  $4.3$ , le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC), (ANNEXE 1)

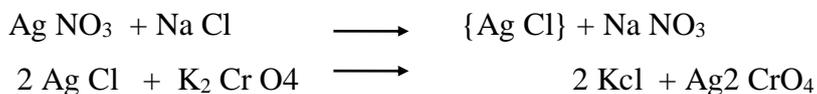
**Matériel utilisé représente dans le schéma suivant.**



**Figure 7 :** Détermination de titre alcalimétrique simple (TA) et complet (TAC) (Anonyme).

### II.3.2.2: Détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation, (ANNEXE 2)



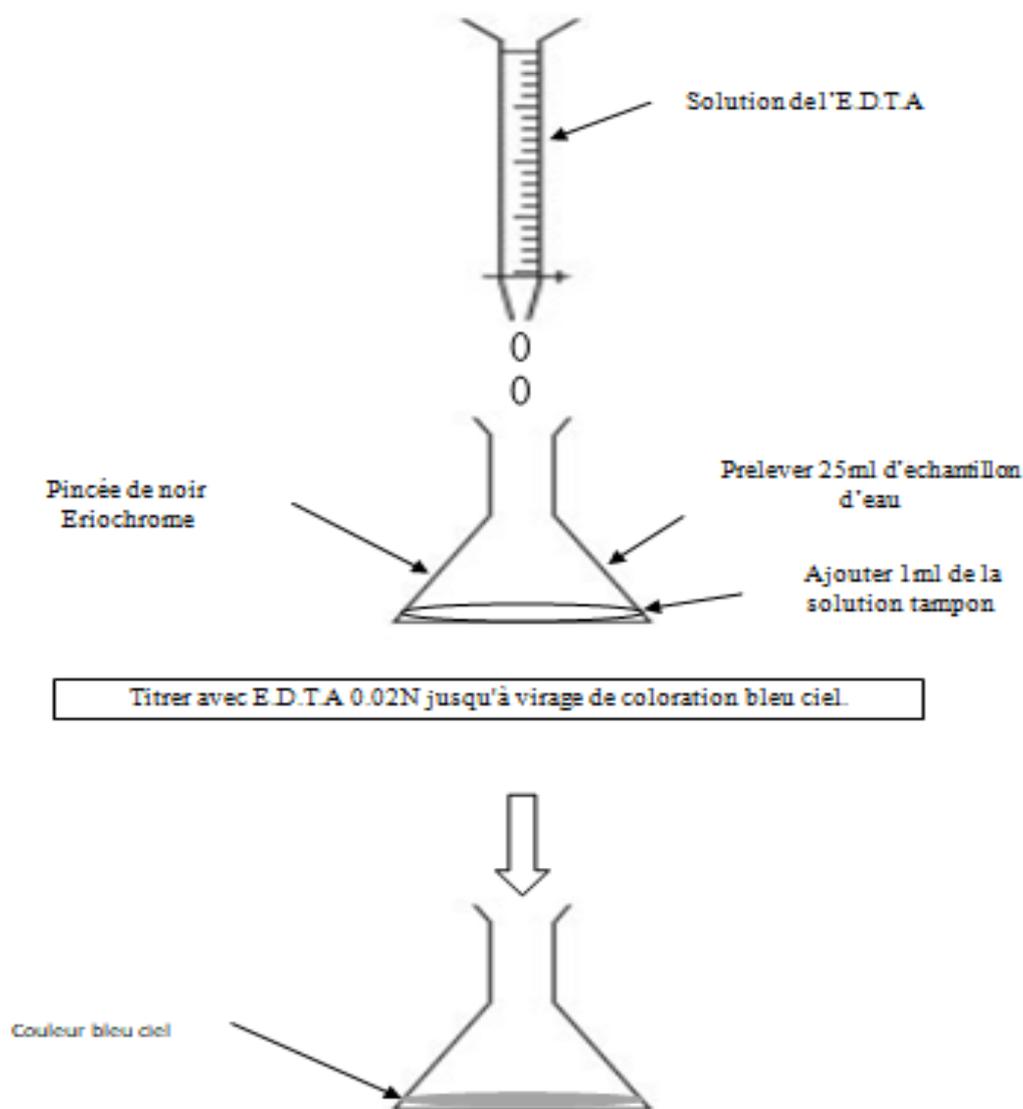
#### MATÉRIEL UTILISER

- Burette, Becher
- Capsule en porcelaine de 100 ml.
- Pipettes.
- Fiole.

### II.5.2.2: Détermination de la dureté totale (TH)

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel diasodique d'acide éthylène-diaminetétra acétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions de calcium et magnésium. Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu, (ANNEXE 3)

**Matériel utilisé représenté dans le schéma suivant.**



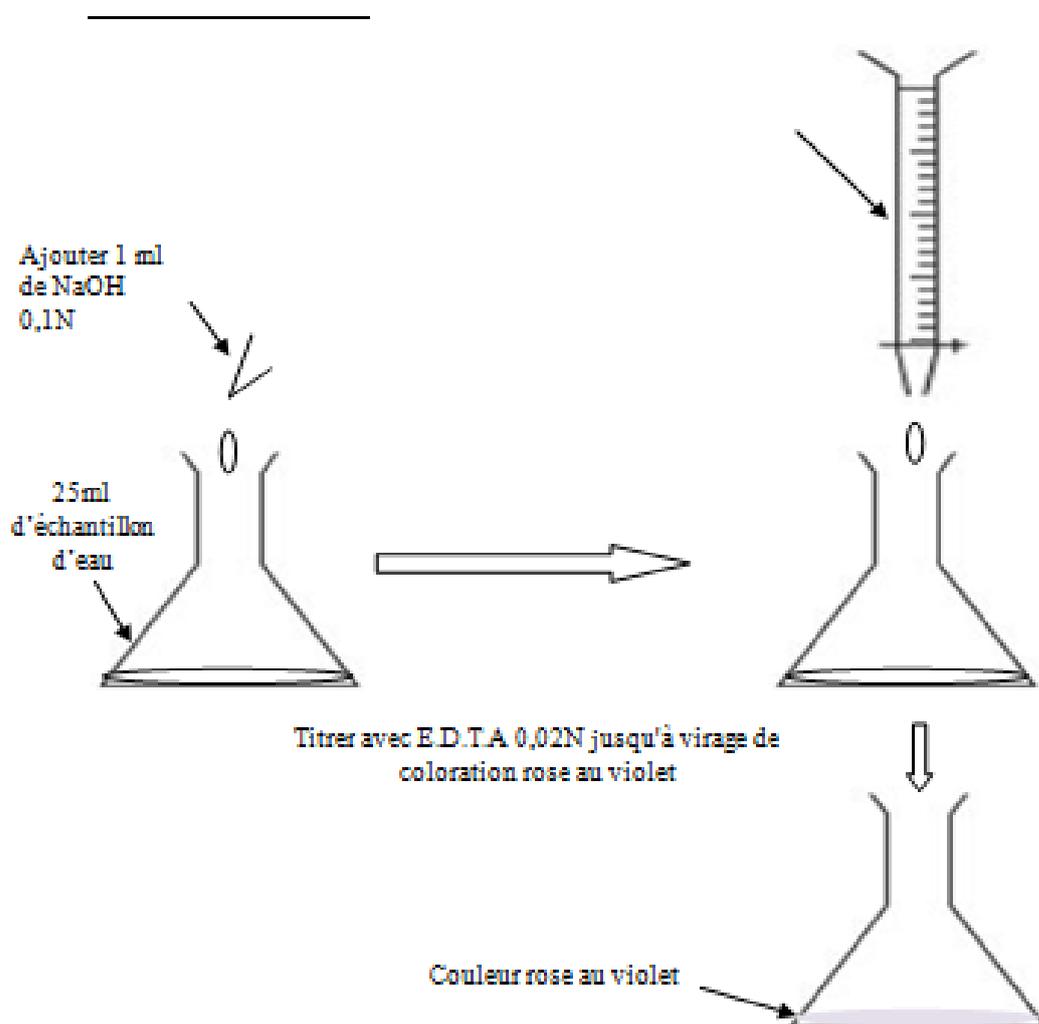
**Figure 8:** Détermination de la dureté totale (TH) (Anonyme).

### II.5.2.3: Détermination de la durezza calcique ( $TH_{ca}$ )

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse EDTA à pH compris entre 12-13 ce dosage se fait en présence de MUREXIDE.

L'EDTA réagit tout d'abord avec les ions de calcium puis avec les ions de calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rose à la couleur violet, (ANNEXE 4)

**Matériel utiliser représente dans le schéma suivant.**



**Figure 9 :** Détermination de la durezza calcique ( $TH_{ca}$ ) (Anonyme).

#### II.5.2.4: Détermination de la dureté magnésienne ( $TH_{mg}$ )

A partir de la dureté totale et de la dureté calcique, on peut déduire la dureté magnésienne, étant donné que leur principe est le même.

ON a:  $TH_{mg} = TH - Th_{ca}$ .

$TH$ : La chute de la burette de dureté totale.

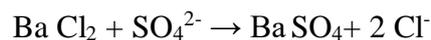
$TH_{mg}$ : La chute de la burette de dureté calcique.

$TH_{mg}$ : Le volume d'E.D.T.A pour la recherche de la dureté magnésienne.

#### II.5.2.5: Détermination des sulfates ( $SO_4^{2-}$ )

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

En présence de  $BaCl_2$ .



Les résultants sont affichés directement par spectromètre en mg/l des sulfates x le facteur de dilution, (ANNEXE 5)

#### MATERIEL UTILISER

- Matériel courant de laboratoire ( fioles, pipettes, béchers...).
- Spectrophotomètre UV-visible.
- Agitateur magnétique.

#### II.5.2.6: Détermination du fer ( $Fe^{2+}$ )

Addition d'une solution de phénoltriline-1.10a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange une longueur d'onde de 510nm. Le complexe fer (II-phénoltriline-1.10 est stable dans l'intervalle de pH de 2,5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du fer. Les résultats sont affichés directement par spectromètre en mg/l de fer, (ANNEXE 6)

#### MATERIEL UTILISER

- Fioles.
- Pipettes.

- Balance analytique de laboratoire.
- Spectrophotomètre.

### **II.3.2.8: Détermination des nitrates ( $NO_3^-$ )**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique. Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm, (ANNEXE 7)

#### **MATERIEL UTILISER**

- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml.
- Paires à pipeter.
- Etuve pour séchage.
- Spectrophotomètre UV-visible.
- Balance analytique de laboratoire précision 0.1µg.
- Capsule de 100ml.

### **II.5.2.7 : Détermination des nitrites ( $NO_2^-$ )**

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm, (ANNEXE 8)

#### **MATERIEL UTILISER**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie, fioles et pipettes.
- Spectrophotomètre UV-visible permettant des mesurages à une longueur d'onde de 540 nm, équipe de cuves de 10 mm d'épaisseurs.

### **II.5.2.8: Détermination de l'azote ammoniacal( $NH_4^+$ )**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium, (ANNEXE 9)

#### **MATERIEL UTILISER**

- Matériel courant de laboratoire verrerie, fioles et pipettes.
- Spectrophotomètre UV-visible

### II.5.3: Analyse bactériologique

#### II.5.3.1: Recherche des clostridiens sulfites-réducteurs

##### MODE OPÉRATOIRE

On prépare 2 tubes à 5 ml d'eau à analyser qu'on porte au bain marie à 80°C pendant 10 min dans le but d'éliminer la forme végétative et activer la spore, on fait couler la gélose (VF) dans les 2 tubes jusqu'à ce qu'ils soient remplis pour créer l'anaérobiose, puis on additionne quelques gouttes d'alun de fer et de sulfite de sodium puis on incube à 37°C pendant 24 à 48

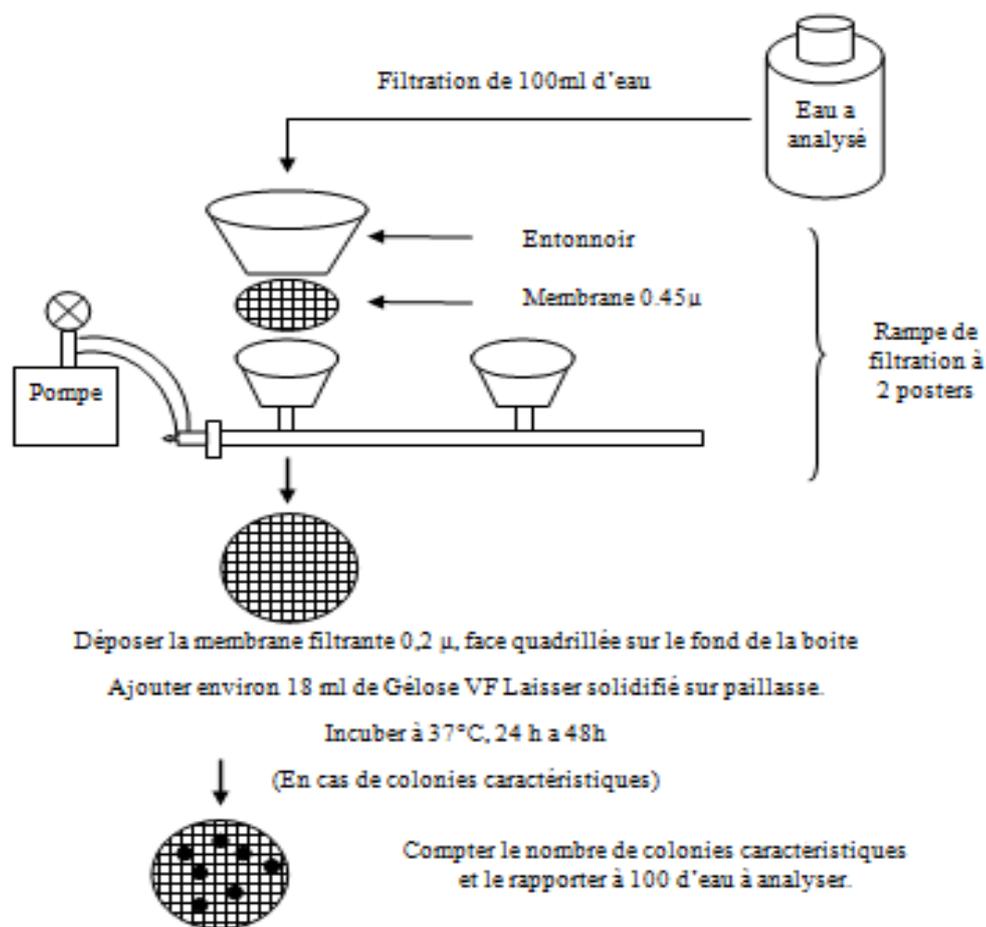


Figure 10 : détermination des clostridiens sulfites-réducteurs (Anonyme).

#### II.5.3.2: Recherche des coliformes totaux et des streptocoques totaux

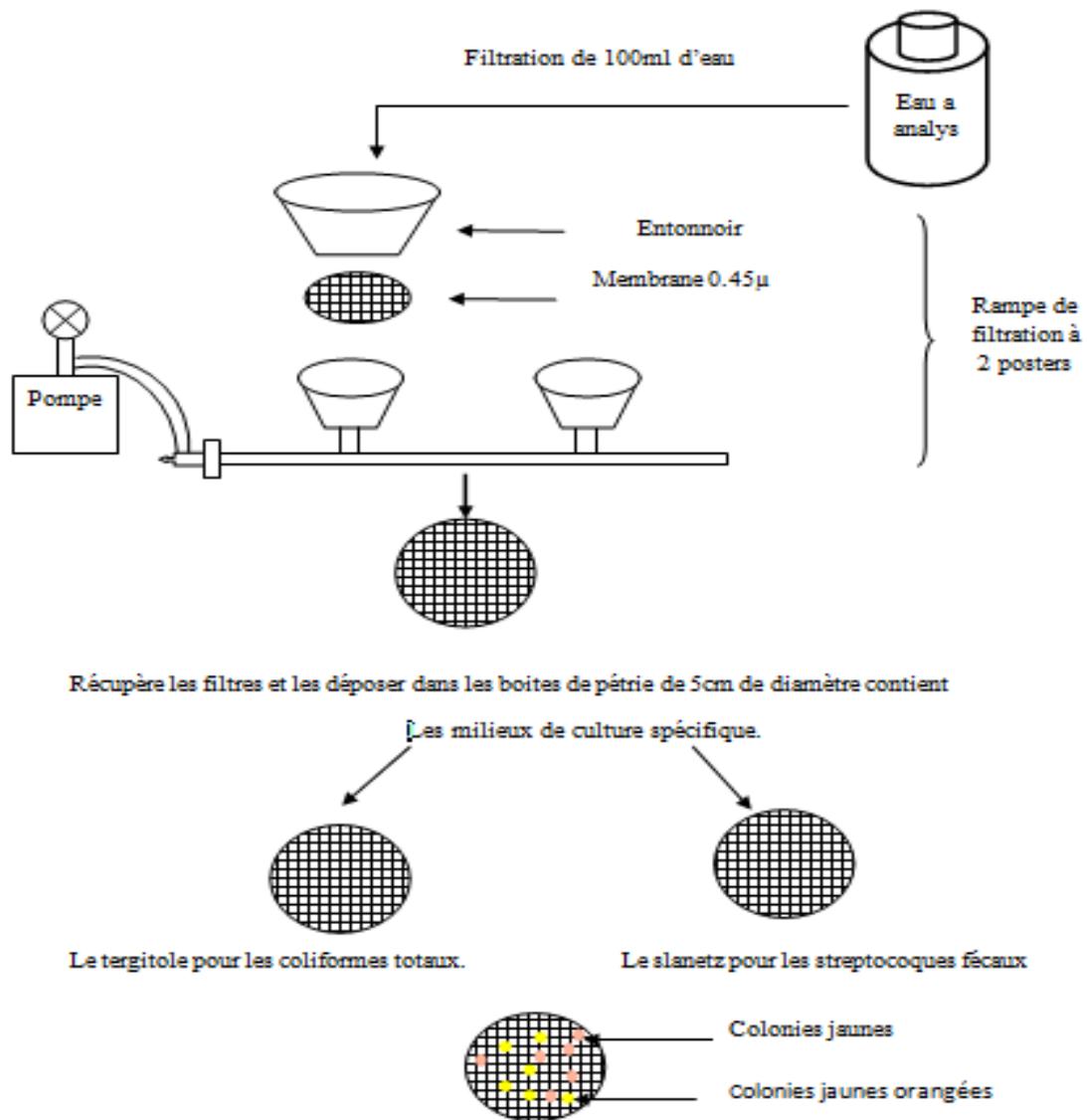
##### MODE OPÉRATOIRE

- Stériliser les réservoirs de la rampe à filtration ;
- Déposer les filtres de 0.45µm sur les filtres des réservoirs ;

- Verser 100ml de chaque échantillon dans les réservoirs et allumer la pompe pour évacuer l'eau à l'extérieur des réservoirs ;
- Récupérer les filtres avec une pince stérilisée et les déposer dans les boîtes de pétrie de 5cm de diamètre contenant les milieux de culture spécifiques. Le tergitole pour les coliformes totaux et le slanetz pour les streptocoques fécaux ;
- Incuber à 37°C pendant 48h.

### **Remarque**

Dans le cas de formation de colonies qui indiquent la présence des coliformes totaux, il faut faire un repiquage dans le milieu de Schubert et incuber à 44°C pendant 24h pour la recherche d'*Escherichia coli*. Dans le cas de formation de colonies qui indiquent la présence des streptocoques totaux, il faut faire le repiquage sur le milieu BEA (gélose bile esculine azide) et incuber à 44°C pendant 2h afin de confirmer la présence des streptocoques fécaux.



**Figure 11 :** recherche des coliformes totaux et streptocoque fécaux méthode de filtration (Anonyme).

# **Chapitre III :**

## Résultats et discussion

### III.1: Résultats

#### III.1.1: Résultats des analyses physique-chimiques et bactériologiques

Dans notre étude, les paramètres physique-chimique et bactériologiques ont été analysés au laboratoire de l'ADE le jour même du prélèvement.

Les échantillons de la première campagne ont été analysés le 11/02/2018, ceux du réservoir Egzib ont été prélevé à 9h25 et ceux du central à 10h20 et les analyses de la deuxième campagne ont été fait le 04/03/2018, les échantillons ont été prélevé à 10h10 pour l'egzib et à 10h25 pour le réservoir du central. Les tableaux ci-dessous contiennent les résultats des analyses effectuées.

**Tableau II :** Résultats des analyses physiques et du test de chlore de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les deux stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).

		Paramètres physique						
		<i>T</i>	<i>pH</i>	<i>TRB</i>	<i>CND</i>	<i>SAL</i>	<i>TDS</i>	Test de chlore
Unité		C°	–	NTU	µS/cm	%	Mg/l	Mg/l
<b>Norme</b>		25	6,5-9	5	2800	–	–	
<b>1<sup>ère</sup> campagne</b>	<b>S1</b>	13,5	7,98	0,84	1572	0,7	736	0,7
	<b>S2</b>	14,8	7,83	1,06	884	0,4	442	0,3
<b>2<sup>ème</sup> campagne</b>	<b>S1</b>	18	7,6	1,06	1590	0,8	790	0,8
	<b>S2</b>	19	7,3	0,86	750	0,5	370	0,3

**Tableau III :** Résultats des analyses chimique de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les deux stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).

		Paramètres chimiques					
		1 <sup>ère</sup> campagne 11/02/2018			2 <sup>ème</sup> campagne 04/03/2018		
	Unité	Norme	S1	S2	S1	S2	
<b>TA</b>	<b>Mg/lcaco<sub>3</sub></b>	–	0	0	0	0	
<b>TAC</b>	<b>Mg/lcaco<sub>3</sub></b>	<b>500</b>	176	208	184	200	
<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>Mg/l</b>	<b>500</b>	153,2	35,36	194,46	41,25	
<b>TH</b>	<b>Mg/lcaco<sub>3</sub></b>	<b>500</b>	600	480	580	380	

$TH_{ca}$	Mg/l	$CaCO_3$	200	136	144	142,4	88
$TH_{mg}$	Mg/l	$CaCO_3$	150	62	22	54,20	38,72
$NO_3^-$	Mg/l		50	0,132	0,22	0,22	0,27
$NO_2^-$	Mg/l		0,2	0,006	0,006	0,007	0,006
$Fe^{2+}$	Mg/l		0,3	0,15	0,033	0,093	0,114
$NH_4^+$	Mg/l		0,5	0,004	0,002	0,009	0,004
$SO_4^{2-}$	Mg/l		400			229,95	101,9

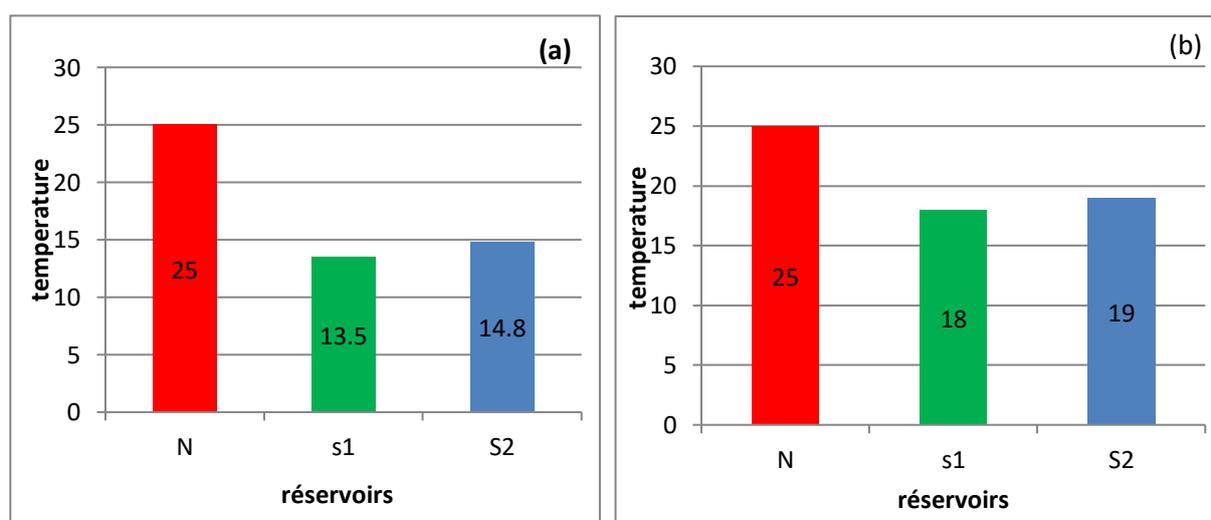
**Tableau IV :** Résultats des analyses bactériologique de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne pour les deux stations EGZIBE (S1) et la centrale (S2).

Paramètres bactériologiques					
Unité		Coliformes fécaux	E-coli	Streptocoques fécaux	Clostridium sulfito-réd
Norme		UFC/100ml	Présence/Absence	Présence/Absence	UFC
1 <sup>ère</sup> campagne	S1	0	Absence	Absence	0
	S2	0	Absence	Absence	0
2 <sup>ème</sup> campagne	S1	0	Absence	Absence	0
	S2	0	Absence	Absence	0

### III.2: Discussion des résultats

#### III.2.1: Discussion des résultats d'analyse des paramètres physiques

##### ➤ Température



**Figure 12 (a, b) :** Variation des températures enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Dans la 1<sup>ère</sup> campagne, nous avons enregistré une température de 13,5C° pour la station S1 et 14,8C° pour la station S2. Une légère différence entre les températures des deux stations à été enregistrées, Cela pourrait être due à l'origine des eaux et à l'emplacement des réservoirs. La même chose pour la 2<sup>ème</sup> campagne où nous avons enregistré une température de 18C° pour S1 et 19C° pour S2. Les résultats des deux campagnes sont conformes aux normes algériennes qui sont fixées à 25C°. Selon ces dernières, nous remarquons une légère différence entre les résultats de la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> campagne et cela est dû aux changements du climat au moins de Février qui à était froid et pluvieux par rapport au mois de Mars (chaux et humide).

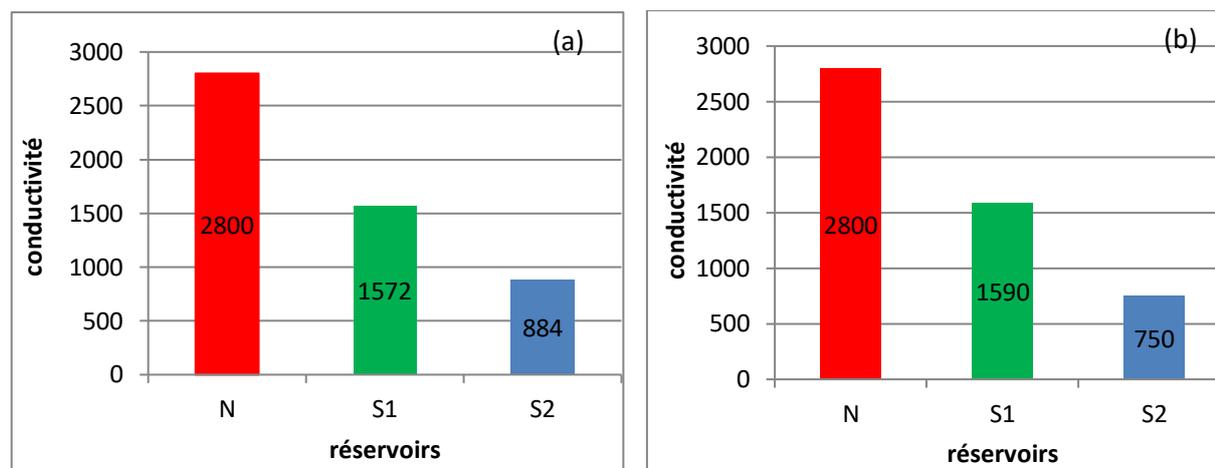
### ➤ Le pH

Durant la 1<sup>ère</sup> campagne, pour la station S1, le pH est de 7,89 et pour S2 est de 7,83. Pendant la 2<sup>ème</sup> campagne le pH enregistré pour la S1 et de 7,6 et pour la S2 est de 7,3. Les données obtenues révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans les 2 stations. Pour l'eau destinée à la consommation humaine, l'OMS précise qu'un faible pH peut causer des problèmes de corrosion et un pH élevé entraîne des problèmes organoleptiques. Pour cela il est recommandé un pH inférieur à 8 pour une bonne désinfection par le chlore et indique comme niveau guide  $6,5 < \text{pH} < 9,5$ .

### ➤ La turbidité

Pendant la 1<sup>ère</sup> campagne, la turbidité mesure à la station S1 est de 1,06 NTU et de 0,84NTU pour la station S2. S1 présente une turbidité un peu élevée par rapport à la station S2. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne, il n'y a pas de différences dans les résultats par rapport à la 1<sup>ère</sup> campagne. Les valeurs élevées pourraient être expliquées par la présence de matières en suspension ainsi que de matières non dissoutes. Les mesures des deux campagnes sont conformes aux normes algériennes de potabilité fixée à 5NTU.

### ➤ La conductivité



**Figure 13 (a, b) :** Variation de la conductivité enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

La conductivité des eaux analysée dans la 1<sup>ère</sup> campagne pour la station S1 est de 1572  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la S2 est de 884  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Pour la 2<sup>ème</sup> campagne nous avons enregistré 1590  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour les deux stations S1 et S2 respectivement. À partir des résultats des deux campagnes nous avons remarqué une grande différence entre la conductivité obtenue pour la station S1 et celle de la S2 et pour cela nous pouvons dire que l'eau qui se trouve dans la station S1 a plus de capacité à conduire le courant électrique par des solides inorganiques dissous dans la solution tel que les anions et cations. Toutes les valeurs mesurées sont conformes aux normes algériennes de la potabilité qui sont fixées à 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### ➤ La salinité

La salinité dans la 1<sup>ère</sup> campagne pour la station S1 est de 0,7% et de 0,4% pour la S2. Pour la 2<sup>ème</sup> campagne 0,8% pour la station S1 et 0,4% pour la S2. Les résultats enregistrés durant notre expérimentation sont faibles, et la diminution de la salinité reflète une faible présence des ions.

### ➤ La TDS (teneur en sel dessous)

Dans notre étude, nous avons obtenu des résultats des teneurs en sels dissous comme suit :

- Pour la 1<sup>ère</sup> campagne 736  $\text{mg}/\text{l}$  pour la station S1 et 442  $\text{mg}/\text{l}$  pour la S2. Dans l'ordre nous avons obtenu 790  $\text{mg}/\text{l}$  et 370  $\text{mg}/\text{l}$  au cours de la 2<sup>ème</sup> campagne.

- D'après ce travail, nous remarquons que les résultats des TDS de la station S1 des deux campagnes sont supérieurs à ceux de la S2. Cela serait dû à la richesse de la station S1 en cations et en anions.

➤ **Test de chlore**

Le chlore est le réactif le plus utilisé pour la décontamination de l'eau. Les valeurs enregistrées pour le chlore dans les échantillons analysés varient entre 0,70 mg/l pour la station S1 et 0,30mg/l pour celle de la S2 durant la 1<sup>ère</sup> campagne. Par contre pour la 2<sup>ème</sup> campagne, S1 donne une valeur de 0,8mg/l et S2 0,30 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux normes requises pour les eaux destinées à la consommation.

### **III.2.2: Discussion des résultats d'analyses des paramètres chimiques**

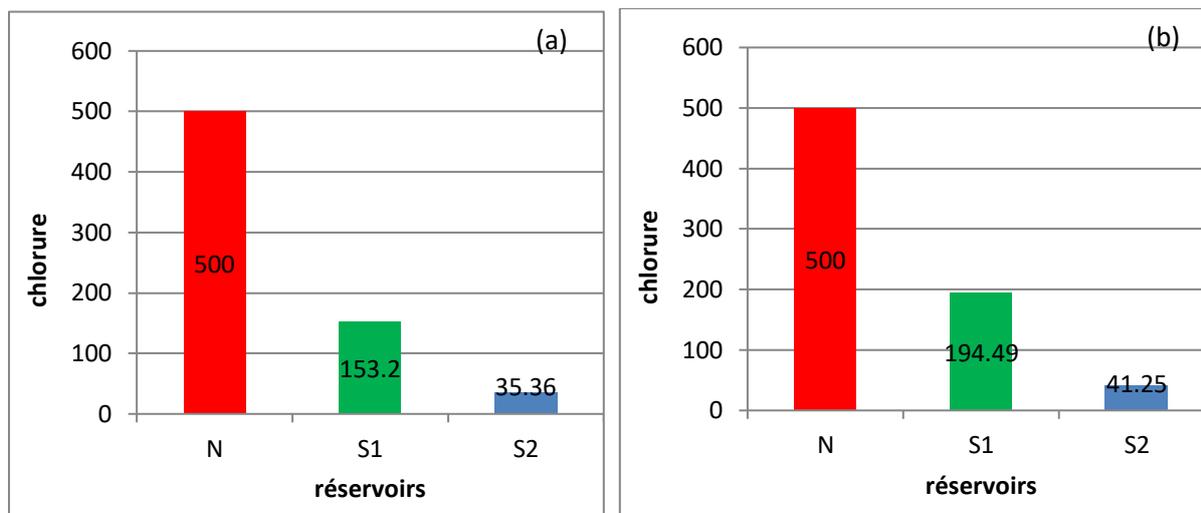
➤ **Titre alcalimétrique simple (TA)**

Le TA est nul (TA=0) pour les deux campagnes, car le pH obtenu précédemment est inférieur à 8.3 en l'absence de bases fortes (carbonates et alcalis libres).

➤ **Titre alcalimétrique complet (TAC)**

D'après nos analyses, le titre alcalimétrique complet pour les stations S1 et S2 obtenu est de 176mg/lcaco<sub>3</sub> et 208mg/lcaco<sub>3</sub> pour la 1<sup>ère</sup> campagne et 184 mg/lcaco<sub>3</sub> et 200 mg/lcaco<sub>3</sub> pour la 2<sup>ème</sup> campagne. D'après ces résultats, nous distinguons une faible présence de bicarbonates et ces derniers sont conformes avec les normes algériennes de la potabilité qui sont fixées à 500mg/lcaco<sub>3</sub>.

## ➤ Les chlorures

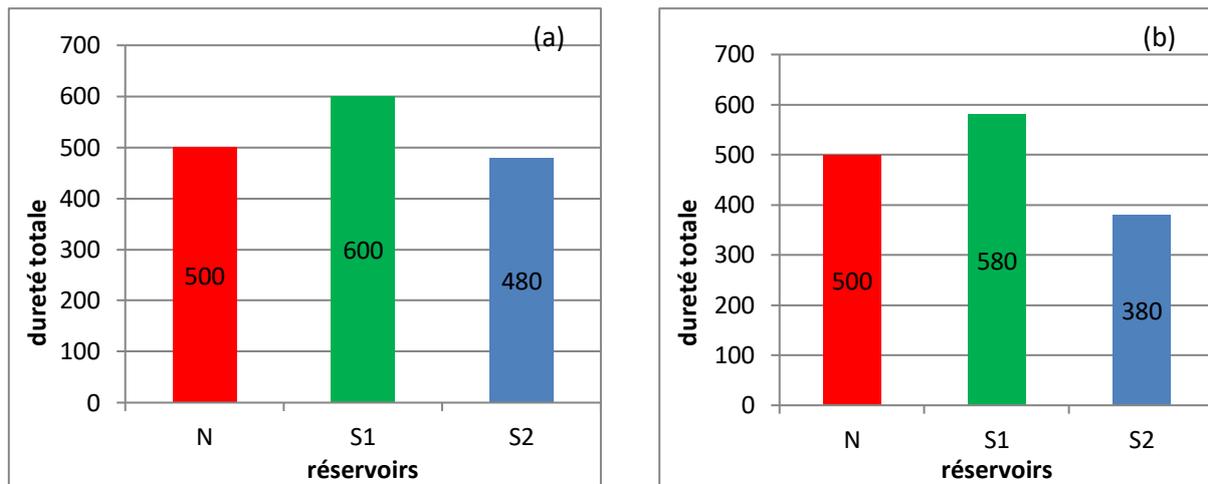


**Figure 14 (a, b) :** Variation de la concentration en  $Cl^-$  enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Pendant la 1<sup>ère</sup> campagne les teneurs en  $Cl^-$  sont de 153,2 mg/l et 35,36 mg/l pour les stations S1 et S2 respectivement. Durant la 2<sup>ème</sup> campagne la concentration de  $Cl^-$  est de 194,46 mg/l pour la station S1 et 41,25 pour la S2.

Durant les deux campagnes S1 enregistre la teneur la plus élevée par rapport à S2. Cette augmentation pourrait être attribuée à une pollution anthropique vue la présence d'activités humaines importantes dans le secteur où se trouve cette eau. Les résultats obtenus dans notre étude sont conformes aux normes algériennes de potabilité qui sont fixées à 500 mg/l.

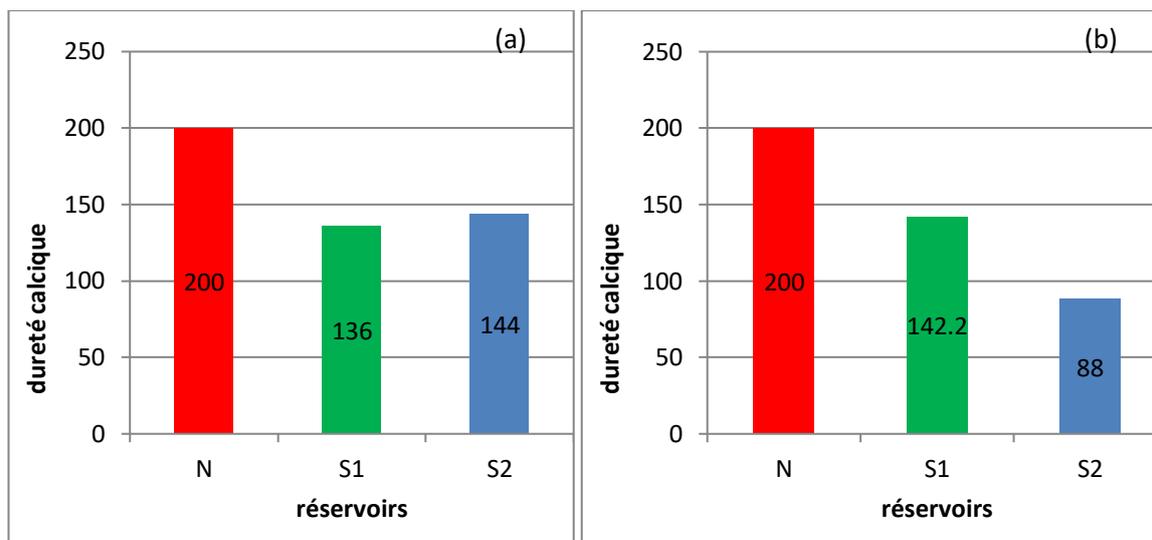
## ➤ La dureté totale



**Figure 15 (a, b) :** Variation de la concentration en *TH* enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne, les concentrations en *TH* sont de 600 mg/l CaCO<sub>3</sub> et de 480 mg/l CaCO<sub>3</sub> pour S1 et S2 respectivement. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne, les teneurs sont enregistrées ainsi : 580 mg/l CaCO<sub>3</sub> pour S1 et 380 mg/l CaCO<sub>3</sub> pour la S2. Nous remarquons aussi une augmentation de la concentration dans la station S1. Durant les deux campagnes, les valeurs sont très élevées et dépassent les normes algériennes de potabilité qui sont fixées au 500 mg/l CaCO<sub>3</sub> et cela est confirmé par les résultats trouvés. Ce qui nous fait dire que l'eau de ce dernier à une concentration élevée de calcium et de magnésium.

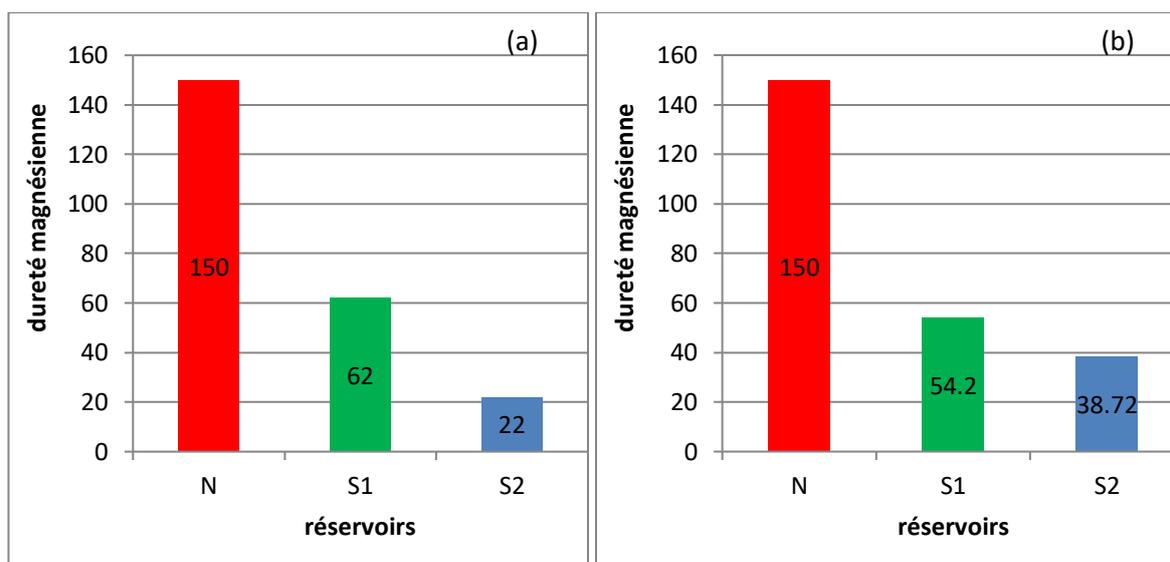
## ➤ La dureté calcique



**Figure 16 (a, b) :** Variation de la concentration en  $TH_{Ca}$  enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne nous avons obtenu les résultats suivants : pour les stations S1 et S2, les valeurs sont de 136mg/l CaCO<sub>3</sub> et 144mg/l CaCO<sub>3</sub>, respectivement. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne, nous avons enregistré les valeurs de 142,4mg/l CaCO<sub>3</sub> pour la S1 et 88mg/l CaCO<sub>3</sub> pour la S2. D'après les valeurs obtenues, nous remarquons qu'elles sont inférieures aux normes algériennes de potabilité qui sont fixées à 200mg/l CaCO<sub>3</sub> et que les eaux des deux stations sont plutôt calciques.

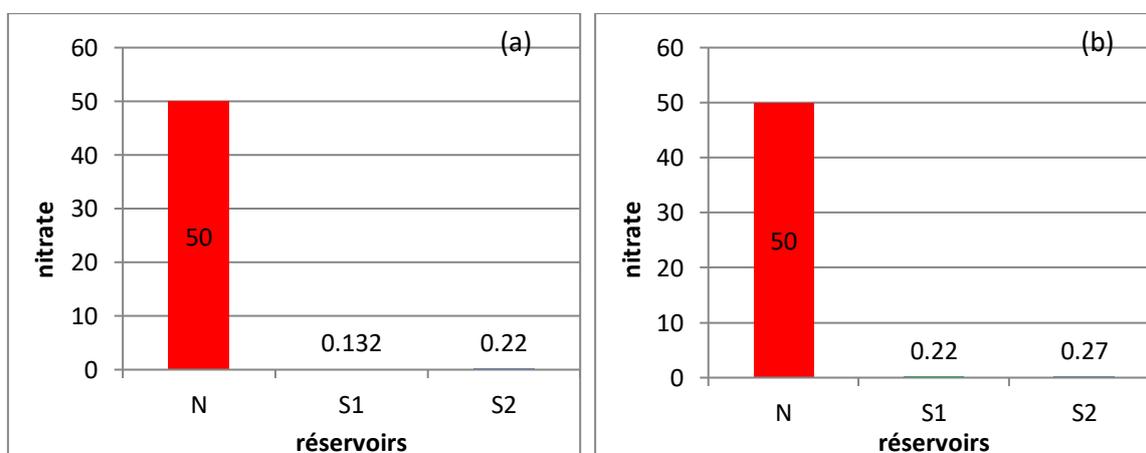
### ➤ La dureté magnésienne



**Figure 17 (a, b) :** Variation de la concentration en  $TH_{mg}$  enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne nous avons obtenu les résultats suivants : pour la station S1 : 62mg/l CaCO<sub>3</sub> et celle de S2 : 22 mg/l CaCO<sub>3</sub>. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne nous avons enregistré les valeurs de 54,20mg/l CaCO<sub>3</sub> pour S1 et 38,72mg/l CaCO<sub>3</sub> pour la S2. D'après les valeurs obtenues nous avons qu'elles sont inférieures aux normes algériennes de potabilité qui est fixée à 150mg/l CaCO<sub>3</sub>.

### ➤ Les nitrates



**Figure 18 (a, b) :** Variation de la concentration en  $NO_3^-$  enregistrées durant la 1<sup>ère</sup> campagne (a) et la 2<sup>ème</sup> campagne (b).

Pendant la 1<sup>ère</sup> campagne la teneur en  $NO_3^-$  est de 0,13 mg/l pour la station S1 et de 0,22 mg/l pour la S2. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne la concentration des  $NO_3^-$  est de 0,22 mg/l pour S1 et 0,27mg/l pour S2. Toutes les teneurs obtenues durant notre étude sont très faibles et indiquent que cette eau n'est pas polluée. Les nitrates constituent un excellent traceur de la qualité de l'eau, et les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes de potabilité fixée à 50 mg/l.

#### ➤ Les nitrites

Lors de la 1<sup>ère</sup> campagne les deux stations en la même teneur en  $NO_2^-$  qui est de 0,006 mg/l. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne la station S1 à une teneur de 0,007mg/l et la S2 une teneur de 0,006mg/l. Les résultats des deux stations sont très faibles et ne présentent une variabilité importante. Elles sont conformes aux normes algériennes de potabilité fixée à 0,2 mg/l.

#### ➤ Le fer

Durant la 1<sup>ère</sup> campagne la teneur en fer pour la station S1 est de 0,15 mg/l et pour la S2 0,033 mg/l. Quant à la 2<sup>ème</sup> campagne, la concentration en fer est de 0,093 mg/l pour S1 et 0,12mg/l pour S2. Toutes les valeurs de la 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> campagne sont faibles et conformes aux normes algériennes de potabilité qui est fixée à 0,3mg/l.

#### ➤ L'ammonium

Après l'analyse de l'ammonium pour les deux stations S1 et S2, nous avons enregistré des valeurs presque nuls comparées aux normes algériennes de potabilité qui est fixée à 0,5mg/l. Ce qui nous laisse dire que les eaux des deux stations sont de bonne qualité.

#### ➤ Les sulfates

En ce qui concerne la 1<sup>ère</sup> campagne, nous n'avons pas fait d'analyse à cause du manque de réactifs. Pour la 2<sup>ème</sup> campagne nous avons enregistré les valeurs de 229,95 mg/l pour la station S1 et 101,90 mg/l pour la S2. Donc les résultats sont conformes avec les normes algériennes de potabilité qui est fixée à 400mg/l.

### **III.2.3 Discussion des résultats d'analyse des paramètres bactériologiques**

Selon les résultats d'analyses bactériologiques réalisées sur la recherche des clostridium sulfito-réducteur, des streptocoques fécaux, e-coli et des coliformes fécaux, nous constatons l'absence de tout germes dans les deux stations S1 et S2 et cela durant les deux campagnes.

# Conclusion

### Conclusion :

Le contrôle et la surveillance de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine est une opération complexe et délicate qui fait appel à des dosages et à des tests.

Du fait même de la composition très diverse en éléments de l'eau et des diverses sources et natures des dégradations et pollutions enregistrées, il n'est pas possible de considérer qu'une seule méthode, un seul test pour juger la qualité d'une eau. Cependant, une méthodologie bien définie des examens bactériologiques et chimiques est nécessaire à l'appréciation de la qualité d'une eau.

La qualité de l'eau, en vu de son utilisation dans divers domaines, est le plus souvent soumise à des exigences réglementaires qui déterminent son aptitude à être utilisée dans un secteur bien déterminé. L'interprétation des résultats doit se faire en tenant compte de la conformité à la norme requise.

Les différentes analyses effectuées au niveau du laboratoire de contrôle de la qualité et analyse des eaux de l'ADE, unité de Bejaia, consistent à mesurer, dans les réseaux de distribution des eaux de la wilaya de Bejaia, les qualités physicochimique et bactériologique de l'eau distribuée. Les résultats trouvés montrent une variation de la température allant de 13.5°C à 19°C, un pH compris entre 7.3 à 8, une turbidité comprise entre 0.84 et 1.06 NTU, une conductivité électrique allant de 750 à 1590  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et enfin des TDS variant entre 370 et 790 mg/l. Toutes les valeurs sont conformes aux normes algériennes de potabilité. Quant à la qualité bactériologique, les eaux sont indemnes de germes pathogènes.

Nous concluons que l'eau distribuée en niveau de la région de Bejaia est de bonne qualité puisque tous les résultats physico-chimique et bactériologique sont conformes aux normes algériennes de potabilité. Néanmoins, un suivi permanent de la qualité des eaux est nécessaire surtout en période estivale où des risques de contamination sont fréquents.

# **Référence**

# **Bibliographie**

**Anonyme, (2016).** Document de l'algérienne des eaux ADE, unité de Bejaia.

**ANIREF (agence national d'intermédiation et de régulation foncière), (2011).** Rubrique monographie de la wilaya de Bejaia. 4p.

**Brasilia, (2013).** Manuel pratique d'analyse de l'eau. 4<sup>ème</sup> édition. 54, 57, 63 p.

**Bendadouche, H., Bernoussi, A-S., Amharref, M., (2012).** Apport des SIG pour l'évaluation de la vulnérabilité aux glissements de terrain. Application à la ville de Bejaia. 716, 717, 118p

**Bonnin, J. (1982).** Aide mémoire d'hydraulique urbain. Édition Eyrolles 61, BD Saint-Germain Paris. 89-91p.

**Desjardins, R., (1990).** Le traitement des eaux 2<sup>ème</sup> édition revue et enrichie. 3-6 p.

**Durand, M., & Favar, P. (1972).** La cellule. Edition hermen paris.

**Graindorge, J. (2015).**, Guide des analyses de la qualité de l'eau. Edition groupe territorial CS 40215-38516, Voiron cedex. 136, 163, 164, 165 p.

**Gomella, C., Guerree, H., (1980).** La distribution de l'eau dans l'agglomération urbaine et rurale. 1<sup>ère</sup> édition Eyrolles 61, boulevard saint-germain paris. 25,26 p.

**Guiraud, J., (1980).** Microbiologie alimentaire Ed. Dunod. Paris. 101, 105p.

**Hingrage, B., Picanet, C., Musy A. (2009).** Hydrologie 2<sup>ème</sup> science pour l'ingénieur. 1<sup>ère</sup> Édition ISBN 978-2-88074-798-5. 1p.

**Haslay, C., Leclere, H. (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition TEC et DOC. Lavoisier Paris. ISBN 2-85206-918-0. pp70-101.

**Limas, J. (1985).** Hydrologie générale, principe et application. Edition Gaetan marion. 6P.

---

**Maurel, A. (2006).** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. 2<sup>ème</sup> Édition Lavoisier. 1p.

**Mihoubi, N. (2008).** Fonctionnement et gestion hydrologique de ressources en eau du bassin de hammam grouz. Thèse de magister, université mentouri, Constantine. 52-57 P.

**Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J-P., Chambon, P., Champsaur, H., Rodi L. (2005).** L'analyse des eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition Dunod, Paris.351 P.

**Rodier, J., Legube, B., Merlet, N., Coll. (2009).** L'analyse de l'eau. 9ieme édition dunod. 35,40,78p.

**Réjsek, F., (2002).** Analyse des eaux. Aspects réglementations et technique. Série sciences et Techniques de l'environnement ISBN2-86617-42-8 Bordeaux. Serveur web : [cardp.ardp.ac.bordeaux.fr](http://cardp.ardp.ac.bordeaux.fr). 54 p.

**Savary, P., (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau, édition référence de T647. 188p.

**Vilaginés, R., (2000).** Eau, environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie. Edition technique et documentation 5, 15,166 p.

**Sites électronique :**

<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA115SD10.pdf>.

---

# **Annexes**

## ANNEXE 1:

Détermination de l'alcalinité (TA) et (TAC).

### MODE OPÉRATOIRE

- **Détermination du (TA)**

- Prélever 25 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 goutte de solution de phénolphthaléine (indicateur) ;  
Si aucune coloration n'apparaît et le pH est inférieur à 8 donc TA=0 dans ce cas on détermine seulement le (TAC).

- **Détermination du (TAC)**

- Prélever 25 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 goutte de méthyle orange (indicateur)
- Titration avec HCL jusqu'à coloration jaune orangé
- Note le volume titré et faire le calcul.

### Réactifs

- Acide chlorhydrique (HCL) concentré à 37% ;
- Phénolphthaléine (indicateur) ;
- Méthyle orange (indicateur).

### Mesure et calcul du résultat

$$HCO_3^- = \frac{Va \times Na \times M_{HCO_3^-} \times 1000}{PE} = \frac{Va \times 0,001 \times 61 \times 1000}{25}$$

**ANNEXE 2 :**

Détermination des chlorures ( $Cl^-$ )

**MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 2,5ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 goutte de  $K_2CrO_4$  et obtention de la coloration jaunâtre ;
- Titre avec  $AgNO_3$  à 0.01N jusqu'à coloration brunâtre.

**Réactifs**

- Solution de nitrate d'argent à 0,001N ;
- Indicateur coloré  $K_2CO_4$  à 10%.

**Mesure et calcul du résultat**

$$Cl^- = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times M_{Cl}}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0,001 \times 35,5 \times F \times 1000}{2,5}$$

### ANNEXE 3 :

Détermination de la dureté totale (TH)

#### MODE OPÉRATOIRE

- Prélever 25 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 0.4 du tampon ammoniacal ;
- Ajouter un indicateur de coloration NET ;
- Titrer avec l'E.D.T.A jusqu'à l'apparition d'une couleur bleu ;
- Lire la chute de la burette.

#### Réactif

- Solution E.D.T.A (0,02) ;
- Tampon ammoniacal  $NH_4OH$  ;
- Un indicateur de coloration le NET.

#### Mesure et calcul du résultat

Le résultat est exprimé en mg/l  $CaCO_3$ , donné par l'équation suivant :

$$TH = \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{CaCO_3} \times 1000}{PE} = \frac{V_1 \times 0,02 \times F \times 100g \times 1000}{50}$$

## ANNEXE 4 :

Détermination de la dureté calcique (THca)

### MODE OPÉRATOIRE

- Prélever 25 ml de l'eau à analyser ;
- Ajouter 0.5 ml de d'hydroxyde de sodium NaOH ;
- Ajouter un indicateur de coloration MUREXIDE.
- Titrer avec l'E.D.T.A jusqu'à l'apparition d'une couleur violet.

### Réactif

- Solution E.D.T.A, (0,002N) ;
- Solution d'hydroxyde de sodium *NaOH* 2N.

### Mesure et calcul du résultat

La teneur en calcium est exprimé en mg/l et donnée par l'équation :

$$Ca^{2+} = \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}} \times 1000}{PE} = \frac{V_1 \times 0,02 \times F \times 100g \times 1000}{50}$$

### ANNEXE 5 :

Détermination des sulfates( $\text{SO}_4^{-2}$ )

#### **MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 20ml d'eau a analysé puis compléter a 100 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante ;
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum ;
- Agiter énergiquement pendant 1mn ;
- Passer au spectrophotomètre  $\lambda = 420\text{nm}$ .

#### **Réactif**

- Solution stabilisante ;
- Solution de chlorure de baryum

#### **Mesure et calcule du résultat**

Les résultats sont affichés directement par spectromètre en mg/l de sulfates x le facteur de dilution.

**ANNEXE 6 :**

Détermination du fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

**MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 25ml de l'eau à analyser dans une fiole de 100 ml ;
- Ajouter 0.5 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine ;
- Ajouter 1ml de tampon d'acétate ;
- Ajouter 1 ml de phénoltroline ;
- Incubation pendant 15 min à l'abri de la lumière puis faire la lecture avec le spectrophotomètre, les résultats sont affichés directement en  $\text{mg/L}$ .

**Réactif**

- Chlorhydrate d'hydroxylamine ;
- Tampon d'acétate ;
- Phénoltroline.

**Mesure et calcul du résultat**

Les résultats sont affichés directement par spectromètre en  $\text{mg/l}$  de fer.

### ANNEXE 7 :

Détermination des nitrates( $\text{NO}_3^-$ )

#### **MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 5 ml d'eau a analysé.
- Ajouter 1 à 2 gouttes de NaOH a 30%.
- Ajouter 0.5 ml de salicylate de sodium.
- Evaporation sec ou au bain marie ou a l'étuve 75-88C ; puis laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  laissé reposer 10min.
- Ajouter 7.5 ml d'eau distillée.
- Ajouter 7.5 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 420nm, le résultat est donné en  $\text{mg/L}$ .

#### **Réactif**

- Solution de salicylate de sodium a o, 5%(renouveler toute les 24h) ;
- Solution d'hydroxyde de sodium 30%
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré ;
- Tartrate double de sodium et de potassium.

#### **Mesure et calcule du résultat**

Le résultat est donnée directement en  $\text{mg/L}$  a une longueur d'onde de 420 nm multiplier par 4,43 pour obtenir la concentration en  $\text{NO}_3^-$ .

**ANNEXE 8:**

Détermination des nitrites( $\text{NO}_2^-$ )

**MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 25 ml d'eau à analyser ;
- 0.5 ml du réactif mixte ;
- Incubation pendant 10 min puis faire la lecture avec le spectrophotomètre.

**Réactif**

- Réactif mixte.

**Mesure et calcul du résultat**

Les résultats sont affichés directement par spectromètre en mg/l de  $\text{NO}_2^-$ .

**ANNEXE 9 :**

Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

**MODE OPÉRATOIRE**

- Prélever 20ml d'eau a analysé ;
- Ajouter 2ml du réactif I ;
- Ajouter 2ml du réactif II et ajuster a 50 ml avec d'eau distillée et attendre 1h30.

**Réactif**

- Réactif I ;
- Réactif II (coloré).

**Mesure et calcule du résultat**

Les résultats sont affichés directement par spectromètre en mg/l de  $\text{NH}_4^+$ .

## Résumé

L'eau, source vitale d'une très grande importance, pour la vie des êtres vivants et surtout celle de l'homme. Au niveau de notre ville, les analyses d'eau sont effectuées par le laboratoire de l'ADE unité de Bejaia. Notre travail consiste à effectuer deux types d'analyses physico-chimiques et bactériologique dans le but de déterminer la conformité des paramètres à analyser aux normes algériennes de potabilité. Les résultats des analyses physiques trouvés montrent une variation de la température allant de 13,5°C à 19°C, pH compris entre 7,3 à 7,98, la turbidité comprise entre 0,84 à 1,064 NTU, la conductivité qui varie entre 750 à 1590 US/cm et la TDS qui varie entre 370 à 790 mg / l. Les résultats des analyses chimiques montrent une variation des chlorures allant entre 35,36 à 194,49 mg / l, la dureté totale comprise entre 380 à 600 mg /  $CaCO_3$ , la dureté calcique entre 88 à 144 mg /  $CaCO_3$  et la dureté magnésienne entre 22 à 62 mg /  $CaCO_3$ , les nitrates et nitrites qui varient entre 0,006 à 0,27 mg / l. Les résultats obtenus sur le plan physico-chimique sont conformes aux normes, pour les résultats bactériologiques absence totale de germes pathogènes dans tous les échantillons.

**Mots clés :** Eaux, qualité, analyse physico-chimique, analyse bactériologique, normes.

## Summary

Water, a vital source of great importance, for the life of living beings and especially that of man. At our city level, water analyzes are carried out by the laboratory of the ADE unit of Bejaia. Our work consists of performing two types of physico-chemical and bacteriological analyzes in order to determine the conformity of the parameters to analyze their Algerian standards of potability. The results of the physical analyzes found, show a temperature variation ranging from 13.5 ° C. to 19 ° C, a pH ranging from 7.3 to 7.98, a turbidity ranging from 0.84 to 1.064 NTU, and a conductivity ranging between 750 to 1590 US/cm and TDS ranging from 370 to 790 mg / l. The results of the chemical analyzes show a variation of chlorides ranging between 35.36 to 194.49 mg / l, the total hardness between 380 to 600 mg /  $CaCO_3$ , the calcium hardness between 88 to 144 mg /  $CaCO_3$  and the magnesium hardness between 22 to 62 mg /  $CaCO_3$ , nitrates and nitrites which range between 0.006 to 0.27 mg / l. The results obtained on the physico-chemical level are consistent with water standards, for the bacteriological results total absence of pathogenic germs in all the samples.

**Key words:** Water, quality, physico-chemical analysis, bacteriological analysis, standards.