



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BEN CHEHBA Hayat & BEN HENNOUR Naima**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

**Spécialité: CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES ALIMENTS**

THÈME :

*Evaluation de la qualité physico-chimique et  
bactériologique des eaux de sources dans les localités de  
Miliana (Aïn Defla) et Ain Deheb (Tiaret)*

Soutenues publiquement le: 13/06/2017

DEVANT LE JURY :

Président: M. BEKADA A.

Pr. Centre Universitaire de Tissemsilt

Rapporteur : M. BENAKRICHE BM.

Pr. Université de Mostaganem

Examineur : M. BENMILOUD Dj.

MA. Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2016/2017

Thème réalisé au l'laboratoire de l'ADE de Mostaganem

## ***Remerciements***

*Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné la force, la santé et la volonté nécessaire pour pouvoir accomplir ce travail.*

*Nous remercions nos professeurs qui nous prodiguent le savoir et les conseils durant notre formation, particulièrement notre encadreur **Mr. BENAKRICHE** qui nous a orientés, et **Mr BEKADA A** pour examiner notre travail, et nous remercions **Mr AIT SAADA Dj** pour tous les conseils qui donnée pour complété ce travail.*

*Ainsi que nous remercions l'équipe du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux tel que chef de laboratoire **Mr BOUDBIZA M** et surtout les responsables de laboratoire physico-chimique et bactériologique (**Nora, Nessrine, Hamiche**) pour l'accueil cordial et pour l'attention avec laquelle ils nous ont soutenus dans notre travail .Nous n'aurions pas pu réaliser les expérimentations sans leurs aides.*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.*

# Dédicaces

*Je dédie ce travail à :*

- *A mes très chers parents que dieu les protège*
- *A ma **grande mère** et mon **grand père** qui m'ont soutenu financièrement et psychologiquement*
- *Mes très chères sœurs : **Wahiba, Wissal, Akila, Mokhtaria** et surtout **Bassouma.***
- *A mes oncles: surtout **Brahim, Sami, Mohamed,** et mes tantes surtout **Khadidja, Fadila, wassila, Zahra, Djamila et Fatiha.***
- *A tous ceux qui portent le nom : **Ben chehba** et **Tayebi***
- *Mes meilleures copines : **Meriem, Naïma, Amina, Mimouna, Hassiba, Soumya, et Om l'khir***
- *Mes amies de l'agronomie surtout **C. Q. A***

# *Dédicaces*

*Nous dédions ce travail de mémoire de fin d'études*

*A nos chers parents pour leur aide, leur soutien durant ce travail, et à toute ma famille surtout la famille **BEN HENNOUR, BEN HAMER, BOUZAR.***

*Tous nos amis Wardia, Hayat, Meriem, Hanane, Hassina, Imene, soumya, Oum elkhir, Amina, Djamila, Nessrine, Faiza, Fatiha, Ahlem, Lobna, Nadia.*

*Sans oublier la promotion de Contrôle de Qualité des aliments  
**2016/2017.***

# *Sommaire*

# *SOMMAIRE*

*Les titres*

*Les pages*

## **Introduction**

### *Partie bibliographique*

#### *Chapitre I : Généralité sur l'eau*

Généralité	1
1. Situation de l'eau dans le monde	1
2. Situation de l'eau en Algérie	2
3. Composition de la molécule d'eau	2
4. Différent états de l'eau	3
5. Cycle de l'eau	3
6. La biologie de l'eau	4
6.1. L'eau et le métabolisme cellulaire	4
6.2. L'eau siège de vie microbienne	4
6.3. Substances nutritive	5
7. Origine de l'eau	5
7.1. Les eaux souterraines	5
7.1.1. Pollution des eaux souterraines	5
7.1.2. L'eau de source	6
7.2. Les eaux de surface	6
8. Les types d'eau	7
8.1. L'eau brute.	7

8.2. L'eau traitée	7
8.2.1. L'eau potable	7
8.2.1.1. Propriété de l'eau potable	7
8.2.1.2. Critères de l'eau potable	8
8.2.2. L'eau minérale	9
8.2.2.1. Propriétés de l'eau minérale	9
8.2.2.2. Critères de l'eau minérale	9
9. Utilisation de l'eau	9
9.1. L'eau de boisson et l'eau des aliments	10
9.2. Usage agriculture	10
9.3. Usage industriel	11

### *Chapitre II : Qualité de l'eau*

1. Les critères de qualité de l'eau	12
1.1. Critère organoleptique	12
1.1.1. La couleur	12
1.1.2. L'odeur	12
1.1.3. Saveur	
1.2. Les critères physico-chimiques	12
1.2.1. La température	12
1.2.2. Le Ph	12
1.2.3. Turbidité	13
1.2.4. Ions majeurs	13
1.2.5. Alcalinité (TA- TAC)	14
1.2.6. La dureté de l'eau	14
1.2.7. La salinité	14
1.2.8. Conductivité électrique	16
1.2.9. Propriété électrique	16
1.2.10. Propriétés optique	16
1.2.11. Caractéristiques chimiques	17
1.3. Caractéristiques bactériologiques	19

1.3.1. Principaux germes recherchés dans les eaux	19
1.3.1.1. Les germes totaux	19
1.3.1.2. Les coliformes	19
1.3.1.3. Les streptocoques fécaux	20
1.3.1.4. Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR)	21
1.3.1.5. Escherichia coli	21
1.4. Le risque acceptable pour l'eau de boisson	22
1.5. Les normes de qualité de l'eau	22

### *Chapitre III : Traitement de l'eau*

1. L'eau et son traitement	24
2. Le prétraitement de l'eau de boisson	24
2.1 Le Dégrillage	24
2.2 Le dessablage	24
2.3 La préchloration	25
2.4. L'aération et l'oxydation	25
3. Le traitement physico-chimique de l'eau de boisson	25
3.1 Les procédés de décantation	25
3.2 Les techniques de filtration	25
3.3 Certains procédés de correction chimique des eaux	26
3.3.1 Correction de l'agressivité de l'eau	26
3.3.2 Correction la de l'eau	26
3.3.3. Le chaulage	26
3.3.4 L'adsorption sur le charbon actif	26
4. Autre technique de purification	27
4.1. Distillation par alambic	7
4.2. Déminéralisation par échange d'ions	27
4.3. Electrodialyse	28
4.4. Photo-oxydation	28
4.5. Condensation	28
5. La désinfection de l'eau de boisson	29

6. L'eau de javel	30
6.1. La javellisation de l'eau d'une source	30

### *Partie expérimentale*

#### *Chapitre I : Présentation d'ADE*

1. Présentation de l'algérienne des eaux	31
1.1 Mostaganem	31
1.1.1. Création de l'ADE	31
1.1.2. Laboratoire	31
2. Présentation de lieu d'échantillonnages	32
2.1. Présentation de Miliana	32
2.2. Présentation d'Ain Deheb	33

#### *Chapitre II : Matériel et Méthodes*

1. Objectif	34
2. Matériels et méthodes	34
3. Échantillons étudiés	35
3.1 . Détermination des échantillons.	35
3.2. Mode d'échantillonnage	36
3.3. Mode de conservation de ces échantillons	37
Protocole expérimentale des analyses physico-chimiques	40
1. Mesure du pH	40
2. Mesure de la conductivité électrique	40
3. Température	41
4. Mesure de la Turbidité	41
5. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )	41
6. Titre hydrotimétrique (TH)	42
7. Titre calcique ( $\text{Tca}^{+2}$ )	42
8. Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA)	42
9. Dosage de fer	43
10. Dosage de nitrate	44
11. Dosage de nitrite	45

12. Dosage d'Orthophosphore	46
13. Dosage de sulfate	46
14. Dosage de l'ammonium	47
15. Détermination le Dosage du Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) par la dureté calcique TH, $\text{Ca}^{+2}$ (Titre hydrométrique calcique)	48
16. Détermination le Dosage du Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )	49
17. Détermination le Dosage de l'hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-$	49
18. Détermination le Dosage de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ )	49
19. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme	49
Protocole expérimentale des analyses bactériologique	50
1. <i>coliformes totaux</i>	50
2. <i>Escherichia Coli</i>	50
3. <i>Streptocoques fécaux</i>	51
4. <i>Clostridium Sulfito- Réducteur</i>	51

### ***Chapitre III : Résultats et Discussion***

1. Résultats des analyses physico-chimiques	55
1.1. Résultats des analyses physico-chimiques du 1 <sup>er</sup> prélèvement	55
1.2. Résultats des analyses physico-chimiques du 2 <sup>eme</sup> prélèvement	56
1.3. Résultats des analyses physico-chimiques du 3 <sup>eme</sup> prélèvement	57
1.4. Comparaison entre les 04 échantillons a base du moyen des analyses Physico-chimique du 3 <sup>eme</sup> prélèvement	58
1.4.1. Les paramètres physiques	59
1.4.1.1. Le pH	59
1.4.1.2. Température	59
1.4.1.3. Conductivité	61
1.4.1.4. Turbidité	61

1.4.2. Paramètres chimiques	62
1.4.2.1. Dureté de l'eau TH	62
1.4.2.2. Titre Alcalimétrique Complet TAC	64
1.4.2.3. Titre Alcalimétrique (TA)	65
1.4.2.4. Calcium et Magnésium	65
1.4.2.4.1. Le calcium	66
1.4.2.4.2. Magnésium	67
1.4.2.5. Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )	68
1.4.2.6. Le chlorure ( $\text{Cl}^-$ )	69
1.4.2.7. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	70
1.4.2.8. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	71
1.4.2.8.1. Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), et nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )	71
1.4.2.8.2. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	73
1.4.2.9. Fer (Fe)	74
1.4.2.10. Orthophosphore	75
1.4.2.11. Potassium ( $\text{K}^+$ )	75
1.4.2.12. Sodium ( $\text{Na}^+$ )	76
2. Résultats des Analyse bactériologiques	77

## **Conclusion**

Références bibliographique

*La liste des tableaux*

# *LISTE DES TABLEAUX*

<i>Les Tableaux</i>	<i>Les pages</i>
<b><i>Partie I : Bibliographique</i></b>	
<b><i>Chapitre I : Généralité sur l'eau</i></b>	
<b>Tableau 01 :</b> Composition isotopique moyenne de l'eau	3
<b>Tableau 02 :</b> Quelques aliments très riches en eau	5
<b>Tableau 03 :</b> la quantité d'eau nécessaire aux cultures	10
<b>Tableau 04 :</b> quantité d'eau nécessaire pour fabriquer les produits industriels	11
<b><i>Chapitre II : Qualité de l'eau</i></b>	
<b>Tableau 05 :</b> Classification des eaux d'après leur Ph	13
<b>Tableau 06 :</b> Les normes d'OMS pour les eaux potables	16
<b>Tableau 07 :</b> Principale constantes physique de l'eau pure	17
<b>Tableau 08 :</b> Les concentrations maximales des substances chimique contenues dans l'eau potable selon	18
<b><i>Partie II : Expérimentale</i></b>	
<b><i>Chapitre II : Matériel et Méthodes</i></b>	
<b>Tableau 09:</b> Prélèvements des échantillons pendant le mois avril le 30/04/2017 (1 <sup>er</sup> prélèvement).	35
<b>Tableau 10 :</b> Prélèvements des échantillons pendant le mois Mai le 07/05/2017 (2 <sup>émé</sup> prélèvement).	35
<b>Tableau 11 :</b> Prélèvements des échantillons pendant le mois Mai le 14/05/2017 (3 <sup>émé</sup> prélèvement)	36
<b>Tableau 12:</b> Paramètres physico-chimiques et leurs conservations	38
<b><i>Chapitre III : Résultats et Discussion</i></b>	
<b>Tableau 13:</b> Résumant le mode opératoire des analyses bactériologiques	52

<b>Tableau 14</b> : Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)	53
<b>Tableau 15</b> : Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)	54
<b>Tableau 16</b> : Résultats des paramètres physico- chimiques (1 <sup>er</sup> prélèvement)	55
<b>Tableau 17</b> : Résultats des paramètres physico- chimiques (2 <sup>eme</sup> prélèvement)	56
<b>Tableau 18</b> : Résultats des paramètres physico- chimiques (3 <sup>eme</sup> prélèvement)	57
<b>Tableau 19</b> : Résultats du moyen des analyses physico-chimiques de 3 Prélèvements	58
<b>Tableau 20</b> : Résultats bactériologiques de 1 <sup>er</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).	77
<b>Tableau 21</b> : Résultats bactériologiques de 2 <sup>eme</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).	78
<b>Tableau 22</b> : Résultats bactériologiques de 3 <sup>eme</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).	79

*La liste de figure*

## *Liste de figures*

*Les figures*

*Les pages*

### *Partie Bibliographique*

<b>Figure01</b> : Structure de la molécule d'eau	2
<b>Figure 02</b> : Coliformes totaux	19
<b>Figure 03</b> : Coliformes fécaux	20
<b>Figure 04</b> : Les streptocoques fécaux	20
<b>Figure 05</b> : Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).	21
<b>Figure 06</b> : Escherichia coli	22

### *Partie expérimentale*

<b>Figure 07</b> : Localisation de Daïra Khemis Miliana dans la wilaya d'Ain Defla	32
<b>Figure 08</b> : Localisation de Daïra Ain Deheb dans la wilaya de Tiaret	33
<b>Figure 09</b> : Evaluation de pH dans nos échantillons étudiés	59
<b>Figure 10</b> : Evaluation de la température (T°C) dans nos échantillons étudiés [12°C – 25°C]	60
<b>Figure 11</b> : Evaluation de la conductivité dans nos échantillons étudiés [200 – 2000µS/cm]	61
<b>Figure 12</b> : Evaluation de la turbidité dans nos échantillons étudiés [NTU < 5]	62
<b>Figure 13</b> : Evaluation de la dureté de l'eau (TH) dans nos échantillons étudiés [TH < 100 °F]	63
<b>Figure 14</b> : Evaluation de la Titre Alcalimétrique Complete TAC dans nos échantillons étudiés [TAC < 60 °F]	64
<b>Figure 15</b> : Evaluation de la Titre Alcalimétrique TA dans nos échantillons étudiés [TA < 0,2 °F]	65

<b>Figure 16 :</b> Evaluation de la concentration de calcium dans nos échantillons étudiés [50 à 200 mg/l]	66
<b>Figure 17 :</b> Evaluation de la concentration de magnésium dans nos échantillons étudiés [30 à 60 mg/l]	67
<b>Figure 18 :</b> Evaluation de la concentration de bicarbonate( $HCO_3$ ) dans nos échantillons étudiés. [Maximum 600 mg/l]	68
<b>Figure 19:</b> Evaluation de la concentration de chlorure ( $Cl^-$ ) dans nos échantillons étudiés. [Maximum 500 mg/l]	69
<b>Figure 20:</b> Evaluation de la concentration de sulfate ( $SO_4^-$ ) dans nos échantillons étudiés. [Maximum 500 mg/l]	70
<b>Figure 21 :</b> Evaluation de la concentration de nitrate ( $NO_3^-$ ) dans nos échantillons étudiés	71
<b>Figure 22 :</b> Evaluation de la concentration de nitrite ( $NO_2^-$ ) dans nos échantillons étudiés	72
<b>Figure 23 :</b> Evaluation de la concentration de Ammonium ( $NH_4^+$ ) dans nos échantillons étudiés	73
<b>Figure 24 :</b> Evaluation de la concentration de Fer (Fe) dans nos échantillons étudiés	74
<b>Figure 25 :</b> Evaluation de la concentration de Potassium ( $K^+$ ) dans nos échantillons étudiés	75
<b>Figure 26 :</b> Evaluation de la concentration de Sodium ( $Na^+$ ) dans nos échantillons étudiés	76

### *Les photos*

### *Les pages*

<b>Photo 01 :</b> Représentation schématique du cycle de l'eau globale	04
<b>Photo 02 :</b> Méthode de prélèvement	37
<b>Photo 03 :</b> Condition de conservation et de transport	39

# *La liste des abréviations*

## *Liste Des Abréviations*

**ADE** : Algérienne des eaux de Mostaganem

**CMA** : Concentrations Maximales Admissibles

**ADE** : Algérienne des eaux de Mostaganem

**$\mu$  S/cm** : micro-siemens par centimètre

**°F** : Degré français

**NTU** : Néphélobimétrie Turbide Unit

**DMA** : Doses Maximales Admissibles

**EDTA**: Ethyle-Diamine-Tétra-Acétique

**NET**: Noir Erionchrome T

**TTC**: Tergitol 7ou milieu gélose lactose

**VF** : Viande de foie

**UFC** : Unité Formant Colonie

**TGEA** : glucose Tryptone à l'extrait d'agar

**BEA** : Bile Esculine Agar

# *Résumé*

## ***Résumé***

Avec la croissance démographique par le temps, l'importance de l'eau devient de plus en plus grande et la disponibilité de ce pétrole blanc devient de plus en plus difficile. Pour cette raison, l'exploitation des eaux non utilisées devient une nécessité.

Les eaux Souterraines, avec le développement industriel, sont de plus en plus exposées aux divers agents de pollution par infiltration de différents rejets vers les nappes.

A cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude pour déterminé la qualité physico-chimique et bactériologique des quatre sources d'eau de différentes région. Les résultats des Analyses physico-chimique et bactériologique ont montré que l'eau des sources 01 et 04 c'est une eau de bonne qualité, celle de l'eau de source 02 une eau consommable mais à condition d'un contrôle bactériologique continu. Et une eau de mauvaise qualité bactériologique (non consommable) pour l'eau de source 03 à cause de la présence de certains germes pathogène comme les coliformes totaux, les *E. coli* et les *Streptococcus sp* transmis par certains animaux sauvages, ceci présente des répercussions morbides pour la santé des populations. Ceci comparé avec les normes d'OMS et les normes Algériennes de potabilité des eaux pour assurer la santé et le bien être du consommateur.

On peut conclure que les sources d'eau présentée dans notre étude nécessitent un traitement efficace de désinfection pour la protection et la sécurité sanitaire s'ils sont utilisés par le consommateur.

**Mots clés :** *Eau de source ; Parameters' minéraux ; parameters bacteriologies*

# *Introduction*

## ***Introduction***

Sur le plan mondial, la demande en eau potable de bonne qualité devient de plus en plus forte. L'eau constitue un élément vital, pour le développement et le maintien de la vie sur notre planète, pour cela il faut préserver et assurer la persistance continue de l'eau, non seulement pour fournir à l'homme une quantité suffisante pour ces besoins alimentaires. Sur le plan physiologique et cellulaire, l'eau avec sa composition ionique présente un impact physiologique de grande précision sur les échanges membranaires et particulièrement dans la cellule nerveuse. D'autres effets directs sur la physiologie rénale présentent l'eau de bonne qualité nutritionnelle comme un facteur vital.

Pour cela, l'eau doit faire l'objet de nombreux contrôles physico-chimiques et bactériologiques.

Notre travail s'intéresse à l'étude de la qualité d'une eau de quatre sources différentes, dans la région de Miliana (Ain Defla) et Ain Deheb (Tiaret) prélevée par trois fois. Le 1<sup>er</sup> à la fin de mois *Avril* (30-04-2017), la 2<sup>ème</sup> au mois de *Mai* (07-05-2017) et la 3<sup>ème</sup> le (14-05-2017).

À pour le but d'évaluer et contrôler la qualité des eaux. Pour cela, on a effectué des analyses physico-chimiques et bactériologiques au niveau de laboratoire d'ADE de la wilaya de Mostaganem est réalisée par l'utilisation des matériels de (pH-mètre, conductimètre, turbidimètre, thermomètre, spectromètre etc), pour les analyses physico-chimiques et pour les analyses bactériologiques nécessitent un matériel comme (bec benzène, boîtes pétri, tubes à essai, milieux de culture (TTC .TGEA. VF. Slanetz etc).

Les résultats obtenus comparés aux normes nationales et internationales semblent déterminer les paramètres de potabilité de nos échantillons.

Il serait souhaitable de répertorier les sources d'eau douce au niveau nationale et de confirmer la bonne qualité minérale et bactériologique afin qu'elles puissent être utilisées par les consommateurs.

# *Etude bibliographique*

*Chapitre : 01*  
*Généralité sur l'eau*

## Généralité

L'eau fait partie de notre environnement naturel tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous nourrit, elle constitue un des éléments familiers de notre vie quotidienne.

L'un des quatre éléments qu'Aristote définit avec le feu, l'air et la terre pour décrire l'univers, l'eau détermine en grande partie les paysages et les climats de notre globe. Elle est souvent synonyme de vie ou de mort car elle est une composante essentielle de la structure et du métabolisme de tous les êtres vivants .

En plus, l'eau est de toutes les matières la plus importante essentielle de l'homme donc elle est indispensable pour la survie et le développement des sociétés modernes **(Kettab, 1992)**.

En conclusion l'eau n'est pas un bien marchand comme les autres mais un patrimoine qu'il faut protéger, défendre et traiter comme tel **(Delarras, 2003)**.

### 1. Situation de l'eau dans le monde

Au plan mondial, la question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante, à cela plusieurs raisons : la première d'entre elles est la démographie galopante que notre planète connaît depuis deux siècles **(Clayson, 2001)**.

Aujourd'hui, un tiers de l'humanité vit dans une situation dite de (stress hydrique). Alors que certains pays tels que le Brésil, la Russie, les États-Unis, le Canada, la Chine, l'Indonésie, l'Inde, la Colombie, et le Pérou ont la chance de posséder 60% des réserves mondiales d'eau douce qui se renouvellent chaque année leur permettant de vivre dans l'opulence, d'autres n'ont pas d'eau en suffisance et connaissent des difficultés d'approvisionnement extrêmement fortes, ceux des régions arides notamment en banquettent de façon âpre et cette situation n'est pas en passe s'améliorer **(Barraque, 2006)**.

## 2. Situation de l'eau en Algérie

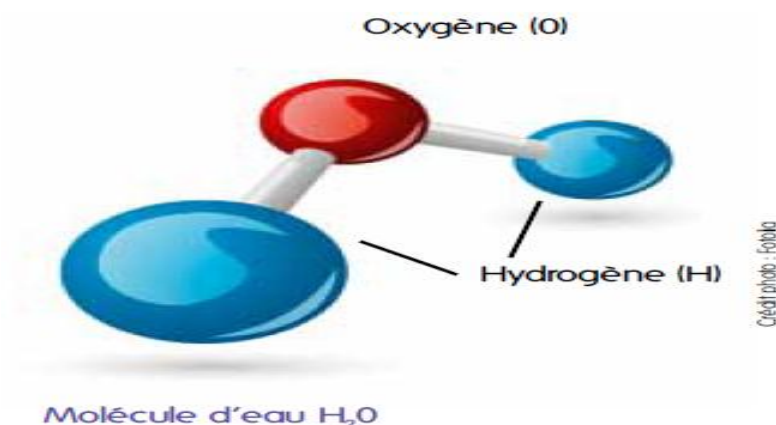
La crise de l'eau Algérie est extrêmement préoccupante. La population s'accroît et s'entasse toujours dans les villes côtières, la régression des ressources en eau par habitant est patente et la quotidienne dans les grandes villes est désorganisée (ANE, 2004).

L'Algérie dispose de 53 barrages qui offrent une capacité de 5,80 milliards de mètres cubes et seulement 2,56 milliards de volume régularisé annuellement.

## 3. Composition de la molécule d'eau

Bien que la formule  $H_2O$  soit relativement simple, il existe de très nombreuses combinaisons possibles des éléments hydrogène et oxygène qui comportent chacun plusieurs isotopes.

L'eau pure est donc un mélange de plusieurs molécules, chimiquement identiques, mais ayant des propriétés physiques distinctes. Cependant, l'eau ordinaire est constituée essentiellement de molécules  $H_2O^{16}$ , comme le montre le tableau (1) qui donne la composition isotopique moyenne de l'eau (Boeglin, 2001).



*Figure 01: structure de la molécule d'eau*

**Tableau 01 : Composition isotopique moyenne de l'eau (Boeglin, 2001).**

Molécule	Abondance relative (% en masse)
$^1\text{H}_2^{16}\text{O}$	99,70
$^2\text{H}_2^{16}\text{O}$ ou $\text{D}_2\text{O}$	0,000002
$^3\text{H}_2^{16}\text{O}$ ou $\text{T}_2\text{O}$	Traces
$^1\text{H}_2^{18}\text{O}$	0,20
$^1\text{H}_2^{17}\text{O}$	0,04
$^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$ ou $\text{HDO}$	0,03

#### 4. Différent états de l'eau

Comme pour la plupart des corps, l'eau peut se présenter sous trois états ou phases : Solide (glace), liquide (eau proprement dite), et gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre :

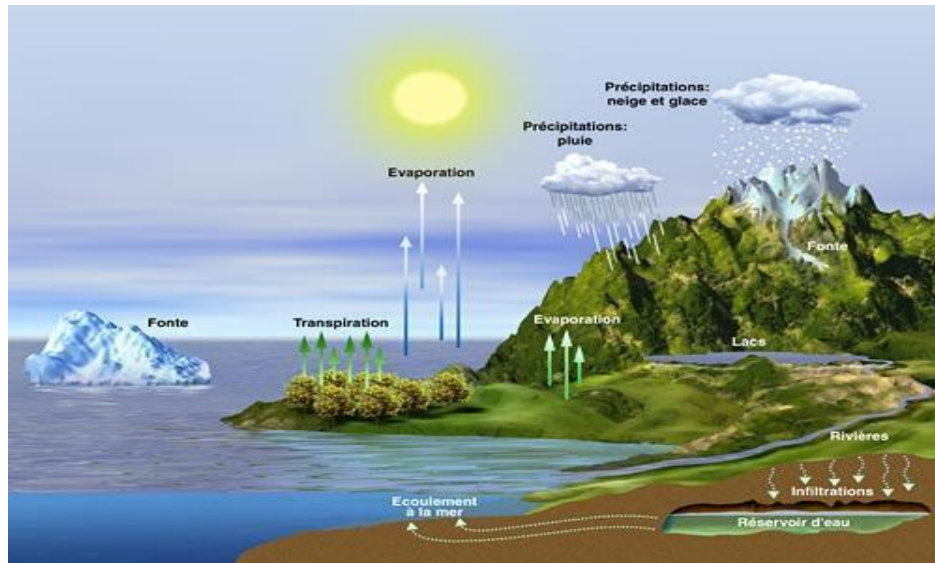
Eau-glace, glace-vapeur, eau-vapeur, selon les conditions de température et de pression. Il existe cependant un point, dit point triple pour lequel les trois phases sont rigoureusement en équilibre, à la température de  $0.01\text{ C}^\circ$  et sous une pression de 406 mm Hg (613 Pa) (Boeglin, 2001).

#### 5. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est avant tout favorisé par le rayonnement solaire. De manière qualitative, on peut le décrire de la manière suivante :

L'eau s'évapore dans l'atmosphère à partir des eaux de surface (par exemple les lacs), mais aussi à partir du sol et des plantes, elle est alors transportée sous forme des nuages. Elle retourne ensuite vers la terre à partir des nuages sous forme de précipitation, soit elle atteint la surface des lacs ou des mers, soit elle atteint la nappe phréatique à travers le sol (Bliefert et al., 2001).

Les étapes du cycle de l'eau sont indiquées dans la figure (02)



*Photo 01 : représentation schématique du cycle de l'eau global  
(Bliefert et al., 2001).*

## 6. La biologie de l'eau

### 6.1. L'eau et le métabolisme cellulaire

Au sein d'un organisme les différents organes n'ont pas la même teneur en eau, le faible pourcentage de 22% à 34% pour les os et les tissus adipeux monte à 70% - 80% dans les divers viscères, et c'est dans les tissus nerveux que l'on trouve le plus fort pourcentage 82% - 94%. (Béchaux, 1978).

### 6.2. L'eau siège de vie microbienne

Comme toutes les cellules vivantes, les cellules microbiennes ne vivent que dans un milieu répondant à certaines caractéristiques la teneur en eau est en premier titre (Béchaux, 1978).

### 6.3. Substances nutritive

Tableau 02 : Quelques aliments très riche en eau. (Saïd, 2001)

Légumes verts		Fruits		Viande de poulet	Œuf
Concombre	Pomme de terre	Pomme	Morue	72%	74%
97%	78%	70%	82%		

## 7. Origine de l'eau

### 7.1. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 22% des réserves d'eau douce. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se réunissent en nappes. (Claude, 1999)

Ces eaux sont détectées dans les profondeurs des nappes phréatiques reflétant leurs propres caractères dont les plus importants sont :

La faible turbidité, une contamination bactérienne moins importante, une température constante avec un indice de couleur faible par contre leur concentration en fer et manganèse est très élevée. (Gommella, 1978).

#### 7.1.1. Pollution des eaux souterraines

Bien que se trouvant en profondeur, ces eaux souterraines peuvent être polluées. Malgré les nombreux filtrages que subissent les eaux souterraines il est toujours possible qu'elles

Contiennent des bactéries ou des éléments indésirables. En effet, les puits sont généralement pollués par :

- la pénétration d'impuretés par les ouvertures
- la contamination par la présence de fosses septiques
- les fuites des conduits d'égouts
- l'infiltration des dépotoirs ou les terrains d'enfouissement
- les activités menées au tour du puits

Avec la pluie les eaux sont entraînées en partie par ruissellements et en partie s'infiltrant contribuant à la recharge de la nappe, mais aussi sa pollution par l'entraînement des matières organiques et minérales de la surface.

La pollution est une dégradation de la qualité de l'eau. L'analyse chimique d'une eau révèle la présence de certains éléments en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces éléments qui, d'une part définissent une eau, et d'autre part précisent et limitent son emploi aux divers usages : alimentation, besoins ménagés, besoins industriels, irrigation...etc. Dans ces conditions il faut toujours envisager un traitement.

Les eaux souterraines a atteint un stade alarmant. Le programme de surveillance des eaux de puis et de sources, réalisé par le laboratoire de chimie des eaux de l'ANRH, a montré l'existence depuis 1994 d'une forte concentration en nitrates dans les eaux des nappes souterraines, dans le centre du pays (la plaine de Mitidja, le Haut Chéelif) et à l'Ouest (Sidi Bel Abbas), avec une teneur dépassant largement la dose maximale de 50 mg/l : (270 mg/l à Miliana) (**Bouziati, 2000**).

### **7.1.2. L'eau de source**

Les eaux des sources sont des eaux adaptées à la consommation humaine, microbiologiquement saines et protégées contre les risques de pollution.

Les eaux des sources comme les eaux minérales proviennent d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à proximité des quelles l'eau est conditionnée.

Elles ne peuvent faire des l'objet d'un traitement ou adjonction autre que :

- La séparation des éléments instable et la sédimentation des matières en suspension par la décantation ou filtration.
- L'incorporation de gaz carbonique ou la dénazification. (**Ouali, 2001**)

## **7.2. Les eaux de surface**

Les eaux de surface se répartissent en eaux circulantes (courantes) ou stockées (stagnantes). Elles se forment à partir, soit de l'émergence de nappes profondes en source, soit du rassemblement d'eau ruissellement.

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique du type nitrate et pesticide d'origine agricole. (Claude, 1999)

## **8. Les types d'eau**

### **8.1. L'eau brute**

De la qualité des eaux brutes (ressource en eau avant tout traitement de potabilisation) les eaux brutes sont classées en trois catégories ; selon l'intensité du procédé

- qualité bonne, traitement physique simple et désinfection.
- qualité moyenne, traitement normal physique chimique et désinfection
- qualité médiocre, traitement physique chimique posé, affinage et désinfection.

### **8.2. L'eau traitée**

#### **8.2.1. L'eau potable**

Une eau potable est une eau qui est apte à être utilisée par l'être humain. C'est-à-dire qu'elle peut être consommée ou utilisée par l'homme sans détériorer ou avoir des effets néfastes sur sa santé (immédiatement ou après un temps de latence).

L'eau de boisson ne fournit habituellement qu'une faible quantité des nitrates ingérés (2% à 25%) si elle répond aux recommandations des normes.

L'eau potable peut provenir des nappes souterraines atteintes directement par les puits ou les forages ou encore cueillis au niveau des sources, Elle peut être aussi une eau de surface traitée (Bouhaous, 2012).

##### **8.2.1.1. Propriété de l'eau potable**

L'eau potable est une eau que l'eau peut boire sans risque pour la santé. Afin de la définir précisément des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Ne signifie donc pas qu'elle soit polluante de matières nocives, mais

que leur concentration à été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé de consommateur selon ces normes, une eau potable doit être exempte de germes pathogène (bactéries, virus, et d'organismes parasites. Elle ne doit pas contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée. Il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ondes toxiques comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour les quelles des (concentrations maximales admissibles) ont été définies. Par conter, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligoéléments indispensables à l'organisme **(Cresson, 1999)**.

Caractère simple une eau potable doit aussi être agréable à boire, elle doit être claire, avoir une bonne odeur, pour avoir bon goût ; elle doit contenir un minimum de sels minéraux dessous de (0.1 à 0.5 g/l) les quels sont par ailleurs indispensables à l'organisme **(Cresson, 1999)**.

#### **8.2.1.2. Critères de l'eau potable**

Les critères de pureté d'une eau potable sont comme suit :

- L'eau pure possède un certain nombre de propriété rigoureusement invariable des critères de pureté.
- La température de vaporisation et de congélation constante pendant l'ébullition et la solidification (respectivement 100 et 0°C à pression atmosphérique normale). Une masse volumique toujours égale à  $1\text{g/cm}^3$  à 4°C et la distillation de l'eau pure redonne de l'eau absolument identique.
- Une eau potable peut être consommée sans danger pour la santé. Derrière cette simple phase cachent plusieurs dizaines de critères à respecter :
  - Des critères physico- chimique (PH, turbidité, odeur, couleur).
  - Des critères de toxicité chimique doivent être absents (quelques vingt quatre substance chimique comme métaux, hydrocarbures, pesticides).
  - Des critères de pureté microbiologique ; mais aussi des qualités organoleptiques.

En effet pour avoir un goût agréable, l'eau doit contenir de 0,1 à 0,5 g de corps minéraux dissout par litre. Notons que la qualité n'est pas un critère, mais une eau permutée est non potable car elle contient trop d'ions  $\text{Na}^+$  **(Cresson, 1999)**.

## **8.2.2. L'eau minérale**

Les eaux minérales, elles sont des eaux de source ayant des propriétés particulières :

Elles ont des teneurs en minéraux et en oligo-éléments qui peuvent leur donner des virus thérapeutique .Comme les eaux de source, elles ne peuvent être traitées. Elle est d'origine profonde et de composition physico-chimique constante dans le temps, et satisfais à des exigences microbiologiques plus strictes que les autres eaux destinées à la consommation humaine (**Martine, 2008**).

### **8.2.2.1. Propriétés de l'eau minérale**

L'eau minérale n'est j'aimais chimiques pure, à moins d'être synthétisée a partir d'oxygène et d'hydrogène. Les procédés de purification (distillation, déminéralisation par osmose inverse ou passage sur résines échangeuses d'ions) permettent d'approcher cette pureté, mais toute eau que l'on trouve dans la nature inclus toujours des substances dissoutes, en particulier des minéraux. La nature et la qualité de ces substances dissoutes influent sur les propriétés générales (**Jacque, 2010**).

### **8.2.2.2. Critères de l'eau minérale**

L'eau minérale naturelle doit se distingues pas sa provenance géologique particulière Par la nature et la quantité de ces composants minéraux, par sa pureté originelle, ainsi que par une composition et une température constantes dans les limites des variations naturelles. Ces caractéristiques doivent avoir été vérifiées par des procédés scientifiques reconnus, selon des critères :

- a - géologiques et hydrogéologiques
- b - physiques, chimiques et physico-chimiques
- c - microbiologiques.

Les analyses microbiologiques doivent être effectuées au moins une fois par mois pendant au mois une année. Les résultats de ces analyses doivent être communiqués aux autorités nationales D'exécution compétente (**Jacque, 2010**).

## **9. Utilisation de l'eau**

L'homme à besoin de grandes quantités d'eau, mais ces besoins varient considérablement selon le mode de vie de travail et de culture.

### 9.1. L'eau de boisson et l'eau des aliments

La quantité d'eau ingérée varie selon les climats, les saisons, les activités, et les individus, elle est en moyenne de 2 litres par jours. Nous buvons l'eau pure (eaux naturelles douces, eaux minérales) ou conditionnée (limonades, thé, café, boisson divers) l'eau constitue l'essentiel des produits comme le lait, les fruits et les légumes

Elles entre dans la composition des plats cuisinés (soupes et même dans les aliments comme le pain, la viande...etc.).

### 9.2. Usage agriculture

Aujourd'hui, l'agriculture absorbe plus de 70 % de l'eau consommée. Cette consommation conséquente dans ce secteur peut s'expliquer par différentes raisons :

L'élevage dont le régime alimentaire implique la mobilisation de grandes quantités d'énergie et d'eau par ration produite.

L'irrigation massive dans le but d'assurer des rendements maximums.

L'accroissement de la population qui nécessite la production de plus grandes quantités de denrées alimentaires.

Des régimes alimentaires plus riches dus à une orientation croissante du mode de vie « à l'occidental » (CNRS, 2000).

*Tableau 03 : la quantité d'eau nécessaire aux cultures*

Culture (pour 1 kg)	Quantité d'eau (en litre)
Banane	346
Maïs grain	454
Orge	524
Pomme de terre	590
Blé	590
Soja	900
Riz pluvial	1600
Riz inondé	5000

### 10.3. Usage industriel

Pour l'industrie, l'eau peut être un solvant, une matière première, un fluide de nettoyage des équipements et des produits fabriqués, ou encore un fluide caloporteur servant au fonctionnement d'une chaudière ou au refroidissement d'une installation

L'industrie utilise de grosses quantités d'eau. Mais toute l'eau utilisée par l'industrie n'est pas forcément consommée (CNRS, 2000).

*Tableau 04 : quantité d'eau nécessaire pour fabriquer les produits industriels (CNRS, 2000).*

Les produits industriels (pour 1 kg)	Quantité d'eau (en litre)
Acier	300 à 600
Papier	500
Sucre	300 à 400
Alcool	100
Carton	60 à 400
Ciment	35
Savon	1 à 35
Matière plastique	1 à 2

*Chapitre : 02*  
*Qualité de l'eau*

## **1. Les critères de qualité de l'eau**

### **1.1. Critère organoleptique**

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage (**Rodier, 2009**).

#### **1.1.1. La couleur**

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous. Elle est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux substances en solution, et apparente quand les substances en suspension y ajoutent leurs propres colorations (**Franck, 2002**).

Une eau colorée n'est pas agréable pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur la potabilité.

#### **1.1.2. L'odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire (**Rodier, 2009**).

#### **1.1.3. Saveur**

Les eaux potables doivent avoir une saveur agréable. Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable sont le fer et le manganèse, le chlore actif et le phénol (**Rodier, 2009**).

### **1.2. Les critères physico-chimiques**

#### **1.2.1. La température**

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraîne une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (**Apfelbaum, 1995**).

#### **1.2.2. Le pH**

- Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau.
- Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.

- Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.
- Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH mètre ou par colorimètre.

**Tableau 05: Classification des eaux d'après leur Ph (Apfelbaum ,1995).**

<b>Ph &lt; 5</b>	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
<b>Ph = 7</b>	pH neutre
<b>7 &lt; pH &lt; 8</b>	Neutralité approche => majorité des eaux de surface.
<b>5.5 &lt; pH &lt; 8</b>	Majorité des eaux souterraines.
<b>pH = 8</b>	Alcalinité forte, évaporation intense.

### **1.2.3. Turbidité**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine. La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson). La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée (**Apfelbaum ,1995**).

### **1.2.4. Ions majeurs**

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate, nitrite et bicarbonate (**Apfelbaum ,1995**).

### 1.2.5. Alcalinité (TA- TAC)

- À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.
- On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).
- L'unité utilisée est le degré français ( $1^{\circ}f = 10 \text{ mg/L de CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent/l}$ ).
- On trouve parfois des ouvrages qui mentionnent l'alcalinité exprimée en mg/L de Cao.
- Dans les pays anglo-saxons l'alcalinité (notée Alk) est exprimée en mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .
- Le TA et le TAC étant mesurés successivement sur un même échantillon, les deux méthodes de dosage seront présentées en même temps.
- Il convient tout d'abord de préciser les conditions et la signification de ces mesures (**Apfelbaum, 1995**).

### 1.2.6. La dureté de l'eau

La dureté de l'eau ou titre hydrométrie (TH) est une mesure globale de la concentration en sels dissous dans l'eau en calcium et en magnésium.

Une eau à titre hydrométrique élevé dite « dure », dans le cas contraire il s'agit d'une d'eau « douce ». Il faut rappeler également que le bicarbonate de calcium sous influence de la chaleur, laisse précipiter du carbonate insoluble qui se dépose en formant du « tartre » sur les parois des appareils et des canalisations. Cette couche joue parfois un rôle protecteur contre la corrosion sur les parois internes des canalisations (**Lanoix et al., 1976**).

### 1.2.7. La salinité

#### - Différentes eaux salines

Afin de mieux comprendre les procédés développés, une présentation des caractéristiques de l'eau s'apparaît nécessaire. La distinction entre les types d'eau repose sur la concentration globale en sel, d'après l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) une eau est considérée comme potable si sa salinité totale est comprise entre 100 et 1000 ppm (partie pour million), soit 0,1 et 1 g/l. l'objectif de salinité de l'eau produite pour la consommation se situe en général autour de 400 ppm.

D'après le Glossaire International d'Hydrologie :

- **Eau salée** : eau dans laquelle la concentration en sels est relativement élevée (plus de 10 000 mg/l)
- **Eau saumâtre** : eau dont la teneur en sels est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sels dissous y est généralement comprise entre 1000 et 10 000 mg/l.

Il est important aussi de connaître les limites de saturation d'une saumure (eau très salée). En effet, lorsque la concentration en sel devient très importante, les cristaux de sel commencent à croître, entraînant la formation d'un dépôt.

La saturation dépend de la température et de la nature de l'eau. A titre d'exemple, à 20 °C le chlorure de sodium cristallise à partir de 320 g/l. or si l'on cherche à assurer une production d'eau douce régulière, il faut éviter ce phénomène à tout prix (tuyaux bouchés...). Dans la pratique, on dépasse rarement 70 g/l (**Apfelbaum, 1995**).

#### - Origine de la salinité

- La salinité de mer provient de l'action des eaux de ruissellement et des eaux souterraines sur la croûte continentale. Les ions (Na, Cl, ...) apportés par les rivières se concentrent dans l'eau de mer car ces éléments sont peu réactifs avec les particules et les minéraux marins. La salinité de l'océan ne varie presque plus avec le temps car les apports (ruissellement) et les départs (sédimentation et altération) de sels s'équilibrent.
- Il y'a une autre source de salinité des eaux souterraines qui représente un problème actuel, c'est l'intrusion marine, c'est-à-dire le retour des eaux de mer vers les nappes qui

se trouvent sur la littoral après l'abaissement de niveaux de ces nappes causé par la sur exploitation (**Apfelbaum ,1995**).

### 1.2.8. Conductivité électrique

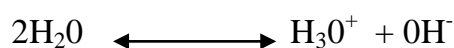
La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, elle est l'inverse de la résistivité électrique. Les sels minéraux en solution résultent d'un mélange de cations et d'anions ; ils conduisent un courant électrique quand une tension est appliquée entre deux électrodes placées dans l'eau. Plus Il y a d'ions et plus la conductivité augmente (alors que la résistivité diminue) (**Rodier, 1996**).

### 1.2.9. Propriété électrique

- Constante diélectrique =80 –très élevée
- Pouvoir ionisation très important
- Conductivité électrique :  $K=4,2 \cdot 10^{-6}$  siemens par centimètre

Cette propriété est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau (**Saïd Ouali, 2001**).

Cette conductivité très faible, mais jamais nulle de l'eau est expliquée par l'autodissociation :



Avec  $[H^+] [OH^-]=10^{-14}$

### 1.2.10. Propriétés optique

La transparence de l'eau est fonction de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse

Les propriétés optique sont très utilisées dans de contrôle l'efficacité des traitements d'épuration (**Saïd Ouali, 2001**).

**Tableau 06 : Les normes d'OMS pour les eaux potables (OMS, 1997).**

Les Paramètres physiques		Norme
Température	°C	12 à < 22
PH	/	6,5 – 8,5
Conductivité	µS /cm	200-2000
Turbidité	NTU	< 5
Salinité	‰	2
TH	°F	< 100
TA	°F	0,2

TAC	°F	60
-----	----	----

**Tableau 07 : Principales constantes physiques de l'eau pure (Boeglin, 2001).**

<b>Eau liquide</b>	
Température d'ébullition sous 760 mm Hg (101 325,02 Pa)	100%
Capacité thermique massique à 15 °C	4,186 8 j.g <sup>-1</sup>
Enthalpie de vaporisation à 100 °C	2252,5 j.g <sup>-1</sup>
Conductivité thermique à 20 °C	5,98 m W. cm <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
Résistivité à 20 °C	23,8 MΩ .cm
Permittivité relative ε à 20 °C	80
Indice de réfraction pour la raie D à 10 °C	1,333
Masse volumique à 4 °C	1g .cm <sup>-3</sup> (par définition)
<b>Eau solide</b>	
Température de fusion	0 °C (par définition)
Capacité thermique	2,093 4 j. g <sup>-1</sup>
Enthalpie de fusion sous 760 mm Hg (101 325,02Pa)	333,27 j. g <sup>-1</sup>
Tension de vapeur à 0°C	877,128 Pa
Permittivité relative ε	3,26
Indice de réfraction pour la raie D	1,309 07
Densité (par rapport à l'eau à 4°C)	0,916 49 ≠ 0,0007
<b>Eau vapeur</b>	
Conductivité thermique à 100°C	0,231m W .cm
Densité par rapport à l'air	0,62337

Indice de réfraction pour la raie D à 100°C	1,00259
---	---------

### 1.2.11. Caractéristiques chimiques

Une eau destinée à la consommation doit être exempte de substances chimiques toxiques, mais doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence est souvent nécessaire à l'organisme humain (l'iode par exemple).

Ces éléments confèrent d'ailleurs un goût et une saveur spécifiques à l'eau de boisson (Bouziani M, 2000).

Et la minéralisation d'une eau, c'est-à-dire sa concentration en sels solubles s'accroît généralement avec la profondeur à laquelle elle circule

Les différentes concentrations maximales des substances chimiques admissibles dans l'eau potable sont regroupées dans le **tableau 7** ci-dessous (Clement, 1981).

**Tableau 08 : Les concentrations maximales des substances chimique contenues dans l'eau potable selon (OMS, 1997).**

Les substances admissibles	La concentration en (mg/l)
Chlorure $\text{Cl}^{-2}$	250-500
Sulfate $\text{SO}^{-4}$	500
Magnesium $\text{Mg}^{+2}$	30-60
Calcium $\text{Ca}^{+2}$	50-200
Sodium $\text{Na}^{+}$	150-200
Potassium $\text{K}^{+}$	12-20
Bicarbonate $\text{HCO}^{-3}$	200 – 600
Les substances indésirables	La concentration en (mg/l)

Nitrate	$\text{NO}_3^-$	50
$\text{NO}_3^-$	Nitrite	0,1 ou $\leq 0,02$
Ammonium	$\text{NH}_4^+$	0,2 – 0,3
Fer	<b>Fe</b>	0,3
Zinc	<b>Zn<sup>+</sup></b>	5
Manganèse	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	0,1
Cuivre	<b>Cu<sup>-</sup></b>	1
<b>Les substances toxiques</b>		<b>La concentration en (mg/l)</b>
Cadmium	<b>Cd</b>	0,05
Plomb	<b>Pb</b>	0,005

### 1.3. Caractéristiques bactériologiques

#### 1.3.1. Principaux germes recherchés dans les eaux

##### 1.3.1.1. *Les germes totaux*

Pour l'analyse bactériologique de l'eau on pratique assez fréquemment la numération des colonies sur géloses nutritives à 37°C et à 20°C. Le comptage proprement dit donne peu d'indications en matière de pollution fécale. Il permet de rassembler des données intéressantes dans le temps puisqu'un accroissement soudain du nombre total des bactéries peut être le premier signe d'une pollution récente. Cette mesure permet d'apprécier l'efficacité du traitement de désinfection mais les germes ainsi dénombrés sont le plus souvent banals.

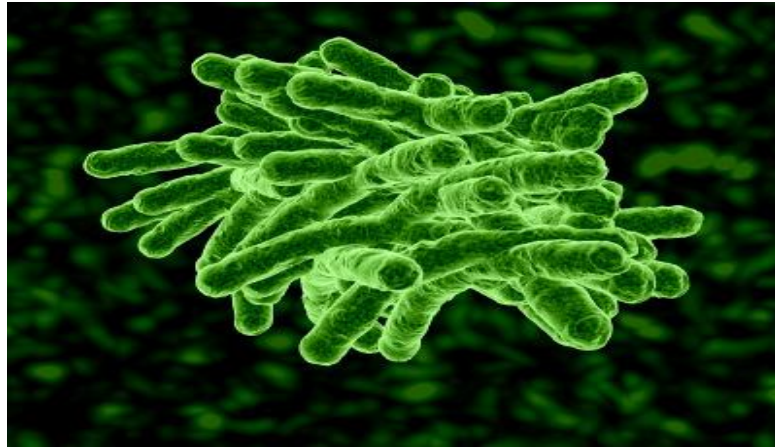
Le dénombrement des *germes totaux* est utilisé comme indicateur de pollution dans les milieux naturels souvent dans les eaux de très bonne qualité microbiologique dont on veut éprouver la protection vis-à-vis d'une contamination. Ce sont donc des eaux souterraines de nappes profondes ou alluviales (**Cheval, 1982**).

##### 1.3.1.2. *Les coliformes*

Le terme *coliforme* regroupe un nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *enterobactériaceae*, dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose avec production de gaz. On distingue deux types :

##### a – *Coliformes totaux*

Les *coliformes* sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-), non sporulant. Ils fermentent le lactose en produisant de l'acide et de gaz en 48 heures à des températures variant de 35°C à 37°C (Cheval, 1982).



*Figure 02 : Coliformes totaux (Cheval, 1982)*

#### **b – Coliformes fécaux**

Ce sont des bâtonnets, aérobies et facultativement anaérobies, gram (-), non sporulant, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à des températures se situant entre 36°C et 44°C en moins de 24 heures (Cheval, 1982).

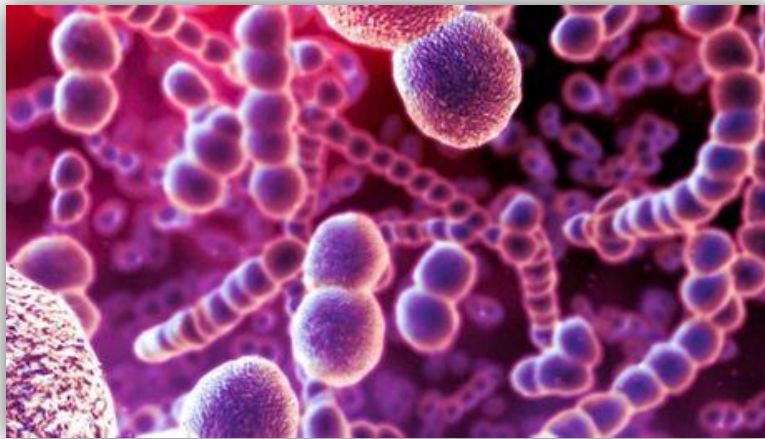


*Figure 03: Coliformes fécaux (Cheval, 1982)*

#### **1.3.1.3. Les streptocoques fécaux**

Ces bactéries appartiennent à la famille de *streptococaceae*, au genre *streptococcus* et au groupe sérologique D de Landefeld. Ils sont définis comme étant des Cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en

chaînettes, se développant le mieux à 37°C et possédant un caractère homo-fermentaire avec production d'acide lactique sans gaz (**Rodier, 1996**).



*Figure 04 : Les streptocoques fécaux (Rodier, 1996).*

#### **1.3.1.4. Les *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)**

Ces bactéries sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale ; la forme spore beaucoup plus résistante que les formes végétatives des *coliformes fécaux* et des *streptocoques fécaux*, permettrait de déceler une pollution ancienne ou intermittente.

Le *Clostridium sulfito-réducteur* est pratiquement toujours présent dans les rivières et le sol, dans une nappe sous-jacente.

Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique de l'eau, les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont pris en compte dans la réglementation de l'OMS.

La recherche des C.S.R est utilisée pour contrôler l'efficacité d'une filtration naturelle ou artificielle (**Rodier, 1996**).



*Figure 05 : Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).*

#### **1.3.1.5 Escherichia coli**

Est une bactérie qui appartient au groupe des coliformes thermo tolérants, aussi appelés coliformes fécaux, trouve spécialement dans les matières fécales des êtres humains et des animaux. Leur présence dans l'eau indique la présence de matières fécales, capables de fermenter le lactose à 44°C, peuvent être détectés lors d'une incubation à 44-45°C (Patrick, 2010).



*Figure 06 : Escherichia coli (Patrick, 2010).*

#### **1.4. Le risque acceptable pour l'eau de boisson**

La présence dans l'eau, de polluants naturels ou artificiels ou de bactéries pathogènes, constitue de nos jours, un risque que l'on ne peut plus totalement supprimer.

Ainsi pour la plupart des risques menaçant la santé des collectivités, les autorités sanitaires doivent donc accepter la responsabilité de fixer une limite quantitative, en tenant compte du rapport inverse qui doit exister entre la gravité du risque et sa probabilité d'occurrence d'une part, et le niveau acceptable que l'on se propose de définir d'autre part.

La fixation du niveau acceptable d'un risque sanitaire s'apparente en pratique à une recherche du type « coût /avantage », dans lequel le coût correspond aux dépenses

engagées pour lutter contre les conséquences liées aux risques, dans les cas où ils se matérialisent et l'avantage, constitue le gain sanitaire dû à la réduction des nuisances (Bouziari, 2000).

### **1.5. Les normes de qualité de l'eau**

Généralement, pour chaque paramètre, on recherche sa présence et l'on détermine sa quantité dans l'eau. La norme pour un paramètre dans l'eau est représentée par un chiffre, qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser et une limite inférieure à respecter. Si un paramètre dépasse la concentration limite, il y a absence de conformité par rapport aux normes établies.

Mais si la protection de la santé des collectivités a un caractère impératif, il n'est pas exclu que l'on tient compte également des considérations d'ordre socio-économique, des possibilités en ressources locales en eau et également de l'expérience acquise.

A ce titre, l'O.M.S, dans ses recommandations, ne fixe pas des normes strictes, mais plutôt des valeurs guides qui sont susceptibles d'être utilisées avec une certaine souplesse, dans le souci constant de protection de la santé de la population, tout en permettant de porter un jugement comparatif sur la qualité de l'eau.

Les normes de qualité de l'eau sont établies, sur la base de calculs de quantités maximales des différentes substances pouvant être apportées par l'eau, tout en prenant une confortable marge de sécurité. Cependant tout dépassement d'une norme ne comporte pas nécessairement un risque immédiat pour le consommateur.

Les normes s'appuient en général sur les travaux médicaux établissant les doses maximales admissibles (DMA), c'est-à-dire la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement, tout au long de sa vie.

Sur cette base, on calcule quelle quantité maximale peut être apportée par l'eau, en prenant une confortable marge de sécurité. Chaque pays adopte ou non la valeur conseillée selon le degré de risque qu'il accepte de prendre

La norme fixe pour chaque des paramètres retenus comme critères, une valeur chiffrée, qui définit soit un maximum à ne pas dépasser, soit une quantité minimum, soit encore une fourchette comprise entre un minimum et un maximum.

En Algérie, la Loi n°85-05 du 16 février 1985 relative à la protection de la santé (le Code de la santé), pour les mesures de protection du milieu et de l'environnement, à des normes de qualité de l'eau, mais sans qu'ils soient encore établis :

- Art. 32 - L'eau destinée à la boisson, à l'usage ménager et à l'usage corporelle, doit satisfaire aux normes de qualité définies par voie réglementaire tant en quantité, qu'en qualité.
- Art. 33 - Pour l'adduction de l'eau destinée à la boisson et à l'usage ménager, il est établi des règles et normes de protection sanitaire pour assurer une qualité appropriée de l'eau (**Bouziati, 2000**).

## **2. Les critères de qualité de l'eau**

### **1.1. Critère organoleptique**

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage (**Rodier, 2009**).

#### **1.1.1. La couleur**

La couleur de l'eau est due aux éléments qui s'y trouvent à l'état dissous. Elle est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux substances en solution, et apparente quand les substances en suspension y ajoutent leurs propres colorations (**Franck, 2002**).

Une eau colorée n'est pas agréable pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur la potabilité.

#### **1.1.2. L'odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire (**Rodier, 2009**).

### 1.1.3. Saveur

Les eaux potables doivent avoir une saveur agréable. Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable sont le fer et le manganèse, le chlore actif et le phénol (Rodier, 2009).

## 1.2. Les critères physico-chimiques

### 1.2.1. La température

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraîne une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (Apfelbaum, 1995)

### 1.2.2. Le pH

- Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau.
- Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité.
- Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.
- Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH mètre ou par colorimètre.

*Tableau 05: Classification des eaux d'après leur Ph (Apfelbaum, 1995).*

<b>Ph &lt; 5</b>	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
<b>Ph = 7</b>	pH neutre
<b>7 &lt; pH &lt; 8</b>	Neutralité approche => majorité des eaux de surface.
<b>5.5 &lt; pH &lt; 8</b>	Majorité des eaux souterraines.
<b>pH = 8</b>	Alcalinité forte, évaporation intense.

### 1.2.3. Turbidité

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine. La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu

(par exemple les eaux de boisson). La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée (**Apfelbaum ,1995**).

#### **1.2.4. Ions majeurs**

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate, nitrite et bicarbonate (**Apfelbaum ,1995**).

#### **1.2.5. Alcalinité (TA- TAC)**

- À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.
- On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).
- L'unité utilisée est le degré français ( $1^{\circ}f = 10 \text{ mg/L de CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent/l}$ ).
- On trouve parfois des ouvrages qui mentionnent l'alcalinité exprimée en mg/L de Cao.
- Dans les pays anglo-saxons l'alcalinité (notée Alk) est exprimée en mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

- Le TA et le TAC étant mesurés successivement sur un même échantillon, les deux méthodes de dosage seront présentées en même temps.
- Il convient tout d'abord de préciser les conditions et la signification de ces mesures (**Apfelbaum, 1995**).

### **1.2.6. La dureté de l'eau**

La dureté de l'eau ou titre hydrométrie (TH) est une mesure globale de la concentration en sels dissous dans l'eau en calcium et en magnésium.

Une eau à titre hydrométrique élevé dite « dure », dans le cas contraire il s'agit d'une eau « douce ». Il faut rappeler également que le bicarbonate de calcium sous influence de la chaleur, laisse précipiter du carbonate insoluble qui se dépose en formant du « tartre » sur les parois des appareils et des canalisations. Cette couche joue parfois un rôle protecteur contre la corrosion sur les parois internes des canalisations (**Lanoix et al., 1976**).

### **1.2.7. La salinité**

#### **- Différentes eaux salines**

Afin de mieux comprendre les procédés développés, une présentation des caractéristiques de l'eau s'apparaît nécessaire. La distinction entre les types d'eau repose sur la concentration globale en sel, d'après l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) une eau est considérée comme potable si sa salinité totale est comprise entre 100 et 1000 ppm (partie pour million), soit 0,1 et 1 g/l. l'objectif de salinité de l'eau produite pour la consommation se situe en général autour de 400 ppm.

D'après le Glossaire International d'Hydrologie :

- **Eau salée** : eau dans laquelle la concentration en sels est relativement élevée (plus de 10 000 mg/l)
- **Eau saumâtre** : eau dont la teneur en sels est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sels dissous y est généralement comprise entre 1000 et 10 000 mg/l.

Il est important aussi de connaître les limites de saturation d'une saumure (eau très sellée). En effet, lorsque la concentration en sel devient très importante, les cristaux de sel commencent à croître, entraînant la formation d'un dépôt.

La saturation dépend de la température et de la nature de l'eau. A titre d'exemple, à 20 °C le chlorure de sodium cristallise à partir de 320 g/l. or si l'on cherche à assurer une production d'eau douce régulière, il faut éviter ce phénomène à tout prix (tuyaux bouchés...). Dans la pratique, on dépasse rarement 70 g/l (**Apfelbaum ,1995**).

#### - **Origine de la salinité**

- La salinité de mer provient de l'action des eaux de ruissellement et des eaux souterraines sur la croûte continentale. Les ions (Na, Cl, ...) apportés par les rivières se concentrent dans l'eau de mer car ces éléments sont peu réactifs avec les particules et les minéraux marins. La salinité de l'océan ne varie presque plus avec le temps car les apports (ruissellement) et les départs (sédimentation et altération) de sels s'équilibrent.
- Il y'a une autre source de salinité des eaux souterraines qui représente un problème actuel, c'est l'intrusion marine, c'est-à-dire le retour des eaux de mer vers les nappes qui se trouvent sur la littoral après l'abaissement de niveaux de ces nappes causé par la sur exploitation (**Apfelbaum ,1995**).

#### **1.2.8. Conductivité électrique**

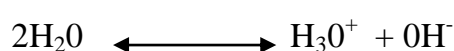
La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, elle est l'inverse de la résistivité électrique. Les sels minéraux en solution résultent d'un mélange de cations et d'anions ; ils conduisent un courant électrique quand une tension est appliquée entre deux électrodes placées dans l'eau. Plus Il y a d'ions et plus la conductivité augmente (alors que la résistivité diminue) (**Rodier, 1996**).

#### **1.2.9. Propriété électrique**

- Constante diélectrique =80 –très élevée
- Pouvoir ionisation très important
- Conductivité électrique :  $K=4,2.10^{-6}$  siemens par centimètre

Cette propriété est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau (**Saïd Ouali, 2001**).

Cette conductivité très faible, mais jamais nulle de l'eau est expliquée par l'autodissociation :



Avec  $[H] [OH^-]=10^{-14}$

### 1.2.10. Propriétés optique

La transparence de l'eau est fonction de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse

Les propriétés optique sont très utilisées dans de contrôle l'efficacité des traitements d'épuration (Saïd Ouali, 2001).

**Tableau 06 : Les normes d'OMS pour les eaux potables (OMS, 1997).**

Les Paramètres physiques		Norme
Température	°C	12 à < 22
PH	/	6,5 – 8,5
Conductivité	μS /cm	200-2000
Turbidité	NTU	< 5
Salinité	‰	2
TH	°F	< 100
TA	°F	0,2
TAC	°F	60

**Tableau 07 : Principale constantes physique de l'eau pure (Boeglin, 2001).**

Eau liquide	
Température d'ébullition sous 760 mm Hg (101 325,02 Pa)	100%
Capacité thermique massique à 15 °C	4,186 8 j. g <sup>-1</sup>
Enthalpie de vaporisation à 100 °C	2252,5 j. g <sup>-1</sup>
Conductivité thermique à 20 °C	5,98 m W. cm <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
Résistivité à 20 °C	23,8 MΩ .cm
Permittivité relative ε à 20 °C	80
Indice de réfraction pour la raie D à 10 °C	1,333
Masse volumique à 4 °C	1g .cm <sup>-3</sup> (par définition)
Eau solide	
Température de fusion	0 °C (par définition)
Capacité thermique	2,093 4 j. g <sup>-1</sup>
Enthalpie de fusion sous 760 mm Hg (101 325,02Pa)	333,27 j. g <sup>-1</sup>
Tension de vapeur à 0°C	877,128 Pa

Permittivité relative $\epsilon$	3,26
Indice de réfraction pour la raie D	1,309 07
Densité (par rapport à l'eau à 4°C)	0,916 49 $\neq$ 0,0007
<b>Eau vapeur</b>	
Conductivité thermique à 100°C	0,231m W .cm
Densité par rapport à l'air	0,62337
Indice de réfraction pour la raie D à 100°C	1,00259

### 1.2.11. Caractéristiques chimiques

Une eau destinée à la consommation doit être exempte de substances chimiques toxiques, mais doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence est souvent nécessaire à l'organisme humain (l'iode par exemple).

Ces éléments confèrent d'ailleurs un goût et une saveur spécifiques à l'eau de boisson **(Bouziari M, 2000)**.

Et la minéralisation d'une eau, c'est-à-dire sa concentration en sels solubles s'accroît généralement avec la profondeur à laquelle elle circule

Les différentes concentrations maximales des substances chimiques admissibles dans l'eau potable sont regroupées dans le **tableau 7** ci-dessous **(Clement, 1981)**.

**Tableau 08 : Les concentrations maximales des substances chimique contenues dans l'eau potable selon (OMS, 1997).**

Les substances admissibles	La concentration en (mg/l)
Chlorure $\text{Cl}^{-2}$	250-500
Sulfate $\text{SO}^{-}_4$	500
Magnesium $\text{Mg}^{+2}$	30-60
Calcium $\text{Ca}^{+2}$	50-200
Sodium $\text{Na}^{+}$	150-200
Potassium $\text{K}^{+}$	12-20
Bicarbonate $\text{HCO}^{-}_3$	200 – 600

Les substances indésirables		La concentration en (mg/l)
Nitrate	$\text{NO}_3^-$	50
$\text{NO}_3^-$	Nitrite	0,1 ou $\leq 0,02$
Ammonium	$\text{NH}_4^+$	0,2 – 0,3
Fer	<b>Fe</b>	0,3
Zinc	<b>Zn<sup>+</sup></b>	5
Manganèse	<b>Mg<sup>+2</sup></b>	0,1
Cuivre	<b>Cu<sup>-</sup></b>	1
Les substances toxiques		La concentration en (mg/l)
Cadmium	<b>Cd</b>	0,05
Plomb	<b>Pb</b>	0,005

### 1.3. Caractéristiques bactériologiques

#### 1.3.1. Principaux germes recherchés dans les eaux

##### 1.3.1.1. *Les germes totaux*

Pour l'analyse bactériologique de l'eau on pratique assez fréquemment la numération des colonies sur géloses nutritives à 37°C et à 20°C. Le comptage proprement dit donne peu d'indications en matière de pollution fécale. Il permet de rassembler des données

intéressantes dans le temps puisqu'un accroissement soudain du nombre total des bactéries peut être le premier signe d'une pollution récente. Cette mesure permet d'apprécier l'efficacité du traitement de désinfection mais les germes ainsi dénombrés sont le plus souvent banals.

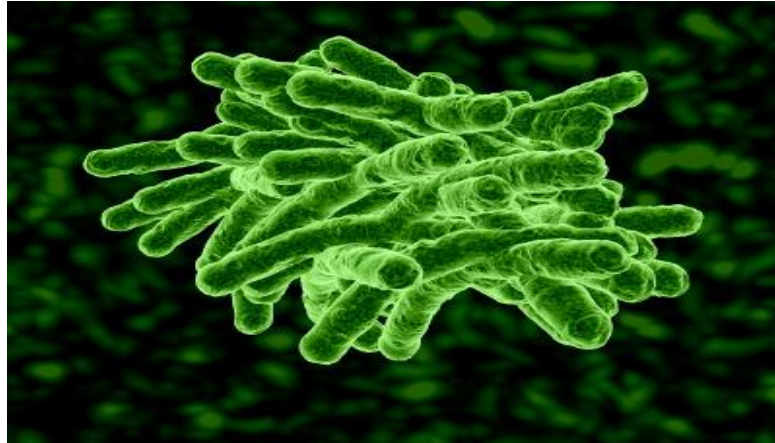
Le dénombrement des *germes totaux* est utilisé comme indicateur de pollution dans les milieux naturels souvent dans les eaux de très bonne qualité microbiologique dont on veut éprouver la protection vis-à-vis d'une contamination. Ce sont donc des eaux souterraines de nappes profondes ou alluviales (**Cheval, 1982**).

### **1.3.1.2. Les coliformes**

Le terme *coliforme* regroupe un nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *enterobactériaceae*, dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose avec production de gaz. On distingue deux types :

#### **a – Coliformes totaux**

Les *coliformes* sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-), non sporulant. Ils fermentent le lactose en produisant de l'acide et de gaz en 48 heures à des températures variant de 35°C à 37°C (**Cheval, 1982**).



**Figure 02 : Coliformes totaux (Cheval, 1982)**

#### **b – Coliformes fécaux**

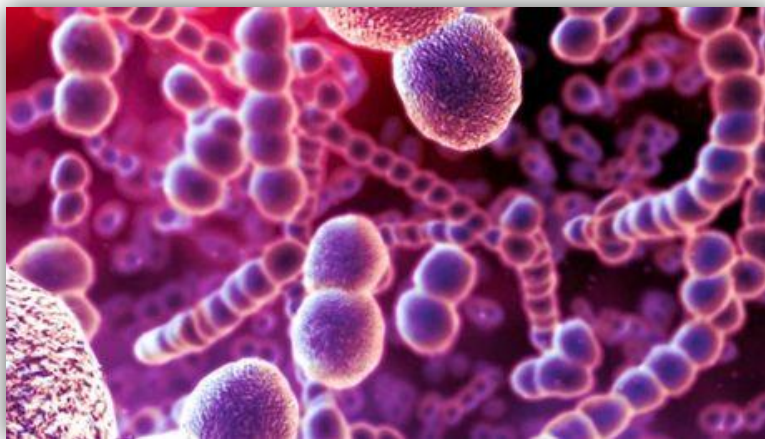
Ce sont des bâtonnets, aérobies et facultativement anaérobies, gram (-), non sporulant, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à des températures se situant entre 36°C et 44°C en moins de 24 heures (**Cheval, 1982**).



*Figure 03: Coliformes fécaux (Cheval, 1982)*

### **1.3.1.3. Les streptocoques fécaux**

Ces bactéries appartiennent à la famille de *streptococaceae*, au genre *streptococcus* et au groupe sérologique D de Landefeld. Ils sont définis comme étant des Cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développant le mieux à 37°C et possédant un caractère homo-fermentaire avec production d'acide lactique sans gaz (**Rodier, 1996**).



*Figure 04 : Les streptocoques fécaux (Rodier, 1996).*

### **1.3.1.4. Les *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)**

Ces bactéries sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale ; la forme spore beaucoup plus résistante que les formes végétatives des *coliformes fécaux* et des *streptocoques fécaux*, permettrait de déceler une pollution ancienne ou intermittente.

Le *Clostridium sulfito-réducteur* est pratiquement toujours présent dans les rivières et le sol, dans une nappe sous-jacente.

Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique de l'eau, les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont pris en compte dans la réglementation de l'OMS.

La recherche des C.S.R est utilisée pour contrôler l'efficacité d'une filtration naturelle ou artificielle (**Rodier, 1996**).



*Figure 05 : Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).*

#### **1.3.1.5 Escherichia coli**

Est une bactérie qui appartient au groupe des coliformes thermo tolérants, aussi appelés coliformes fécaux, trouve spécialement dans les matières fécales des êtres humains et des animaux. Leur présence dans l'eau indique la présence de matières fécales, capables de fermenter le lactose à 44°C, peuvent être détectés lors d'une incubation à 44-45°C (**Patrick, 2010**).



#### **1.4. Le risque acceptable pour l'eau de boisson**

La présence dans l'eau, de polluants naturels ou artificiels ou de bactéries pathogènes, constitue de nos jours, un risque que l'on ne peut plus totalement supprimer.

Ainsi pour la plupart des risques menaçant la santé des collectivités, les autorités sanitaires doivent donc accepter la responsabilité de fixer une limite quantitative, en tenant compte du rapport inverse qui doit exister entre la gravité du risque et sa probabilité d'occurrence d'une part, et le niveau acceptable que l'on se propose de définir d'autre part.

La fixation du niveau acceptable d'un risque sanitaire s'apparente en pratique à une recherche du type « coût /avantage », dans lequel le coût correspond aux dépenses engagées pour lutter contre les conséquences liées aux risques, dans les cas où ils se matérialisent et l'avantage, constitue le gain sanitaire dû à la réduction des nuisances **(Bouziari, 2000)**.

#### **1.5. Les normes de qualité de l'eau**

Généralement, pour chaque paramètre, on recherche sa présence et l'on détermine sa quantité dans l'eau. La norme pour un paramètre dans l'eau est représentée par un chiffre, qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser et une limite inférieure à respecter. Si un paramètre dépasse la concentration limite, il y a absence de conformité par rapport aux normes établies.

Mais si la protection de la santé des collectivités a un caractère impératif, il n'est pas exclu que l'on tienne également compte des considérations d'ordre socio-économique, des possibilités en ressources locales en eau et également de l'expérience acquise.

A ce titre, l'O.M.S, dans ses recommandations, ne fixe pas des normes strictes, mais plutôt des valeurs guides qui sont susceptibles d'être utilisées avec une certaine souplesse, dans le souci constant de protection de la santé de la population, tout en permettant de porter un jugement comparatif sur la qualité de l'eau.

Les normes de qualité de l'eau sont établies, sur la base de calculs de quantités maximales des différentes substances pouvant être apportées par l'eau, tout en prenant

une confortable marge de sécurité. Cependant tout dépassement d'une norme ne comporte pas nécessairement un risque immédiat pour le consommateur.

Les normes s'appuient en général sur les travaux médicaux établissant les doses maximales admissibles (DMA), c'est-à-dire la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement, tout au long de sa vie.

Sur cette base, on calcule quelle quantité maximale peut être apportée par l'eau, en prenant une confortable marge de sécurité. Chaque pays adopte ou non la valeur conseillée selon le degré de risque qu'il accepte de prendre

La norme fixe pour chaque des paramètres retenus comme critères, une valeur chiffrée, qui définit soit un maximum à ne pas dépasser, soit une quantité minimum, soit encore une fourchette comprise entre un minimum et un maximum.

En Algérie, la Loi n°85-05 du 16 février 1985 relative à la protection de la santé (le Code de la santé), pour les mesures de protection du milieu et de l'environnement, à des normes de qualité de l'eau, mais sans qu'ils soient encore établis :

- Art. 32 - L'eau destinée à la boisson, à l'usage ménager et à l'usage corporelle, doit satisfaire aux normes de qualité définies par voie réglementaire tant en quantité, qu'en qualité.
- Art. 33 - Pour l'adduction de l'eau destinée à la boisson et à l'usage ménager, il est établi des règles et normes de protection sanitaire pour assurer une qualité appropriée de l'eau (**Bouziati, 2000**).

*Chapitre : 03*  
*Traitement de l'eau*

# *Traitement des eaux*

## **1. L'eau et son traitement**

Les eaux brutes destinées à la consommation, quelles soient d'origine superficielle ou profonde, sont souvent trop chargées en particules ou en polluant divers. Avant leur utilisation et leur distribution aux consommateurs, elles doivent impérativement faire l'objet de plusieurs procédés de traitement et de désinfection.

La pollution d'une source d'alimentation en eau avoir au moins quatre origines : Un rejet d'eaux usées d'origine animale ou humaine, les effluents industriels, les eaux de ruissèlement, ou une contamination accidentelle.

Les procédés de traitement et de stérilisation varient selon le type de ressource hydraulique disponible et en fonction des moyens et du niveau technologique (**Bouziანი, 2000**).

## **2. Le prétraitement de l'eau de boisson**

Avant leur stockage et leur exploitation à partir des stations de traitement, les eaux brutes doivent généralement subir plusieurs phases de prétraitement.

Ce sont des opérations destinées à extraire à partir d'une eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments, dont la nature ou la dimension constitueraient un gêne pour l'exploitation ultérieure de l'eau.

Suivant la nature des eaux prélevées, les procédés physiques de traitement de l'eau de boisson comportent un dégrossissage, un dessablage (microtamassage), un déshuilage de surface et un débouillage (**Bouziანი, 2000**).

### **2.1. Le Dégrillage**

Le dégrillage de l'eau permet de supprimer les gros objets flottants susceptibles de boucher les installations.

### **2.2. Le dessablage**

Le dessablage est une technique de filtration de l'eau qui a pour but d'extraire des eaux brutes, les graviers, le sable et toutes les particules en suspension, de façon à éviter leur dépôt dans les canalisations et à protéger les pompes et les autres équipements hydrauliques.

### **2.3. La préchloration**

Une préchloration effectuée avant la décantation est recommandée pour obtenir une meilleure qualité de l'eau et améliorer l'oxydation des différents corps contenus dans l'eau. Pour la préchloration, on recommande une teneur en chlore légèrement supérieure à celle du point critique.

### **2.4. L'aération et l'oxydation**

Ce sont des corrections indispensables si l'eau contient des gaz en excès ou présente un défaut d'oxygène. L'oxydation de l'eau supprime les goûts et les odeurs dues aux matières organiques qui sont dissoutes souvent en grande quantité dans les eaux superficielles (ammoniacale) (**Bouziari, 2000**).

## **3. Le traitement physico-chimique de l'eau de boisson**

Pour le traitement physico-chimique de l'eau destinée à la consommation, plusieurs techniques spécifiques sont utilisées, selon la provenance de l'eau et selon ses caractéristiques physico-chimiques (**Bouziari, 2000**).

### **3.1. Les procédés de décantation**

La décantation de l'eau a pour objet d'accélérer la sédimentation et le dépôt des particules en suspension dans l'eau. Elle s'effectue dans de vastes bassins appropriés, au fond desquels, se déposent les matières en suspension dans l'eau. La séparation des particules en suspension se fait selon deux principes différents :

- L'action directe de la pesanteur par décantation statique qui dépend du poids spécifique des particules.
- La décantation accélérée par réaction chimiques grâce à des coagulants (des sels de fer ou aluminium) ou par amélioration de la technique de la floculation (**Bouziari, 2000**).

### **3.2. Les techniques de filtration**

La filtration concerne essentiellement les eaux de rivière et les eaux des barrages. Le principe consiste à utiliser une filtration lente sur sable. La filtration sur sable est indiquée surtout dans les cas où l'eau s'écoule dans le réseau de distribution par gravité,

elle est indiquée également si l'eau à filtrer n'est pas fortement contaminée et enfin si la turbidité de l'eau à traiter est faible.

L'eau à filtrer coule par gravité à travers un lit filtrant constitué généralement d'une couche de sable de taille uniforme et d'un mètre de hauteur environ, déposée au-dessus d'un lit de gravier rond calibré qui repose sur une petite couche de pierraille au fond du bassin de filtration (**Bouziari, 2000**).

### **3.3. Certains procédés de correction chimique des eaux**

Les procédés de correction chimique de l'eau sont des méthodes mises en œuvre pour éliminer certains éléments indésirables contenus dans l'eau brute. Parmi les méthodes de correction chimique les plus utilisées, on distingue :

#### **3.3.1. Correction de l'agressivité de l'eau**

Une eau agressive attaque les conduites à base de plomb et peut donc provoquer des accidents d'intoxications aiguës ou chroniques au plomb. La correction des eaux agressives s'obtient généralement par addition de chaux ou bien par passage de l'eau sur marbre (**Bouziari, 2000**).

#### **3.3.2. Correction de la dureté de l'eau**

Une eau dure est une eau qui est généralement saumâtre, elle est impropre au savonnage et à la cuisson des légumes. La dureté de l'eau peut être corrigée par passage sur de la résine ou sur un élément échangeur de base : la zéolite (silico-aluminate de sodium) (**Bouziari, 2000**).

#### **3.3.3. Le chaulage**

L'adjonction de chaux est utilisée pour faire précipiter certaines impuretés, des substances organiques et pour l'élimination du fluor en excès dans l'eau (**Bouziari, 2000**).

#### **3.3.4 L'adsorption sur le charbon actif**

Le charbon actif d'origine végétale (tourbe) ou minérale (houille) est un matériau filtrant qui, mélangé à l'eau chargée a plusieurs actions :

- Une action physique par élimination des matières en suspension
- Une action adsorbant pour la majorité des polluants dissous dans l'eau (pesticides, hydrocarbures).

- Une action biologique, notamment pour le charbon en grain qui peut servir de supports au développement de micro-organismes adaptés à la biodégradation de certains polluants.
- Une action de déchloration, pour les eaux ayant subi un traitement de chloration par excès (**Bouziati, 2000**).

#### **4. Autre technique de purification**

##### **4.1. Distillation par alambic**

On fait bouillir l'eau de façon à produire de la vapeur, qui s'élève, et est mise en contact avec une surface refroidie où la vapeur se condense à nouveau en eau et peut être recueillie.

Les solutés ne se vaporisent normalement pas et restent ainsi dans la solution mise à bouillir.

Cela dit, même la distillation ne purifie pas complètement l'eau, du fait de contaminants ayant à peu près la même température d'ébullition que l'eau, et de gouttelettes d'eau non vaporisée transportées avec la vapeur (**OMS, 2004**).

##### **4.2. Déminéralisation par échange d'ions**

Dans ce cas, l'eau est passée à travers une colonne chargée de résine qui capte les ions en libérant en échange des ions hydroxydes (pour les ions négativement chargés : sulfate, carbonates, etc.) ou hydronium (pour les ions positifs : calcium, magnésium, autres métaux, etc.), qui se recombinent pour reformer de l'eau.

Dans de nombreux laboratoires, cette méthode de purification a remplacé la distillation car elle procure un grand volume d'eau très pure plus rapidement et en consommant moins d'énergie.

L'eau obtenue de cette façon est appelée eau désionisée ou eau déminéralisée. Contrairement à la distillation, la déminéralisation permet une production à la demande.

Les résines échangeuses d'ions sont parfois couplées à une post-filtration afin d'éliminer les particules issues de la résine (**Normes françaises, 2001**).

### **4.3. Electrolyse**

Dans l'électrolyse, on utilise des membranes échangeuses d'ions.

La force motrice est le courant électrique qui permet l'élimination des ions de la solution devant par exemple être dessalée (eau de mer, eau saumâtre): plus l'eau est salée, plus la consommation électrique est importante (**OMS, 2004**).

### **4.4. Photo-oxydation**

L'eau subit un rayonnement ultraviolet de haute intensité.

Cela permet de cliver et d'ioniser les composés organiques, qui peuvent ensuite être éliminés dans les colonnes échangeuses d'ions.

Cela provoque en outre l'apparition de composés oxydants, capables de détruire les micro-organismes et certaines molécules (**Normes françaises, 2001**).

### **4.5. Condensation**

L'eau est présente dans l'atmosphère sous forme gazeuse à moins que sa concentration ait augmenté jusqu'au point de rosée où elle devient brouillard puis liquide.

Le point de saturation, défini dans un diagramme de Molliere, varie aussi en fonction de la température et de la pression

(cf. Psychrométrie, Air humide pour plus d'informations).

La fraîcheur de la nuit la précipite à l'aurore sur les feuilles d'arbres ou toute surface formant un réceptacle adéquat.

C'est ainsi que certains insectes peuvent recueillir de minuscules gouttelettes dans le désert du Sahara le matin.

L'eau peut aussi être précipitée sur des corps froids. Il est possible de collecter une grande quantité d'eau potable en mer grâce à une masse métallique flottante. Certains procédés de perte d'énergie par rayonnement thermique permettent aussi une condensation de l'eau de l'atmosphère (refroidissement).

On peut ainsi « piéger le brouillard » pour produire de l'eau potable sur des sommets, à l'aide de grands filets à fines mailles, accrochés entre des poteaux de bois, comme des écrans en plein air.

En contrebas, une citerne alimente un robinet. Ce système est utilisé en Amérique du Sud ou en Afrique (écoles, villages, etc...).

L'approvisionnement en eau par ce moyen est irrégulier et imprévisible, mais connaît de plus en plus de succès dans les régions pauvres ou sans aucune autre ressource en eau potable (**OMS, 2004**).

## **5. La désinfection de l'eau de boisson**

Les méthodes de désinfection de l'eau destinée à la consommation doivent garantir à toute la population, une eau de qualité, régulièrement et quelque soit les fluctuations de la demande.

Parmi les techniques récentes de stérilisation de l'eau potable et en plus des méthodes de plus en plus perfectionnées de chloration et de stérilisation de l'eau à l'ozone, on relève actuellement de nouvelles méthodes d'ultrafiltration de l'eau qui utilisent des membranes, capables d'arrêter toute particule ou substance dont la taille est supérieure à des pores infiniment petites. C'est la nano filtration.

Ces méthodes constituent certainement des solutions de l'avenir, pour une meilleure qualité de l'eau de boisson, car elles ne nécessitent aucune adjonction de produits désinfectants. Cependant, le coût très élevé pour l'entretien des procédés et les rapports coût/avantage de ces méthodes ne permettent pas encore leur généralisation. Leur emploi reste limité à quelques centres pilotes de traitement de l'eau en Europe de l'Ouest et aux U.S.A.

Classiquement, selon les moyens disponibles et par rapport au coût des installations, la chloration reste le procédé le moins coûteux et le plus efficace dans les conditions actuelles pour la stérilisation de l'eau à l'échelle individuelle et pour le réseau d'alimentation.

Les principaux agents de stérilisation utilisés à l'échelle industrielle sont : le chlore et ses dérivés (**Bouziati, 2000**).

## 6. L'eau de javel

Comme produit ménager et sanitaire, l'eau de javel est un excellent désinfectant. Pour de javel, on utilise du sel (NaCl), de l'eau, H<sub>2</sub>O et une cuve d'électrolyse. la réaction chimique de ce mélange, va développer d'une part, au pôle négatif, se dégager de pôle positif du Cl<sub>2</sub> et d'autre part, au pôle négatif, se dégager de l'hydrogène H<sub>2</sub> et apparait la soude NaOH.

Pour la fabrication industrielle de la javel, on fait agir le chlore sur la soude, on obtient du sel, de l'eau et de l'hypochlorite : le mélange de ces trois produits constitue l'eau de javel (**Bouziyani, 2000**).



### 6.1. La javellisation de l'eau d'une source

Avant la mise en exploitation d'une source ou bien après des travaux de réfection et aussi une fois par an, une source doit être désinfectée.

La méthode de choix pour désinfecter une source est la chloration. La chloration d'une source est effectuée en procédant selon les étapes suivantes :

Un lavage avec curage et brossage des parois de la chambre de captage, après une vidange, puis un rinçage et une désinfection de la chambre de captage par une solution concentrée de chlore préparée en dissolvant 50 gr de chlorure de chaux dans 10 à 15 litres d'eau .

Le contact désinfectant/eau doit persister au moins pendant 12 heures. La reprise de l'adduction d'eau, pour l'alimentation de la collectivité se normalise dès que le taux de chlore résiduel dans l'eau de source est de 0,7 mg/l. D'eau (**Bouziyani, 2000**).

*Etude expérimentale*

*Chapitre : 01*

*Présentation de l'ADE*

# *Présentation*

## **1. Présentation de l'algérienne des eaux**

### **1.1 . Mostaganem**

La wilaya de Mostaganem est située au nord-ouest de l'Algérie, elle est limitée du nord par la mer méditerranéenne, du ouest par la wilaya d'Oran, du sud par la wilaya de Mascara, de l'est par la wilaya de Relizane et du nord est par la wilaya de Chlef.

La wilaya de Mostaganem a une superficie globale d'environ 2220km<sup>3</sup>. La situation générale fait constater la prépondérance du secteur de l'agriculture qui présente de véritables conditions d'expansion et de développement.

#### **1.1.1. Création de l'ADE**

Sous la tutelle du ministère des ressources en eau, l'Algérienne des eaux est un établissement public national à caractère commercial et industriel doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

Elle a été créée à la suite de la réforme institutionnelle en gagé par les pouvoirs publics en vue d'assurer une gestion rationnelle de la ressource en eau. C'est de cette réforme institutionnelle qu'un décret exécutif N°01-101 du 27 moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001 a officialisé la création de l'Algérienne des Eaux.

#### **1.1.2. Laboratoire**

Le service laboratoire ADE Mostaganem a été créé en 2005 dans le but principal d'assurer la qualité des eaux distribuées à la wilaya de Mostaganem et destinées à la consommation humaine.

Le laboratoire d'analyses d'eau a pour but d'assurer la qualité d'eau destinée à la consommation en passant par le contrôle dans le réseau de distribution et réservoirs jusqu'au robinet des consommateurs. Pour cela des prélèvements des échantillons se font quotidiennement suivant un planning de sorties établie par monsieur le chef du laboratoire.

La mission du control étant fini des fiches de prélèvement et réception sont remplies par le personnel désigné dans le planning du travail. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques se font le jour même de la prise d'échantillon pour avoir des résultats exacts. L'ensemble du personnel du service laboratoire ADE Mostaganem a pour missions en premier lieu la prévention et l'intervention en cas de grosse connexion.

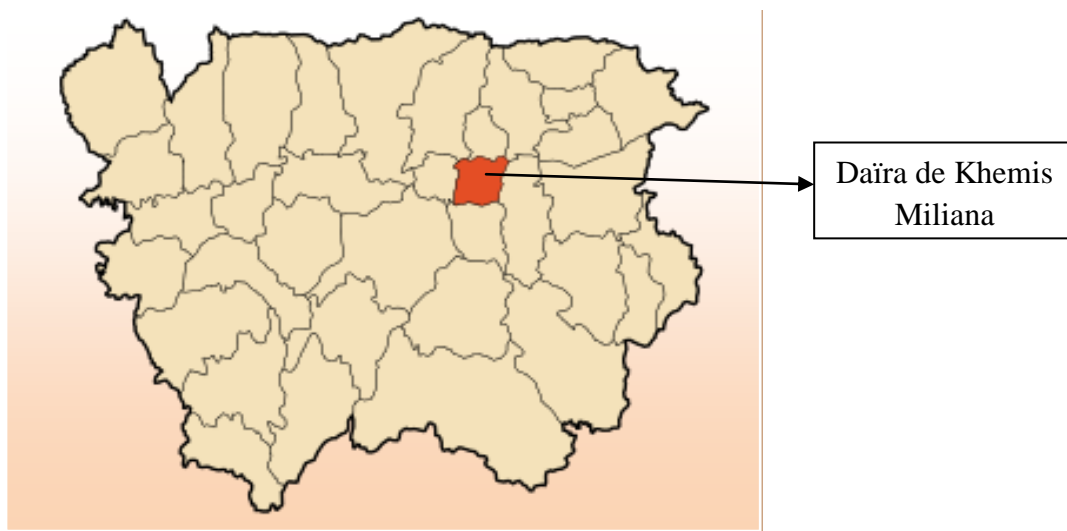
Le laboratoire de l'ADE contient deux sales, une sale pour les analyses physico-chimiques liées à la qualité d'eau. , et l'autre pour les analyses bactériologiques.

## 2. Présentation de lieu d'échantillonnages

### 2.1. Présentation de Khemis Miliana

Khemis-Miliana a une situation géostratégique importante, est une ville universitaire et commune dans la wilaya d'Ain Defla en Algérie. Elle est située à 20 km à l'est d'Ain Defla et environ 120 km à l'ouest d'Alger. Et de 75 km de Blida et de 50km de Médéa et de 80 km de Chlef . Proche à la ville de Miliana il ya une petite ville ce qui est appelé Ain Turki ou bien Margueritte (durant le temps de la colonisation française) à une distance de 7Km.

La source d'eau (HALAWA) est proche de la ville d'Ain Turki par une distance de 4 Km et la source (Darri) à une distance de 2Km. Les deux qui se trouvent au niveau de la forêt Zaccar (djebel Zaccar)



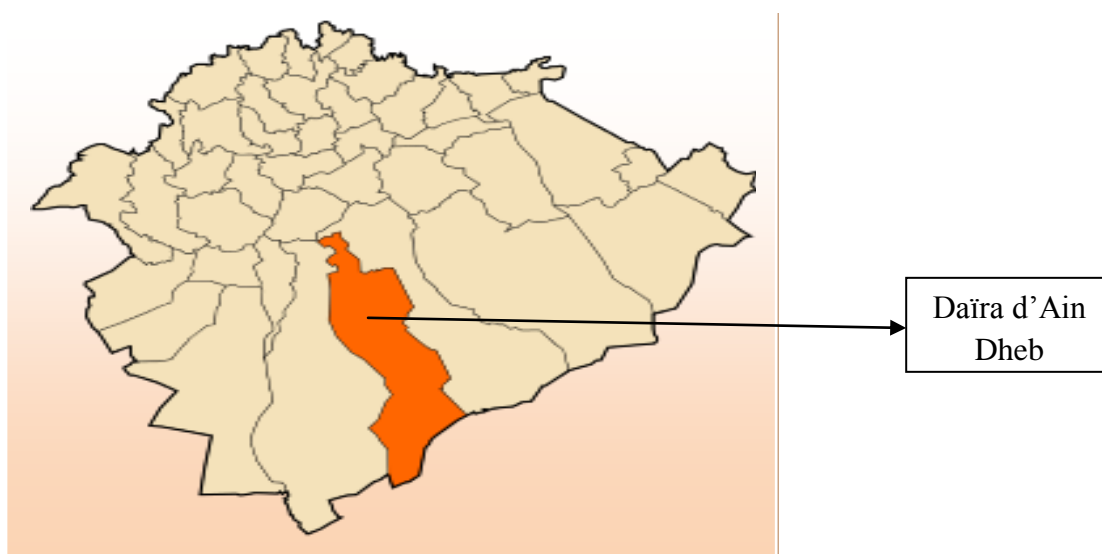
*Figure 07 : Localisation de Daïra Khemis Miliana dans la wilaya d'Ain Defla.*

## 2.2. Présentation d'Ain Deheb

Ain Deheb est une commune de la wilaya de Tiaret en Algérie. Son eau présente une réputation de bonne qualité nutritionnelle. Elle présente des propriétés anti toxiques depuis l'antiquité, d'où le nom donné à sa localité (Daïra de la W de Tiaret)

Il situé au sud de la wilaya de Tiaret, les communes limitrophes de Ain Deheb nord est Sougueur et de l'est Zmalet El Emir Abdelkader et de l'ouest la commune Medrissa et de sud Aflou

- Une zone d'environ 1400 km<sup>2</sup>
- Une population d'environ 28 595 années (2008)
- Et la densité de la population est d'environ 20 hab / km<sup>2</sup>



*Figure 08 : Localisation de Daïra Ain Deheb dans la wilaya de Tiaret.*

*Chapitre : 02*  
*Matériel et Méthodes*

## *Matériels et Méthodes*

### **9. Objectif**

Notre travail consiste à l'évaluation de la qualité physico-chimiques et bactériologie des eaux souterraines (eau de sources) naturelle. Nous avons comparé nos deux échantillons (eau d'Aïn Deheb et celle de Miliana).

### **10. Matériels et méthodes**

Notre travail a été effectué au laboratoire des analyses des eaux (ADE : **Algérienne Des Eaux**) de la wilaya de Mostaganem Durant 21 jour.

L'étude c'est porté sur 04 échantillons des eaux des sources prélevées trois fois.

La 1<sup>er</sup> à la fin de mois *Avril* (30-04-2017), la 2<sup>eme</sup> au mois de *Mai* (07-05-2017) et le la 3<sup>eme</sup> le 14-05-2017 au niveau de la région Miliana (Ain Defla) et Ain Deheb (Tiaret).

L'appareillage nécessaire pour la réalisation de notre protocole expérimentale comprend d'une part pour les analyses physico-chimiques les instruments comme le pH-mètre, conductimètre, turbidimètre, thermomètre, spectromètre, agitateur, plaque chauffante et le balance.

D'autre part pour les analyses bactériologiques nécessitent un matériel comme bec benzène, boîtes pétri, tubes à essai, milieux de culture (TTC .TGEA. VF. Slanetz, VBL et milieu Schubert), bain marie, étuve thermostatée à 37 °C et 44°C, les membranes de 0.45 µm et 0.22 µm et le Stréptométrie par filtration sur la membrane.

## 11. Échantillons étudiés

Les échantillons étudiés sont représentés dans les tableaux suivants

### 11.1 Détermination des échantillons

**Tableau 09 : Prélèvements des échantillons pendant le mois avril le 30/04/2017 (1<sup>er</sup> prélèvement).**

L'eau de source	Lieu de l'échantillon	Date et l'heure de prélèvement	Date et heure d'analyse	
			Physico-chimique	Bactériologique
<b>01</b>	Région Halawa	Le 30/ 04/ 2017 à 11h 08 mn	Le 02/05/2017 à 11h 25 mn	Le 02/05/2017 à 14h 00 mn
<b>02</b>	Région Darri	Le 30/ 04/ 2017 à 15h 12 mn	Le 02/ 05/2017 à 11h 25 mn	Le 02/05/2017 à 14h 00 mn
<b>03</b>	Région Merte	Le 30/ 04/ 2017 à 17h 30 mn	Le 02/ 05/ 2017 à 11h 25mn	Le 02/05/2017 à 14h 00 mn
<b>04</b>	Région Ain Deheb	Le 30/ 04/ 2017 à 13h 01mn	Le 02/ 05/2017 à 11h 25 mn	Le 02/05/2017 à 14h 00 mn

**Tableau 10 : Prélèvements des échantillons pendant le mois Mai le 07/05/2017 (2<sup>eme</sup> prélèvement).**

L'eau de source	Lieu de l'échantillon	Date et l'heure de prélèvement	Date et l'heure d'analyse	
			Physico-chimique	Bactériologique
<b>01</b>	Région Halawa	Le 07/ 05/ 2017 à 10h 50 mn	Le 09/05/2017 à 8h 45 mn	Le 09/05/2017 à 14h 00 mn
<b>02</b>	Région Darri	Le 07/ 05/ 2017 à 15h 46 mn	Le 09/05/2017 à 8h 45 mn	Le 09/05/2017 à 14h 00 mn
<b>03</b>	Région Merte	Le 07/05/2017 à 14h 55 mn	Le 09/05/2017 à 8h 45 mn	Le 09/05/2017 à 14h 00 mn
<b>04</b>	Région Ain Deheb	Le 07/05/2017 à 10h 35 mn	Le 09/05/2017 à 8h 45 mn	Le 09/05/2017 à 14h 00 mn

**Tableau 11 : Prélèvements des échantillons pendant le mois Mai le 14/05/2017 (3<sup>eme</sup> prélèvement).**

L'eau de source	Lieu de l'échantillon	Date et l'heure de prélèvement	Date et l'heure d'analyse	
			Physico-chimique	Bactériologique
<b>01</b>	Région Halawa	Le 14/ 05/2017 à 13h 30 mn	Le 16/05/2017 à 8h 30 mn	Le 16/05/2017 à 14h 15 mn
<b>02</b>	Région Darri	Le 14/ 05/2017 à 17h 09 mn	Le 16/05/2017 à 8h 30 mn	Le 16/05/2017 à 14h 15 mn
<b>03</b>	Région Merte	Le 14/05/ 2017 à 15h 20 mn	Le 16/05/2017 à 8h 30 mn	Le 16/05/2017 à 14h 15 mn
<b>04</b>	Région Ain Deheb	Le 14/ 05/2017 à 10h 52 mn	Le 16/05/2017 à 8h 30 mn	Le 16/05/2017 à 14h 15 mn

### **3.2. Mode d'échantillonnage**

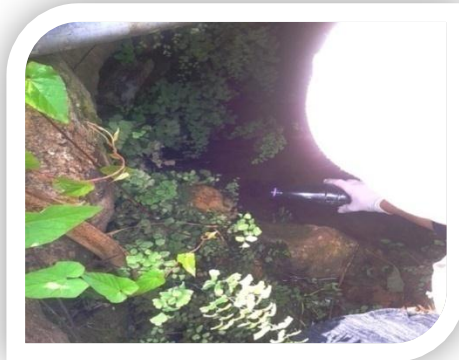
Le prélèvement de l'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui s'en suit l'échantillon doit être homogène et représentatif et ne doit pas modifier les caractéristiques de l'eau.

Nous devons donc prélever l'eau avec toutes précautions d'asepsie, pour cela plusieurs conditions s'imposent :

- Le volume de l'échantillon doit être inférieur à 1.5 litre.
- Le mode de prélèvement varie selon le lieu.
- Les échantillons seront recueillis dans les flacons stériles.
- Pour l'échantillonnage direct (source). On fait tremper doucement le flacon à l'intérieur de l'eau, à environ de 30 cm de surface, en évitant le prélèvement en surface ou au fond pour ne pas risquer de ramasser de l'écume ou des sédiments.
- Les flacons contenant les échantillons doivent être clairement et soigneusement identifiés par des étiquettes qui doivent comporter un certain nombre d'information qui sont ; origines de l'eau, adresse exacte du lieu de prélèvement (pour l'eau de réseau), date et heure du prélèvement, température de l'eau, chlore résiduel et autre remarques.
- L'échantillon doit être conservé dans une glacière entre 4 °C à 6 °C.



L'eau



Tube à Essai  
et Flacon  
pour la  
bactériologi

*Photo 02: Méthode de Prélèvement*

### **3. 3. Mode de conservation de ces échantillons**

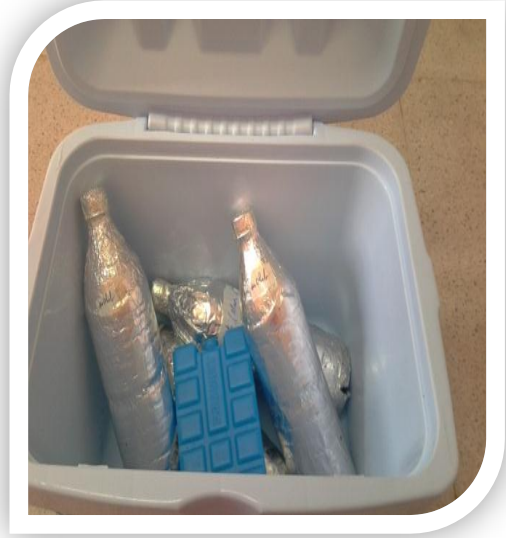
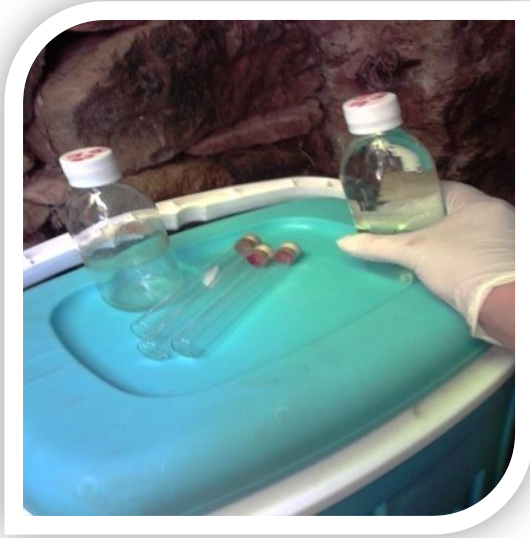
Pour un meilleur résultat d'analyse il faut faire une meilleure condition de conservation et de transport.

- Les 04 échantillons conservés dans des glacières entre 4 à 6 °C, durée de prélèvement et transport jusqu'au laboratoire d'ADE de Mostaganem.

**Tableau 12 : Paramètres physico-chimiques et leurs conservations selon Rodier (1987).**

<b>paramètres</b>	<b>Type de récipient</b>	<b>conservation</b>	<b>Observation</b>
Température	/	6 heures	Sur place
Ph	P ou V	48 heures	Sur place
Conductivité	P ou V	6 à 24 heures	Sur place
Turbidité	P ou V	24 heures	Sur place
Nitrate	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Nitrite	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Phosphates	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Alcalinité	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Baryum	P	1 mois	Plutôt possible
Chlorure	P ou V	1 mois	Plutôt possible
Mercure	V brun	1 mois	Plutôt possible
Nikel	P	1 mois	Plutôt possible
Plomb	P	1 mois	Plutôt possible
Fer	P	1 mois	Plutôt possible
Sulfate	P ou V	1 semaine	Plutôt possible
Magnésium	P ou V	1 mois	Plutôt possible
Calcium	P ou V	1 mois	Plutôt possible

Remarque : **p** : polyéthylène. **V** : verre



*Photo 03 : Condition de conservation et de transports*

## ***Protocole expérimentale des Analyses physico-chimique***

### **1. Mesure du pH**

L'objectif est de décrire une méthode électro métrique pour la détermination du pH de l'eau.

#### **Principe**

La détermination électro métrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référent (calomel- KCl saturé) plongent dans une même solution cette différence de potentiel une fonction linéaire du pH de la solution. Selon la Loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$  présent par la relation :

$$E = E_0 + 2,3 \frac{RT}{nF} \log a_H$$

E : potentiel mesure.

$E_0$  : constante dépendant du choix de l'électrode de référence est des solutions internes.

R : constant des gaz ( $J / ^\circ C$ ).

T : température absolue ( $^\circ C$ ).

n : charge l'ion.

F : constante de faraday (96500 C).

$a_H$  : Activité de l'ion dans l'échantillon ( $H^+$ )

### **2. Mesure de la conductivité électrique**

#### **Principe**

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre à une image cathodique.

#### **Mode opératoire**

- Allumer le multimètre.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper les électrodes dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH, la conductivité et la température.

### **3. Température**

Il est important de connaître la température des eaux. Car elle permet de corriger les autres paramètres d'analyse.

La température doit être mesurée in situ. Pour avoir une idée globale sur l'environnement ainsi pour étalonner d'autres appareillages comme la conductimètre et le pH-mètre. Ceci consiste à plonger la sonde du thermomètre dans l'échantillon, on attend que la valeur se stabilise, et on la note. la valeur mesurée qui est donnée en °C.

### **12. Mesure de la turbidité**

L'objet de la présente est de décrire la mesure de la turbidité.

#### **Principe**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs ...) celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin d'éviter l'influence des matières.

### **5. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )**

L'objet de la présente prescrit une méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau « méthode de Mohr ».

#### **Principe**

Réaction des ions Chlorures 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.

#### **Mode opératoire**

100 ml de l'eau à analyser + 3 gouttes de solution de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

#### **Couleur**

Jaune titrer à  $\text{AgNO}_3$  0,1 N → rougeâtre.

### **6. Titre hydrotimétrique (TH)**

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau.

### **Principe**

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra étique ( EDTA ) «  $C_{10}H_{12}N_2O_8Mg$  » a un pH de 10 l'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l' EDTA la solution vire au bleu.

### **Mode opératoire**

100 ml de l'eau à analyser + 8 ml solution Tampon + NET.

### **Couleur**

Rose → titré avec solution EDTA 0,02 → N bleu

## **7. Titre calcique ( $Ca^{+2}$ )**

Cette méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage de calcium et magnésium par la méthode titre métrique a l'EDTA.

### **Principe**

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13 l'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

### **Mode opératoire**

100 ml de l'eau à analyser + 4 ml solution Hydroxyde de Solution + Muixide.

### **Couleur**

Rose titrer a EDTA 0,02N → Violet

## **8. Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA)**

L'acidité d'une eau corés pond à la présence d'anhydride carbonique libre d'acides minéraux et de sels d'acides forts et de bases faibles l'eau à analyser doit être conservée de préférence dans des récipients en polyéthylène ou en verre, borosilicaté et l'analyse doit être pratiquée dans les 24 heures après le prélèvement qui sera conservé à 4 °C.

### **Principe**

L'acidité totale et l'acidité en acides minéraux ou se mesurent par titrage avec une solution d'acide chlorhydrique en présence d'indicateurs colorés phénol phtaléine pour le premier méthyle orange pour la seconds.

### **Mode opératoire (TAC)**

100 ml de l'eau à analyser + 3 gouttes méthyle Orange titrer a HCl 0, 02N → 4,30

### **Mode opératoire (TA)**

Si le pH > 8,30 on calcule le TA 100 ml de l'eau analyser + 3 gouttes Phénophtaléine.

### **Couleur**

Rose titrer a HCl 0,02 N incolore

## **9. Dosage de fer**

### **Principe**

Après oxydation en milieu acide le fer est réduit a l'état ferreux et dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge donné par les sels ferreux avec la Phénanthroline 1,10.

### **Préparation des Réactifs**

#### **Réactif (I)**

Chlorhydrate d'hydros lamine  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  ... 10g.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

#### **Réactif (II)**

Acétate d'ammonium  $\text{CH}_3\text{COOHNH}_4$  ... 40 g.

Acide acétique cristallisable  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ... 50 ml.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

**NB :** cette solution reste stable au moins une semaine.

#### **Réactif(III)**

Phénanthroline 1.10 ... 0,50g.

Eau distillée ... qsp 100 ml.

**NB :** cette solution reste stable au moins une semaine si elle est conservée à l'obscurité.

### **Mode opératoire**

50 ml E. D + 1 ml R (I) + 2 ml R (II) + 2 ml R (III) « témoin ».

50 l d'eau à analyser +2 ml R (II) + 2 ml R (II) + 2 ml R (III).

- La lecture est effectuée après avoir conservé les fioles à l'obscurité pendant 15 min.
- Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 510 nm
- Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de Fer.

## **10. Dosage de nitrate**

### **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paraitre salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrie.

### **Préparation des Réactifs**

#### **Réactif (I)**

Hydroxyde de sodium 30%

#### **Réactif (II)**

Salicylate de sodium ... 0,5%

Eau distillée ... qsp 100 ml.

**NB :** à préparer chaque 24 h.

#### **Réactif (III)**

Acide sulfurique 2 ml

#### **Réactif (IV)**

Hydroxyde de sodium NaOH ... 400 g.

Tartrate double de sodium et de potassium ... 60 g.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

### **Mode opératoire**

10 ml Eau à analyser+ 3 gouttes RI+ 1ml RII

10 ml Eau distillée + 3 gouttes RI + 1ml RII (témoin).

Après le séchage dans l'étuve, on laisse refroidir

On ajoute 2 ml de RIII laissé reposer 10 minutes ajoutées 15ml d'eau distillé

15 ml RIV

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de nitrate.

## **11. Dosage de nitrite**

## Principe

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, a pH 1.9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-naphtyl-1 diamino- 1.2 éthane ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide mesurage de l'absorbance a 540 n, la minéralisation de la matière organique présente dans le sol est réalisée par des micro-organismes. L'azote minéral ainsi produit est ensuite transformée par des bactéries aérobies en nitrates.

Cette transformation, appelée nitratisation qui transforme les nitrites en nitrates. Si les conditions de milieu le permettent, les nitrate seront utilisés par les nitrates peuvent également s'absorber et se fixer sur les argiles et humus. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux.

L'acide nitreux est un acide instable de formule  $\text{HNO}_2$ , la formule de l'ion nitrite est  $\text{NO}_2^-$ .

## Préparation des Réactifs

### a-Réactif mixte

Dissoudre 40 gr d' amino-4 benzène sulfonamide  $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$  dans un mélange formé de 100 ml d'acide ortho phosphorique et de 500 ml d'eau .

Ajouter 2 gr de dichlororthydate de N-naphtyl-1 diamino-1.2 éthane  $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2-2\text{HCl}$ , compléter le volume a 1000 ml avec de l'eau distillée.

Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

### b-Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l

Dissoudre 0.15 g de nitrite de sodium séché a 105°C durant au moins 2 h dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un moins si elle est conservée entre 2 et 5 °C.

### c- Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l

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

Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

## 12. Dosage d'Orthophosphore

### Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique, certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

### **Préparation des Réactifs**

#### **Réactif (I)**

Acide Ascorbique 100g/l

#### **Réactif (II)**

Acide sulfurique 9mol/l

Molybdate d'ammonium 13g + 100 ml ED

Tartrate de potassium hémihydraté 0.35g + 100 ED

### **Mode opératoire**

40 ml eau distillé + 1ml RI + 2 ml RII (témoin).complété le volume jusqu'à 100ml

40 ml d'eau à analyser + 1ml RI + 2 ml RII (témoin).complété le volume jusqu'à 100ml

La lecture est effectuée après 20 min dans un spectrophotomètre à

Longueur d'ordre de 880nm.

Les résultats de phosphore son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre et pour obtenir l'Orthophosphore par la formule suivante :

$$PO_4^{-3} = P * 3.06.$$

## **13. Dosage de sulfate**

### **Principe**

Les ions  $SO_4^{-2}$  Sant précipités à l'tat de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement.

### **Préparation des Réactifs**

#### **Réactif I (solution stabilisante)**

Acide chlorhydrique (c) ... 60 ml.

Ethanol ... 200 ml.

Chlorure de sodium ... 150 g.

Glycérol ... 100 ml.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

## Réactif II (Solution de chlorure de baryum)

Chlorure de baryum ... 150 g.

Acide chlorhydrique ... 5ml.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

## Mode opératoire

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml E.D.

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.

Agité énergiquement pendant 1 min

Faire la lecture au spectrophotomètre  $\lambda = 420$  nm.

**NB :**  $\text{mg / l SO}_4^{-2}$  = la valeur lue sur le spectrophotomètre x la dilution.

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm

Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg /litre de sulfate

## 14. Dosage de l'ammonium

### Principe

En milieu alcalin et en présence de nitre prussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

### Préparation des Réactifs

#### Réactif (I)

Salicylate de sodium  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3\text{Na}$  ... 13 g.

Citrate tri sodique déshydraté  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$ ... 13 g.

Nitroprussiate de sodium  $(\text{Fe}(\text{Cn})_5\text{No})\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ...  $0,097 \approx 0,1$  g

Eau distillée ... 100 ml.

#### Réactif (II)

Hydroxyde de sodium NaOH ... 3,2 g.

Dichlorosocyanurate de sodium ... 0,2 g.

Eau distillée ... 100 ml.

### Mode opératoire

40 L E.D + 4 ml R (I) + 4 ml R (II).

40 l d'eau à analyser + 4 ml R (I) + 4 ml R (II) + 2 ml.

Après 1h faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde de 655 nm.

**NB :** les solutions (I) et (II) se prépare chaque 15 jour.

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre d l'Ammonium.

### **15. Détermination le Dosage du Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) par la durté calcique TH, $\text{Ca}^{+2}$ (Titre hydrométrique calcique)**

Cette manipulation consiste à la teneur en ions de calcium et de magnésium présente dans une eau par méthode complexométrique.

L'agent complexant le plus souvent utilisé est E.D.T.A (Ethyle-Diamine-Tétra-Acétique) appelé souvent de sel dissodique ou complexant (III) ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ ).

L'action de l'E.D.T.A sur les cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et le plus particulièrement le calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ). Donne naissance à deux complexes appelés : E.D.T.A-calcique et E.D.T.A magnésique.

#### **Principe**

Le dosage de TH calcique s'effectue avec une solution aqueuse d'E.D.T.A en présence de NaOH comme une solution tampon et de rouge de muréxcide comme indicateur spécifique à pH élevé (12-13). Il réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions combinés avec l'indicateur qui vire alors du couleur rose à la couleur violet.

#### **Réactifs**

Solution titrée d'E.D.T.A à (0.02N).

Solution tampon Hydroxyde de sodium NaOH à (2N).

Indicateur rouge de muréxcide.

#### **Mode opératoire**

On prend 100 ml de l'eau à analyser dans un bicher de 250 ml on ajoute 4 ml solution Hydroxyde de sodium NaOH à (2N), puis on ajoute 0.2 g de poudre de l'indicateur rouge Muréxcide. Puis on titre avec une solution EDTA (0.02N) goutte à goutte jusqu'au de virage de l'indicateur du rose au violet.

Les résultats sont exprimée en mg/l, est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = \text{Tca}^{+2} \times 4.008$$

40.08 g/mol= c'est la masse molaire atomique de calcium.

## 16. Détermination le Dosage du Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

Pour déterminer la concentration en magnésium ( $Mg^{2+}$ ) qui exprimé en mg/l est donnée par la relation suivante :

$$[Mg^{2+}] = TH - T_{Ca^{2+}} \times 2,43$$

## 17. Détermination le Dosage de l'hydrogénocarbonate $HCO_3^-$

Pour déterminer la concentration en hydrogénocarbonate qui exprimé en mg/l est donnée par la relation suivante :

Si  $TA = 0$  :

$$[HCO_3^-] = TAC \times 12,2$$

Si  $TA \neq 0$  :

$$[HCO_3^-] = 0,2 \times [TAC - (2 \times TA)] \times 12,2$$

Avec :

La masse molaire de  $HCO_3^- = 61$  donc  $61 \times 0,2 = 12,2$ .

## 18. Détermination le Dosage de carbonate de calcium ( $CaCO_3$ )

Pour déterminer la concentration en carbonate de calcium qui exprimé en mg/l est donnée par la relation suivante :

Si  $TA = 0$  :

$$[CaCO_3] = TAC \times 10$$

Si  $TA \neq 0$  :

$$[CaCO_3] = (TAC - 2TA) \times 10$$

## 19. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme

La photométrie de la flamme est une procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux.

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium... etc.) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

Appareil Dr. LANGE (JENWAY).

Le résultat est donné directement en mg/l.

## ***Protocole expérimentale des Analyses bactériologique***

Après la réception des échantillons, les analyses se font immédiatement pour la recherche et le dénombrement des germes suivants :

### ***1. coliformes totaux***

Le dénombrement des *coliformes totaux* se fait par la méthode de filtration membranaire un volume d'échantillon de 100 ml d'eau à analyser est filtré à travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur le milieu du TTC tergitol.

#### **Lecture**

Après incubation à 37°C durant 24h, des colonies se forment à la surface de la membrane.

#### **Test confirmatif**

Pour effectuer une confirmation les colonies formées à la surface de la membrane sont repiquées dans un autre milieu liquide (VBL), les tubes de VBL seront ainsi incubés à 37°C durant 24h. Dans le cas positif de présence des *coliformes totaux*, on aura une présence du gaz dans la cloche de Durham et virage au couleur jaune.

### ***2. Escherichia Coli***

*Escherichia Coli* fait partie du groupe des *coliformes totaux* et consiste le seul membre de ce groupe que l'on trouve spécialement dans les matières fécales des humaines et des animaux. Leur présence dans l'eau indique en présence de matières fécales. Elle est capable de fermenter le lactose à 44°C.

#### **Technique**

Le principe de dénombrement s'effectue de même manière que la recherche des *coliformes fécaux* sauf la température d'incubation dans ce cas est de 44°C/24 heure.

**1<sup>er</sup> lecture :** Après 24 heures, on observe des colonies jaunes.

On va faire le test confirmatif c'est-à-dire le repiquage sur un milieu liquide de Schubert muni d'une cloche de Durham et incubé à 44°C/24 heure.

**2<sup>ème</sup> lecture :** On observe un anneau rouge sur la surface de milieu avec une production de gaz dans la cloche de Durham. Donc on peut dire qu'il existe d'*E. Coli* dans l'eau.

### ***3. Streptocoques fécaux***

- Filtrer 100 ml d'échantillon sur une membrane de 0.5  $\mu\text{m}$  de diamètre
- Placer la membrane sur une boîte de pétri contenant du milieu slanetz et bartley préalablement coulé et refroidi.
- Le milieu slanetz et bartley et un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement colonies de *streptocoques fécaux*.
- Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 heures.

### **Lecture**

Après 24 heures on compte les colonies rouge violettes.

### **Test confirmatif**

On transfère la membrane de la boîte contenant le milieu slanetz à la boîte pétri contenant milieu BEA (Bile Esculine Agar)

On incube à 37 °C pendant quelque heure présence d'un halo noir.

### **4. Clostridium Sulfito- Réducteur**

- chauffer l'échantillon à 80°C pendant 10 min pour la destruction des formes végétatives (formation des spores).
- Filtrer 100 ml d'échantillon sur membrane de 0.22 $\mu\text{m}$  de porosité pour permettre de retenir les spores des bactéries.
- Placer la membrane à l'envers sur la boîte de pétri.
- Couler au dessus la gélose viande foie contenant du sulfite de sodium et alun et fer
- Incuber à 37 °C les *Clostridium* pousse dans des conditions en anaérobiose.

### **- Lecture**

On procède à une lecture des 24 heures considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie *sulfito-réductrice* tout colonie noir entourée d'un halo noir exprimer le résultat en nombre de spores par 100 ml.

**Tableau 13 : résumant le mode opératoire des analyses bactériologiques.**

<b>Germes</b>	<b>Technique</b>	<b>Volume échantillon</b>	<b>Milieu utilisé</b>	<b>T° incubation</b>	<b>Milieu confirmation</b>
<i>Coliformes totaux</i>	Filtration Ø 0.45µm	100ml	TTC	37	VBL
<i>E. coli</i>	Filtration Ø 0.45µm	100ml	TTC	44	Schubert+Kovax
<i>Streptocoques fécaux</i>	Filtration Ø 0.45µm	100ml	Gélose slanetz et bartley	37	Gélose BEA
<i>Clostridium S/R</i>	Filtration Ø 0.22µm	100ml	Viande de foi	37	—

*Chapitre : 03*  
*Résultats et Discussion*

## ***Résultats et discussions***

Avant de discuter les résultats obtenus, qui sont consignés dans les tableaux, voici les tableaux n° 14 et 15, qui présentent les normes algériennes de potabilité de l'eau.

**Tableau 14 : Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).**

<b>Variable</b>	<b>Concentration maximale admissible</b>	<b>Effets indésirables</b>
Ph	6.5-8.5	PH acide, corrosion des conduites PH basique, diminue l'efficacité de la désinfection
Température	12 °C à < 22 °C	Basse, diminue l'efficacité de traitement Elevée, favorise la croissance microbienne et la formation des THM
Dureté total(TH)	500 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	Entartrage des conduites. Consommation excessive de savon
Turbidité	2 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Chlorures	200 - 500 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
Nitrates	50 mg /l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Nitrites	0,1 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Sulfate	200 - 400 mg/ l	Trouble gastro-intestinaux, corrosion des conduites
Fer	0,3 mg/l	Saveur désagréable. Tache de linge et la plomberie, favorise le développement de bactéries
Calcium	75 - 200 mg/l	Entartrage des conduites.
Magnésium	150 mg/l	Combiné au SO <sub>4</sub> génère goût
Sodium	200 mg/l	A concentration élevée gêne les hypertendus

**Tableau 15 : Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)**

<b>Paramètres</b>	<b>Concentration maximale admissible (eau désinfectée)</b>	<b>Effet sur santé et signification</b>
<i>Germes totaux</i> / 100 ml	10	Indicateur d'efficacité du traitement
<i>Coliformes totaux et fécaux</i> / 100 ml	0	Gastro-entérite infantile, contamination fécale récente
<i>Streptocoques fécaux</i> / 100 ml	0	Contamination fécale récente
<i>Clostridium sulfito réducteur</i> / 20 ml	0	Contamination fécale ancienne

## 1. Résultats des analyses physico-chimiques

### 1.1. Résultats des analyses physico-chimiques du 1<sup>er</sup> prélèvement

Les résultats des analyses (04 échantillons) sont réunis dans le tableau ci-dessous

*Tableau 16 : Résultats des paramètres physico- chimiques (1<sup>er</sup> prélèvement).*

Les échantillons Paramètre	Unité	Ech 01	Ech 02	Ech 03	Ech 04	Les Norme D'OMS
Odeur		In odeur	In odeur	In odeur	In odeur	/
Couleur	platine	04	0	10	0	/
Saveur		16	01	18	02	/
PH	/	7.85	8.65	8.12	8.12	6,5-8,5
Conductivité	µs/cm	900	448	1419	946	200-2000
Température	°C	10	10	14.5	14	12 à < 22
Turbidité	NTU	0.249	0.563	0.729	0.148	< 5
TH	°F	40	23	53	40.4	< 100
T ca <sup>++</sup>	°F	33	16	13	14.2	/
TAC	°F	43	20	30	31	60
TA	°F	00	0.2	00	00	0,2
Cl <sup>-</sup>	Mg/l	63.9	35.5	127.8	170.4	250-500
Ammonium	Mg /l	0.01	00	0.01	0.04	0,2 – 0,3
Nitrite	Mg/l	00	00	00	00	0,1ou≤0,02
Nitrate	Mg/l	00	41.1	298.4	91.2	50
Sulfate	Mg/l	00	00	26.45	00	500
Orthophosphore	Mg/l	00	00	00	00	/
Fer	Mg/l	0.12	0.12	0.10	0.15	0,3
Potassium	Mg/l	00	00	25	02	12-20
Sodium	Mg/l	158	78	243	175	150-200
Calcium	Mg/l	132.26	64.12	52.10	56.91	50 -200
Magnésium	Mg/l	17.01	17.01	97.2	63.66	30 - 60
Hydrogénocarbonate	Mg/l	524.6	47.824	366	378.2	200-600
Carbonate de calcium	Mg/l	430	196	310	300	/

- Ech 01 : Source de Halawa

- Ech 02 : source de Darri

- Ech 03 : Source de Merte

- Ech 04 : source de Ain Deheb

## 1.2. Résultats des analyses physico-chimiques du 2<sup>ème</sup> prélèvement

Les résultats des analyses (04 échantillons) sont réunis dans le tableau ci-dessous

**Tableau 17 : Résultats des paramètres physico- chimiques (2<sup>ème</sup> prélèvement)**

Les échenillons Paramètre	Unité	Ech 01	Ech 02	Ech 03	Ech 04	Les Norme D'OMS
Odeur		In odeur	In odeur	In odeur	In odeur	/
Couleur	Platine	00	0	06	0	/
Saveur		15	01	16	0	/
PH	/	7.80	8.66	8.19	8.22	6,5-8,5
Conductivité	µs/cm	899	451	1418	1100	200-2000
Température	°C	12	14.8	15.2	15.9	12 à < 22
Turbidité	NTU	0.290	0.501	0.559	0.304	< 5
TH	°F	40	23	53	42	< 100
T ca <sup>++</sup>	°F	32.9	16.9	19	20.8	/
TAC	°F	43	20.4	30	21	60
TA	°F	00	0.2	00	00	0,2
Cl <sup>-</sup>	Mg/l	200.8	33.5	166.2	225.4	250-500
Ammonium	Mg /l	0.04	00	0.03	0.03	0,2 – 0,3
Nitrite	Mg/l	00	00	0.01	00	0,1ou≤0,02
Nitrate	Mg/l	50.1	122.6	187.4	298.1	50
Sulfate	Mg/l	00	00	75.10	19.1	500
Orthophosphore	Mg/l	00	00	00	00	/
Fer	Mg/l	0.13	0.10	0.16	0.14	0,3
Potassium	Mg/l	00	00	23	03	12-20
Sodium	Mg/l	150	75	240	180	150-200
Calcium	Mg/l	131.8	67.73	76.15	83.36	50 -200
Magnésium	Mg/l	17.25	14.82	82.62	51.51	30 - 60
Hydrogénocarbonate	Mg/l	524.6	48.8	366	256.2	200-600
Carbonate de calcium	Mg/l	430	200	300	210	/

### 1.3. Résultats des analyses physico-chimiques du 3<sup>ème</sup> prélèvement

Tableau 18 : Résultats des paramètres physico- chimiques (3<sup>ème</sup> prélèvement)

Les échantillons Paramètre	Unité	Ech 01	Ech 02	Ech 03	Ech 04	Les Norme D'OMS
Odeur		In odeur	In odeur	In odeur	In odeur	/
Couleur	Platine	00	00	00	01	/
Saveur		14	02	14	04	/
PH	/	7.74	8.68	8.28	8.29	6,5 - 8,5
Conductivité	µs/cm	893	469	1418	1283	200 - 2000
Température	°C	17.6	16.2	16.6	17.5	12 à < 22
Turbidité	NTU	0.315	0.485	0.414	0.716	< 5
TH	°F	39.6	23.2	52	45.6	< 100
T ca <sup>++</sup>	°F	32.6	17.8	21	30.2	/
TAC	°F	43	21	30.4	16.8	60
TA	°F	00	0.2	00	00	0,2
Cl <sup>-</sup>	Mg/l	710	32.66	184.6	234.3	250-500
Ammonium	Mg /l	0.08	0.02	0.04	0.03	0,2 – 0,3
Nitrite	Mg/l	00	00	0.03	0.02	0,1ou≤0,02
Nitrate	Mg/l	95.6	157.7	139.1	479.1	50
Sulfate	Mg/l	00	00	89.95	22.65	500
Orthophosphore	Mg/l	00	00	00	00	/
Fer	Mg/l	0.19	0.13	0.19	0.13	0,3
Potassium	Mg/l	00	00	20	07	12-20
Sodium	Mg/l	141	75	237	185	150-200
Calcium	Mg/l	130.66	71.34	48.16	121.04	50 -200
Magnésium	Mg/l	17.01	13.12	75.33	37.42	30 - 60
Hydrogénocarbonate	Mg/l	524.6	50.54	370.88	204.96	200-600
Carbonate de calcium	Mg/l	430	206	304	168	/

**1.4. Comparaison entre les 04 échantillons a base du moyen des analyses  
Physico-chimique du 3 prélèvement**

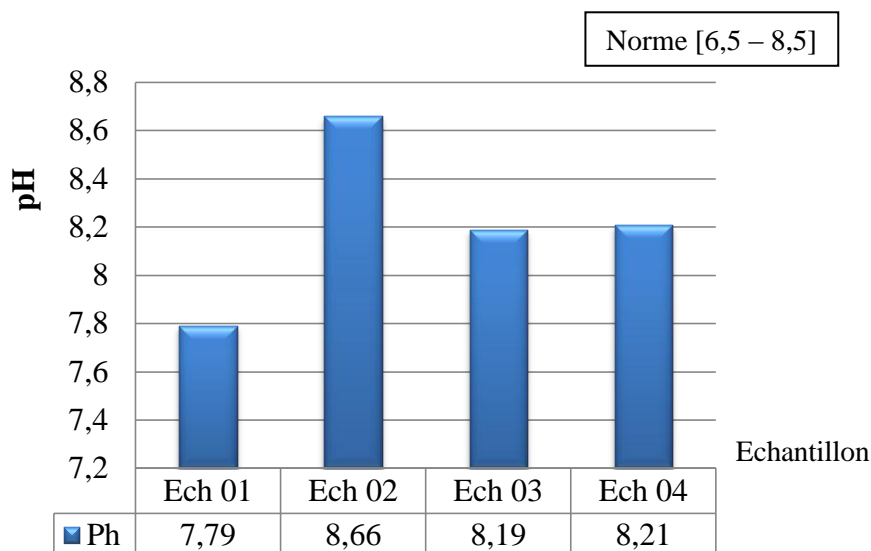
*Tableau 19 : Moyen des analyses physico-chimiques des 3 Prélèvements.*

<b>Les échantillons</b> <b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Ech 01</b>	<b>Ech 02</b>	<b>Ech 03</b>	<b>Ech 04</b>	<b>Les Norme D'OMS</b>
Odeur		In odeur	In odeur	In odeur	In odeur	/
Couleur	platine	1.33	0	9.33	0.33	/
Saveur		15	1.33	16	2.66	/
PH	/	7.79	8.66	8.19	8.21	6,5-8,5
Conductivité	µs/cm	897.33	299.66	1418	1109.66	200-2000
Température	°C	13.2	13.66	15.43	15.8	12 à < 22
Turbidité	NTU	0.284	0.516	0.567	0.389	< 5
TH	°F	39.86	23.06	52.66	42.66	< 100
T ca <sup>++</sup>	°F	32.83	16.09	17.66	21.73	/
TAC	°F	43	20.46	30.13	22.93	60
TA	°F	0	0.2	0	0	0,2
Cl <sup>-</sup>	Mg/l	324.9	33.88	159.53	210.03	250-500
Ammonium	Mg /l	0.04	0.06	0.02	0.033	0,2 – 0,3
Nitrite	Mg/l	0	0	0.013	0.006	0,1ou≤0,02
Nitrate	Mg/l	48.56	107.06	208.3	289.46	50
Sulfate	Mg/l	0	0	63.83	13.9	500
Orthophosphore	Mg/l	0	0	0	0	/
Fer	Mg/l	0.14	0.11	0.15	0.14	0,3
Potassium	Mg/l	0	0	22.66	4	12-20
Sodium	Mg/l	149.66	76	240	180	150-200
Calcium	Mg/l	131.57	64.48	70.78	87.09	50 -200
Magnésium	Mg/l	17.08	16.93	85.05	50.86	30 - 60
Hydrogénocarbonate	Mg/l	524.6	48.94	367.62	279.74	200-600
Carbonate de calcium	Mg/l	430	200.6	301.3	229.3	/

## 1.4. 1. Les paramètres physiques

### 1.4.1. 1. Le pH

Un pH convenable pour une eau de consommation humaine, selon l'OMS (1997).



*Figure 09 : Evaluation de pH de nos échantillons*

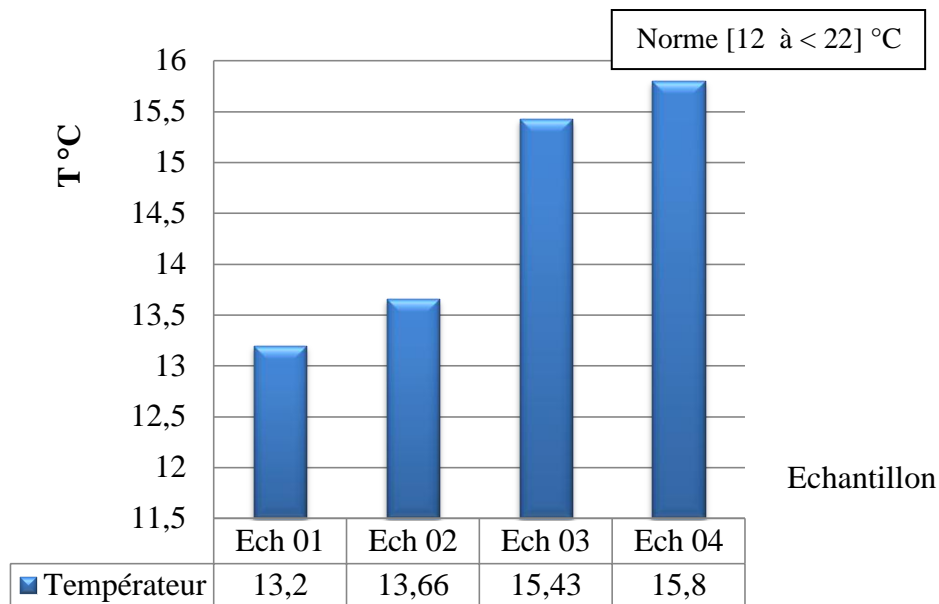
- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Selon les normes du pH requises par l'OMS [6,5 à 8,5], nos résultats semblent répondre aux normes à l'exception de la source N° 02 Darri de Miliana.

### 1.4.1. 2. Température

La température permet de corriger les autres paramètres chimiques, comme le pH, la conductivité (OMS, 1997) avec une norme de [12°C à < 22 °C].

Un dépassement au de la 22 °C présent un risque sur la physiologie digestive car ceci favorisé la croissance de certaine micro-organisme potentiellement pathogènes et perturbe l'équilibre ionique à travers les membranes cellulaires.



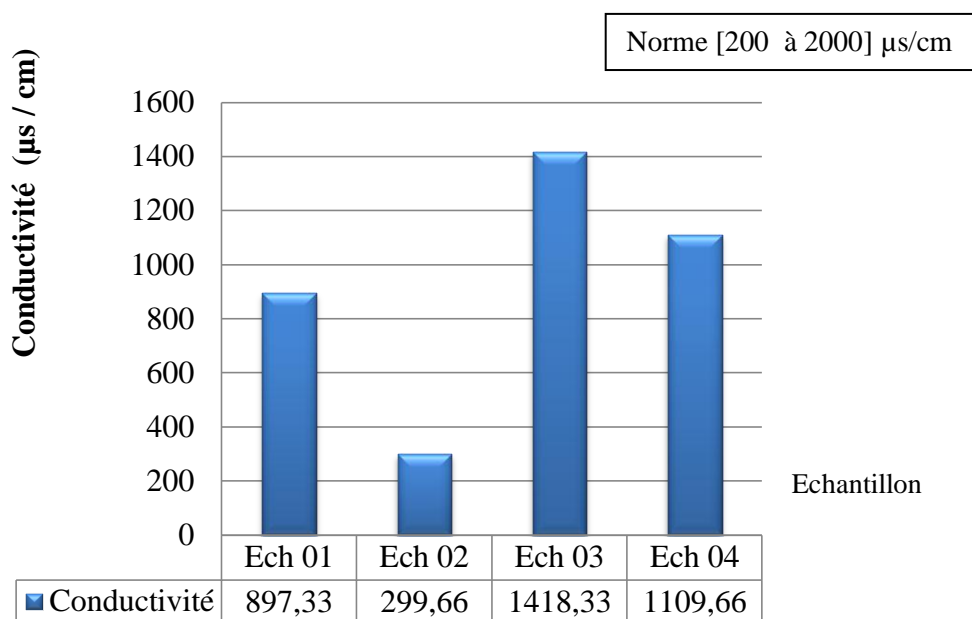
**Figure 10 : Evaluation de la température ( $T \text{ } ^\circ\text{C}$ ) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

La température d'une eau souterraine est presque stable, elle est variable suivant la saison pour les eaux de surface et constante pour les eaux souterraine (**Degremont, 1989**). Les résultats de nos échantillons présentent des valeurs satisfaisantes, ils répondent aux normes de l'OMS avec un seuil bien précis.

### 1.4.1.3. Conductivité

La conductivité se traduit pour la minéralisation totale de l'eau. Elle varie entre [200 - 2000 $\mu$ s/cm].



*Figure 11 : Evaluation de la conductivité dans nos échantillons étudiés.*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

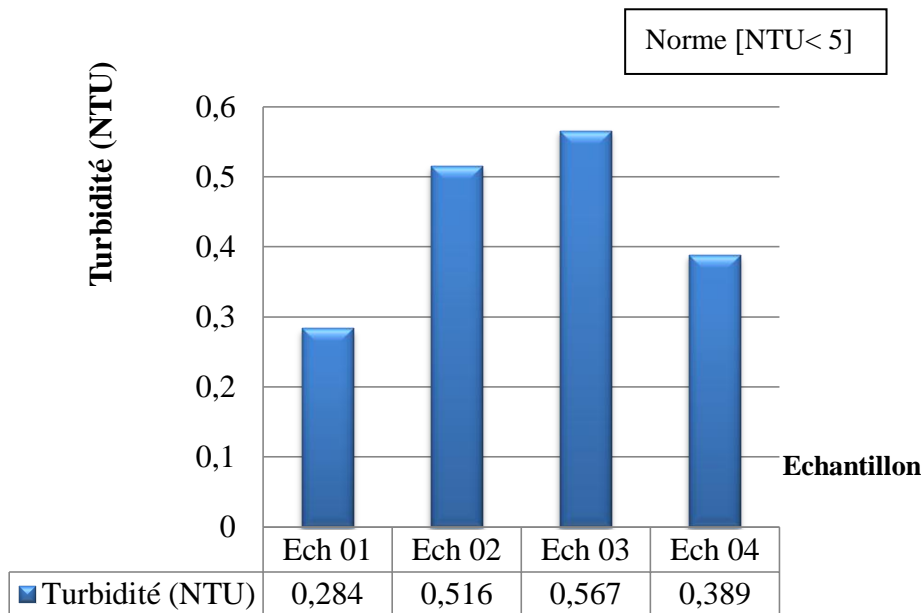
La mesure de ce paramètre permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau

Selon les normes de Conductivité requises par l'OMS [200 à 2000], nos résultats est corresponde aux normes.

### 1.4.1.4. Turbidité

La turbidité représente la transparence d'une eau, cette transparence peut être affectée par la présence des particules en suspension organiques et/ou inorganiques.

L'OMS (1997) fixe une norme pour une bonne qualité de l'eau potable de Néphélométrie Turbide Unit (NTU) < 5 → eau claire.



*Figure 12 : Evaluation de la turbidité dans nos échantillons étudiés*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

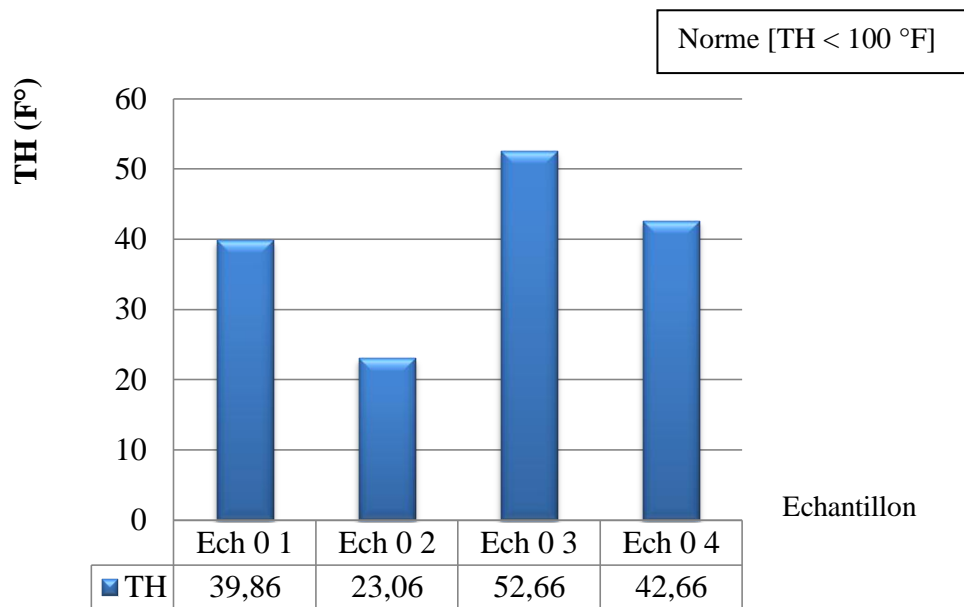
Selon les normes du Turbidité requises par l'OMS [ $NTU < 5$ ], nos résultats est corresponde aux normes. Ce qui signifie que l'eau des 4 échantillons à une bonne qualité à coté de turbidité.

## 1.4.2. Paramètres chimiques

### 1.4.2.1. Dureté de l'eau TH

La dureté d'une eau reflète sa concentration en sels minéraux dissous plus particulièrement en ions de  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ , plus cette concentration est élève plus l'eau est dure (Sekerka et al, 1975).

L'OMS (1996) fixe une norme de TH  $< 100$  °F pour une eau convenable à la consommation humaine.



**Figure 13: Evaluation de la dureté de l'eau (TH) dans nos échantillons étudiés**

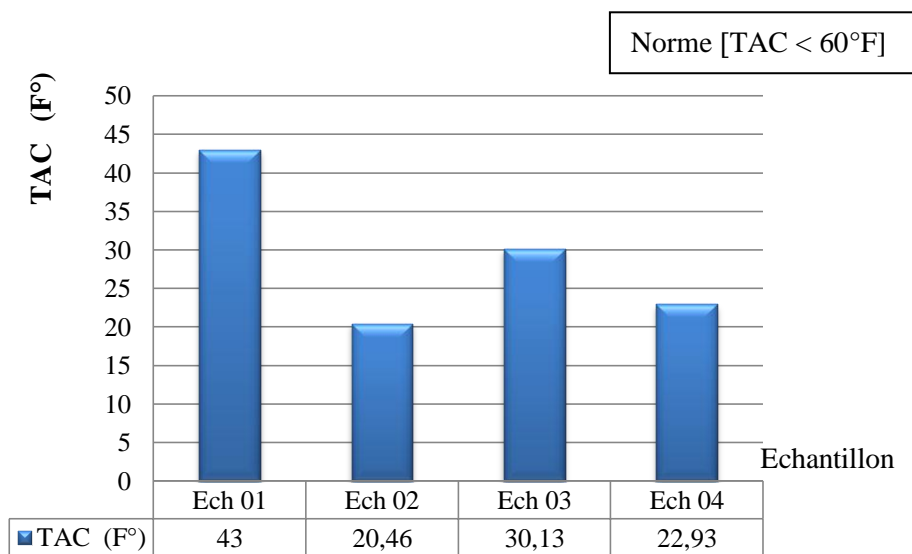
- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Selon les normes de la dureté de l'eau requises par l'OMS [TH < 100 °F], nos résultats est corresponde aux normes.

### 1.4.2.2. Titre Alcalimétrique Complet TAC

Selon les normes du Titre Alcalimétrique Complete TAC requises par l’OMS

[TAC < 60 °F]



*Figure 14 : Evaluation de la Titre Alcalimétrique Complete TAC dans nos échantillons étudiés*

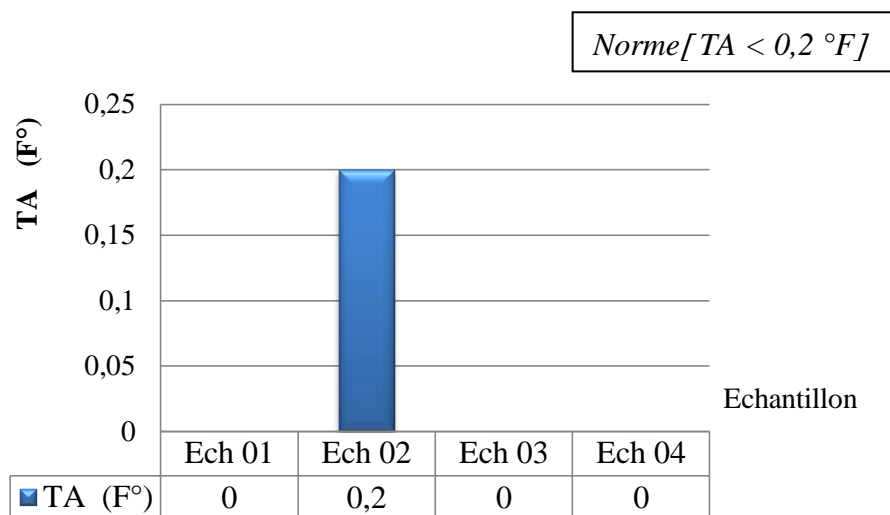
- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d’Ain Deheb

Nos résultats montrent que les 4 échantillons étudiés présentent des valeurs répondues aux normes d’OMS.

### 1.4.2.3. Titre Alcalimétrique (TA)

Selon les normes du Titre Alcalimétrique Complete (TA) requises par l'OMS

$$[TA < 0.2^{\circ}F]$$



*Figure 15: Evaluation de la Titre Alcalimétrique TA dans nos échantillons étudiés*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent une absence totale de TA dans les échantillons étudiée sauf que l'échantillon N° 02 (Darri) dépassé légèrement les normes.

### 1.4.2.4. Calcium et Magnésium

Le  $Ca^{2+}$  et le  $Mg^{2+}$  sont des éléments que l'on retrouve abondamment dans le sol et la roche ; ils sont essentiels à la santé de l'être humaine.

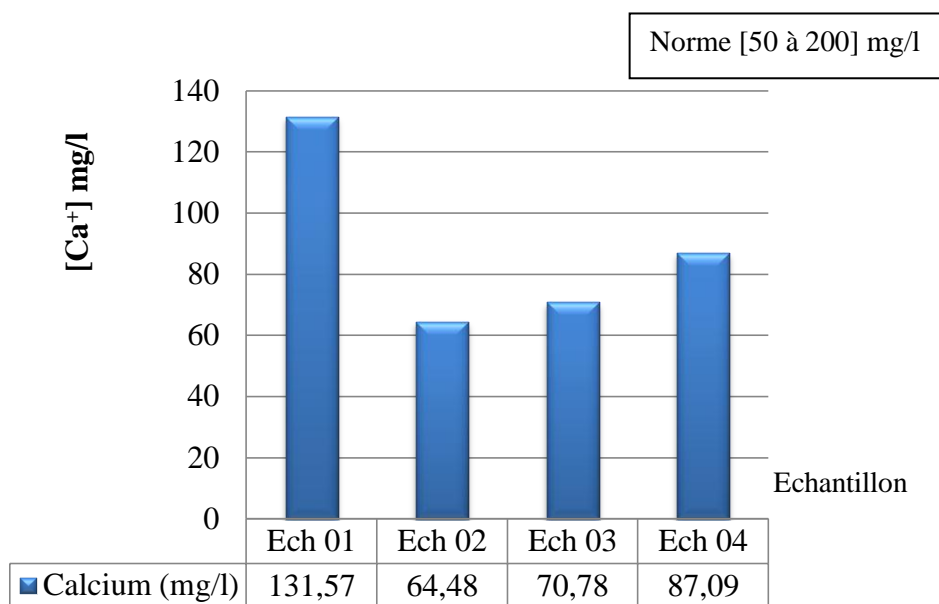
D'après l'OMS (1997) pour une eau potable de bonne qualité présent une concentration de  $Ca^{2+}$  de **50 à 200 mg/l** et pour la concentration de  $Mg^{2+}$  de **30 à 60 mg/l**.

#### 1.4.2.4.1. Le calcium

Le  $\text{Ca}^{2+}$  est présent dans l'eau potable d'une part peut avoir des effets bénéfiques comme le blocage de l'absorption des métaux lourds, il accroît la masse osseuse et prévient certain type de cancer « cancer du côlon chez les humaines » et même faire disparaître les premiers signes de cancer colorectale (**Garland et all., 1985**), (**Lipkin et al, 1989**).

Ce cancer apparait plus fréquemment que prévu chez les personnes qui boivent de l'eau de faible dureté, pauvre en  $\text{Ca}^{2+}$  (**Silberner, 1985**).

En sur dosage, le  $\text{Ca}^{2+}$  peut être nocifs pour la santé à des concentrations très élevée car il réduit l'absorption d'autres éléments minéraux essentiels comme le fer. (**Monser et al., 1976**).



**Figure 16 : Evaluation de la concentration de calcium dans nos échantillons étudiés.**

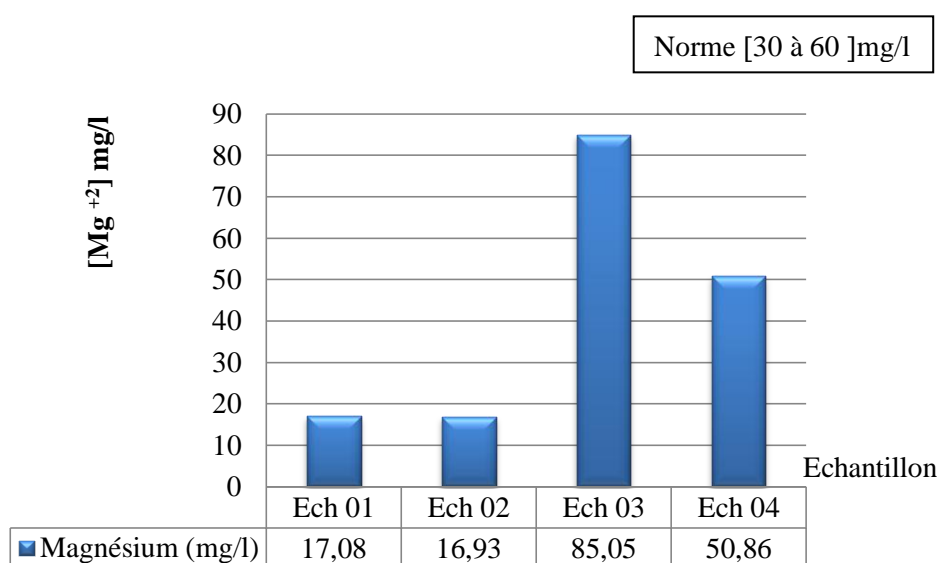
- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Les 04 échantillons présentent des valeurs réponde aux normes d'OMS.

#### 1.4.2.4.2. Magnésium

Le  $Mg^{2+}$  est un élément indispensable au métabolisme du corps humaine, car le  $Mg^{2+}$  est indispensable à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et sur toute rénales. L'inconvénient le plus évident de la présence de Magnésium dans l'eau potable est son effet laxatif.

Le corps humain demande environ 25g de  $Mg^{2+}$ . L'apport en  $Mg^{2+}$  fourni par l'eau potable varie considérablement selon la dureté de celle-ci. L'apport quotidien chez sujet consommant 1,5 litre d'eau chaque jour se situerait entre 1,5mg/l (eau douce, 1mg/l de  $Mg^{2+}$ ) et 37,5 mg/l (eau dure, 25mg/l de  $Mg^{2+}$ ) (Bokovay, 1986).



*Figure 17: Evaluation de la concentration de magnésium dans nos échantillons étudiés.*

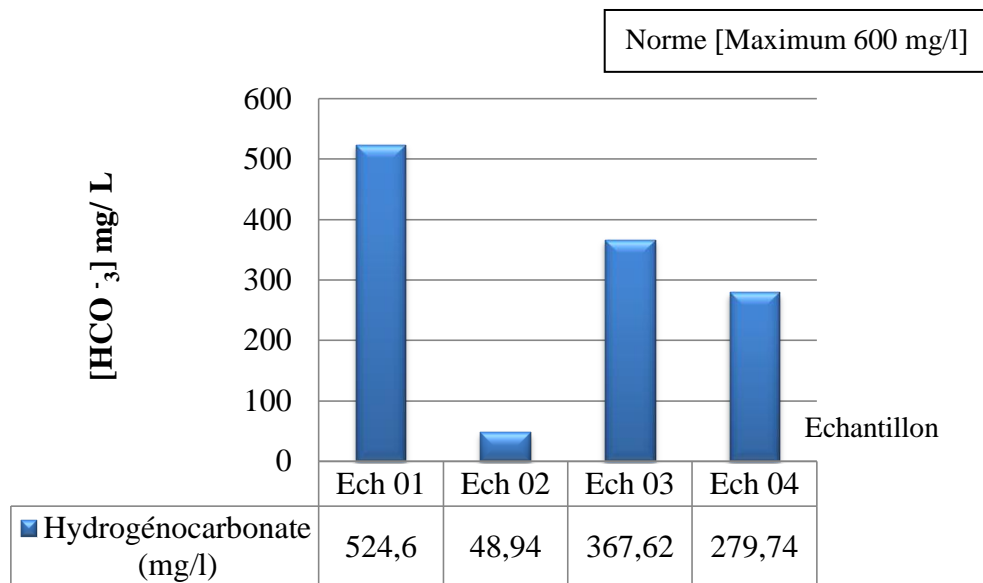
- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Selon les normes du Magnésium requises par l'OMS [30 à 60 mg/l], nos résultats montrent que l'eau des sources 1 et 2 est inférieure aux normes. Par contre la teneur de Magnésium dans l'eau de la source N° 3 dépasse les normes d'OMS, sauf l'eau de la source N°4 correspond aux normes d'OMS.

#### 1.4.2.5. Bicarbonate ( $HCO_3^-$ )

L'alcalinité c'est une mesure globale évaluant en bloc des carbonates et des bicarbonates alcaline ou alcalino-terreux, et des bases fortes.

Le bicarbonate intervient également dans le traitement de l'eau notamment comme régulateur de pH. Pour une bonne qualité de l'eau potable l'OMS (1997) fixe une norme comprise de Maximum 600 mg/l.



**Figure 18: Evaluation de la concentration de bicarbonate( $HCO_3$ ) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

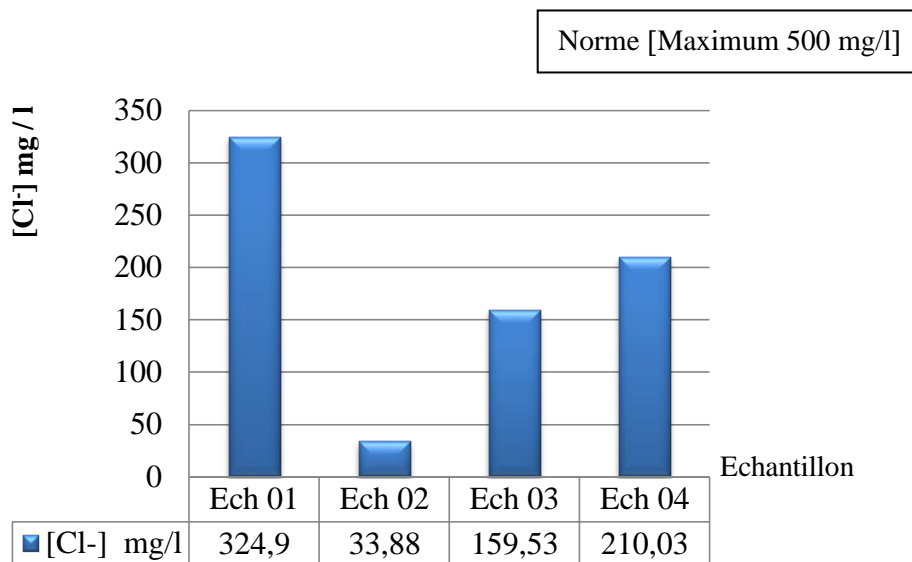
Nos résultats montrent que les 4 échantillons étudiés présentent des valeurs répondues aux normes d'OMS. Sauf que l'eau de la source N°2 présente une valeur légèrement faible par rapport aux normes d'OMS.

#### 1.4.2.6. Le chlorure (Cl<sup>-</sup>)

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous formes des sels de sodium (NaCl) ou de potassium (KCl). Les eaux de mer contiennent la plus grande quantité de chlorure dans l'environnement selon le (**Conseil National de la Recherche de Canada, 1977**).

L'effet nocif de chlorure sur la santé résulte dans hypertension sensible ou sodium (Na)

Selon certaines indications, il semblerait que le sodium et chlorure pouvant exercer un effet hypertenseur. En soi, le chlorure ne semble pas cause l'hypertension chez l'humaine. (**Ministère de la Santé Nationale et du Bien-être social, Canada, 1983**).



**Figure 19 : Evaluation de la concentration de chlorure (Cl<sup>-</sup>) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Les normes Algériennes de la potabilité de l'eau et l'OMS (1997) fixé une norme opportune de chlorure à valeur de Maximum 500 mg/l.

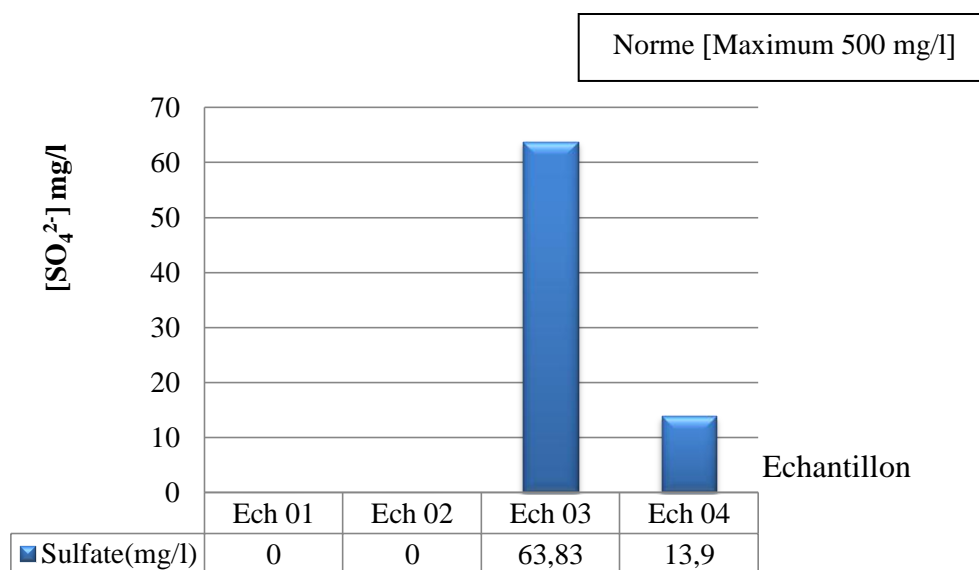
Nos résultats montrent que les 4 échantillons étudiés présentent des valeurs répondues aux normes d'OMS. Sauf que l'eau de la source N°2 présent une teneur de chlorure légèrement faible par rapport les normes d'OMS.

#### 1.4.2.7. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

La teneur en sulfate des eaux est très variable dépend essentiellement à l'interaction de l'eau avec des dépôts des substances dans l'aquifère de la nappe phréatique, du fait de la solubilité du gypse, les concentrations relevées dans les aquifères peuvent nettement dépasser les 100 mg/l.

A côté de cela le sulfate peut être aussi formé comme produit final d'un processus d'oxydation microbienne en liaison avec la dénitrification des nitrates dans l'aquifère. De nappe phréatique (Barry, 1988).

Selon l'OMS (1997) fixe une norme de 500 mg/l, les principaux effets physiologiques provoqués par l'ingestion de grandes quantités de sulfates sont la purgation et l'irritation gastro-intestinale chez les adultes (Peck, 1970).



*Figure 20 : Evaluation de la concentration de sulfate ( $\text{SO}_4^-$ ) dans nos échantillons étudiés.*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent que la concentration de sulfate ( $\text{SO}_4^-$ ) dans l'eau des sources 1 et 2 est néant, et un teneur légèrement faible de sulfate dans l'eau des sources N° 3 et 4 les 4 par rapport les normes d'OMS, et Norme Algériennes [200 à 400 mg/l].

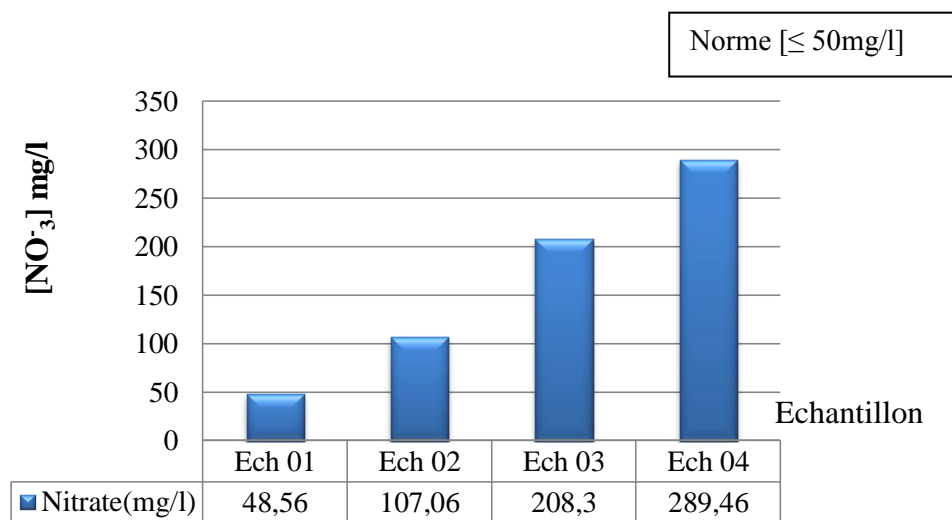
#### 1.4.2.8. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), et nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement, il résulte d'une nitrification des ions d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) présent dans le sol.

L'OMS (1997) fixe une norme de **50 mg/l** pour une bonne qualité de l'eau potable, si cette norme se dépasse de 50 mg/l il aura une toxicité à la réduction en nitrite et de formation de méthémoglobine.

#### 1.4.2.8.1. Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), et nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )

##### Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )



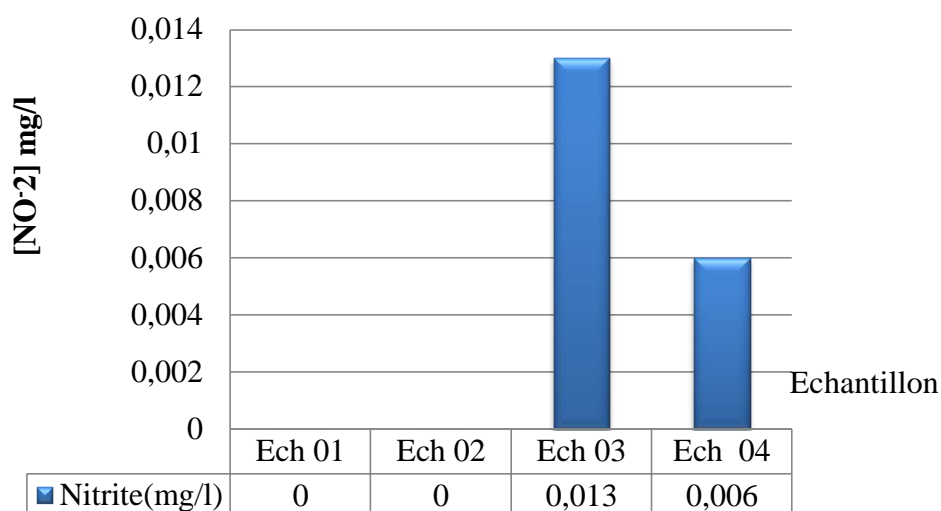
*Figure 21 : Evaluation de la concentration de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dans nos échantillons étudiés.*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent que la teneur de Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) dans l'eau des sources N° 2, 3 et 4 présente des valeurs de Nitrate supérieur aux normes d'OMS. Sauf que l'eau de la source N°1 présente une teneur de Nitrate répondue aux normes d'OMS.

❖ **Le nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Norme [0.1 ou ≤ 0.02] mg/l

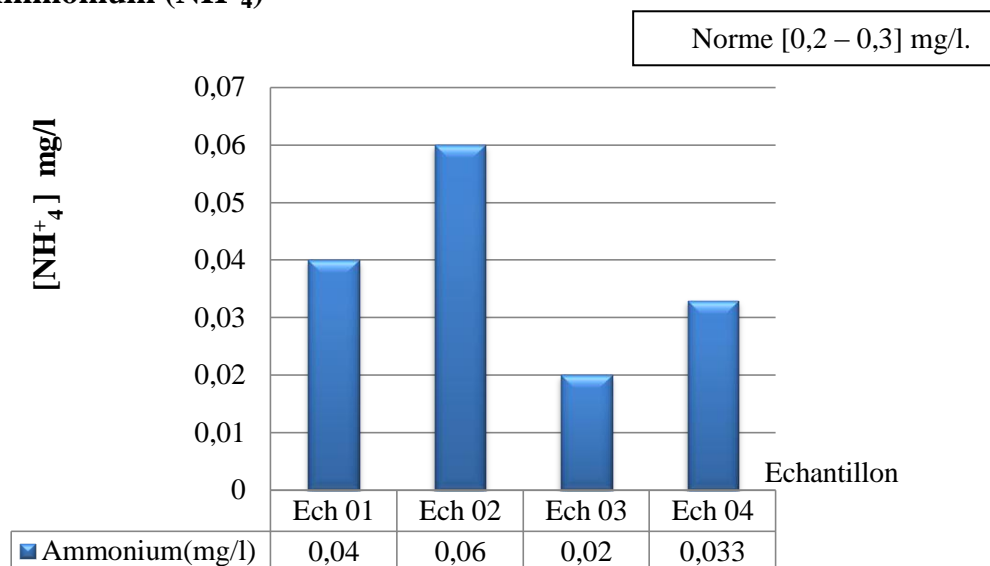


**Figure 22 : Evaluation de la concentration de nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrant que une absence totale de Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans l'eau des sources N°01 et 02, par contre la source N°03 et 04 présentés une valeur répondue aux normes Algériennes (la [NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0,1mg/l) au maximum et l'OMS à ([NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0,1 ou ≤ 0,02mg/l).

#### 1.4.2.8.2. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )



**Figure 23 : Evaluation de la concentration de Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

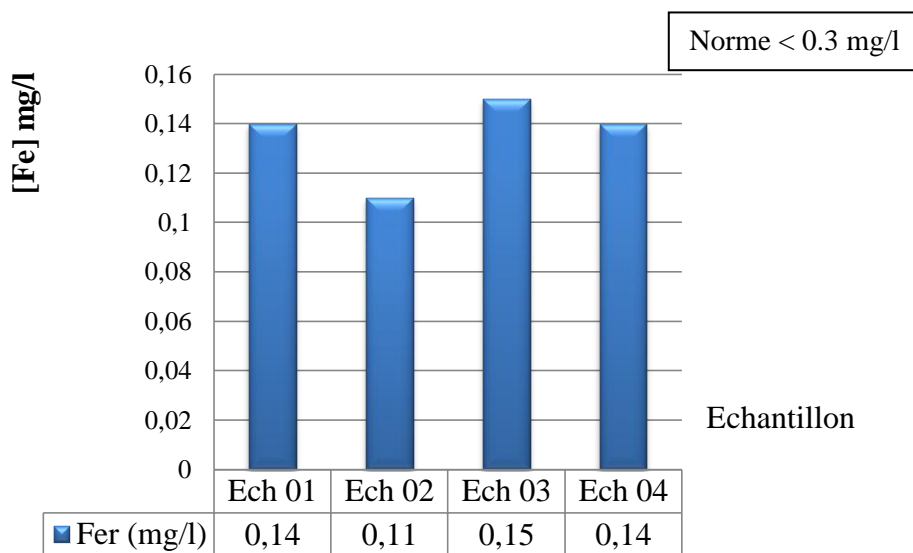
Nos résultats montrant que la teneur d'Ammonium [ $\text{NH}_4^+$ ] dans les 04 échantillons 01, 02, 03 et 04 légèrement inférieure aux normes Algériennes ( $[\text{NH}_4^+] = 0,5$  mg/l) et l'OMS ( $[\text{NH}_4^+] = [0,2 \text{ à } 0,3]$  mg/l).

#### 1.4.2.9. Fer (Fe)

Le fer est élément indispensable au fonctionnement du corps humain (synthèse de l'hémoglobine du sang). Les besoins journaliers sont estimés à environ 10 milligrammes (mg) par jour, selon l'âge et le sexe.

Pour une bonne qualité de l'eau potable l'OMS (1997) fixe une norme inférieure à 0.3mg/l.

L'OMS (2006) fixe une concentration de fer à [0,5 à 50 mg/l] et les normes Algériennes (2000) de l'eau potable fixe une concentration de fer au maximum 0,3 mg/l



*Figure 24 : Evaluation de la concentration de Fer (Fe) dans nos échantillons étudiés.*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent que les 4 échantillons étudiés présentent des valeurs répondant aux normes d'OMS, et les normes Algérienne de la potabilité des eaux.

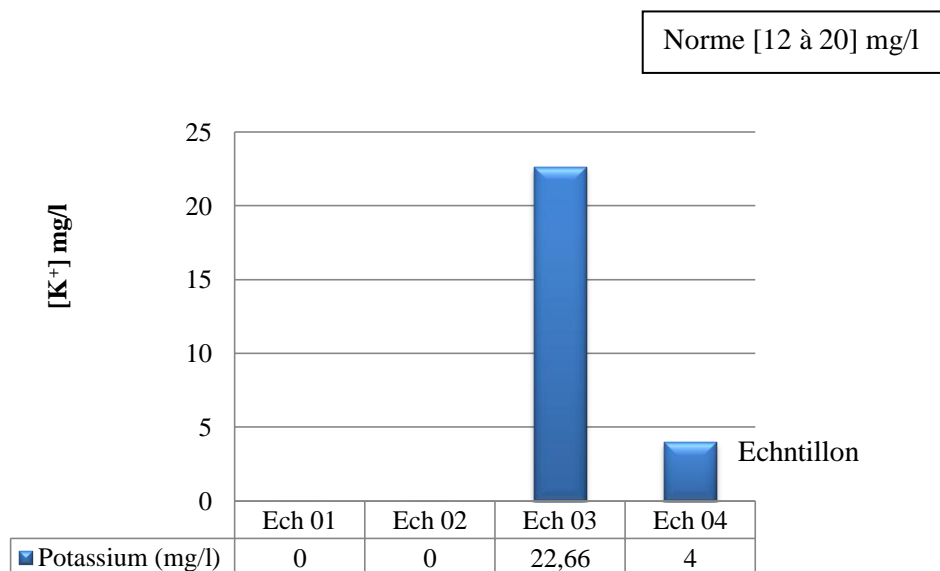
La présence du fer dans les sources naturelles indique de la décomposition des roches et des minéraux du sol (Kirkpatrick et al. 1977).

#### 1.4.2.10. Orthophosphore

Nos résultats montrent une absence totale de la concentration d'Orthophosphore dans l'eau des échantillons étudiée.

#### 1.4.2.11. Potassium ( $K^+$ )

L'OMS (1997) fixe une norme de  $[K^+] = [12 \text{ à } 20] \text{ mg/l}$  pour une eau convenable à la consommation humaine.



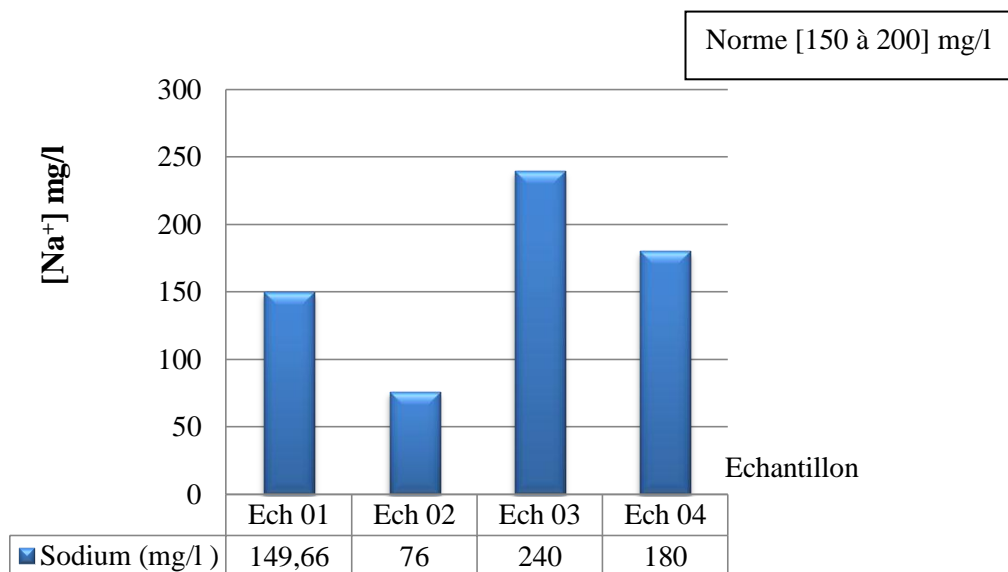
**Figure 25 : Evaluation de la concentration de Potassium ( $K^+$ ) dans nos échantillons étudiés.**

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent que une absence totale de potassium dans l'échantillon N°01 et N°02, Par contre l'échantillon N°03 est dépasser les normes d'OMS. Par contre Echantillon N°04 la concentration de potassium  $[K^+]$  est très inférieur par rapport les Normes.

#### 1.4.2.12. Sodium ( $\text{Na}^+$ )

L'OMS (1997) fixe une norme de ( $[\text{Na}^+] = [150 \text{ à } 200] \text{ mg/l}$ ) pour une eau convenable à la consommation humaine, et les normes Algériennes de la potabilité des eaux à (200 mg/l).



*Figure 26 : Evaluation de la concentration de sodium  $[\text{Na}^+]$  dans nos échantillons étudiés.*

- Ech 01 : source de Halawa
- Ech 02 : source de Darri
- Ech 03 : source de Merte
- Ech 04 : source d'Ain Deheb

Nos résultats montrent que la concentration de Sodium dans la source N°01 et 02 est inférieure aux normes Algériennes et l'OMS. Par contre la teneur de sodium  $[\text{Na}^+]$  dans l'eau de la source N° 03 dépasse les normes d'OMS, sauf que la teneur de sodium dans l'eau de la source N°04 répond aux normes d'OMS

## 2. Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats de notre travail sur la partie bactériologie sont regroupés sous forme de tableau ci-dessous.

**Tableau 20 : Résultats bactériologiques de 1<sup>er</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).**

Les paramètres	Les échantillons				Les normes
	01	02	03	04	
<i>Coliformes totaux</i> <i>UFC/100ml</i>	Néant	Néant	indénombrable	Néant	0
<i>E. coli</i> <i>UFC/100ml</i>	Néant	Néant	Néant	Néant	0
<i>Streptocoques fécaux</i> <i>UFC/100ml</i>	Néant	Néant	12	Néant	0
<i>Clostridium sulfito réducteurs</i> <i>UFC/100ml</i>	Néant	Néant	Néant	Néant	0

Pour une eau de bonne qualité bactériologique l'absence totale des germes Pathogènes est souhaitable pour une conformité aux normes national et international. Par contre l'eau de mauvaise qualité bactériologique est basée sur le dénombrement des germes pathogènes tels que les *coliformes fécaux, totaux*, les *streptocoques fécaux* et les *Clostridium sulfito réducteurs...* (Rodier et al., 2005).

**L'analyse bactériologique des *coliformes totaux*** montrent que l'eau des sources 1, 2 et 4 présente une absence totale des *coliformes totaux*. Par contre l'eau de la source 3 présenté un nombre indénombrable des colonies de *coliforme totaux*. L'eau des sources 1, 2 et 4 semble conforme aux normes d'OMS et Algériennes (0 UFC/100ml). L'analyse de l'eau de la source 3 (Merte) semble dépasser les normes requises, ceci est vraisemblablement dû à une contamination fécale récente par des animaux.

**L'analyse bactériologique des streptocoques** montrent que une absence totale des *streptocoques fécaux* dans l'eau des sources 1, 2 et 4 ce qui répond aux normes d'OMS et Algériennes (0 UFC/ 100ml). Sauf que les valeurs de l'eau de la source 3 (Merte) dépasse légèrement les normes (12 UFC/ 100ml), ce qui est indiquant à une contamination fécale récente à cause de l'animation humaine dans ces région.

**L'analyse bactériologique des E. coli** montrent que une absence totale de *E. coli* dans l'eau analysé de la source 1, 2, 3 et 4 ce qui répond aux normes d'OMS et Algériennes.

**L'analyse bactériologique de Clostridium Sulfito- Réducteurs** montrent que Une absence totale de *Clostridium Sulfito-Réducteurs* dans l'eau des sources 1, 2, 3 et 4 ce qui répond aux normes d'OMS et Algériennes.

**Tableau 21 : Résultats bactériologiques de 2<sup>ème</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).**

Les paramètres	Les échantillons				Les normes
	01	02	03	04	
<i>Coliformes totaux</i> <i>c/100ml</i>	Néant	116	indénombrable	Néant	0
<i>E. coli</i> <i>c/100ml</i>	Néant	Néant	33	Néant	0
<i>Streptocoques</i> <i>fécaux</i> <i>c/100ml</i>	Néant	39	19	Néant	0
<i>Clostridium sulfito</i> <i>réducteurs c/100ml</i>	Néant	Néant	Néant	Néant	0

**L'analyse bactériologique des coliformes totaux** montrent que un résultat de 116 UFC/ 100ml dans l'eau de la source 2 et un nombre indénombrable de colonies dans l'eau de la source 3. Donc elle est dépassée les normes de (0 UFC/ 100ml) d'OMS et Algériennes c'est-à-dire il y a une contamination fécale récente par des animaux. Par contre une absence totale des *coliformes totaux* dans l'eau des sources 1 et 4.

**L'analyse bactériologique des Streptocoques fécaux** montrent une absence totale de *Streptocoque* dans l'eau des sources 1 et 4. Par contre il y a un nombre de 39 UFC/ 100ml dans l'eau de la source 2, et 19 UFC/ 100ml dans l'eau de la source 3, ce qui est dépassé les normes d'OMS et Algériennes, donc elle est indiquant à une contamination fécale récente par des animaux.

**L'analyse bactériologique des E. coli** montre une absence totale d'*E. Coli* dans l'eau des sources 1, 2, et 4. Sauf l'eau de la source 3 qui est présentée un nombre de 33 UFC/ 100ml, donc elle est dépassée les normes d'OMS et Algérienne à cause de l'animation humaine dans ces régions.

**L'analyse bactériologique des Clostridium -Sulfite Réducteurs** montrent que une absence totale de *Clostridium -Sulfite Réducteurs* dans l'eau des sources 1, 2, 3 et 4.

**Tableau 22 : Résultats bactériologiques de 3<sup>ème</sup> prélèvement comparé avec les (Norme Algérienne de potabilité de l'eau).**

Les paramètres	Les échantillons				Les normes
	01	02	03	04	
<i>Coliformes totaux</i> UFC/100ml	Néant	indénombrable	indénombrable	Néant	0
<i>E. coli</i> UFC/100ml	Néant	Néant	58	Néant	0
<i>Streptocoques fécaux</i> UFC/100ml	Néant	52	26	Néant	0
<i>Clostridium sulfite réducteurs</i> UFC/100ml	Néant	Néant	Néant	Néant	0

**L'analyse bactériologique des *coliformes totaux*** montrent une absence totale des *coliformes totaux* dans l'eau de la source 1 et 4 ce qui est identifié avec les normes d'OMS et Algérienne. Par contre il ya un nombre indécomptable dans l'eau de la source 2 et 3, elle est dépassé les normes, ce qui est indiquant à une contamination fécale récente par des animaux.

**L'analyse bactériologique des *Streptocoques fécaux*** montrent une absence totale de *Streptocoque* dans l'eau des sources 1 et 4, ce qui est identifié aux normes d'OMS et Algérienne. Mais un nombre de 52 UFC/ 100ml dans l'eau de la source 2 et 26 UFC/ 100ml dans l'eau de la source 3, donc elle est dépassé les normes. Ces résultats c'est un indice de contamination fécale récente à cause de l'animation humaine et par des animaux dans ces régions.

**L'analyse bactériologique des *E. coli*** montrent une absence totale d'*E. Coli* dans l'eau des sources 1, 2 et 4. Ce qui est conforme avec les normes d'OMS et Algérienne. Sauf l'eau de la source 3 à un nombre de 58 UFC/ 100ml, ce qui est indiquant à une contamination fécale récente par des animaux.

**L'analyse bactériologique des *Clostridium -Sulfite Réducteurs*** montrent une absence totale de *Clostridium -Sulfite Réducteurs* dans l'eau des sources 1, 2, 3 et 4, ce qui est identifié aux normes d'OMS et Algérienne.

*Conclusion*

## *Conclusion*

S'il est nécessaire de consommer de l'eau en quantité suffisante, il est également requis que cette eau soit de bonne qualité, saine et pure.

Selon les résultats des analyses **bactériologiques** L'eau de la source 01 (HALAWA) région de Miliana c'est une eau de bonne qualité bactériologique, celle de (Darri) Source 02 une eau consommable mais à condition d'un contrôle bactériologique continu. Par contre, l'eau de la source 03 (Merte) région Ain Dheb est de mauvaise qualité bactériologique (non consommable) à cause de la présence des germes pathogènes transmis par les animaux, ceci présente des répercussions morbides pour la santé des populations. L'eau de la source 04 (Ain Dheb) région Ain Dheb c'est une eau de bonne qualité bactériologique et consommable. Cependant, un traitement efficace de désinfection pour la protection de ces sources et la sécurité sanitaire pour le consommateur est nécessaire.

Sur le plan **Physico-chimique** les paramètres étudiés PH, Conductivité, Température, Turbidité, TH,  $Tca^{++}$ , TAC, TA,  $Cl^{-}$ , Ammonium, Nitrite, Nitrate, Sulfate, Orthophosphore, Fer, Potassium, Sodium, Calcium, Magnésium, Hydrogénocarbonate, Carbonate de calcium, Présentent des résultats conformes aux normes pour l'eau des sources 01(Halawa), 02 (Darri)et 04 (Ain Deheb) dans la majorité des paramètres sauf le cas de Nitrate, Potassium, hors normes. L'eau de la source 03 (Merte) aussi conformes aux normes sauf quelques paramètres tels que Magnésium, Sodium, Nitrate etc.

Sur le plan **organoleptique** Selon les résultats l'eau des quatre sources présente des caractéristiques propres à la consommation.

*Référence bibliographique*

## *Références bibliographiques*

- **Agence National des eaux, 2004.**
- **Apfelbaum, 1995.** Diététique et nutrition 3<sup>eme</sup>. Edition. Masson.
- **Barraque, 2006,** Economique en questions, l'eau des villes et l'eau des champs.
- **Bouziani Mustapha. Septembre 2000** .L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn-Khaldoun.
- **Boeglin J.C., 1999.** Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement.
- **Bouhaous M et Bengharez Z 2012.** Contamination des eaux souterraines par les nitrates : Analyses microbiologique, source de contamination et évaluation sanitaire. Edition universitaire Européennes (EUE). Saarbrücken, Dentçhland .Allemagne.
- **Bliefert et Perraud 2001.** Chimie de l'environnement air, eau, sols, déchets. Edition de Boeck.
- **Clément .J.M 1981.** Larousse agricole. Edition laïusseur.
- **Cheval. A ,1982.** Ladésinfection des eaux de consommation étude technique de synthèse, technique de documentation. Paris.
- **Clayson A .2001.** Une crise mondiale de l'eau secrétaire du WWAP, UNISCO
- **Cresson E. 1999** .Le journal de l'eau de l'environnement.
- **Claude Cardot 1999.** Les traitements de l'eau. Procédés physico-chimiques et biologiques. Edition Ellipses.
- **Dellaras.C et Trébaol.B, 2003,** surveillance sanitaire et microbiologique des eaux ; réglementation, prélèvements Analyses.
- **Degremont ,1989.** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1.
- **France - Décret no 2001-1220 du 20 décembre 2001** relatif aux eaux destinées à la consommation humaine - Normes françaises [archive].

- **Franck Rejsek 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Service culture édition ressources pour l'éducation nationale.
- **Gommella Guerre. 1978.** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines au rurales. Edition EVROLLES. Paris. France.
- **Gomella C et Guerree H 1978.** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Ed Eyrolles.
- **Jean Rodier 2009.** L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition Dunod.
- **Jaques Béchaux, 1978** Mémento technique de l'eau. Lvoisier, paris France.
- **Jacque E 2010,** Boiseleve- structure et propriété de l'eau.
- **Kettab. A 1992** , Traitement des eaux. Les eaux potables. Office des publications universitaires (Alger).
- **Lanoix J et Roy M. L 1976.** Manuel de technicien sanitaire, édition OMS
- **Martin 2008,** Research on nitrite an is its function in the human body.
- **Mustapha Bouziani 2000.** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition ibn khaldoun.
- **OMS 1997** Organisation mondiale de la santé. Exigences de qualité .Les eaux destinées à la consommation humaine.
- **Ouali.M 2001.** Traitement des eaux, Ed office des publications universitaires, Alger.
- **OMS 2004** Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition - OMS [archive].
- **Professeur Mohand –Saïd Ouali 2001.** Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires ALGER.

# *Annexes*

*les appareils des analyses physico-chimiques et bactériologiques*

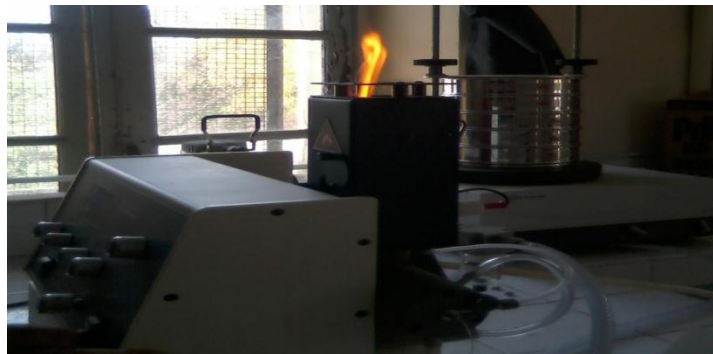
*Turbidimètre*



*PH-mètre,  
Thermomètre,  
Conductimètre*



*photométrie de la  
flamme*



*Spectrophotomètre*



*Stréptométrie par  
filtration sur la  
membrane*

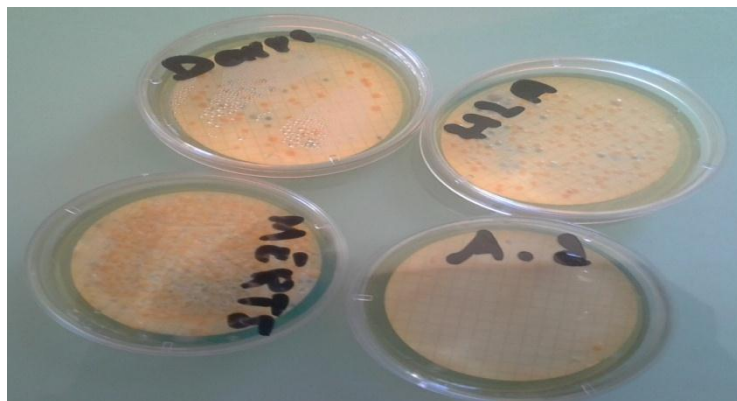


**Etuve**



*Résultats des Analyses bactériologique*

*coliforme totaux*



*Clostridium sulfito-  
réducteur*



*E. Coli*



*Streptocoque fécaux*



## ***Résumé***

Avec la croissance démographique par le temps, l'importance de l'eau devient de plus en plus grande et la disponibilité de ce pétrole blanc devient de plus en plus difficile. Pour cette raison, l'exploitation des eaux non utilisées devient une nécessité.

Les eaux Souterraines, avec le développement industriel, sont de plus en plus exposées aux divers agents de pollution par infiltration de différents rejets vers les nappes.

A cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude pour déterminé la qualité physico-chimique et bactériologique des quatre sources d'eau de différentes région. Les résultats des Analyses physico-chimique et bactériologique ont montré que l'eau des sources 01 et 04 c'est une eau de bonne qualité, celle de l'eau de source 02 une eau consommable mais à condition d'un contrôle bactériologique continu. Et une eau de mauvaise qualité bactériologique (non consommable) pour l'eau de source 03 à cause de la présence de certains germes pathogène comme les coliformes totaux, les *E. coli* et les *Streptococcus sp* transmis par certains animaux sauvages, ceci présente des répercussions morbides pour la santé des populations. Ceci comparé avec les normes d'OMS et les normes Algériennes de potabilité des eaux pour assurer la santé et le bien être du consommateur.

On peut conclure que les sources d'eau présentée dans notre étude nécessitent un traitement efficace de désinfection pour la protection et la sécurité sanitaire s'ils sont utilisés par le consommateur.

**Mots clés :** *Eau de source ; Paramètres minéraux ; paramètres bactériologiques*