



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ Dr MOULAY TAHAR De SAÏDA

Faculté des Sciences

**Département de Chimie**

# MEMOIRE

Présenté par : M.Ouardi Djelloul et M. Bouras Abdelkader

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER II**

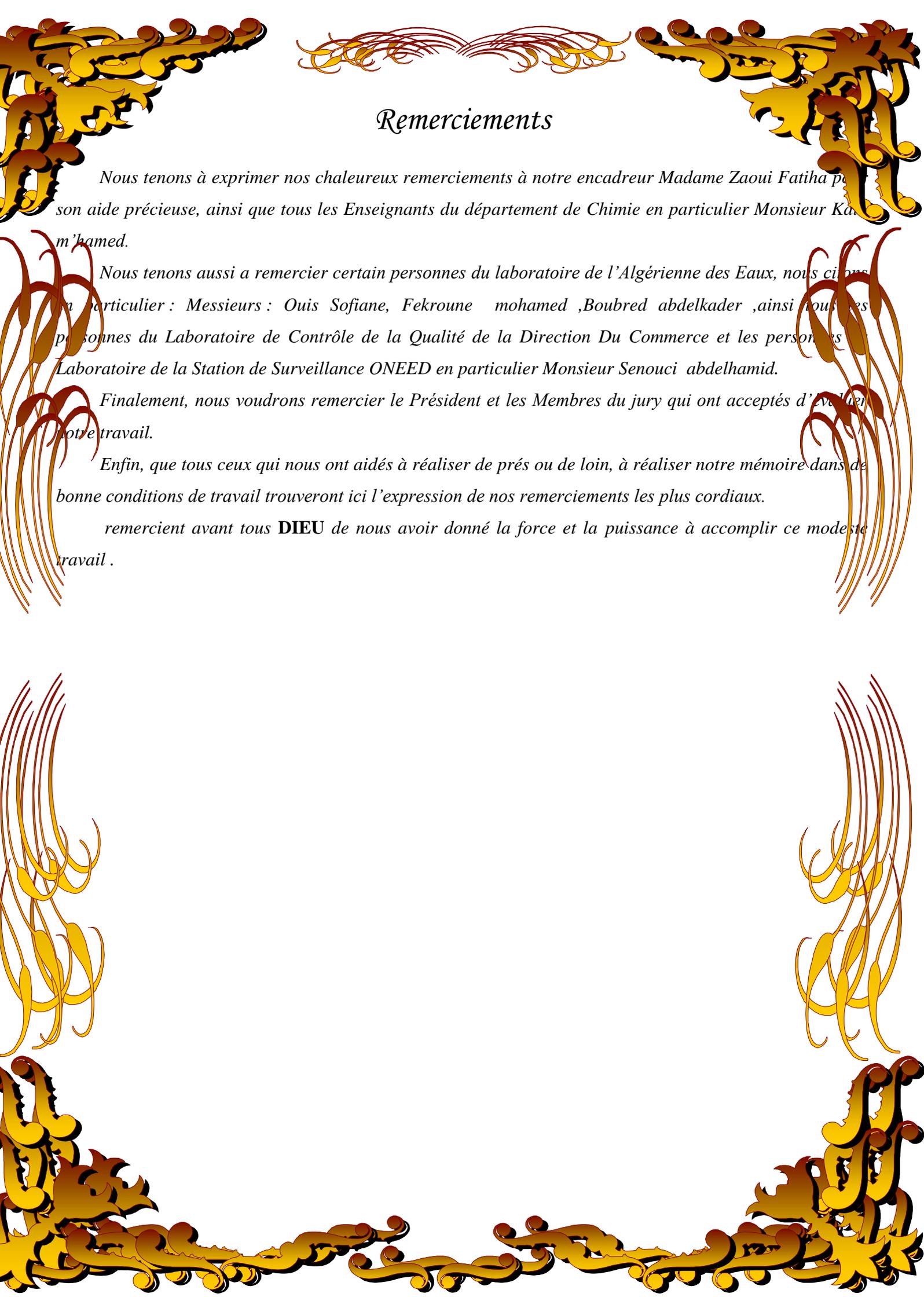
En Chimie Option chimie inorganique et l'environnement

## Thème

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et  
bactériologique du mélange d'eaux  
d'Ain Skhouna et Ain Zerga et impact environnemental

Soutenu le ...**02/06/2016**....., devant le jury composé de :

Président	Mr A. Guendouzi	Maitre de Conférences « B »	Université de Saïda
Examineur	Mr M. Ouezene	Maitre ASSISTANT « A »	Université de Saïda
Examineur	Mr Y. Aimer	Maitre ASSISTANT « B »	Université de Saïda
Encadreur	M <sup>me</sup> F. Zaoui	Maitre de Conférence « B »	Université de Saïda
Co-Promoteur	Mr S. Ouis	Chef de Station	ADE Saïda



## Remerciements

*Nous tenons à exprimer nos chaleureux remerciements à notre encadreur Madame Zaoui Fatiha pour son aide précieuse, ainsi que tous les Enseignants du département de Chimie en particulier Monsieur Kamel m'hamed.*

*Nous tenons aussi à remercier certain personnes du laboratoire de l'Algérienne des Eaux, nous citons en particulier : Messieurs : Ouis Sofiane, Fekroune mohamed ,Boubred abdelkader ,ainsi tous les personnes du Laboratoire de Contrôle de la Qualité de la Direction Du Commerce et les personnes du Laboratoire de la Station de Surveillance ONEED en particulier Monsieur Senouci abdelhamid.*

*Enfin, nous voudrions remercier le Président et les Membres du jury qui ont acceptés d'évaluer notre travail.*

*Enfin, que tous ceux qui nous ont aidés à réaliser de près ou de loin, à réaliser notre mémoire dans de bonne conditions de travail trouveront ici l'expression de nos remerciements les plus cordiaux.*

*remercient avant tous **DIEU** de nous avoir donné la force et la puissance à accomplir ce modeste travail .*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*\*La mémoire de mon père, ma tés chère mère, mes chères frères et Sœurs et  
a toute la Famille.*

*\*Mes Amis : ABDOUNE , TABINA , BAKHTAOUI , SIDI AHMED ,  
DJAMEL, BRACHEMI ,  
KHADDAOUI ,CHEIKHI,SADOUK ,ACHOUR,KERKEB,FELLAH,  
BOUKHARI,KAFI,ALOUI,GHAOUT,AZIZ AMINE ,BRAKNI ,*

*\*Mes Collègues de la Direction de l'Environnement ainsi que la Promotion  
de l'Année Universitaire 2015-2016 option : chimie inorganique et  
environnement*

*\*Ainsi qu'a tous ceux que j'ai connu dans ma vie.*

**OUARDI DJELLOUL**



## *Dédicaces*

Je dédie cet humble mémoire à :

*\*La mémoire de mon père, ma tés chère mère, mes chères frères  
et ma Sœurs et surtout ma femme et mon fils :Abdelkrim et Islam a toute la  
Famille.*

*\*Mes Amis : BOUTALEB HOUCINE, DAOUDI HADJ MOHAMED*

*\*Mes Collègues de la Direction de l'Agence national des ressources  
hydraulique (A.N.R.H) ainsi que la Promotion de l'Année Universitaire 2015-  
2016 option : chimie inorganique et environnement*

*\*Ainsi qu'a tous ceux que j'ai connu dans ma vie.*

**BOURAS ABDELKADER**

## SOMMAIRE

Introduction générale .....	1
<b>I.1 Introduction :.....</b>	<b>3</b>
<b>I.2 Les origines de l'eau :.....</b>	<b>3</b>
I.2.1 Les eaux météoriques : .....	3
I.2.2 Les eaux souterraines :.....	3
I.2.2.1 Nappes profondes : .....	4
I.2.2.2 Nappes phréatiques :.....	4
I.2.2.3 Nappes alluvionnaires : .....	4
I.2.2.4 Résurgences ou « eaux vaclusiennes » :.....	4
I.2.3 Les eaux de surface (rivières, lacs, barrages, réservoirs) : .....	4
<b>I.3 Cycle naturel :.....</b>	<b>5</b>
<b>I.4 L'importance de l'eau :.....</b>	<b>6</b>
I.4.1 Besoins physiologiques : .....	6
I.4.2 Besoins domestiques :.....	7
<b>I.5 Les critères de pureté et de potabilité de l'eau :.....</b>	<b>7</b>
<b>I.6 Structure de la molécule d'eau.....</b>	<b>7</b>
I.6.1 Composition et structure :.....	8
I.6.1-a Composition chimique :.....	8
<b>I.7 Les trois états physiques de l'eau :.....</b>	<b>8</b>
I.7.1 L'état vapeur :.....	8
I.7.2 L'état solide : .....	8
I.7.3 L'état liquide :.....	8
I.7.4 Propriétés physique de l'eau :.....	8
I.7.4.1 Température d'ébullition : .....	8
I.7.4.2 Masse volumique et volume massique :.....	9
I.7.4.3 Tension superficielle :.....	9
I.7.4.4 Propriétés électriques :.....	9
I.7.4.5 Viscosité : .....	9
I.7.4.6 Propriétés optiques : .....	9

I.7.5	Propriétés chimiques :	10
I.7.5.1	Généralités :	10
I.7.5.2	solutions :	10
I.7.5.3	solubilité :	10
I.7.6	Biologie de l'Eau :	11
I.7.6.1	L'eau siège de la vie microbienne :	12
I.7.7	L'eau et la métabolisme cellulaire :	12
<b>I.8</b>	<b>Les maladies liées à l'eau (MTH) :</b>	<b>13</b>
<b>I.9</b>	<b>La situation de l'eau de consommation en Algérie :</b>	<b>13</b>
<b>I.10</b>	<b>La situation de l'eau de consommation en Saida :</b>	<b>14</b>
I.10.1	Les sources sont :	14
I.10.2	Les forages sont :	14
I.10.3	Les réservoirs sont :	15
<b>II.1</b>	<b>Introduction :</b>	<b>17</b>
<b>II.2</b>	<b>Présentation de la wilaya de Saida :</b>	<b>17</b>
II.2.1	Relief et topographie :	17
II.2.2	Situation géographique de Saida :	17
<b>II.3</b>	<b>Présentation géographique d' AIN SKHOUNA :</b>	<b>20</b>
II.3.1	Situation géographique de la commune de Ain Skhouna :	20
II.3.2	Historique sur les réserves d'eau d' Ain Skhouna :	21
II.3.2.1	aperçu sur le forage C3 d' Ain Skhouna	21
II.3.2.2	aperçu sur le forage C5 d' Ain Skhouna	22
<b>II.4</b>	<b>Présentation Géographique d' Ain Zerga :</b>	<b>23</b>
II.4.1	Situation Géographique :	23
II.4.1.1	Situation Administrative d' Ain Zerga :	23
II.4.2	Aperçu sur la Source d' Ain Zerga :	24
<b>II.5</b>	<b>Description de la situation de traitement d' Ain Zerga</b>	<b>25</b>
<b>II 6</b>	<b>Les étapes de traitement des eaux potables</b>	<b>32</b>
II.6.1	Le dégrillage	32
II.6.2	Le tamisage :	32
II.6.3	La clarification :	32
II.6.3.1	Coagulation/Floculation :	32
II.6.3.2	Décantation :	33

<b>II.7 La filtration :</b> .....	<b>36</b>
II.7.1 Définition :.....	36
II.7.2 Types de filtres :.....	36
II.7.3 Types de milieux poreux utilisés :.....	36
<b>II.8 Caractéristiques des matériaux de filtration :</b> .....	<b>37</b>
<b>II.9. La désinfection :</b> .....	<b>37</b>
II.9.1 Le choix de désinfection:.....	37
<b>II.10 Le jar test.....</b>	<b>40</b>
<b>Partie Pratique.....</b>	<b>41</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>42</b>
<b>III. Partie physico- chimique :</b> .....	<b>42</b>
<b>III.1 Echantillonnage et Mode de Prélèvement :</b> .....	<b>42</b>
III.1.1 Echantillonnage :.....	42
III.1.2 Matériel de Prélèvement :.....	42
III.1.3 Mode de Prélèvement :.....	42
III.1.4 Comparaison des paramètres physico-chimiques avec les normes en vigueur :	43
III.1.4.1 Aperçu sur les normes :.....	43
III.1.5 Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :.....	45
<b>III.2 Contrôle des paramètres physico-chimiques :</b> .....	<b>46</b>
III.2.1 Contrôle des paramètres organoleptiques :.....	46
III.2.1.1 Contrôle de l'Aspect :.....	46
III.2.1.2 Contrôle de la Couleur :.....	46
III.2.1.3 Contrôle de l'Odeur :.....	46
III.2.1.4 Contrôle de la Saveur :.....	47
III.2.2 Détermination des paramètres physico-chimiques (électrochimiques) :.....	47
III.2.2.1 Mesure de la Température :.....	47
III.2.2.2 Mesure du Potentiel Hydrogène :.....	50
III.2.2.3 Mesure de la Conductivité :.....	52
III.2.2.4 Mesure de la Salinité :.....	54
III.2.2.5 Mesure le taux des Substances Dissous.....	55
III.2.2.6 Mesure de l'Oxygène dissous :.....	57
III.2.2.7 Mesure de la Saturation en Oxygène O <sub>2</sub> (%):.....	59
III.2.2.8 Mesure de Potentiel Redox :.....	60

III.2.2.9	Mesure de la turbidité :	61
<b>III.3 Détermination des paramètres physico-chimiques</b>		<b>64</b>
III.3.1	Détermination de titre alcalimétrique TA :	64
III.3.2	Détermination de titre alcalimétrique Complet TAC :	64
III.3.3	Détermination de la dureté totale TH :	66
III.3.4	Détermination de la dureté calcique $T_{Ca^{+2}}$ :	68
III.3.5	Détermination de la dureté magnésienne $TMg^{+2}$ :	70
III.3.6	Détermination des chlorures $Cl^-$ :	72
III.3.7	Détermination des Bicarbonates :	75
III.3.8	Détermination des Matières Organiques $C_{M.O}$ :	77
<b>III.4 Détermination des paramètres de pollution</b>		<b>80</b>
III.4.1	Détermination des Nitrites $NO_2^-$ :	80
III.4.2	Détermination des Nitrates $NO_3^-$ :	83
III.4.3	Détermination des Phosphates $PO_4^{-3}$ :	85
III.4.4	Détermination des Sulfates $SO_4^{-2}$ :	87
III.4.5	Détermination de l'ammoniac $NH_4^+$ :	89
III.4.6	Eaux du forage F27 (Commune d'Ouled Khaled) :	91
III.4.6.1	Aperçu sur le forage F27 :	91
III.4.6.2	Paramètres physico-chimiques des eaux brutes du forage F27 :	92
III.4.6.3	Comparaison entre les Résultats obtenus et les Résultats mentionnés dans le Tableau N°30 :	93
<b>IV Partie Bactériologique -Introduction</b>		<b>95</b>
<b>IV.1 Recherche et Numération des Différents Germes</b>		<b>95</b>
IV .1.1	Germe Aérobie Mésophile (G.M.A) :	95
IV.1.2	les Coliformes Totaux et Coliformes Fécaux (Colibacilles et E.Coli ) :	95
IV.1.2.1	Coliformes :	95
IV.1.2.2	Coliformes totaux :	95
IV .1.2.3	Coliformes Fécaux ou thermo tolérants :	95
IV.1.3	Streptocoque fécaux :	96
IV.1.4	Clostridium Sulfito- Réducteurs :	96
IV.1.5	Salmonelles :	96
IV.1.6	Vibrions Cholériques :	96
IV.1.7	Legionella :	96

IV .1.8 Pseudomonas aeruginosa :.....	96
IV.1.9 Levures :.....	96
IV.1.10 Les Moisissures :.....	97
<b>IV.2 Analyse Bactériologique :.....</b>	<b>97</b>
IV.2.1 Mode de prélèvement :.....	97
IV .2.2 Transport et Conservation au laboratoire : .....	97
IV.2.3 Normes et qualité bactériologique de l'eau : .....	97
IV.2.4 Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :.....	99
IV.2.5 Recherche des Coliformes totaux : (Colimétrie) .....	100
IV.2.6 Recherche des Streptocoques fécaux (Entérocoques Intestinaux) : .....	102
IV.2.7 Recherche des clostridium Sulfite –Réducteurs : .....	104

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau n°01</b> : Ressources de la commune de Saida.....	15
<b>Tableau n°02</b> : les analyses effectuées par les entreprises sur les eaux souterraines d' Ain-Skhouna	21
<b>Tableau n°03</b> : les caractéristiques des chambres .....	28
<b>Tableau n°04</b> : les caractéristiques de sulfate d'alumine.....	28
<b>Tableau n°05</b> : les caractéristique des décanteurs.....	28
<b>Tableau n°06</b> : Les caractéristiques de la filtration et lavage.....	29
<b>Tableau n°07</b> : paramètres physico-chimiques présents dans la norme NA et dans les directives OMS.....	44
<b>Tableau n°08</b> : Certain paramètres physicochimiques présents dans la norme NA et absents dans les directives OMS	45
<b>Tableau n°09</b> : Résultats de mesure de la Température.....	49
<b>Tableau n°10</b> : Résultats de mesure de pH .....	51
<b>Tableau n°11</b> : Résultats de mesure de la Conductivité.....	53
<b>Tableau n°12</b> : Résultats de mesure de la Salinité.....	54
<b>Tableau n°13</b> : Résultats de mesure de Taux des Substances Dissous.....	56
<b>Tableau n°14</b> : Résultats de mesure de l'Oxygène Dissous (mg/l).....	57
<b>Tableau n°15</b> : Résultats de mesure de la Saturation en oxygène (%).....	59
<b>Tableau n°16</b> : Résultats de mesure de Potentiel Redox (mV).....	60
<b>Tableau n°17</b> : Résultats de mesure de la Turbidité (NTU).....	62
<b>Tableau n°18</b> : Résultats de mesure du Titre alcalimétrique complet <b>TAC</b> .....	65
<b>Tableau n°19</b> : Résultats de mesure du Titre Hydrométrique <b>TH</b> .....	67
<b>Tableau n°20</b> : Résultats de mesure de la dureté calcique <b>TCa<sup>+2</sup></b> .....	69
<b>Tableau n°21</b> : Résultats de mesure de la dureté magnésienne <b>TMg<sup>+2</sup></b> .....	71
<b>Tableau n°22</b> : Résultats de mesure des chlorures Cl <sup>-</sup> .....	74
<b>Tableau n°23</b> : Résultats de mesure des Bicarbonates HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	76
<b>Tableau n°24</b> : Résultats de mesure des Matières Organiques.....	79
<b>Tableau n°25</b> : Résultats de mesure des Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	82
<b>Tableau n°26</b> : Résultats de mesure des Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	84
<b>Tableau n°27</b> : Résultats de mesure des Phosphates ( PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	86
<b>Tableau n°28</b> : Résultats de mesure des Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> .....	88
<b>Tableau n°29</b> : Résultats de mesure de l'ammoniac NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	90
<b>Tableau n°30</b> : Paramètres physico-chimiques des eaux brutes du forage F27.....	93
<b>Tableau n°31</b> : Méthodes d'analyses des Paramètres physico-chimiques (Selon ADE)	94
<b>Tableau n°32</b> : Qualité bactériologique de l'eau de consommation .....	98
<b>Tableau n°33</b> : Paramètres microbiologiques (Norme algérienne )	98
<b>Tableau n°34</b> : Les différents Méthodes pour effectuée des Analyses bactériologiques	98

# LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE N°01</b> : Cycle de L'Eau.	06
<b>FIGURE N°02</b> : Limites administratives de la Wilaya de Saïda et ses 16 Communes.	19
<b>FIGURE N°03</b> : Wilaya de Saïda – Commune d' Ain skhouna.	20
<b>FIGURE N°04</b> : Forage C3 (commune d' Aïn Skhouna – wilaya de Saïda) .	22
<b>FIGURE N°05</b> : Forage C5 (commune d' Aïn Skhouna – wilaya de Saïda) .	23
<b>FIGURE N°06</b> : Captage délabré de la source d' Aïn Zerga (wilaya de Saïda).	24
<b>FIGURE N°07</b> : la station de traitement des eaux potable d' Ain Zerga .	25
<b>FIGURE N°08</b> : l'organigramme de la station Ain Zerga.	26
<b>FIGURE N°09</b> : les filières de traitement dans station d' Ain Zerga .	27
<b>FIGURE N°10</b> : représente les 4 décanteurs de la station de traitement d' Ain Zerga.	29
<b>FIGURE N°11</b> : représente l'opération de lavage d'un filtre dans la Station d' Ain Zerga.	30
<b>FIGURE N°12</b> : représente les étapes de clarification.	32
<b>FIGURE N°13</b> : représente le phénomène de coagulation-floculation.	33
<b>FIGURE N°14</b> : représente type de décantation statique.	36
<b>FIGURE N°15</b> : les étapes de traitement des eaux potables.	38
<b>FIGURE N°16</b> : Appareil jar test.	40
<b>FIGURE N°17</b> : Appareil Multi- paramètres.	48
<b>FIGURE N°18</b> : Evaluation de la température par rapport à la norme .	49
<b>FIGURE N°19</b> : Evaluation du pH par rapport à la norme.	51
<b>FIGURE N°20</b> : Evaluation de la Conductivité par rapport à la norme.	53
<b>FIGURE N°21</b> : Evaluation de la salinité par rapport à la norme.	55
<b>FIGURE N°22</b> : Evaluation du Taux des Substances Dissous par rapport à la norme.	56
<b>FIGURE N°23</b> : évaluation de l'Oxygène Dissous par rapport à la norme.	58
<b>FIGURE N°24</b> : Evaluation de la Saturation en oxygène (%) par rapport à la norme.	59
<b>FIGURE N°25</b> : Evaluation du Potentiel Redox en (mV) par rapport à la norme.	61
<b>FIGURE N°26</b> :Le turbidimètre HACH 2100N .	62
<b>FIGURE N°27</b> : Evaluation de la Turbidité par rapport à la norme.	63
<b>FIGURE N°28</b> : Evaluation du Titre alcalimétrique complet <b>TAC</b> par rapport à la norme.	66
<b>FIGURE N°29</b> : Evaluation du Titre Hydrométrique <b>TH</b> par rapport à la norme.	68
<b>FIGURE N°30</b> : Evaluation la dureté calcique $T_{Ca^{+2}}$ par rapport à la norme.	70
<b>FIGURE N°31</b> : Evaluation la dureté magnésienne $TMg^{+2}$ par rapport à la norme.	72
<b>FIGURE N°32</b> : Evaluation des chlorures $Cl^-$ par rapport à la norme.	74
<b>FIGURE N°33</b> : Evaluation des Bicarbonates $HCO_3^-$ par rapport à la norme.	77
<b>FIGURE N°34</b> : Evaluation des Matières Organiques par rapport à la norme.	79
<b>FIGURE N°35</b> : spectrophotomètre UV visible DR5000 .	81
<b>FIGURE N°36</b> : Evaluation des Nitrites ( $NO_2^-$ ) par rapport à la norme.	82
<b>FIGURE N°37</b> : Evaluation des Nitrates ( $NO_3^-$ ) par rapport à la norme .	84
<b>FIGURE N°38</b> : Evaluation des Phosphates ( $PO_4^{-3}$ ) par rapport à la norme .	86
<b>FIGURE N°39</b> : Evaluation des Sulfates $SO_4^{-2}$ par rapport à la norme.	89
<b>FIGURE N°40</b> : Evaluation l'ammoniac $NH_4^+$ par rapport à la norme.	9
<b>FIGURE N°41</b> : Forage F27 (commune d'Ouled Khaled – wilaya de Saïda).	92
<b>FIGURE N°42</b> : La recherche des germes totaux dans l'eau.	99
<b>FIGURE N°43</b> : recherche et dénombrement des coliformes, coliformes thermo tolérants et Escherichia Coli en milieu liquide.	101
<b>FIGURE N°44</b> : représente les tubes de milieu de culture BCPL.	101
<b>FIGURE N°45</b> : Recherche et dénombrement des streptocoques groupes « D » .	103
<b>FIGURE N°46</b> : Recherche et dénombrement des spores de bactéries aérobies sulfito- réductrices et clostridium sulfito réducteur.	105
<b>FIGURE N°47</b> : les tubes milieu liquide Rothe.	106
<b>FIGURE N°48</b> : incubateur.	106
<b>FIGURE N°49</b> : rampe à vide.	106

## Liste des abréviations utilisées

- **AZG** : Ain Zerga.
- **AS** : Ain Skhouna.
- **OMS**: Organisation Mondiale de la Santé.
- **NA** : Norme algériennes.
- **MTH** : Maladies à Transmission Hydriques .
- **MO** : Matière Organique.
- **C°** : Degré Celsius.
- **F°** : Degrés Français.
- **Mg/l** : Milligramme par litre.
- **NTU** : Unité Néphélométrique de Turbidité.
- **CMA** : Concentration Maximal Admissible.
- **µs/cm** : Micro Siemens par Centimètre.
- **D/C** : Double concentration.
- **S/C** : Simple concentration
- **T°** : Température.
- **PH** : Potentiel d'Hydrogène.
- **Rh<sup>2</sup>** :Potentiel rédox(mv).
- **Cond** : Conductivité.
- **TDS** : Taux des Substances Dissous.
- **TA** : Titre Alcalimétrique.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique complet.
- **TH** : Dureté Total (degré hydrotimétrique).
- **TCa<sup>+2</sup>**: Calcium.
  - **Cl<sup>-</sup>** : Chlorure.
- **TMg<sup>+2</sup>** : Magnésium.
- **SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** :Sulfates.
- **PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** :phosphates.
- **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** :Nitrates.
- **NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** :Nitrites.
- **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** :Ammoniac.
- **EDTA** : Acide Ethy Diamine Tetracétique.
- **NET** : Noir Eriochrome .
- **E.Coli** : Escherchia Coli.
- **TGEA**: Gélose Tryptone Glucose Agar.
- **UV**: Ultra Violet.
- **VF**: Viande Foie.
- **E.V.A** :Milieu de Confirmation Litsky.
- **BCPL** : bouillon lactose au pourpre **bromocrésol**.

# INTRODUCTION GENERALE

# INTRODUCTION GENERALE

---

L'eau est une ressource naturelle stratégique qui est non seulement indispensable à l'entretien de la vie humaine, animale ou végétale, mais aussi d'une importance vitale pour tout les secteurs socio-économiques.

Au cours des dernières décennies, les idées de l'approche de la protection et la préservation des ressources hydriques en Algérie ont bien évolué suite aux premières alertes de pénurie en eau.

Cependant avec l'accroissement démographique et le développement socio-économique, il est certain que les besoins en eau et les exigences de qualité ne cesseront de croître. Lors des précipitations, l'eau ruisselle ou s'infiltré et se chargé en composants des sols et des roches mères. Ainsi elle peut acquérir des sels minéraux en grande quantité (Ca, Mg, Mn, Fe, Sulfates), et d'autre éléments liés a l'activité de l'homme peuvent être entraînés (matières organique, nitrates, pesticides, micro-organisme).

La nature et l'occupation du sol joue donc un rôle prépondérant l'eau contient des substances ou des micro-organismes qui par leur nature et leur concentration peuvent être indispensable, acceptables, indésirables, voire toxique ou dangereux.

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement.

En effet à la différence de divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines.

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de l'environnement.

L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitements pour pouvoir être consommée sans danger ou pour des usages spécifiques, ou pour limiter l'impact de la pollution dans le milieu naturel pouvant causer des maladies d'origine hydriques, qui représentent un taux de mortalité élève. De ce fait l'eau doit être nécessairement analysée surveillée et l'évaluation de sa qualité repose sur les paramètres physico- chimiques et bactériologiques.

La surveillance permet de vérifier l'efficacité du traitement, déceler une pollution et par conséquent arrêter la distribution en cas ou la qualité de l'eau ne répond pas à certains critères de potabilité.

La wilaya de Saida est connue par ces ressources en eau et en particulier la source d'Ain Zerga qui est appartenant administrativement à la commune d'Ouled Khaled et la source d' Ain Skhouna qui est appartenant administrativement à la commune d' Ain Skhouna .

Cette étude permettra d'évaluer la qualité des eaux destinés à la consommation humaine c'est-à-dire l'analyse de tous les paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses permettant d'assurer que l'eau distribuée répond aux normes OMS ainsi que les normes algériennes.

A cet effet. Cette étude se subdivise en deux parties : une première partie qui est le prolongement du travail réalisé par nos collègues des années précédentes(**Contribution à l'Etude de la qualité**

## INTRODUCTION GENERALE

---

physico-chimique de l'eau d'Ain Skhouna présenté par M<sup>R</sup> mekaidiche ali et M<sup>R</sup> zaidi djelloul ,Promotionjuin2014 ; Etude physico-chimique et bactériologique de l'eau d' Ain Zerga présenté par M<sup>elle</sup> djafri souaad et M<sup>elle</sup> chatti samira, Promotion juin 2015 ) et qui consiste a étudier les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux destinés à la consommation humaines (**traités**) d'Ain Skhouna et Ain Zerga.

Une deuxième partie qui a consacré sur une étude sur le mélange d'eau à des proportions variables d' Ain Skhouna et Ain Zerga .

Ce travail a été effectué au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux.

Notre mémoire est répartie en **04 chapitres** :

**Chapitre I** : généralités sur les eaux.

**Chapitres II** : dans ce chapitre, concerné par la présentation des régions étudiées et la présentation du lieu de stage qui concerne la description de la station de traitement d' Ain Zerga et en fin dans **les derniers chapitres III et IV** nous présentant **la partie pratique** avec les résultats et interprétation et on termine par une conclusion générale.

# CHAPITRE I

**GENERALITES SUR LES EAUX PARTIE THEORIQUE**

## I.1 Introduction :

L'eau est l'élément constitutif de la surface du globe le plus important[1].

Il faut donc considérer comme partie intégrante de l'écosystème, une ressource naturelle et un bienfait social et économique dont la qualité et la quantité devraient en déterminer l'utilisation[2].

L'histoire de l'eau est en quelque sorte l'histoire de la vie même l'eau, c'est un constituant essentiel de toute créature vivante sur terre, et un besoin vital pour l'homme qui s'en sert également comme source d'énergie, comme moyen de transport et pour l'irrigation.

Elle représente un stock imposant d'environ  $1,45.10^9 \text{km}^3$ ; ce stock se répartit en océans 97,4%, en glaces 2%, en réserves fossiles de profondeur 0,6%, en eaux de surfaces dont les mers intérieures, les lacs et rivières 0,016% et l'atmosphère 0,001%. Le rôle énergétique et climatique de ces eaux de surface est considérable et pourtant il demeure pour la biosphère continentale un élément souvent rare et en tous cas mal réparti dans l'espace et dans le temps [1].

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. En effet à la différence de divers phénomènes de pollution qui ne constituent qu'une menace potentielle susceptible d'affecter à l'avenir les activités humaines [3].

## I.2 Les origines de l'eau :

Les origines possibles sont au nombre de trois :

### I.2.1 Les eaux météoriques :

Les précipitations atmosphériques constituées 93% d'eau de pluie. Bien qu'évidente, cette affirmation n'a pas été analysée dans toutes ses conséquences, et les analyses de l'eau de pluie, dite aussi « eau météorite » sont récentes et encore rares[4].

Les pluies ne peuvent fournir qu'un apport réduit, cependant utile pour des habitations isolées dans des régions sèches où les précipitations sont rares mais torrentielles. Très pure, elles peuvent constituer une excellente eau de boisson.

### I.2.2 Les eaux souterraines :

Il est d'usage de distinguer les eaux souterraines et les eaux de surface, bien qu'il s'agisse d'une même eau circulant en permanence dans les bassins versants et alimentant les fleuves en période de basses eaux. La différence entre les deux tient au mode d'exploitation, au rythme de renouvellement et aux protections dont elles bénéficient. Le caractère peu renouvelable des eaux souterraines s'oppose à la fluidité des eaux de surface. Les nappes souterraines et les rivières dans lesquelles est prélevée l'eau destinée à la fabrication d'eau potable ont une même origine.

Les nappes souterraines sont les seules capables de fournir une eau naturellement pure mais sa valeur est très variable selon la situation de la nappe[4].

### **I.2.2.1 Nappes profondes :**

Enfermées entre deux couches de terrains imperméables, la couche supérieure protégeant contre les contaminations de surface, elles peuvent être excellentes si l'eau qui les constitue a traversé une couche assez importante de terrains perméable (sable, graviers, moraines...).

Elles peuvent donc fournir des eaux naturellement pures, utilisables soit à leur émergence naturelle (sources) soit par forages (puits) sous réserve que puits et sources soient protégés contre les infiltrations superficielles.

L'inconvénient majeur est que les nappes souterraines profondes ne fournissent qu'une quantité limitée trop peu abondante pour une grande ville.

En outre, elles peuvent être victimes de pollutions physico-chimiques par infiltration de substances organiques (hydrocarbures notamment) et ces pollutions en profondeur sont particulièrement graves par leur très longue durée [5].

### **I.2.2.2 Nappes phréatiques :**

Elles sont couramment utilisées en milieu rural par forage de puits mais l'eau qui les constitue n'a traversé qu'une épaisseur limitée de terrain. La filtration est insuffisante et la nappe souvent contaminée[5].

### **I.2.2.3 Nappes alluvionnaires :**

Eaux souterraines circulant parallèlement au lit de rivières dans les alluvions sableuses, elles peuvent fournir des quantités d'eau beaucoup plus importantes que les nappes profondes et constituent une ressource précieuse très utilisée.

Mais il ya aussi possibilité de contamination par les infiltrations superficielles. L'épuration est le plus souvent nécessaire[5].

### **I.2.2.4 Résurgences ou « eaux vauclusiennes » :**

C'est l'émergence sans aucune filtration des eaux superficielles pénétrant par des fissures des failles à travers les roches.

On peut considérer ces sources comme une cause classique de maladies hydriques vue sa contamination par les souillures de sols[5].

### **I.2.3 Les eaux de surface (rivières, lacs, barrages, réservoirs) :**

Elles sont très largement utilisées car ce sont les seules capables de fournir des quantités considérables. Mais inévitablement sujettes à contamination du fait des eaux de ruissellement et des eaux résiduaires.

Les eaux courantes peuvent transporter des micro-organismes à grande distance, et donc être responsables d'épidémies extensives[5].

### I.3 Cycle naturel :

L'hydrologie est la science qui étudie la distribution de l'eau sur la terre, la réaction physique et chimique de cette dernière avec d'autres composés naturels, et sa relation avec la vie terrestre. Le mouvement continu de l'eau entre la terre et l'atmosphère est appelé cycle hydrologique. Sous l'effet de plusieurs facteurs, en particulier sous l'action de la chaleur, l'eau s'évapore des surfaces océanique et terrestre et est transpirée par les cellules vivantes.

Cette vapeur circule dans l'atmosphère et précipite sous forme de pluie ou de neige, Lorsqu'elle atteint la surface de la terre. L'eau suit deux voies. Une partie de l'eau, l'eau de ruissellement, s'écoule directement dans les ruisseaux et les rivières, Puis dans les océans ou les étendues d'eau entourées de terre. Cette quantité d'eau dépend de l'abondance des précipitations, ainsi que de la porosité, de la perméabilité, de l'épaisseur et de l'humidité du sol. L'autre partie s'infiltré dans le sol.

Une partie de l'eau infiltrée humidifie le sol, et peut être évaporée directement ou bien migrer dans les racines des végétaux, puis transpirer par les feuilles. Par les feuilles. La partie de l'eau qui surmonte les forces de cohésion et d'adhésion dans le sol s'infiltré en profondeur, s'accumulant dans la zone dite de saturation pour former la nappe d'eau souterraine, dont la surface est appelée niveau hydrostatique. Dans les conditions naturelles, le niveau hydrostatique s'élève par intermittence après le remplissage, ou recharge, puis baisse à cause du drainage dans les débouchés naturels, tel que les sources [6].

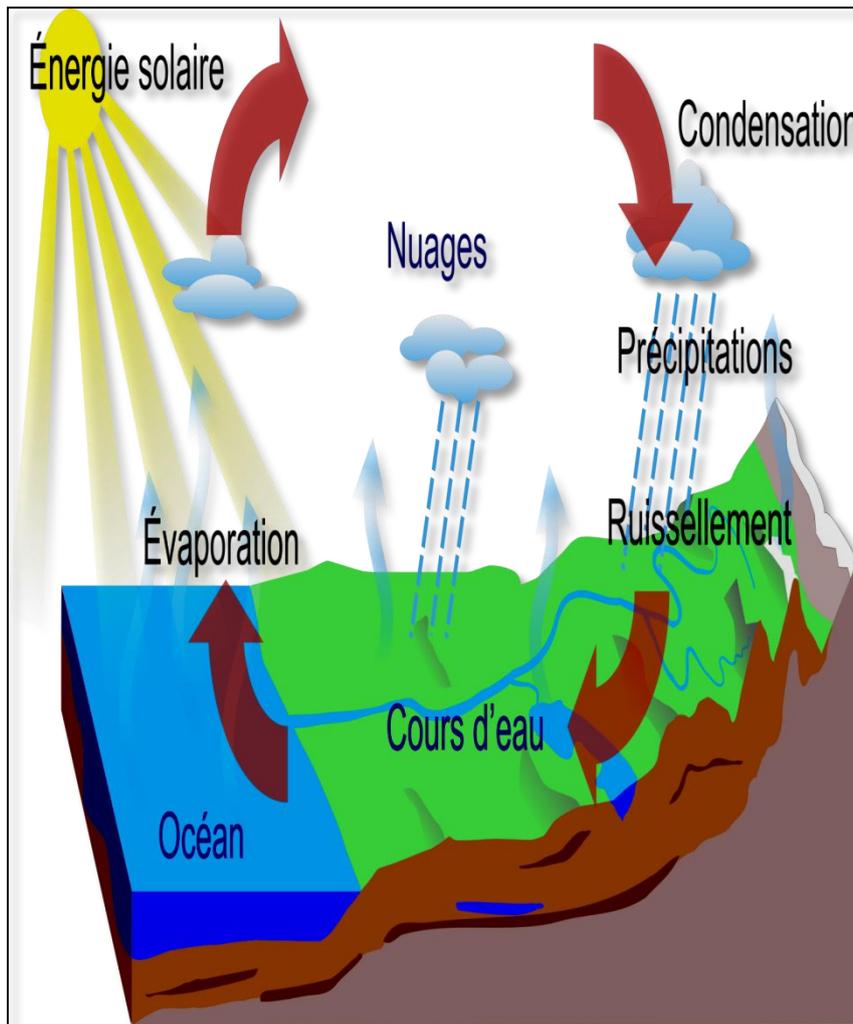


Figure N° 01: Cycle de L'Eau (Encyclopédie ;2006).

#### I.4 L'importance de l'eau :

L'eau, sous toutes ses formes, fleuves et rivières, lacs, étangs, marais, zones humides, nappes souterraines, joue des rôles multiples dans le fonctionnement des écosystèmes.

L'eau est un vecteur extraordinaire de requalification urbaine. Les initiatives d'aménagement des berges des fleuves et des rivières au cœur des villes ont toujours recueilli l'adhésion des habitants [7].

##### I.4.1 Besoins physiologiques :

L'eau est un nutriment répondant à un besoin essentiel de l'organisme. L'eau est une boisson indispensable à l'homme. La quantité nécessaire est en moyenne d'un litre à un litre et demie par 24h pour un individu moyen dont ces besoins sont prévus pour un climat tempéré. La consommation en eau est multipliée et dépasse parfois 5 litres par jour durant la saison chaude. Ceci alors représente les besoins directs.

Pour les besoins indirects sont autrement importants, ils résultent des quantités d'eau nécessaire après une digestion des produits végétaux ou animaux par l'homme, l'eau d'origine interne provenant des réactions du métabolisme est d'environ 0,3 litre par jour [7].

#### **I.4.2 Besoins domestiques :**

La consommation individuelle d'eau comporte outre l'eau de boisson, celle qu'on emploie pour les lavages, les nettoyages, les propriétés calorifiques sont utilisées pour la cuisine aussi bien que pour les usages industriels, refroidissement de centrales trempé de métaux, donc avec les progrès industriels, l'homme acquiert certaines sources naturelles hydriques pour : alimenter ses usines d'où on constate l'utilité et l'importance de l'eau dans la création et la maintien de la vie et l'essor techno - industriel [8].

#### **I.5 Les critères de pureté et de potabilité de l'eau :**

L'eau pure possède certain nombre de propriétés rigoureusement invariables des critères de pureté :

La température de vaporisation et de congélation constantes pendant l'ébullition et de la solidification (respectivement 100 et 0°C à pression atmosphérique normale).

1- une masse volumique toujours égale à  $1\text{g/cm}^3$  à 04°C°.

2- la distillation de l'eau pure redonne de l'eau absolument identique .

Comment juge-t-on qu'une eau soit potable ? Par définition, une eau potable peut être consommée sans danger pour la santé. Derrière cette simple phrases cachent plusieurs dizaines de critères à respecter : des critères physico-chimiques (pH bien sur, aussi turbidité, odeur, couleur...ect), des critères de toxicité chimique (doit être absent quelque vingt-quatre substances chimiques comme métaux, hydrocarbure, pesticides), des critères de pureté microbiologique . En effet, pour avoir un gout agréable, l'eau doit contenir 0,1 à 0,5g de corps minéraux dissout par litre notons que la qualité n'est pas un critère, mais une eau permutée et non potable car elle contient trop d'ions  $\text{Na}^+$ , bref, ce sont au total soixante deux paramètres contrôlent la qualité de l'eau [9].

#### **I.6 Structure de la molécule d'eau**

La composition chimique et la masse molaire de l'eau ne peuvent pas expliquer ses propriétés spécifiques.

##### **\* Caractéristiques géométriques :**

- Molécule H-O-H est coudée.
- Angle de valence de  $105^\circ,45$
- Distance interatomique H-O=0,958A

\* La différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène confère à la molécule d'eau un moment dipolaire  $\mu=1,86$  debye (gaz) et  $\mu=2,01$  à  $3,0$  debye (liquide) [10].

**I.6.1 Composition et structure :****I.6.1-a Composition chimique :**

L'eau est un corps composé constitué des éléments oxygène et hydrogène.

Ces deux éléments existent chacun sous trois formes isotopiques :

$^1_1\text{H}$  (hydrogène) ,  $^2_1\text{H}$  (deutérium),  $^3_1\text{H}$  (tritium) d'une part et  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$  ,  $^{18}_8\text{O}$  d'autre part.

Les proportions relatives des isotopes  $^3_1\text{H}$ ,  $^{17}_8\text{O}$  et  $^{18}_8\text{O}$  sont très faibles, l'eau est donc un mélange de trois molécules  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{D}_2\text{O}$  et  $\text{HDO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  Constituant la fraction la plus importante du mélange (>99.99%) La proportion d'eau lourde  $\text{D}_2\text{O}$  et de l'ordre de 1/5500 [10].

**I.7 Les trois états physiques de l'eau :**

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou phases solide (glace), liquide (eau proprement dite) et gaz (vapeur d'eau) .

**I.7.1 L'état vapeur :**

Il est obtenu à partir de  $100^\circ\text{C}$  à la pression atmosphérique ; les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire.

**I.7.2 L'état solide :**

Il est obtenu en dessous de  $0^\circ\text{C}$  sous la pression atmosphérique : les molécules sont disposées suivant un tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets d'un tétraèdre régulier.

Le réseau cristallin qui en résulte est hexagonal les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogène, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant liée à l'atome d'oxygène de la molécule voisine[10].

**I.7.3 L'état liquide :**

Au cours de la fusion de la glace les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres, la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de  $4^\circ\text{C}$  sous 1 atmosphère.

Masse volumique de l'eau liquide > masse volumique de la glace[10].

**I.7.4 Propriétés physique de l'eau :**

La polarité de la molécule d'eau et ses possibilités d'association par liaison hydrogène sont responsables de plusieurs anomalies caractéristiques des propriétés physiques.

**I.7.4.1 Température d'ébullition :**

Elle est anormalement plus élevée que celle des composés hydrogénés de masse moléculaires du même ordre. Cette anomalie est due à l'existence de liaisons hydrogène intermoléculaires la phase liquide[10].

**I.7.4.2 Masse volumique et volume massique :**

La masse volumique de l'eau est maximale à la température de 4°C (1,000.000) alors qu'en phase solide elle n'est que de 0,88.

T°C	4°C	15°C	20°C
Masse volumique (g/cm <sup>3</sup> )	1.000.000	0,999 160	0,998 259
Volume massique (cm <sup>3</sup> /g)	1.000.000	1.000.841	1.001 744

**I.7.4.3 Tension superficielle :**

C'est une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tenant à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle très élevée de l'eau est dû à l'existence de liaisons hydrogène.

$$\tau(\text{H}_2\text{O})=0,073\text{N/m à }18^\circ\text{C} =0.0525\text{N/m à }100^\circ\text{C}$$

La capillarité, conséquence de cette tension est responsable du système de circulation développé dans les plantes. Pour l'eau pure on observe une ascension capillaire de 15 cm à 18°C pour un diamètre de capillaire=0,8mm[10].

**I.7.4.4 Propriétés électriques :**

\* constante di électrique= 80-très élevée.

\* pouvoir ionisant très important.

\* conductivité électrique :  $K=4,2.10^{-6}$  siemens par mètre à 20°C correspondant à une résistivité de 13,8 mégohms.cm. Cette propriété est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau. Cette conductivité très faible. mais jamais nulle de l'eau est expliquée par l'autodissociation :

**I.7.4.5 Viscosité :**

C'est un paramètre important dans le traitement des eaux, on la définit comme la « résistance qu'oppose un liquide au déplacement d'une de ses couches par rapport à l'autre ».on l'appelle souvent frottement interne. Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, le traitement devient plus facile les opérations de sédimentation et de dégazage sont plus rapides la présence de sels dissous augmente la viscosité car il y a augmentation du degré d'association[10].

**I.7.4.6 Propriétés optiques :**

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

\* l'eau est transparente aux UV.

\* opaque aux IR (vers 4000cm<sup>-1</sup>).

\* absorbe le rouge dans le visible, ce qui explique la couleur bleue de l'eau.

Les propriétés optiques sont très utilisées dans le contrôle de l'efficacité des traitements d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution[10].

### **I.7.5 Propriétés chimiques :**

#### **I.7.5.1 Généralités :**

L'eau est un excellent solvant, donc facilement polluée. Le processus de dissolution d'une substance est une destruction de sa cohésion interne, cohésion qui est due à des forces :

\* **interatomiques** : liaisons chimiques fortes (covalentes, électrovalences ou ioniques).

\* **intermoléculaires** : liaison de cohésion entre molécules (du type liaison hydrogène et liaisons de Van der Waals).

La solubilité des gaz, des liquides et des solides est la principale cause de la pollution des eaux.

#### **I.7.5.2 solutions :**

Une solution est une phase liquide ou solide contenant en plus d'une substance en grande quantité, appelée solvant, d'autres substances appelées solutés[10].

#### **Une solution est constituée :**

\* d'un solvant ou milieu dispersif.

\* de solutés ou substances disposées.

#### **I.7.5.3 solubilité :**

La solubilité est définie par la concentration maximale d'un soluté pouvant exister en solution .

#### **\* Cas des liquides :**

la solubilité des liquides dans l'eau croît avec leur polarité. les molécules portant des groupements très polaires (alcools, amines...) seront très solubles.

La solubilité ou miscibilité peut être partielle et dépendre de la température (ex :phénol). les liquides insolubles dans l'eau peuvent former des émulsions lorsqu'ils sont fortement dispersés [10].

#### **\* cas des solides :**

Suivant la taille et la charge du solide on distingue différents types de solutions et de suspensions :

- Les solutions vraies ou moléculaires : (système à une phase).
- Solutions cristalloïdes : les solutés sont des molécules de petites dimensions <1nm, ionisées ou non.
- Solution macromoléculaires :les Solutés sont des particules de taille supérieur à 1nm, ionisées ou non.
- Les suspensions colloïdales : ( système à deux phases).
  - Les particules dispersées, de tailles comprises entre 10nm et 20µm, sont des amas atomiques ou moléculaires.
- Les Suspensions : (systèmes à deux phases).

Les particules dispersées sont visibles au microscope.

L'addition de certain corps facilite ou favorise la solvatation ou le mouillage, ces corps sont appelés :

- Solubilisant pour les solutions vraies.
- Peptisants pour les solutions colloïdales.
- émulsionnants pour les émulsions.
- Stabilisant pour les suspensions Agent de mouillage pour faciliter les phénomènes de surface[10].

### I.7.6 Biologie de l'Eau :

L'eau, l'oxygène et le gaz carbonique contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants .

L'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants ,pour l'homme .on cite les pourcentages suivants :

Embryon de 2 mois :97 %.

Embryon de 5 mois :85 %            Nouveau-né : 66-74%.

Embryon de 9 mois :74 %            Adulte            :58-67%.

L'eau compose la plus grande partie de nos aliments :

Concombre : 97% ;Pomme , poire :85% ; Oeuf : 74%.

Lait : 92% ; Morue :82% ; Poulet : 72%.

Pomme de terre :78% ; Sole :79% [11].

#### I.7.6.1 L'eau siège de la vie microbienne :

Dans le monde vivant en général, et dans l'eau en particulier les micro-organismes unicellulaires sont des maillons indispensables des chaînes alimentaires. Ils participent activement à la recirculation des éléments naturels et sans eux la vie s'arrêterait .

Les nombreuses et diverses utilisations de l'eau par l'homme ont entraîné sa pollution dans les mêmes proportions.la présence de certains micro-organismes dans les eaux polluées en ont fait un vecteur de transmission de maladies graves qu'il a fallu identifier et combattre[10].

On a donné à ces micro-organismes le qualificatif **de pathogènes**.

Les organismes pathogènes sont peu nombreux par rapport aux microbes utiles.

Les organismes aquatiques peuvent être utilisés comme témoins de la capacité de l'eau à maintenir la vie. Ils sont en effet **des réactifs** infiniment complexes capables de détecter un plus grand nombre d'anomalies qu'un simple réactif chimique. Par leur présence ou leur absence, leur comportement ou leur mort, ils pourront nous renseigner sur une qualité de l'eau beaucoup plus globale [10].

#### **I.7.6.1.a Estimation de la qualité de l'eau à l'aide des organes aquatiques :**

**Les essais de toxicité** permettent de détecter la présence d'éléments toxiques dans l'eau par l'étude de la mortalité : des modifications de croissance ou de comportement d'un matériel biologique.

**Les essais de fertilité** mesurent la capacité d'une eau à permettre la prolifération (accroissement du nombre d'individus) d'organismes vivants. Ils permettent la mise en évidence de la fertilité potentielle des écosystèmes aquatiques. C'est-à-dire leur aptitude à développer une biomasse phytoplanctonique.

**Les indices biologiques** sont basés sur les macro-invertébrés récoltés directement sur le terrain. Ils témoignent de l'état fonctionnel et de la qualité de l'écosystème aquatique. Ils ont deux avantages par rapport à une analyse physico-chimique [10].

#### **I.7.6.1.b Phénomènes utiles :**

\***Auto épuration** : après un rejet d'eaux usées dans une rivière, les phénomènes biologiques peuvent éliminer la pollution organique.

\***Traitements biologiques des eaux** : les organismes peuvent aussi proliférer grâce aux conditions favorables que leur crée l'homme.

L'épuration biologique aérobie des eaux résiduaires consiste dans une première phase à provoquer le développement des bactéries qui se rassemblent en films ou en flocons, et qui par action physico-chimique retiennent la pollution organique et s'en nourrissent dans une seconde phase, on sépare généralement par décantation les boues ainsi formées, c'est une épuration par biodégradation [10].

#### **I.7.7 L'eau et le métabolisme cellulaire :**

C'est dans le milieu extérieur dans lequel elle vit, que la cellule va chercher les substances indispensables au maintien de ses activités. Certaines cellules sont capables de transformer en thermiquement l'eau, le gaz carbonique et les sels minéraux. En leur propre substance d'une grande complexité moléculaire. Elles prennent l'énergie nécessaire dans le milieu extérieur (énergie lumineuse ou énergie chimique provenant de la dégradation de certains radicaux minéraux) se sont les cellules **autotrophe** (phototrophes et chimiotrophes) parmi lesquelles on peut citer les plantes vertes et diverses bactéries [10].

D'autres, au contraire, incapables de faire la synthèse de tous leurs facteurs de croissance, utilisent des substances nutritives qu'elles dédoublent et "oxydent" exothermiquement en matériaux plus simples : l'énergie libérée servira pour les besoins de la cellule (croissance, locomotion, reproduction). Ces cellules dites **hétérotrophes**, forment le cas des animaux, des champignons, des bactéries et des virus.

On désigne par métabolisme l'ensemble des diverses réactions énergétiques, en réservant le nom d'anabolisme lorsqu'il y a formation de réserves, et de catabolisme lorsqu'il y a destruction

**I.8 Les maladies liées à l'eau (MTH) :**

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie, loin s'en faut, elle véhicule en particulier nombre de micro-organismes, bactéries, virus et protistes en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydriques.

Les micro-organismes abondent dans les eaux souillées par les déjections animales et humaines, et leur transmission à l'homme se fait par simple ingestion d'eau infectée. Ils se propagent donc rapidement dans les pays qui ne disposent pas de bonnes conditions d'hygiène.

Certaines bactéries, notamment le colibacille responsable des colibacillooses et le vibron cholérique responsable de choléra, et certaines amibes, véritables parasites du corps humain, déclenchent de fortes diarrhées. Lorsqu'aucun soin n'est dispensé, ces pertes d'eau peuvent conduire à une déshydratation importante de l'organisme et entraîner la mort. La fièvre typhoïde est due elle aussi à une bactérie, qui, outre des troubles digestifs, provoque une forte fièvre.

L'Europe a beaucoup souffert par le passé d'épidémies dues à la mauvaise qualité de l'eau. La dernière d'entre elles fut une épidémie de choléra qui sévit au cours du XIX<sup>e</sup> siècle faisant des milliers de victimes. Mais aujourd'hui, ces épidémies sont surtout le drame des pays chauds qui ne disposent pas de latrines septiques, ni de traitements des eaux. Dans ces conditions en effet, les matières fécales des personnes malades contaminent rapidement les eaux de boisson consommées par les personnes saines [11].

Aujourd'hui, ces maladies hydriques sont à l'origine de la mortalité très élevée des populations des pays en voie de développement. Dans le monde, environ 6 millions d'enfants meurent chaque année des suites de gastro-entérites, 100 millions de personnes souffrent en permanence de gastro-entérites hydriques, 260 millions d'individus sont atteints de bilharziose, 2 à 3 millions de décès sont observés chaque année parmi les 700 et 800 millions de sujets impaludés et 30 millions d'onchocercose sont dénombrés [11].

**I.9 La situation de l'eau de consommation en Algérie :**

L'Algérie dispose de 53 barrages qui offrent une capacité de 5.80 milliards de mètres cube et seulement 2.56 milliards de volume régularisé annuellement.

Cet apport est loin d'être négligeable mais reste nettement insuffisant par rapport aux besoins sans cesse croissants. Les nappes phréatiques sont exploitées à plus de 90% alors que les ressources superficielles ne sont mobilisées qu'à 32% soit de 2.28 milliard mètre cube. Les pertes sont évaluées à 45%, et dues essentiellement à la distribution [12].

En 1995 l'Algérie consomme théoriquement en moyenne 161 litres par jour soit deux fois moins que les tunisiens, trois fois moins que les marocains, et sept fois moins que les égyptiens ; situation incompréhensible dans une même région, et la cause essentielle se situe au niveau de la politique de gestion de la ressource hydrique.

Malgré cette situation la gestion de l'eau dans ses aspects quantitatifs et qualitatifs reste carencée, et est à l'origine de la recrudescence des maladies dangereuses. Le rapport sur ce domaine du ministère de la santé et de la population souligne : « l'eau est d'une qualité bactériologique médiocre. Le contrôle et la chloration restent insuffisants ».

Le monde rural reste encore retardataire en matière d'adduction d'eau potable qui reste tributaire de disponibilités en eaux superficielles mobilisées dans des barrages et des forages ; dans les poches d'eau et les nappes phréatiques. La qualité de cette eau souvent douteuse et est distribuée sans traitement physique ; et chimique au préalable mis à part la javellisation. Le comptage de l'eau dans un pays aride comme le nôtre ne se fait que d'une manière aléatoire avec la pratique du forfait poussant à tout les abus. Le coût de tarification de l'eau reste inférieur au coût réel et ne permet pas d'installer une politique d'utilisation d'une denrée qui se fait de plus en plus rare [13].

#### **I.10 La situation de l'eau de consommation à Saida :**

Les ressources superficielles en eau sont très limitées en raison de la faible importance du réseau hydrographique de la ville d'une part et la nécessité d'assurer l'apport vers les barrages situés en aval (Mascara et Relizane) d'autre part.

L'oued de Saida dépend presque en entier de la pluviométrie qui est torrentielle en hiver et presque sèche en été.

D'autres cours d'eau naissant de faibles sources arrivent à peine de faire des chemins peu importants au profit de l'agriculture.

Ces ressources loin d'assurer la satisfaction des besoins en eau, la ville est alimentée en puisant des réserves souterraines.

Les ressources en eau de la commune de Saida proviennent de quatre sources naturelles et trois forages. Le tout alimente dix(10) réservoirs.

##### **I.10.1 Les sources sont :**

- Ain Zerga.
- Ain Bent Sultane.
- Ain El Hadjar.
- Ain Skhouna.

##### **I.10.2 Les forages sont :**

- Forage Sidi Gacem commune de saida.
- Forage Benadouane commune de saida.
- Forage Daoudi Moussa commune de saida.
- Forage F.62 commune d'Ouled Khaled.
- Forage F.27 commune d'Ouled Khaled.
- Forage C3 commune d'Ain Skhouna.
- Forage C5 commune d'Ain Skhouna.

**I.10.3 Les réservoirs sont :**

- Réservoir d' Ain Zerga.
- Réservoir d' Ain Sultan 1(2).
- Réservoir d' Ain Sultan II.
- Réservoir de Dar El Beida I.
- Réservoir de Dar El Beida II.
- Réservoir de Daoudi Moussa.
- Réservoir de Badr.
- Réservoir de Bassin El Bordj.
- Réservoir de Sidi Cheikh .

**Tableau N°01** : Ressources de la commune de Saida .

<i>Commune de saida</i>	<i>Nombre de réservoirs</i>	<i>puits</i>	<i>Nombre de forage</i>	<i>Nombre de sources</i>	<i>Nombre de station de traitement</i>	<i>Nombre bache de reprise</i>
<i>Nombre</i>	<i>10</i>	<i>//</i>	<i>03</i>	<i>04</i>	<i>03 1 en arrêt</i>	<i>02</i>

# CHAPITRE II

**Présentations des régions étudiées**

## CHAPITRE II : PRESENTATION DES REGIONS ETUDIEES

---

### II.1 Introduction :

La région de Saida est connue pour ses réserves en eau, et en particulier sa nappe minérale, à l'origine de la fameuse eau embouteillée du nom de la ville 1967. Mais aussi pour ses stations thermales au nombre de trois(03) (Hammam Rabi, Sidi Aissa et Hammam Skhouna).

Et cela ne s'arrête pas là, en plus de sa situation géographique faisant d'elle un carrefour stratégique (à la croisée de routes nationales) liant les wilayas du Nord-ouest du pays à celles du Sud-ouest, la wilaya de Saida dispose d'autres ressources naturelles et d'un potentiel économique à la fois agropastoral, industriel et touristique, mais également humain.

Seulement, durant les années 1990, la wilaya semblait entrer dans une phase de dormance, en particulier dans le secteur industriel. Une dormance qui est actuellement en pleine rupture grâce aux programmes de relance économique en cours et à venir.

À travers ce chapitre, nous allons essayer de donner un aperçu général de la wilaya de Saida, ainsi que des diverses ressources qui la caractérisent.

### II.2 Présentation de la wilaya de Saida :

Le territoire de la wilaya de Saida couvre une superficie de 6.765,40km<sup>2</sup>.

Elle est limitée au Nord, par la Wilaya de Mascara, à l'est par la Wilaya de Tiaret, au Sud par la Wilaya d'El -bayadh et à l'Ouest, par la Wilaya de Sidi Bel Abbés.

La Wilaya de Saida compte six daïras (Saida, Ain El-Hadjar, Sidi Boubkeur, Hassasna, Ouled Brahim et Youb) et seize Communes(Saida,Doui Thabet,Ain El Hadjar,Ouled Khaled, Moulay Larbi, Youb, Hounet,Sidi Amar , Sidi Boubkeur,Hassasna,Maâmoura, sidi Ahmed, Ain Skhouna, Ouled Brahim, Tircine et Ain Soltane) [14].

#### II.2.1 Relief et topographie :

La région de Saida constitue un prolongement oriental des monts de Daira, au Nord .Elle est limitée, par les monts de Béni Chograne ( Wilaya de Mascara), et à l'Est par les monts de Franda (Wilaya de Tiaret) ; sa partie Sud, constitue quant à elle les hautes plaines, délimitée par la dépression du Chott Chergui, tandis que sa partie Ouest est délimitée par la plaine du Telagh. La Wilaya présente des reliefs d'altitudes variables culminants à 1203 m, au Djebel Abdelkrime, et faisant partie du domaine mésétien de zone Tlemcenienne , avec des altitudes variant de 1000m à 1300m[14].

#### II.2.2 Situation géographique de Saida :

La région de Saida est située à 172 Km au Sud-est d'Oran. Sa surface est de l'ordre de 2500 Km<sup>2</sup>. L'agglomération la plus importante est Saida. Cette région couvre le " plateau de Saida" ainsi que la vallée de l'Ouest Saida orientée Nord-Sud sur le flanc Ouest du " plateau" . Celui-ci est constitué par la partie Sud des Monts de Saida, limitée à l'Ouest par les Monts de Daïa et la plaine des Maalif, au sud-est par l'axe du Djebel Sidi Youssef, et au Nord par la vallée de l'Oued Tarai. Plus au sud, s'étend la dépression Chott chergui.

La vacance économique de cette région est surtout agricole avec un total de surfaces cultivées de 3600 Hectares. Ces surfaces cultivées sont susceptibles d'extension. Le plateau lui-

## CHAPITRE II : PRESENTATION DES REGIONS ETUDIEES

---

même est assez peu pourvu en sols, la roche mère dolomitique restant découverte avec toutefois des dépôts argileux dans les dépressions [14].

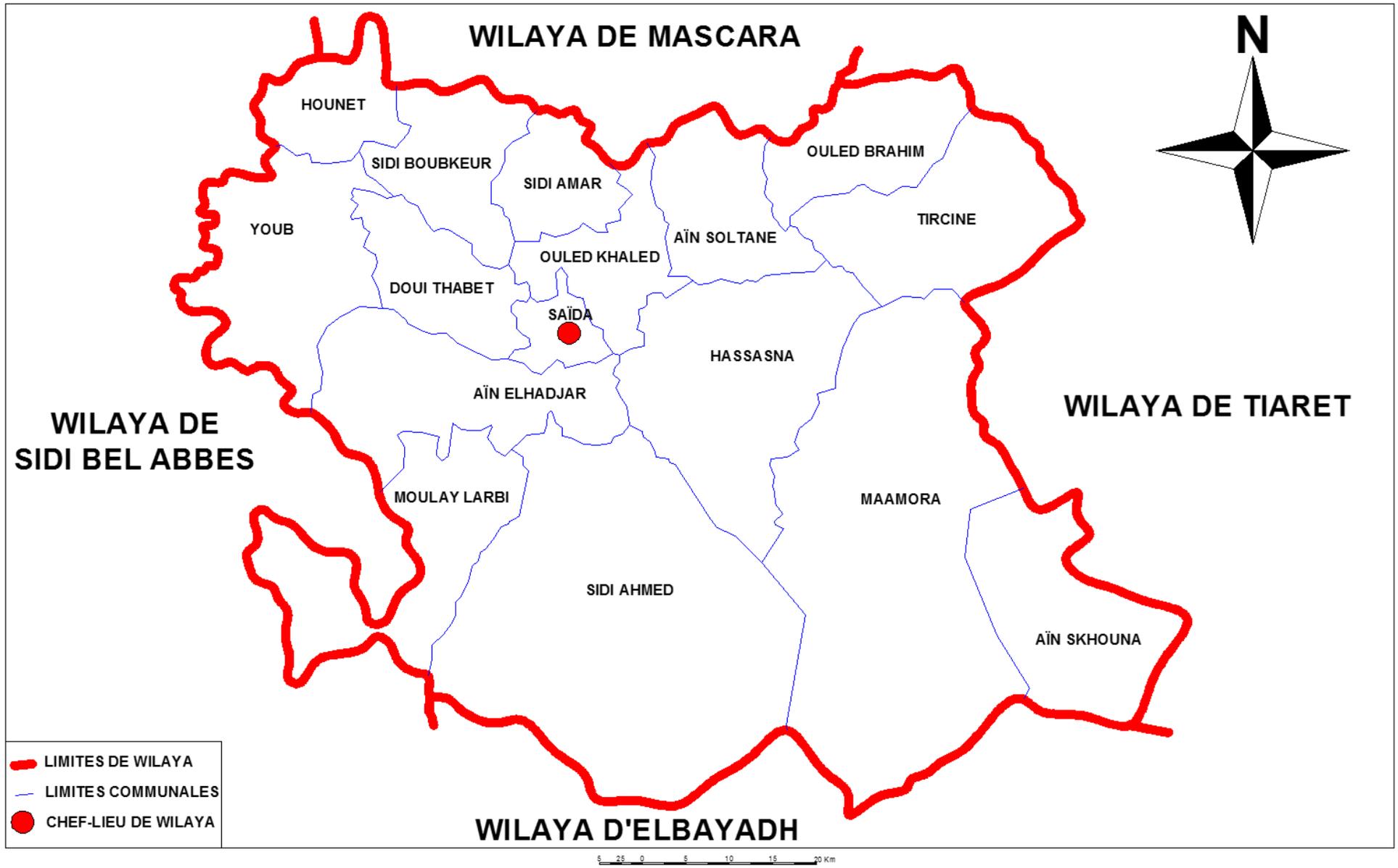


Figure N°02 :Limites administratives de la Wilaya de Saida et ses 16 Communes.

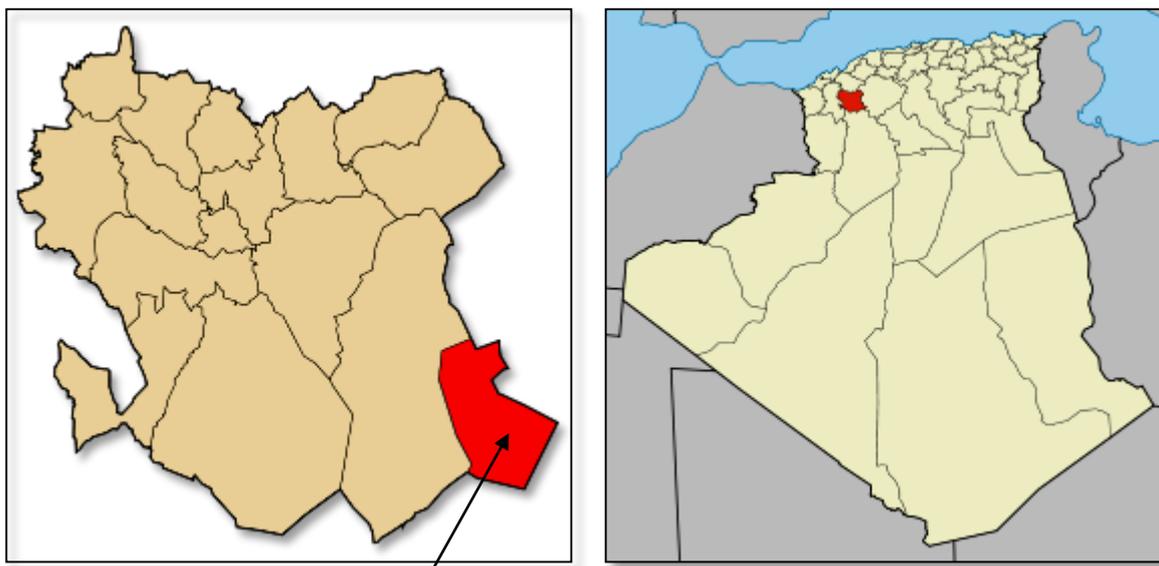
## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

### II.3 Présentation géographique d' AIN SKHOUNA :

La Commune Ain Skhouna est située sur une nappe phréatique du littoral « Chott Chergui » s'étendant sur une superficie de 40.000 Km, indiqué auprès des services compétents.

La région de Ain Skhouna attire, également, des chercheurs en sciences de la vie, surtout après son classement, selon la convention internationale de « Ramsar », en zone humide depuis 2001. Celle-ci recèle plusieurs espèces faunistiques (les oiseaux migrateurs) et floristiques, notamment, des plantes médicinales. En outre, elle offre les conditions de vie pour les poissons d'eau douce dont le Tilapia , qui préfèrent les eaux thermales à une température de plus de 30 °C. La zone thermale d' Ain Skhouna, située à 80 Km du chef lieu de la wilaya de Saida enregistré un afflux considérable des touristes et curistes venus des différents coins du pays et de l'étranger .

Selon la direction du tourisme, les curistes bénéficient des spécificités thérapeutiques des eaux thermales, dont le débit atteint les 150l/s.



**Figure N°03 : Wilaya de Saida – Commune d' Ain skhouna**

#### II.3.1 Situation géographique de la commune d' Ain Skhouna :

La commune d' Ain Skhouna est issue du découpage territorial de 1984. Antérieurement, une partie de son territoire qui correspond la localité d' Ain Skhouna qui faisait partie de la commune de Ouled Djeard, Wilaya de Tiaret, l'autre partie (Zerguet) appartenant à la Commune de Hassasna (wilaya de SAIDA).

- Ain Skhouna, située sur les hautes plaines Ouest à la bordure Nord de la partie orientale du Chott Chergui ( commune d' Ain Skhouna) est limitée :
- Au Sud par la commune de Rogassa (wilaya d'El Bayadh).
- A l'Est et au Nord par la Wilaya de Tiaret.
- A l'Ouest et au Nord-Ouest par la Commune de Maamoura (Wilaya de Saida).

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

- La Commune d' Ain Skhouna s'étend sur une superficie de 250 Km<sup>2</sup> et se trouve à 60 Km de son chef lieu de la Daira de Hassasna et 80 Km du chef lieu de la Wilaya de Saïda , elle comprend les localités et lieux suivants :
- Ain Skhouna (Chef lieu de la Commune).
- Zraguet.
- Les lieux dits :Ain Cherguia , Sidi Slimane et Sidi Haik.
- Faidh El Ben , Sidi Abdelkader, El Djezira et El LAKH.

L'agglomération d' Ain Skhouna tir son nom de la Source chaude alimentée par la nappe de Chott Chergui.

### II.3.2 Historique sur les réserves d'eau d' Ain Skhouna :

la Commune d' Ain Skhouna connue par ses réserves d'eau importantes, cette richesse d'eau a été découverte dans les années trentaine.

Des recherches et des études scientifiques sont menées immédiatement après la seconde guerre mondiale en vue de l'exploitation de ces eaux souterraines. La première expérience menée par la France dans les années 1952-1953 ,montre que la capacité du pompage a été estimée à 1.7 m<sup>3</sup>par seconde .

Le processus d'exploitation réalisé par des sociétés françaises et américaines et britanniques , a touché 136 point de la région. L'intérêt de ces missions c'est de pouvoir de contrôle , conservé et entretenir les différentes stations d'exploitations de la région .Ainsi les analyses effectuées par ces entreprises sur les eaux souterraines d' Ain Skhouna , ont montrés les résultats données dans le tableau suivant :

**Tableau N°02 : les analyses effectuées par les entreprises sur les eaux souterraines d' Ain-Skhouna**

<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>Cl</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	<b>CO<sub>3</sub><sup>-2</sup></b>	<b>MES</b>	<b>TH</b>
46mg/l	231 mg/l	436 mg/l	459 mg/l	109 mg/l	1536 mg/l	75mg/l

#### II.3.2.1 aperçu sur le forage C3 d' Ain Skhouna

Se situe à 985m d'altitude, et se localise dans la commune d'Aïn Skhouna à plus de 80 km au Sud de la ville de Saïda (zone relevant de Chott Chergui), il fut réalisé en 1949, pour une profondeur de 130 m, son niveau dynamique étant de 5,79 m (le niveau dynamique d'un forage est le point d'équilibre entre le débit pompé et le débit entrant dans le forage) [15].

La mise en service du forage pour l'alimentation en eau potable de la ville de Saïda remonte à 2004, et le débit total du forage serait de 250L/s, répartis entre plusieurs localités (chef-lieu de wilaya y compris) [15].



**FIGURE N° 04: Forage C3 (commune d' Aïn Skhouna – wilaya de Saïda).**

### **II.3.2.2 aperçu sur le forage C5 d' Ain Skhouna**

Situé à une altitude de 989 m, il se localise lui aussi dans la commune d' Aïn Skhouna (plus de 80 km au Sud de la ville de Saïda dans le Chott Chergui), sa profondeur est de 120 m, alors que son niveau dynamique est de 8 m. Le forage C5 a lui aussi été réalisé en 1949, à la même période en que le forage C3, et sa mise en service pour l'alimentation en eau potable remonte également à 2004[15].

Pour ce qui est du débit total du forage, il est identique à celui du C3 (250L/s), répartis entre la ville de Saïda et d'autres localités sur le réseau d'adduction[15].



**FIGURE N° 05: Forage C5 (commune d' Ain Skhouna – wilaya de Saïda).**

### **II.4 Présentation Géographique d' Ain Zerga :**

#### **II.4.1 Situation Géographique :**

La ville de Saida est connue par ses ressources en eau et en particulier Ain Zerga qui appartenant administrativement à la Commune d'Ouled Khaled

Le village d' Ain Zerga se situe a proximité de la ville de Saida à l'Est .Elle couvre une superficie de 1533 ha et fait frontière avec les Communes suivantes :

- La Commune d'Ouled Khaled au nord.
- La Commune de Saida à l'Ouest.
- La Commune de Hassasna à l'Est.
- La Commune d' Ouled Brahim au Sud.

Il est à remarquer que l'agglomération commence à grignoter légèrement sur les terres agricoles à l'ouest de la garde communale et du Hammam et à l'extrême Sud Ouest au bout du village.Nous pouvons dire que le site d' Ain Zerga est bloqué[14].

#### **II.4.1.1 Situation Administrative d' Ain Zerga :**

Village : Ain Zerga .

Commune :Ouled Khaled.

Daira : Sidi Boubekeur.

Wilaya : Saida.

\_Cette Commune se trouve à une altitude de 800 mètres. La Source d' Ain Zerga est située par le chemin de la Wilaya (CW.48) , reliant Saida – Tiaret environ 06 Km , puis après une déviation dans le sens droit pour pénétrer dans la Zone " Centre d' Ain Zerga " . Vu l'importance de cette

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

source dans les années 1953 et 1954, elle a fait l'objet d'un captage par une série de génie civil dont le débit est de 100 l/s .Elle est reliée à 02 stations de traitements dont l'une est en panne et l'autre est fonctionnelle situées à l'entrée est de Saïda par trois conduites en acier et de diamètres différents (1555.250 et 450mm) [14].

### II.4.2 Aperçu sur la Source d' Ain Zerga :

Située à 1014 m d'altitude, et localisé à 06 km à l'est de la ville de Saïda, près du village du même nom, où aucune date officielle n'existe quant à sa mise en exploitation, pour l'alimentation de la ville de Saïda en eau potable. Cependant, un ancien plan de tracé de l'ancienne adduction d'eau datant de 1972, ainsi que l'ancienne station de traitement (datant de l'époque coloniale) désaffectée à côté de la nouvelle, témoignent de sa mise en exploitation avant l'indépendance du pays. Le débit de la source est en moyenne de 150 L/s, dont 50 L/s sont affectés à l'alimentation en eau potable, tandis que le reste, environs 100 L/s, est destiné à l'irrigation des terres agricoles environnantes. Les eaux de cette source sont actuellement traitées au niveau de la station d'Aïn Zerga[15].

Il faut signaler ici que le captage de la dite source est dégradé, sans périmètre de protection, avec présence de cheptel autours. Ce qui constitue un danger potentiel pour la salubrité de l'eau captée (photos).



**FIGURE N° 06: Captage délabré de la source d'Aïn Zerga (wilaya de Saïda), et bloc dolomitique karstifié (en arrière plan) à partir duquel la résurgence prend naissance.**

### Présentation du lieu de Stage -Introduction:

Pour rendre l'eau potable, on lui applique des traitements varies qui obéissent tous au même principe : éliminé les éléments de matières contenus dans l'eau par étapes successives, jusqu'aux organismes microscopique comme les virus et les microbes. Tout cela se fait dans une station de traitement d'eau potable.



**Figure N°07 : la station de traitement des eaux potable d' Ain Zerga.**

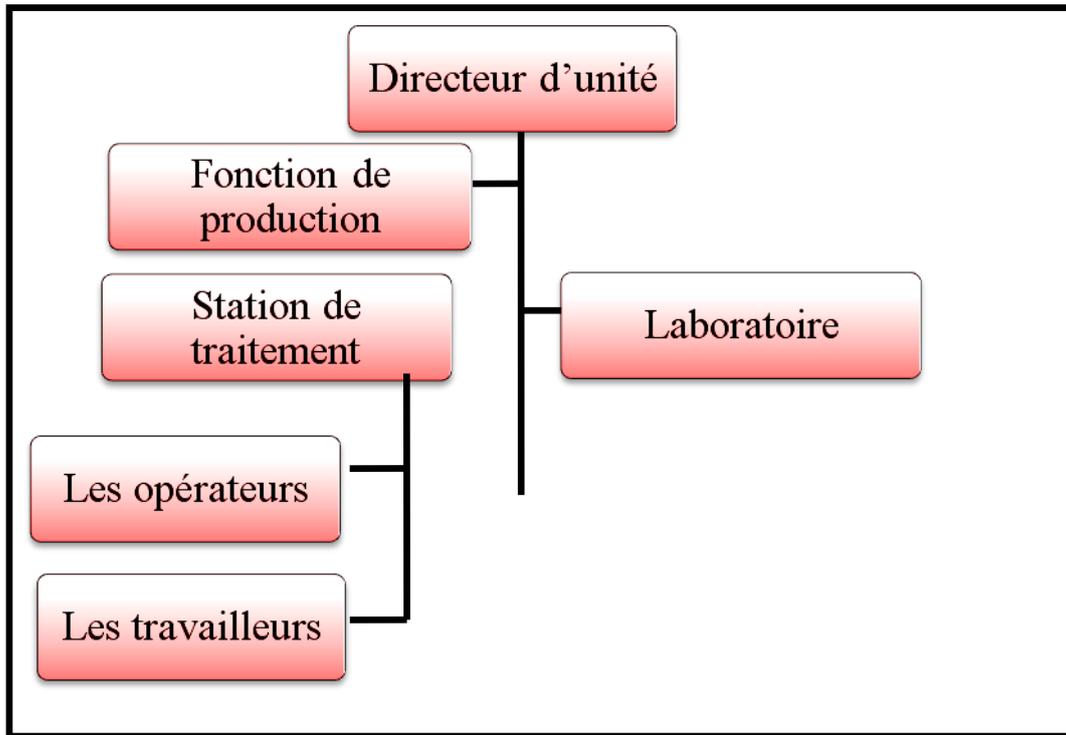
### **II.5 Description de la situation de traitement d'Ain Zerga**

La Station de traitement d'eau potable d' Ain Zerga prend son eau brute de la Source d'Ain Zerga via une conduite de 400mm de diamètre PEHD. Cette conduite est réhabilitée récemment en juin 2014 avec un débit de 120l/s. La capacité nominale de la Station est de 8640m<sup>3</sup>/j. Tandis que le débit moyen journalier est de 8640m<sup>3</sup>/j. La Station de traitement d' Ain Zerga alimente la ville de Saida , d'une population de 60000 habitants.la mise en service de la Station date de 1976 , la filière de traitement est de type conventionnel (coagulation, floculation, décantation et filtration sur sable ) [16].

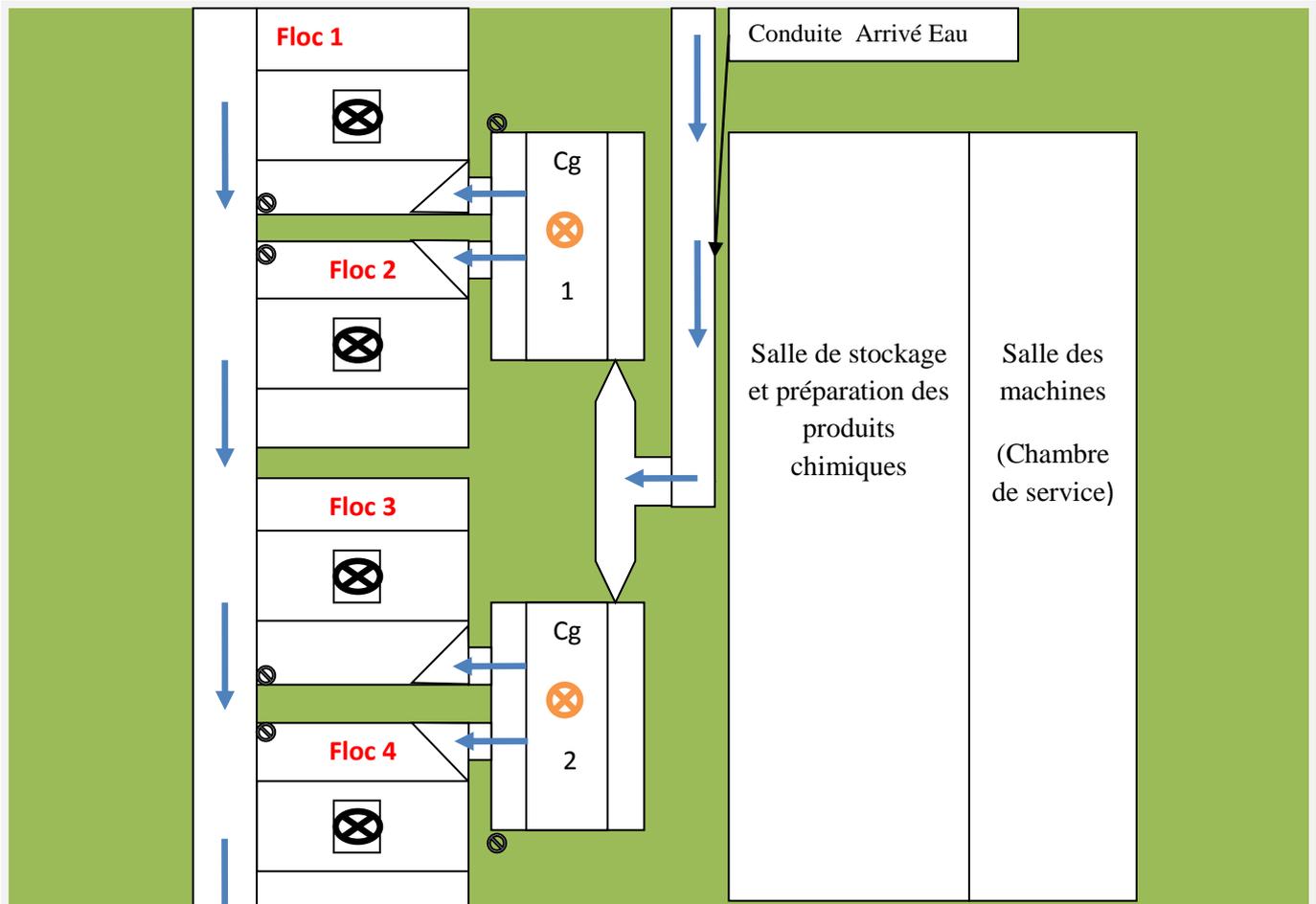
- **Arrivée d'eau brute :**

L'ouvrage de la prise d'eau est constitué par une structure de captage de la Source , l'eau brute arrive au regard d'entrée de la station, de façon gravitaire , via une conduite de 400 mm de diamètre et de 7Km de long , dans la chambre d'arrivée d'eau brute sont ajoutées les solutions de sulfate d'alumine et d'hypochlorite de calcium ou de sodium.

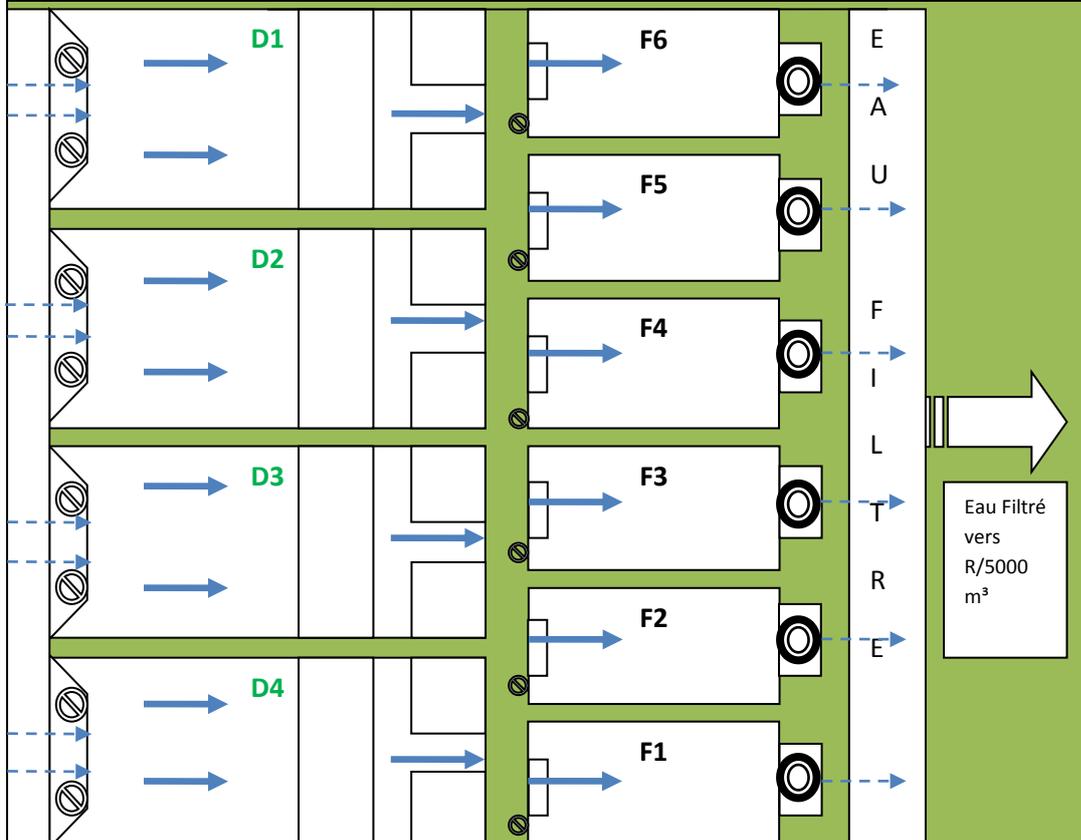
### L'organigramme de la station :



**Figure n° 08: l'organigramme de la station d' Ain Zerga**



**FIGURE N°09 : les filières de traitement dans la station**



## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

### ❖ Les chambres de mélange rapide et les chambres de floculation :

Tableau n°03 : les caractéristiques des chambres

Description	Mélange Rapide (coagulation)	Mélange lente (Floculation)
Nombre de bassin	02	04
Surface par bassin (m <sup>2</sup> )	2,4	10,20
Volume par bassin (m <sup>3</sup> )	9.55	33,28
Profondeur (m)	3.85	3,25

Tableau n°04 : les caractéristiques de sulfate d'alumine .

Le nom	Sulfate d'Alumine
La couleur	Cristaux blancs (poudre)
Formule Brute	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
La masse molaire	666 g/mol
Solubilité dans l'eau	Bonne
La masse volumique	2.71g/cm <sup>3</sup>

Tableau n°05 :les caractéristiques des décanteurs.

Description	Valeur
Nombre de bassins	04
Profondeur moyenne (m)	Min 02 / Max 05
Surface par décanteur (m <sup>2</sup> )	70

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE



**Figure N°10 : représente les 04 décanteurs de la station de traitement d' Ain Zerga**

- ❖ **Les filtres** : la filtration est une méthode de séparation solide-liquide par passage de l'eau à travers un média filtrant et cette opération est utilisée dans la station de traitement de Ain Zerga par la filtration rapide sur sable[16].

**Tableau N°06 : Les caractéristiques de la filtration et lavage.**

Description	valeur
Nombre de filtre	06
Surface par filtre (m <sup>2</sup> )	13,39
Taux calcule par filtre (m <sup>3</sup> /h)	4,48
Nombre de pompes d'eau de lavage	02
Nombre de compresseur d'air	01

- ✓ **Lavage des filtres** : lorsque les filtres sont colmaté, c'est-à-dire la perte de charge est maximale il faut faire l'opération de lavage sur les filtres par l'injection de l'air et par l'injection de l'eau.

Lavage est une opération très importante pour laver les matériaux filtrant, en l'injection d'un courant d'eau circuler de bas en haut pour détacher les impuretés qui sont collé dans le milieu poreux de sable.

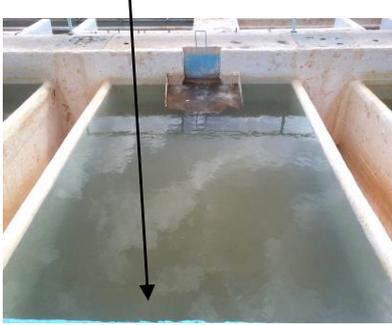
- ✓ **Opération de lavage** : l'eau passe à travers le filtre grâce a l'action de la pression de pompes sur l'eau et le filtre est lavé à contre courant ; les opérations de lavage sont les suivantes :
- ❖ En cette phase la 1ère condition la vanne de vidange de filtre est fermé et puis vidée le flotteur par la liaison de vanne 3 voies entre le flotteur et le canal de vidange. Et après fermé la vanne d'entré l'eau filtrée vers le réservoir de l'eau filtré.
- ❖ Dans la 2<sup>em</sup> phase en suite une pression d'air est envoyée à travers les conduites pondant 10 min.
- ❖ La 3<sup>em</sup> phase après lavage par l'air en a injecté l'eau de lavage dans les conduites vers les couches filtrant, l'eau injecté a contre courant. l'opération est durée de plus de 10 min et répète plus 3 fois jusqu'à les grains de sable sont nettoyé, cette opération est contrôlé par l'opérateur de station[16].

## CHAPITRE II : PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

---

- ❖ En finale de l'opération de lavage, la vanne de vidange du filtre est ouverte pour évacuer les eaux de lavage restant dans le filtre.

**Filtre avant l'opération**



**lavage par l'air**



**lavage par l'eau**



**Figure N°11 : représente l'opération de lavage d'un filtre dans la Station d' Ain Zerga.**



*Les étapes de traitement de l'eau  
dans la station d'Ain Zerga*

## CHAPITRE II: LES ETAPES DE TRAITEMENT DES EAUX POTABLES

### II 6 Les étapes de traitement des eaux potables :

**II.6.1 Le dégrillage :** dès la prise d'eau, l'eau passe à travers des grilles pour arrêter les corps flottant et les gros déchets.

**II.6.2 Le tamisage :** c'est un filtre plus fin, à travers des tamis destiné à arrêter les impuretés plus petits.

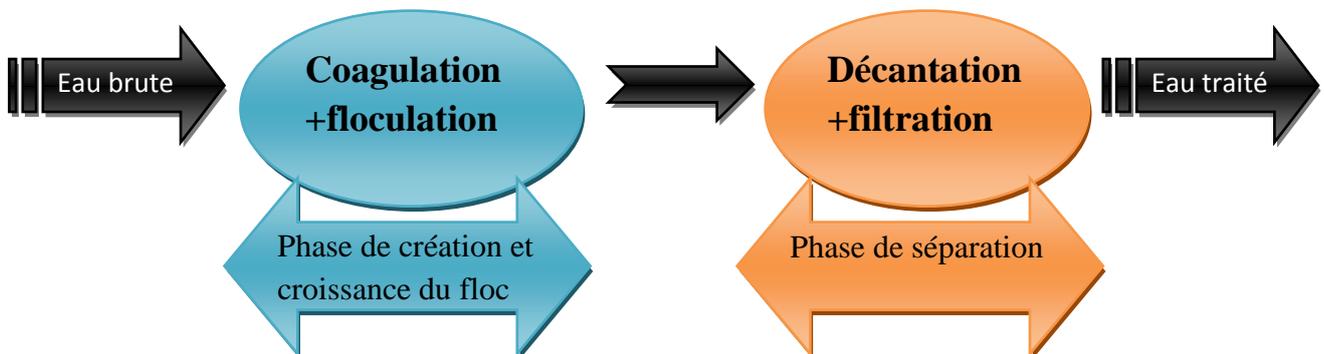
**II.6.3 La clarification :** La clarification désigne un ensemble de procédés et d'étapes de traitement mis en œuvre pour :

- éliminer les **particules en suspension** minérale ou organique
- éliminer la majeure partie des **matières organiques**
- permettre l'élimination de la majeure partie des **algues**
- réaliser un abattement des **microorganismes**

La clarification est la principale étape de traitement de la filière d'eau de surface, elle regroupe l'ensemble des ouvrages et équipements de la filière et comporte deux phases :

- ✓ Phase de création et croissance du floc (**coagulation –floculation**)
- ✓ Phase de séparation (**décantation-filtration**)

**La clarification = coagulation +floculation+décantation+filtration**



**Figure N°12 : représente les étapes de clarification**

#### II.6.3.1 Coagulation/Floculation :

- **La coagulation :** est un procédé de traitement physico-chimique et pour le but principale est déstabilisé les particules non dissoute (insolubles) dites **MES** et **Colloïdes** par la neutralisation des forces qui les tiennent séparé par l'addition (ajout) un réactif chimique appeler le coagulant. le rôle de la coagulation est de faciliter la décantation en déstabilisation les suspensions .l'injection de coagulant par un appareil appeler la pompes doseuse dans un bassin du mélange avec une agitation rapide pour production des floes .
- **La floculation :** est un processus de traitement son principe est basé sur l'agglomération **les particules en suspension (l'augmentation du volume de floc)** pour formé des particules

grosses (flocs volumineuse et décantables). Le but du coag-floc est l'élimination des matières non dissoutes (MES, Colloïdes) et faciliter le phénomène de décantation[16].

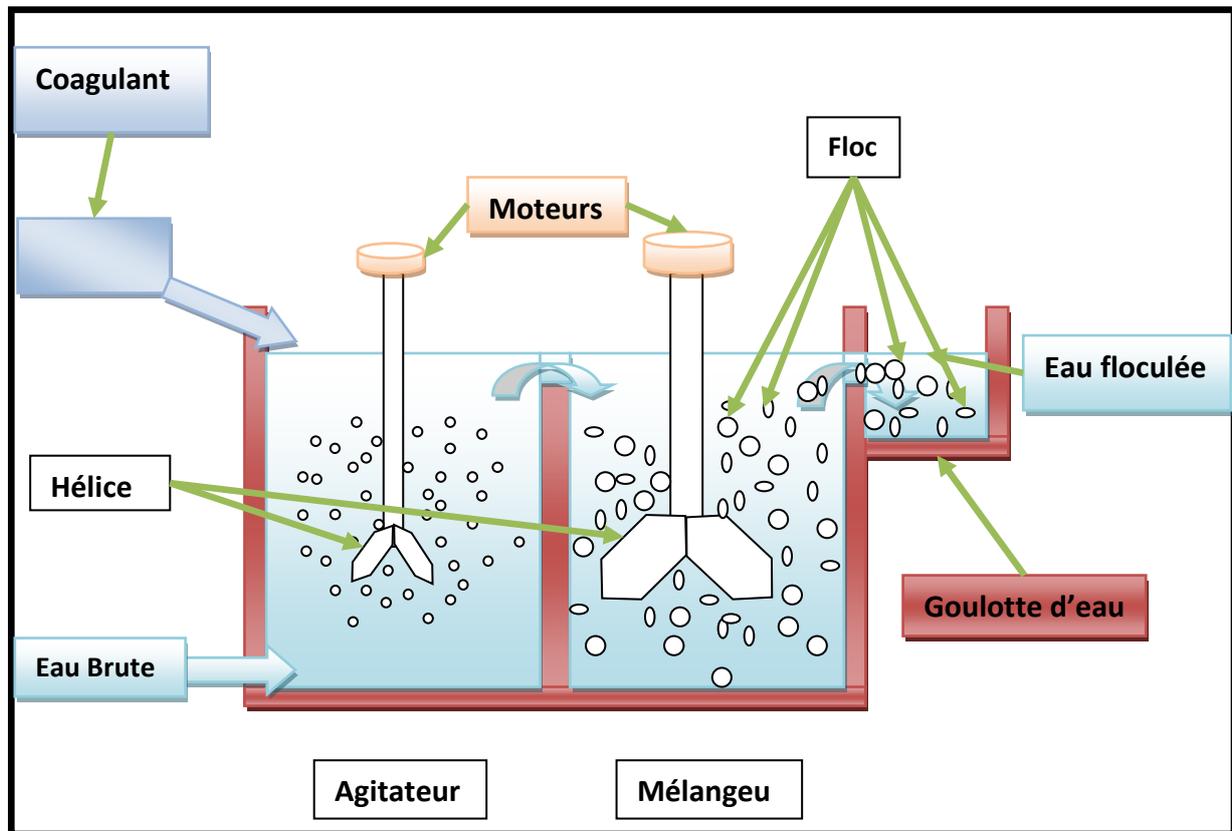


Figure N°13 : représente le phénomène de coagulation-floculation

### II.6.3.2 Décantation :

#### II.6.3.2.1 Définition :

C'est une méthode de séparation de MES et Colloïdes rassemblés en floc après l'étape de coag-floc. Les particules en suspension plus lourdes que l'eau sont soumises à leur poids apparent. Elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond. Si la densité des particules est supérieure à celle de l'eau, il y a la décantation. Toute particule est soumise à deux forces[16].

#### II.6.3.2.2 Les types de décantation :

**II.6.3.2.2.1 Décantation statique :** les particules sont considérées indépendantes et tombent à leur poids et avec une vitesse d'écoulement doit être laminaire sans turbulences ou courant. Le principe est que les particules atteignent le fond avant de sortir.

**II.6.3.2.2.2 Décantation lamellaire :** on a disposé de lamelles par rapport à l'horizontale pour avoir des décanteurs de faible surface admettant de plus fort débit.

**II.6.3.2.2.3 Décantation à contact de boues :** la décantation est améliorée si la concentration en particules augmente, on met donc en contact l'eau flocculée avec une boue déjà formée.

## **CHAPITRE II: LES ETAPES DE TRAITEMENT DES EAUX POTABLES**

---

**II.6.3.2.4 Décantation à floc leste :** le lestage du floc par du micro sable permet d'augmenter la densité des particules et conséquent la sédimentation des particules



La floculation



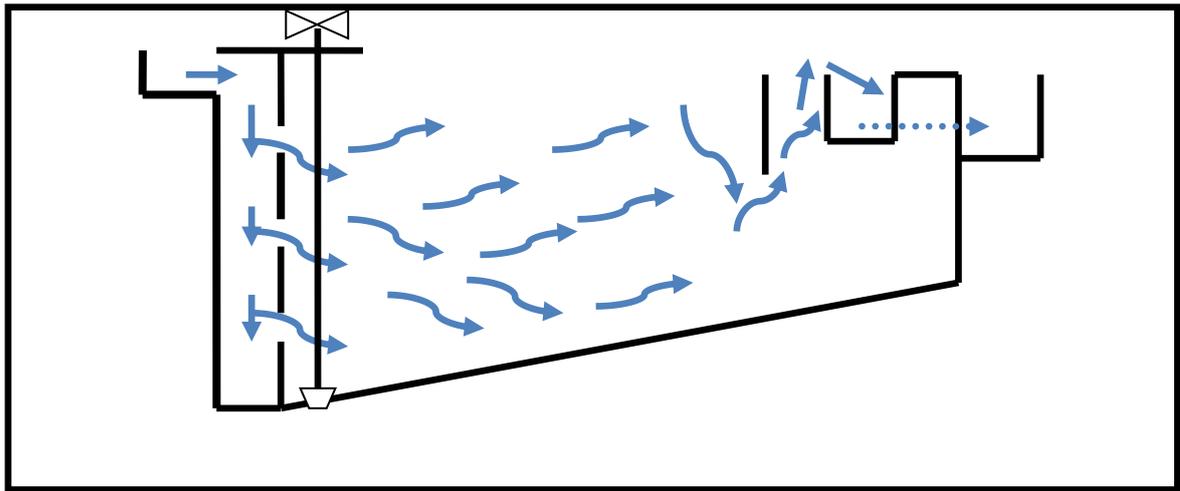
La coagulation



Les filtres



Les décanteurs



**Figure N°14 : représente type de décantation statique**

**II.7 La filtration :**

**II.7.1 Définition :**

Les premiers principes de filtration furent inspirés du filtrage naturel de l'eau qui traverse les différentes couches de la Terre, avant d'atteindre des « réservoirs souterrains ». donc la filtration est une méthode de séparation solide-liquide par passage d'eau à travers un milieu filtrant et cette opération est utilisée dans une station de traitement[16].

**II.7.2 Types de filtres :** On peut classer les filtres suivant différents critères :

- Type de milieu poreux utilisé.
- Mode de fonctionnement hydraulique.
- Vitesse de filtration.
- Mode de rétention.
- Type de prétraitement de l'eau.
- Suivant son homogénéité, sa taille, sa répartition dans le filtre.

**II.7.3 Types de milieux poreux utilisés :**

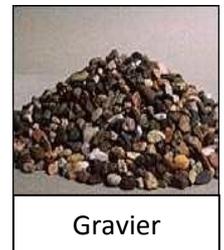
- Sable
  - Gravier
  - Anthracite
  - Terre de diatomée 5 à 10 cm
  - Membranes 0,1 à 1 mm
  - Filtres monocouches
  - Filtres bicouches
  - Filtres multicouches
- ( Epaisseur 0,5 à 2 m )



Anthracite



Sable



Gravier

Pour les membranes suivant le pouvoir de coupure

- ✓ Hyper filtration – Osmose inverse.
- ✓ Nano filtration.
- ✓ Ultrafiltration.
- ✓ Microfiltration.

### II.8 Caractéristiques des matériaux de filtration :

- ✓ Diamètre effectif ou taille effective.
- ✓ Coefficient d'uniformité.
- ✓ Masse unitaire sèche (max – min).
- ✓ Porosité (max – min).
- ✓ Forme des grains.
- ✓ Surface spécifique.
- ✓ Friabilité, dureté.
- ✓ Résistance à l'acide.

### II.9. La désinfection :

Parmi les processus composants une chaîne de traitement (comme la coagulation, la décantation, la filtration, etc...), la désinfection occupe une position particulière. Il s'agit en effet de l'opération minimale, pratiquement toujours nécessaire, pour le traitement des eaux.

Le traitement des eaux (particulièrement les eaux des boissons) par le chlore a pour but principal la destruction des organismes pathogènes de manière à prévenir les maladies à transmission hydrique. Il joue en outre différents rôles secondaires mais néanmoins importants: Oxydation de fer, du manganèse et de sulfure d'hydrogène; destruction de certains composés engendrant des goûts et des odeurs désagréables[16].

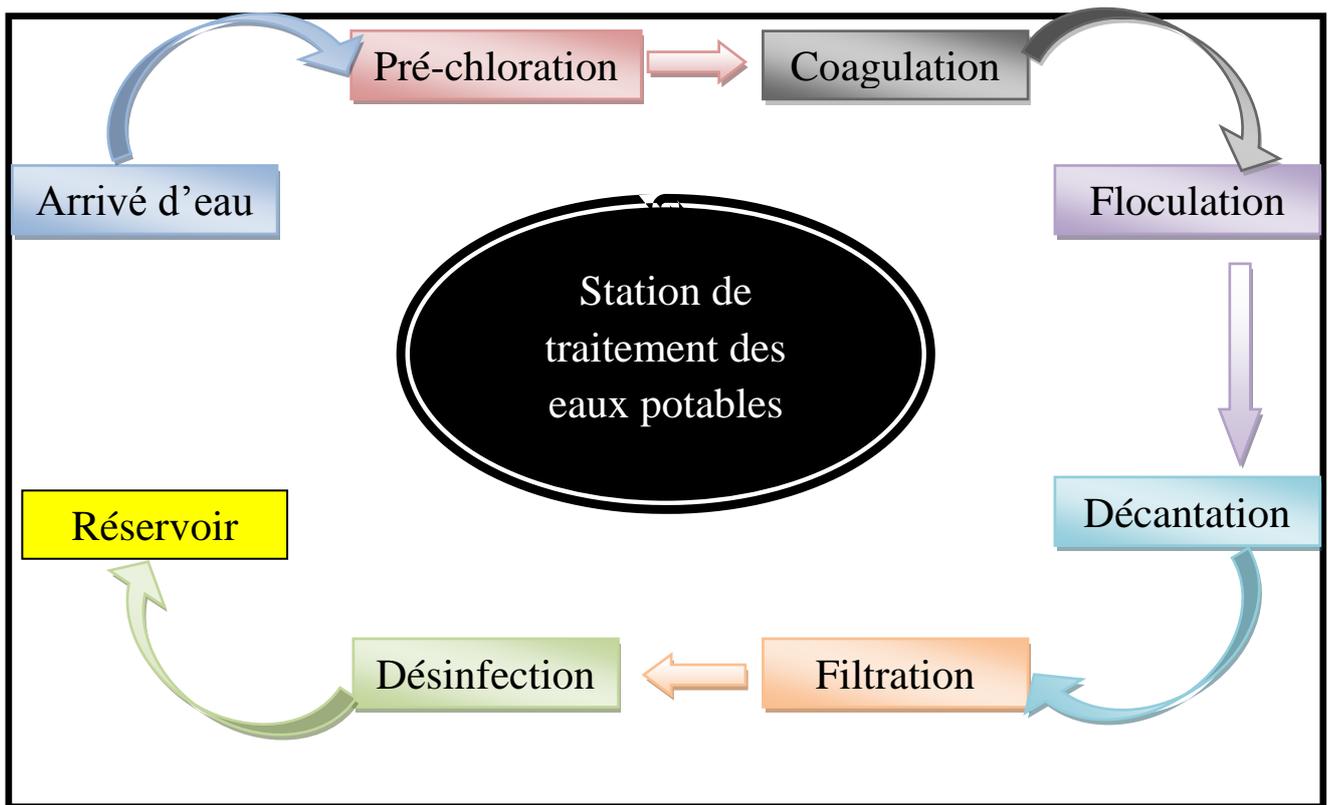
Divers agents désinfectants peuvent être utilisés, particulièrement l'hypochlorite de sodium (NaClO) et tous autres oxydants.

#### II.9.1 Le choix de désinfection:

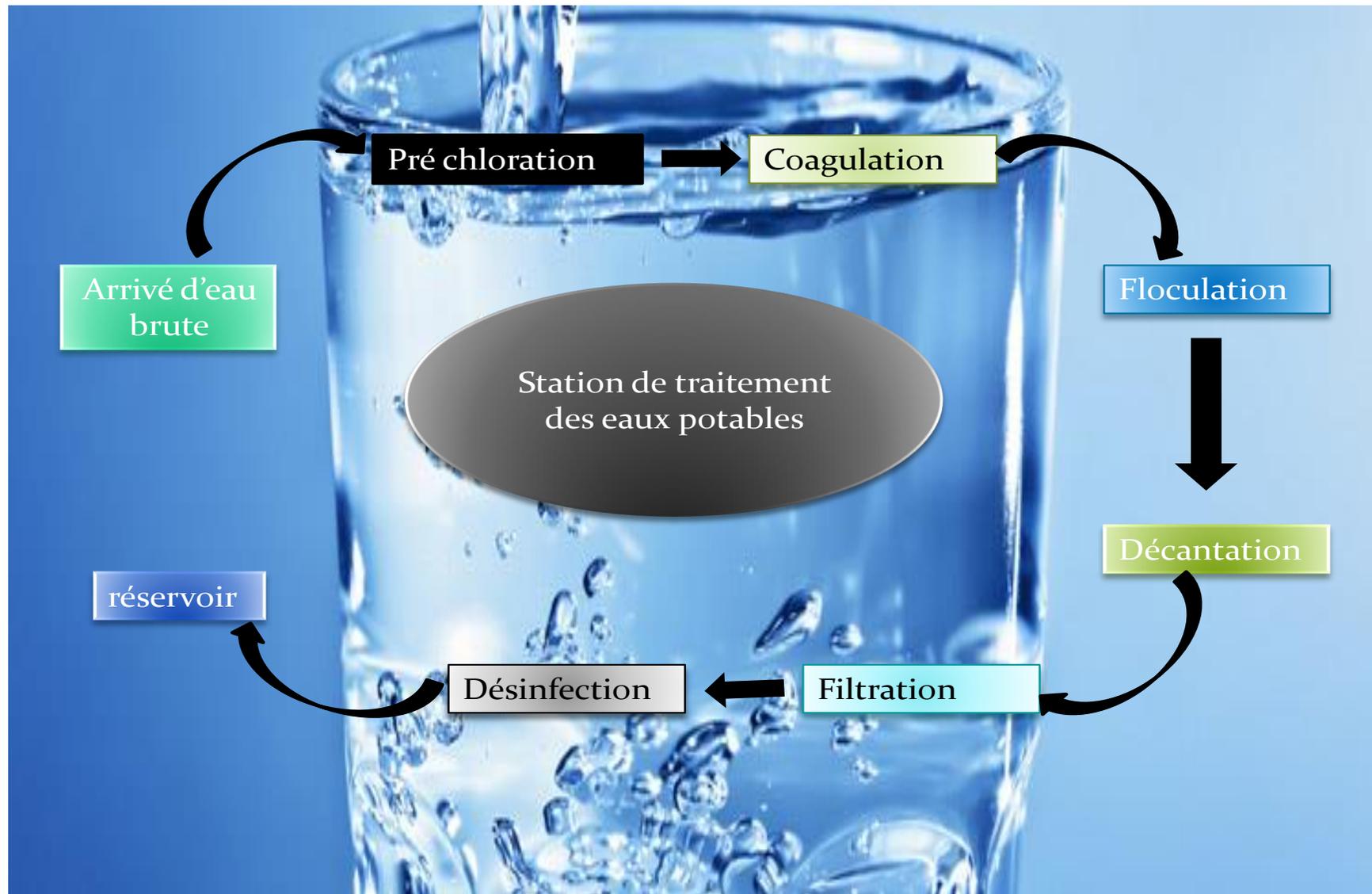
- ✓ du pouvoir oxydant
- ✓ de la capacité d'inactiver les microorganismes susceptible d'être présents.
- ✓ De la stabilité de l'oxydant sous les conditions anticipées (pH, température, temps de séjour).
- ✓ De la potabilité.
- ✓ Des sous produits que le désinfectant peut générer.
- ✓ Des matériaux dans le réseau (risque de corrosion ou de réactions avec un oxydant fort).
- ✓ De la charge organique de l'eau qui va consommer l'oxydant durant son trajet dans le réseau.

Les deux derniers points sont très importants. En effet, l'élimination des substrats qui consommeront le désinfectant contribuera au maintien ou non du désinfectant résiduel.

Quatre types de désinfectant sont couramment utilisés juste avant le réseau : le chlore, les chloramines, le dioxyde de chlore et les techniques membranaires (encore que ça n'affranchisse pas le traiteur d'eau, d'un appoint résiduel en chlore). Il faut cependant bien comprendre qu'il n'y a pas de désinfectant parfait et qu'il ne faut pas compter exclusivement sur le désinfectant résiduel pour prévenir tout problème bactériologique, l'élimination de la matière organique et des particules en suspension étant tout aussi fondamentale[16].



**Figure N°15 : les étapes de traitement des eaux potable.**



## CHAPITRE II: LES ETAPES DE TRAITEMENT DES EAUX POTABLES

**II.10 Le jar test** : est un appareil qui permet d'agiter simultanément le liquide contenu dans une série béchers à une vitesse bien déterminée. Les béchers contiennent des doses croissantes de coagulant. L'essai de coagulation comporte trois phases :

- ✓ phase d'agitation rapide à la vitesse maximale de 200 tours/minute pendant trois minutes. (coagulation)
- ✓ phase d'agitation lente à la vitesse de 60 tours/minute pendant 17 minutes. (floculation)
- ✓ phase de décantation durant 30 minutes[16].



Figure N° 16:Appareil jar test

# CHAPITRE III et IV

## Partie Pratique



## INTRIDUCTION

Cette partie complète les travaux réalisés par des collègues et consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et Bactériologiques des Eaux destinés à la consommation Humaine d' Ain Skhouna et Ain Zerga. Une deuxième partie consiste à effectuer les analyses cités au dessus sur le mélange d'eau (Ain Zerga et Ain Skhouna) à des proportion variables.

Les analyses physico- chimiques et bactériologiques ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux de la Wilaya de Saida.

L'Etude de la qualité de l'Eau comporte 03 étapes :Prélèvement, Echantillonnage ,Analyse et interprétation des résultats.

### III. Partie physico- chimique :

Pour être consommée , l'Eau doit répondeu à des critères de qualité très stricts. Une Eau potable c'est à dire consommable sans risque parmi les critères porteur la qualité physico-chimique.

#### III.1 Echantillonnage et Mode de Prélèvement :

**III.1.1 Echantillonnage :** le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté . l'échantillon doit être homogène , représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau , il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques. Les résultats de l'analyse seront exploitables que si le prélèvement a un caractère représentatif (norme ISO).

**III.1.2 Matériel de Prélèvement :**le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière. L'emploi de flacons neufs en verre borosilicate de préférence bouchés à l'émeri ou le cas échéant avec des bouchons en polyéthylène ou en téflon maintenu pendant une (1) heure dans l'eau distillée puis séchés.

**III.1.3 Mode de Prélèvement :** le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. Dans le cas de la source il faut plongée la bouteille à une certaine profondeur située entre 20 et 50 cm de la surface pour éviter de toucher le fond.

Dans le cas d'un robinet .il sera indispensable de faire couler l'eau pendant un certain temps qui ne sera jamais inférieur à 05 minutes , au moment du prélèvement les flacons seront de nouveau rincés 03 fois avec de l'eau à analyser puis remplis j'jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport .

**NB :** les échantillons ont été prélevés **du 21/02/2016 jusqu'à 07/05/2016.**

**Spécification des l'échantillons :** les eaux traités d' Ain Skhoua et Ain Zerga.

**Lieu de Prélèvement :** les Réseaux de distributions **AEP** d' Ain Skhoua et Ain Zerga.

**Prélèvement effectué par :** les étudiants M<sup>R</sup> OUARDI DJELLOUL et M<sup>R</sup> BOURAS ABDELKADER.

**Date de réception des échantillons au Laboratoire ADE :** **du 21/02/2016 jusqu'à 07/05/2016.**

### **III.1.4 Comparaison des paramètres physico-chimiques avec les normes en vigueur :**

Dans cette partie , il s'agit d'une comparaison des paramètres physico-chimiques des eaux de boisson avec les normes algériennes et OMS en la matière.

#### **III.1.4.1 Aperçu sur les normes :**

• **Norme algérienne NA (Norme de potabilité des eaux de consommation) :** c'est la norme algérienne pour la potabilité des eaux , qui date de 1992 et fut élaborée par l'institut algérien de normalisation .

son objectif, est de définir les critères permettant d'assurer la fourniture d'une eau de boisson sans risque sanitaire ni désagréments pour la population , tant sur les plans organoleptique ,physico-chimique et bactériologique , la dernière révision complète date de 2014 (**Décret exécutif n°14-96 du 2 jourmada el oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n°11-125 DU 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine**).

L'examen de cette norme montre qu'elle se base essentiellement sur les paramètres établis par l'OMS dans son élaboration.

• **Norme OMS :** la première directive fut publiée en 1958, depuis elle n'a cessée d'être améliorée et modifiée, la dernière révision complète date de 2008.

Tableau N°07 : paramètres physico-chimiques présents dans la norme NA et dans les directives OMS.

Paramètre	Unité	Norme Algérienne (NA6360)	Valeurs guide OMS
Saveur	Seuil de perception à 25°C	0 après 4 dilutions	-
Odeur	Seuil de perception à 25°C	0 après 4 dilutions	-
Couleur	mg/L échelle Pt/Co	25	-
T°	°C	25	20
pH	-	6,5 à 9	6.5 à9
Ca	mg/L	200	-
Mg	mg/L	150	-
Na	mg/L	200	-
K	mg/L	12	10
Cl	mg/L	500	-
SO <sub>4</sub>	mg/L	400	-
CO <sub>3</sub>	mg/L	-	-
HCO <sub>3</sub>	mg/L	-	30
NO <sub>3</sub>	mg/L	50	50
NO <sub>2</sub>	mg/L	0,2	0.2
NH <sub>4</sub>	mg/L	0,50	-
PO <sub>4</sub>	mg/L	0,50	-
SiO <sub>2</sub>	mg/L	-	-
Turbidité	NTU	5	5
Minéralisation	mg/L	-	-
C.20	µs/cm	2800	2500
TH	°f	500	-
TAC	°f	-	-
Oxydabilité	mg/l	5	5
Conductivité à 20c°	µs/cm	2800	1000

**Tableau N°08 :** Certain paramètres physicochimiques présents dans la norme NA et absents dans les directives OMS

Paramètre	Norme Algérienne (NA6360)	Norme OMS
Cl	+	+
SO <sub>4</sub>	+	-
NH <sub>4</sub>	+	-
PO <sub>4</sub>	+	-
TH	+	+

+ : Présence de normes.

- : Absence de normes.

Cependant, et devant la rareté de l'eau dans certaines contrées, et la difficulté d'en assurer la salubrité, l'OMS s'est vue à chaque publication de ses directives sur les eaux potables réduire le nombre des paramètres, ainsi que les valeurs à prendre en considération. En particulier dans la dernière mise à jour (2008). Il convient ici de souligner, que les directives OMS n'imposent pas de limites maximales admissibles, mais parlent de valeurs guides.

### III.1.5 Principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

Pour faciliter le travail de l'analyste et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, il convient d'étiqueter ou de numéroter les prélèvements. Chaque flacon doit être accompagné d'une fiche signalétique permettant de rassembler les renseignements utiles au laboratoire et comportera les renseignements suivants :

- 1- Identité du prélèvement.
- 2- Date et heure du prélèvement.
- 3- Particulier ou autorité demandant l'analyse.
- 4- Motif de la demande d'analyse.
- 5- Ville ou établissement que l'eau alimente.
- 6- Nom du point d'eau et localisation précise.
- 7- Origine de l'eau (source, puits, forage, ...etc.).
- 8- Température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement, conditions météorologiques.
- 9- Débit approximatif à la minute ou à la seconde. Dans le cas d'une nappe souterraine, préciser la profondeur et l'épaisseur de cette nappe.
- 10- Nature géologique des terrains traversés, aspect du milieu naturel[2].

**III.2 Contrôle des paramètres physico-chimiques :****III.2.1 Contrôle des paramètres organoleptiques :**

Odeur, Saveur, Aspect et Couleur, ses paramètres sont évalués à l'aide de nos sens, normalement, l'Eau doit être incolore, claire et limpide ce qui caractérise une eau normale et consommable, elle doit être aussi sans goût, caractéristique et avec une saveur fraîche.

**III.2.1.1 Contrôle de l'Aspect :****a) Principe :**

L'échantillon prélevé dans un flacon en verre doit être incolore et est examiné à l'œil nu on observe :

- S'il y a un dépôt.
- S'il y a des corps solides flottants.
- S'il y a une opalescence.

Une eau potable de bonne qualité ne doit présenter aucune de ces caractéristiques[2].

**b) Interprétation :**

A titre d'illustration concernant nos échantillons, on constate l'absence des caractéristiques citées au dessus.

**III.2.1.2 Contrôle de la Couleur :****a) Principe :**

La couleur d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration[2].

La coloration d'une eau est due à la présence des matières organiques, colloïdes en solution ou en suspension.

**b) Interprétation :**

L'eau étudiée est toujours limpide ceci indique probablement l'absence des ions métalliques fer ferreux ( $Fe^{+2}$ ) et fer ferrique ( $Fe^{+3}$ ), qui sont les facteurs principaux du changement de la couleur d'eau.

**III.2.1.3 Contrôle de l'Odeur :****a) Principe :**

Toute odeur est un signe de pollution ou la présence de matière organique en décomposition ce test met en œuvre le sens olfactif. Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore[2].

**b) Interprétation :**

L'eau étudiée a toujours été inodore ce qui indique probablement l'absence des produits chimiques de matières organiques en décomposition et de protozoaires.

### III.2.1.4 Contrôle de la Saveur :

#### a) Principe :

Les Saveurs ne sont décelables qu'à la dégustation. En gouttant l'eau à des dilutions diverses, on compare l'échantillon d'eau à analyser à une eau « sans gout » ou à des solutions de référence [2].

Une eau potable de bonne qualité est sans gout et ne présente pas l'odeur, la Saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous.

Les mauvais goûts ne sont pas considérés comme importants du point de vue d'hygiène, mais ils sont désagréables pour l'emploi de l'eau comme boisson. A l'état naturel une concentration de la minéralisation introduit un gout plus au moins accentué dans l'eau.

Les principaux éléments pouvant donner à l'eau une Saveur désagréable sont : le fer, le manganèse, le chlore actif, le phénol et les chlorophénol. La Saveur se développe avec l'augmentation de la température[2].

Une eau potable de bonne qualité doit avoir une Saveur faiblement agréable.

#### b) Interprétation :

D'après le test l'eau étudiée est sans Saveur. Car dans une eau de distribution il faut reconnaître que les traitements par le chlore sont à l'origine de la plus part des problèmes organoleptiques.

### III.2.2 Détermination des paramètres physico-chimiques (électrochimiques) :

Une eau potable du point de vue chimique doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une Saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute autre substance toxique.

#### III.2.2.1 Mesure de la Température :

##### a) Principe :

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et des gazes et dans la détermination du PH. Les eaux souterraines dont les températures au cours des saisons et d'environ 12°C à 15°C sont moins sensibles à la variation de la température, elle présente l'avantage d'arriver dans le réseau de distribution à une température plus basse mais elles peuvent s'échauffer par la suite dans les réseaux[11].

Les températures optimales d'une eau d'alimentation se situent entre 09°C et 19°C, les variations des températures dans le temps selon la saison ou le climat tendent à faire suspecter une contamination. L'OMS fixe une valeur maximale de température de 20°C [12].

**b) Mode Opérateur :**

La température de l'eau est mesurée à l'aide d'un appareil MULTI-PARAMETRES, cette température est exprimée en degré Celsius C°.

**Concernant l'appareil**, c'est un outil unique servant à mesurer plusieurs éléments physiques et chimiques : Température, Potentiel d'Hydrogène, Potentiel Redox, Conductivité, Salinité Taux des Sels dissous, Oxygène dissous , Saturation en Oxygène .



**Figure N°17** : Multi paramètre (température, PH, conductivité, salinité, taux des substances dessous, oxygène dissous, potentiel redox, Saturation en Oxygène).

Tableau n°09 : Résultats de mesure de la Température.

Echantillon	T (C°)
AZG	15.7
AS	15.5
50% AZG 50% AS	14.9
75% AZG 25% AS	18.2
25% AZG 75% AS	17.7
NA	25
OMS	20

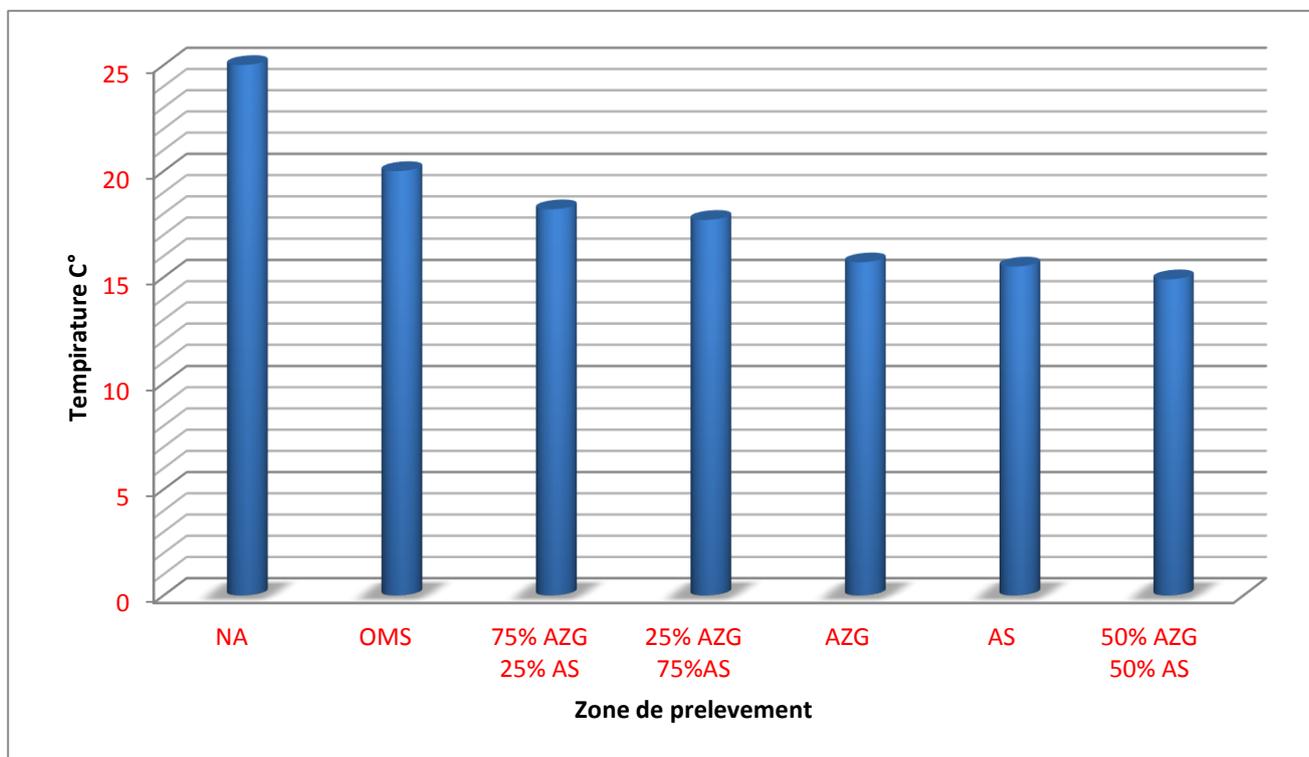


Figure N°18: évaluation de la température par rapport à la norme.

**c) Interprétation des Résultats :**

D'après les Résultats obtenus, on constate que les valeurs de Température des 05 échantillons sont inférieures à la valeur limite de la norme algérienne ainsi que la norme OMS .

D'autre part, la valeur de la température de l'échantillon du mélange (50%AZG ,50% AS) est inférieur par rapport aux autres échantillons d'où le choix de cet échantillon. On ne remarque pas de différence significative entre chaque échantillon, les variations peuvent être la conséquence de plusieurs facteurs notamment :

- Exposition ou non des différentes stations au soleil.
- les facteurs climatiques.
- la végétation.

**III.2.2.2 Mesure du Potentiel Hydrogène :****a) Principe :**

Le Potentiel Hydrogène mesure la concentration des ions  $H^+$  de l'eau, il traduit ainsi la balance acidité et basicité de l'eau sur une échelle de 0 à 14, le PH doit être comprise entre 6 à 8.5 pour permettre la vie aquatique. La mesure du PH nous renseigne sur l'alcalinité ou l'acidité d'une eau. C'est l'élément très important pour la recherche de l'agressivité de l'eau vis-à-vis du ciment et des métaux.

Un PH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distribution et à une diminution progressive de l'efficacité de la contamination bactérienne par le chlore.

Pour l'eau destinée à la consommation humaine le PH comprise entre 6.5 à 9 selon les normes.

Tableau N°10 : Résultats de mesure de PH

Echantillon	PH
AZG	7.65
AS	7.58
50% AZG 50% AS	7.74
75% AZG 25% AS	7.75
25% AZG 75% AS	7.71
NA	$\geq 6.5$ et $\leq 9$
OMS	$\geq 6.5$ et $\leq 9$

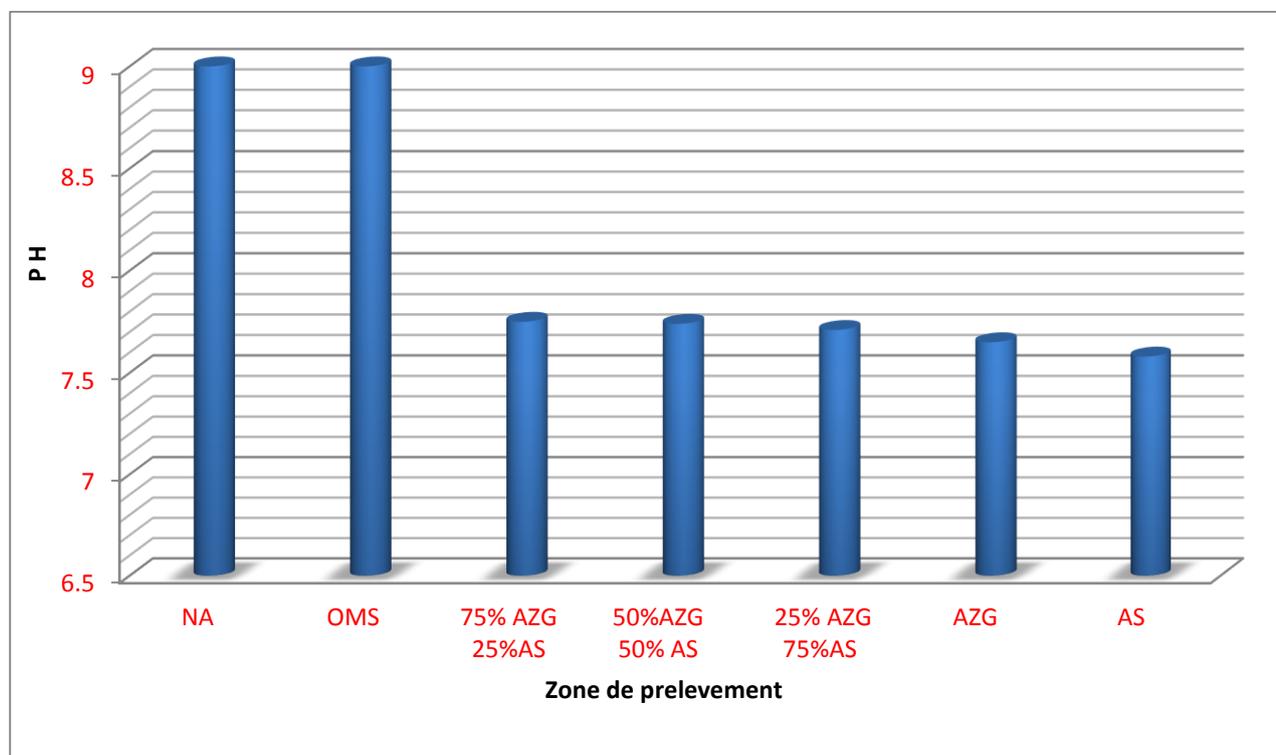


Figure N°19 : évaluation du PH par rapport à la norme.

**b) Interprétation :**

A la lumière de ces résultats, on remarque une faible différence de la valeur du pH, il s'agit d'un PH supérieur à 7. ces eaux présentent un caractère alcalin bicarbonatés puisqu' il est inférieur à 8. ces valeurs sont conformes à la norme OMS ainsi que la norme algérienne.

Il n'y a pas une signification hygiénique, il est rare que l'eau à un PH qui soit une contre indication de la potabilité mais il représente une matière très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau.

On ce qui concerne nos échantillons, les résultats obtenus montre que a ce niveau (7.58à7.75) l'eau ne présente pas d'agressivité ce qui favorise le développement des micros organismes.

**III.2.2 3 Mesure de la Conductivité :****a) Principe :**

La conductivité détermine le taux des ions conducteurs dans l'eau, la mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration de l'eau en sels dissout.

Une conductivité élevée traduit soit des PH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée, comme elle peut conduire à un entartage des conduites si l'excès est du aux ions de calcium[2].

**b) Mode Opérateur :**

Toujours l'appareil utilisée est le MULTI-PARAMETRES à trois électrodes

- Rincer chaque électrode avec de l'eau distillée.
- Immerger l'électrode concernée pour chaque paramètre dans l'échantillon.
- Procéder à une agitation.
- Faire la lecture de chaque paramètre après stabilisation en utilisant les touches qui correspond au paramètre qu'on veut lire.

**NB :** pour la conductivité on appui sur la même touche CND une fois pour obtenir la conductivité .

Tableau N°11 : Résultats de mesure de la Conductivité.

Echantillon	Conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )
AZG	709
AS	2020
50% AZG 50% AS	1371
75% AZG 25% AS	1035
25% AZG 75% AS	1706
NA	2800
OMS	1000

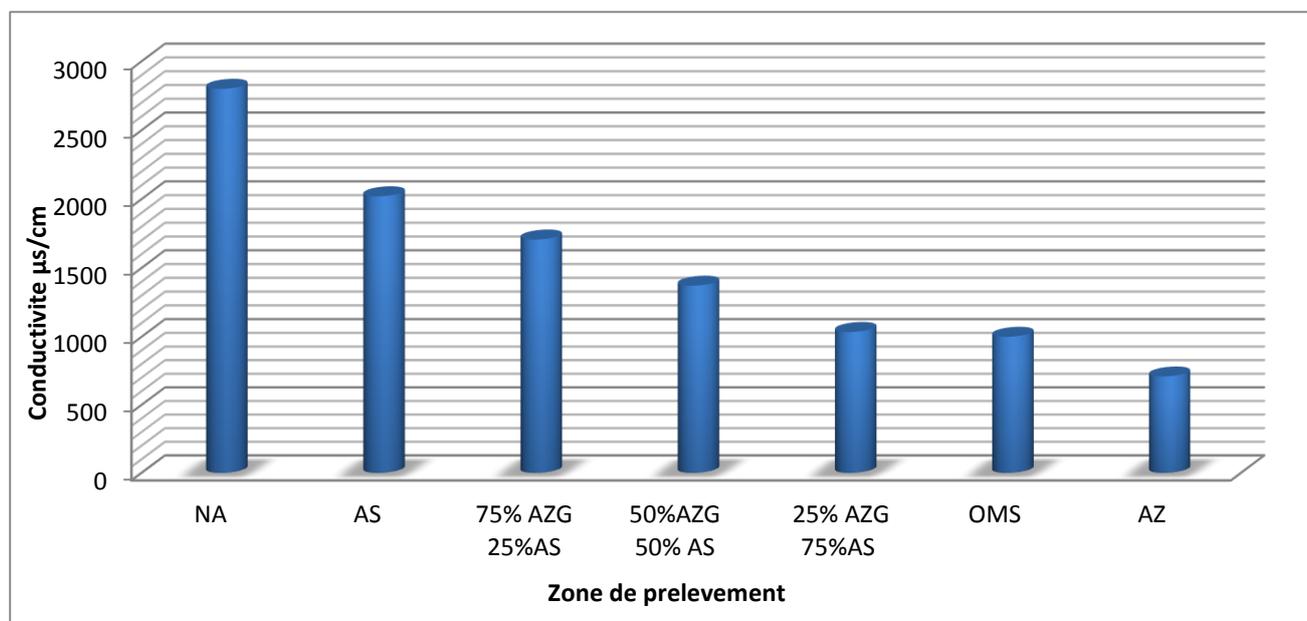


Figure N°20 : évaluation de la Conductivité par rapport à la norme.

**c) Interprétation des Résultats :**

D'après les Résultats obtenus, on constate que l'eau de AZG (Ain Zerga) est le moins minéralisé et donc moins chargé en sels ( $709\mu\text{s}/\text{cm}$ ) par rapport à l'eau d' Ain Skhouna ( $2020\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

Par ailleurs , les échantillons du mélange sont plus minéralisées par rapport à l'eau d' Ain Zerga .

Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne ainsi que la norme OMS

Notant que la conductivité importante est due à la mobilité des ions dissous dans l'eau.

D'autre part, l'échantillon du mélange (75%AZG ,25% AS) présente une faible conductivité par rapport aux autres échantillons, d'où le choix de cet échantillon.

**III.2.2.4 Mesure de la Salinité :****a) Principe :**

Est une mesure biologique importante permet de déterminer la salinité, l'unité de mesure est en %.

**b) Mode Opérateur :**

Pour la salinité on appui sur la même touche CND de l'appareil trois fois ainsi la valeur s'affiche directement puis faire la lecture.

**Tableau N°12 : Résultats de mesure de la Salinité.**

<b>Echantillon</b>	<b>Salinité (%)</b>
AZG	0.4
AS	1.1
50% AZG 50% AS	0.8
75% AZG 25% AS	0.6
25% AZG 75% AS	1.0

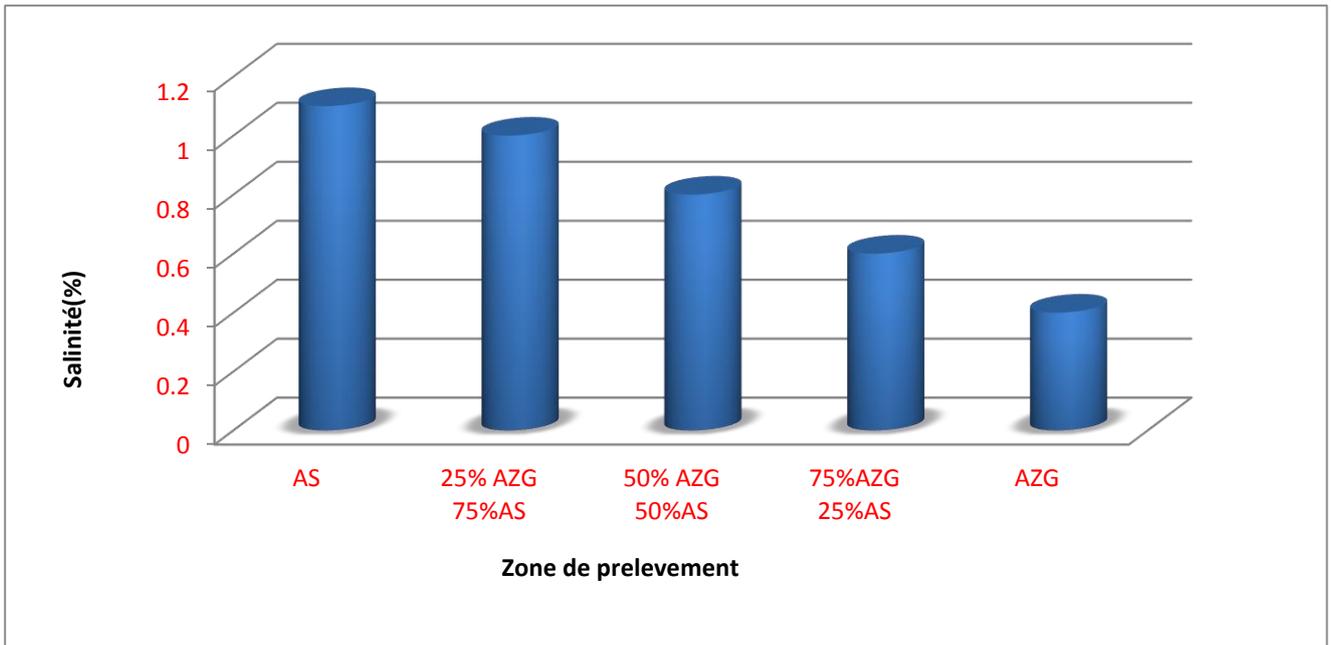


Figure N°21 : évaluation de la Conductivité par rapport à la norme.

NB : Absence des normes : NA ainsi que la norme OMS.

**c)Interprétation des Résultats :**

La figure N°21 montre que le taux de la salinité de l'eau d' Ain Skhouna est très élevé par rapport au taux de la salinité de l'eau d' Ain Zerga .

D'autre part, les échantillons d' Ain Zerga, mélange (75%AZG ,25% AS) présentes des faibles pourcentages, donc une meilleurs potabilité d'où le choix de ces échantillons.

**III.2.2.5 Mesure du taux des Substances Dissous:**

**a) Principe :**

Le TDS représente la concentration total des substances dissoutes dans l'eau, il est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques .les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium , le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates ,nitrates, bicarbonates , chlorures et sulfates qui sont des anions chargés négative

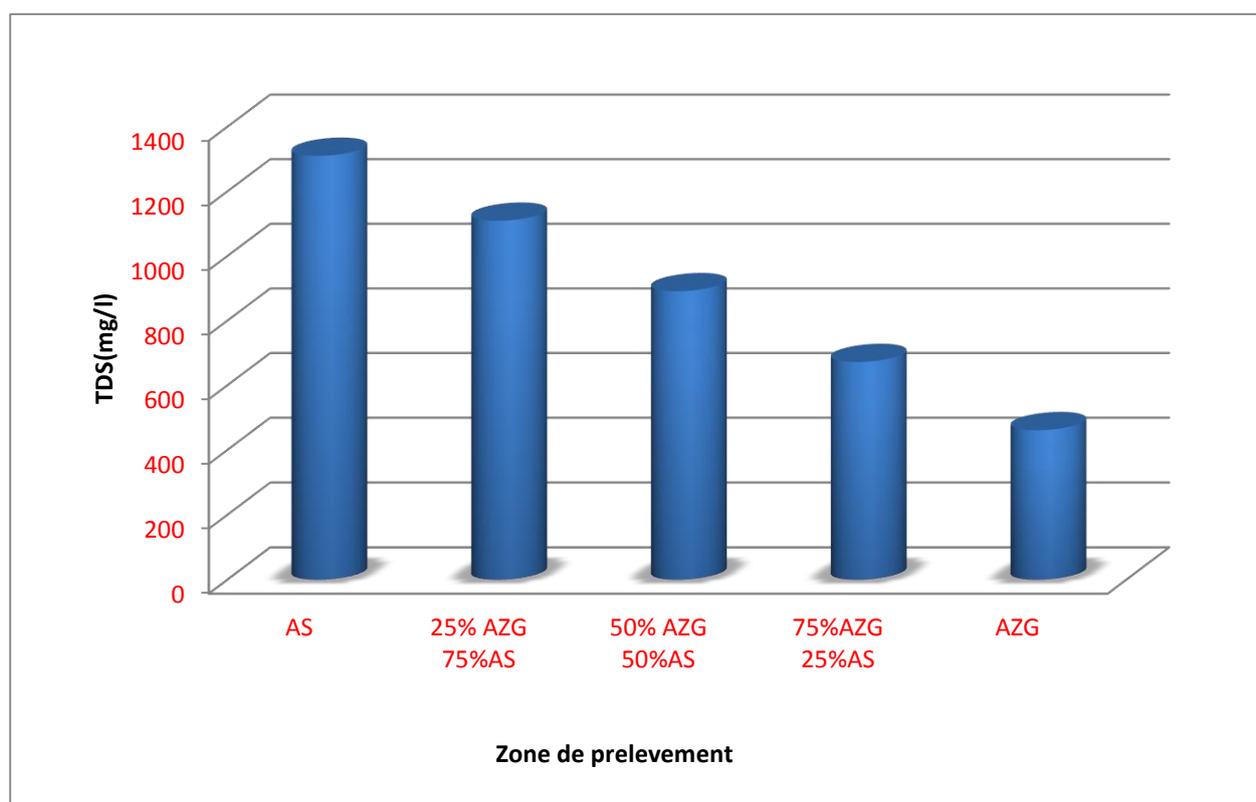
Ces minéraux peuvent provenir d'un certain nombre de source naturelle autant que suite aux activités humaines ,ces sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé des sels dissous par ce qu'elles ont coulés à travers des régions ou les roches contiennent beaucoup de sel .Le TDS Permet de contrôler de nombreux processus biochimiques , la valeur est donnée en (mg/l)

**b) Mode Opérateur :**

Pour le taux des sels dissout on appuie sur le bouton CND de l'appareil deux fois ou la valeur s'affiche directement en mg/l , puis on fait la lecture .

**Tableau N°13 : Résultats de mesure du Taux des Substances Dissous.**

Echantillon	TDS (mg/l)
AZG	461
AS	1310
50% AZG	891
50% AS	
75% AZG	672
25% AS	
25% AZG	1109
75% AS	



**Figure N°22 : évaluation de Taux des Substances Dissous par rapport à la norme.**

**NB :** Absence des normes : NA ainsi que la norme OMS.

**c) Interprétation des Résultats :**

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'eau d' Ain Zerga présente un faible taux des sels dissous par rapport à l'échantillon d' Ain Skhouna .

D'autre part l'échantillon du mélange (75%AZG ,25% AS) présente une faible teneur en TDS par rapport aux autres échantillons donc une meilleur potabilité d'où le choix de cet échantillon.

**III.2.2.6 Mesure de l'Oxygène dissous :****a) Principe :**

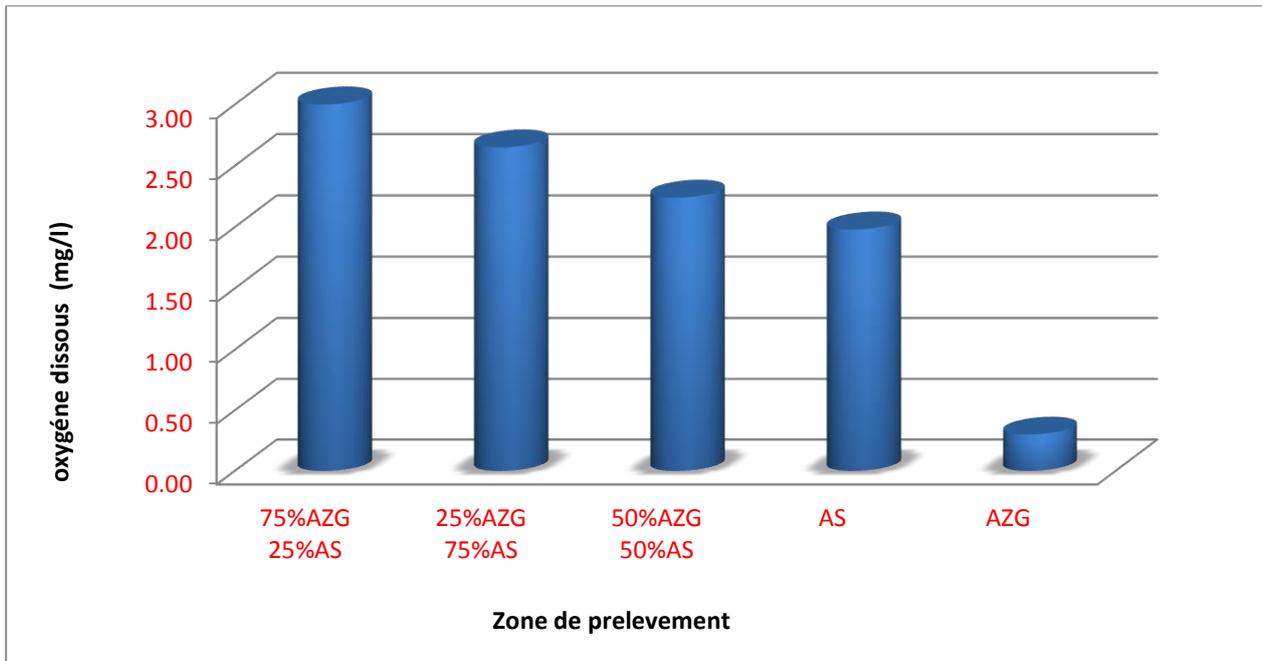
La teneur en oxygène dissous est un indice de qualité. il permet de juger si l'eau est agréable ou pas. L'oxygène dissous est un élément essentiel pour le déroulement de l'auto –épuration des cours d'eau par l'objet du micro –organismes qui se trouvent dans l'eau.

**b) Mode Opérateur :**

Pour l'oxygène dissous, on rince plusieurs fois l'électrode concerné pour le paramètre avec de l'eau distillée puis on le plonge dans le récipient contenant de l'eau à analyser et puis on appuie sur le bouton CND de l'appareil ou la valeur s'affiche directement en mg/l, puis on fait la lecture.

**Tableau N°14 :** Résultats de mesure de l'Oxygène Dissous (mg/l).

Echantillon	L'Oxygène Dissous (mg/l)
AZG	0.30
AS	1.98
50% AZG 50% AS	2.24
75% AZG 25% AS	3.00
25% AZG 75% AS	2.65



**Figure N°23** : évaluation de l'Oxygène Dissous par rapport à la norme.

**NB** : Absence des normes NA ainsi que la norme OMS .

### c) Interprétation des Résultats :

A la lumière de ces résultats, on remarque que l'échantillon du mélange (75%AZG ,25% AS) présente une valeur optimale du taux de l'oxygène dissous donc une meilleurs potabilité d'où le choix de cet échantillon.

L'oxygène dissous est expliquée par la respiration des micro- organismes existant dans l'eau, ou encore par l'utilisation de l'oxygène dans les différentes réactions d'oxydation. L'oxygène dissous paramètre nécessaire à l'oxydation des substances organiques c'est un élément indispensable pour la respiration chez la plupart des être vivants.

### III.2.2.7 Mesure de la Saturation en Oxygène O<sub>2</sub>(%) :

#### a) Principe :

La teneur de la Saturation en oxygène O<sub>2</sub>(%) et aussi un indice de qualité . il permet de juger comme le paramètre de l'oxygène dissous si l'eau est agréable ou pas .la saturation en oxygène lui aussi un élément essentiel pour le déroulement de l'auto -épuration des cours d'eau par l'objet des micro -organismes qui se trouve dans l'eau.

#### b) Mode Opérateur :

Pour la saturation en oxygène, on rince plusieurs fois l'électrode concerné pour le paramètre avec de l'eau distillée puis on le plonge dans le récipient contenant de l'eau à analyser et puis on appuie sur le bouton CND de l'appareil ou la valeur s'affiche directement en %, puis on fait la lecture.

Tableau N°15 : Résultats de mesure de la Saturation en oxygène (%).

Echantillon	Saturation en Oxygène (%)
AZG	10
AS	16.3
50% AZG 50% AS	29
75% AZG 25% AS	30
25% AZG 75% AS	30

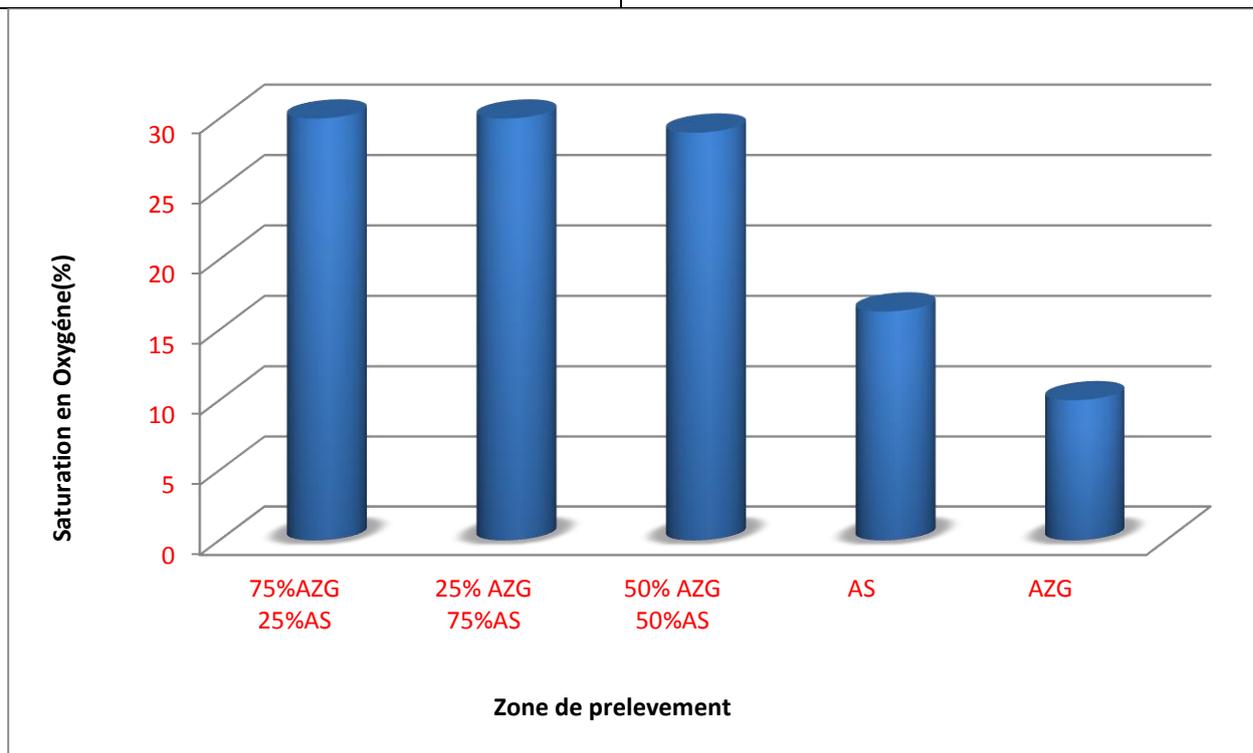


Figure N°24 : évaluation du Taux de la Saturation en oxygène (%) par rapport à la norme.

**NB** : Absence des normes : NA ainsi que la norme OMS.

**c) Interprétation des Résultats :**

La figure N°24 montre que les deux échantillons des mélanges eaux respectivement (75%AZG ,25% AS) et (25%AZG ,75% AS) présentent des valeurs maximales (30%) , d'où une meilleure potabilité pour chaque échantillon .

La Saturation en Oxygène est expliquée par la respiration des micro –organismes existant dans l'eau.

**III.2.2.8 Mesure de Potentiel Redox :****a) Principe :**

Le Potentiel Redox c'est un facteur d'électronisation (ou électrique)  $rh^2$ , représente la pression d' $H_2$  ou  $O_2$ , manifestée par l'eau sur une cathode inattaquable dans un circuit d'électrolyse plongée dans l'eau.

Le  $rh^2$  correspond aux « oxydoréduction », ils varient suivant le pH.

Un  $rh^2$  faible correspond à une solution réductrice et négative, un  $rh^2$  élevée correspond à une solution oxydante et positive.

L'équilibre entre Le  $rh^2$  réductrice et le  $rh^2$  oxydante c'est le  $rh^2 = 28$  valeur neutralisé.

**b) Mode Opérateur :**

Pour Le Potentiel Redox, on rince plusieurs fois l'électrode concerné pour le paramètre avec de l'eau distillée puis on le plonge dans le récipient contenant de l'eau à analyser et puis on appuie sur le bouton CND de l'appareil ou la valeur s'affiche directement en( mV), puis on fait la lecture.

**Tableau N°16 : Résultats de mesure de Potentiel Redox (mV).**

Echantillon	Potentiel Redox (mV)
AZG	63
AS	51
50% AZG 50% AS	55
75% AZG 25% AS	60
25% AZG 75% AS	52



**Figure N°25** : évaluation du Potentiel Redox en (mV) par rapport à la norme.

**NB** : Absence des normes : NA ainsi que la norme OMS.

### c) Interprétation des Résultats :

D'après nos analyses, on remarque que l'échantillon d' Ain Zerga ainsi que l'échantillon du mélange (75%AZG ,25% AS) présentent des valeurs de Potentiel Redox élevés donc des solutions oxydantes et positives, nous pouvons déduire qu'il n'ya pas une différence importante entre les 05 échantillons.

### III.2.2.9 Mesure de la turbidité :

#### a) Principe :

La turbidité de l'eau est liée à la transparence ,elle donne une idée de la teneur en matière en suspension .les eaux troubles chargées de substances finement divisées (matières organiques, limons) forment par fois d'important dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs .

Pour la sécurité de l'eau de boisson, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU[12].

La turbidité est employée pour indiquée la qualité de matière colloïdale dans l'eau (argiles, grains de silice, matières organiques).la turbidité est facteur important dans la qualité des eaux de boissons.

#### b) Moyen utilisés :

- Turbidimètre HACH 2100N.
- Cellules de mesures.
- Solution Etalonnée à 0.02 NTU.

c) **Mode Opérateur :**

La mesure est effectuée grâce à un turbidimètre qui permet d’apprécier la turbidité de l’eau, D’abord procéder à l’étalonnage de l’appareil turbidimètre avec la solution de 0.02 NTU. Remplir les cellules avec les différents échantillons et lire la turbidité correspondante.

**NB :** lors du remplissage des cellules éviter l’entrée des bulles d’air [12].



**Figure N°26 :** Le turbidimètre HACH 2100 N.

d) **Expression des Résultats :**

La mesure est obtenue directement en NTU.

**Tableau N°17 :** Résultats de mesure de la Turbidité (NTU).

Echantillon	Turbidité (NTU)
AZG	0.85
AS	0.29
50% AZG	0.39
50% AS	
75% AZG	0.74
25% AS	
25% AZG	0.35
75% AS	
NA	5
OMS	5

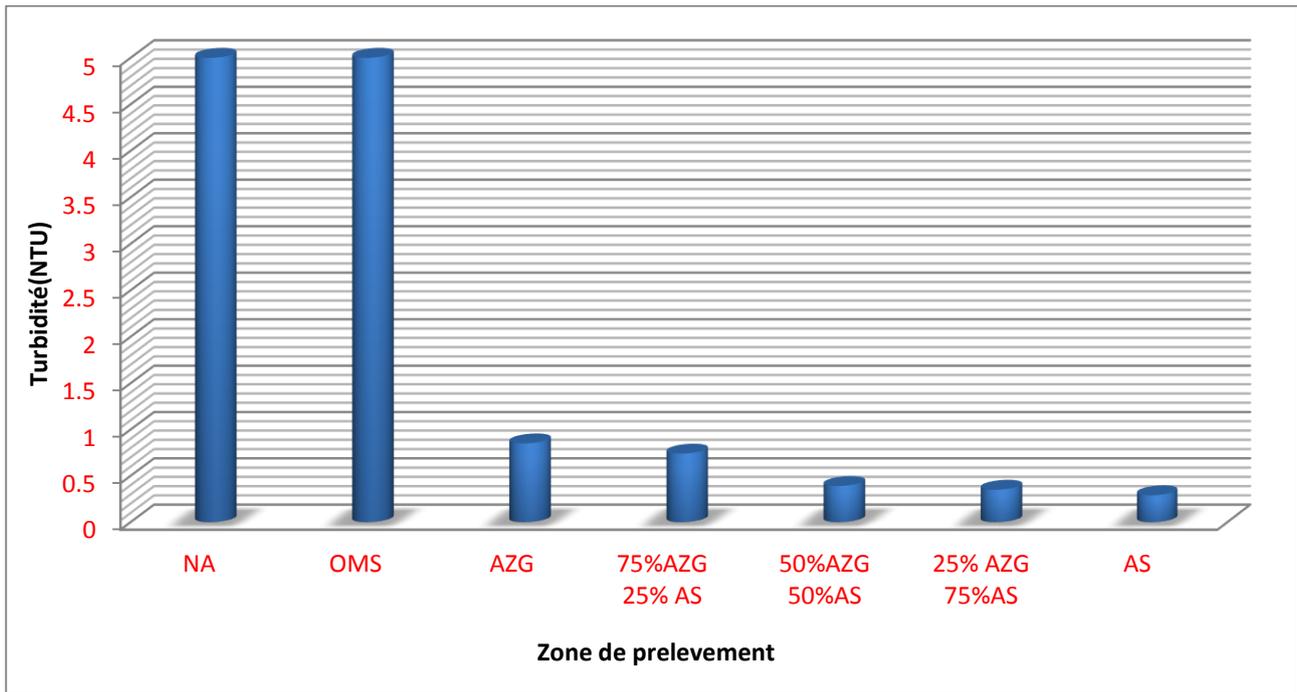


Figure N°27 : évaluation de la Turbidité par rapport à la norme.

**e ) Interprétation des Résultats :**

D’après les résultats obtenus, on remarque que la turbidité de l’eau d’ Ain Zerga est supérieure à la valeur d’ Ain Skhouna. Les valeurs des 05 échantillons respectent les normes de potabilité Algérienne NA et aux normes OMS. L’échantillon d’Ain Skhouna présente une valeur minimale par rapport aux autres, donc une meilleure transparence.

Il est même si l’on veut rapprocher les mesures de turbidité des mesures de matières en suspension notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, l’appréciation de l’abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d’autant plus faible que le traitement de l’eau aura été plus efficace.

De toute façon , les échantillons doivent être agités rigoureusement avant la mesure, en raison des caractéristiques propres aux matières en suspension , telle que taille , forme, indice de réfraction ,couleur ...ect, les difficultés de comparaison sont évidentes.

**III.3 Détermination des paramètres physico-chimiques (Volumétriques) :****III.3.1 Détermination de titre alcalimétrique TA :****a) Principe :**

Permet de connaître en hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ), la moitié de la teneur en carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et un tiers environ des phosphates présent[2].

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

**b) Réactifs utilisés :**

- Acide chlorhydrique N/50.
- Solution de phénol phtaléine dans l'alcool à 0.50 %.

**c) Mode Opératoire :**

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on introduit un volume de 100 ml d'eau à analyser puis en ajoutant 1 à 2 gouttes d'une alcoolique de phénol phtaléine, une coloration rose ça veut dire présence de carbonate, doit alors se développer, puis on titre avec l'acide à l'aide d'une burette puis on fait l'agitation jusqu'à décoloration complète de la Solution, mais si la couleur ne change pas ça veut dire que l'eau est bicarbonatée.

**d) Expression des résultats :**

$$\text{TA} = \frac{(\text{N}_{\text{acide}} * \text{V}_{\text{acide}})}{\text{V}_{\text{H}_2\text{O}}} * 1000 \text{ meq/l}$$

**N<sub>acide</sub> :** normalité d'HCL ou d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**V<sub>acide</sub> :** volume d'HCL ou d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour le titrage

**V<sub>H2O</sub> :** volume de la prise d'essai.

**e) Interprétation des Résultats :**

En ce qui concerne nos échantillons le **TA est nul** ce qui produit en général pour les eaux naturelles dont le PH < 8.3 et ceci ne correspond à aucun début de décomposition des bicarbonates.

**III.3.2 Détermination de titre alcalimétrique Complet TAC :****a) Principe :**

le **TAC** correspond à la teneur en ions  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  pour des PH inférieur à 8.3 et il correspond au dosage des bicarbonates, sont dosés par un acide fort en présence d'un indicateur coloré, se sont des sels minéraux essentiels à l'équilibre de l'organisme[2].

Le **TAC** est défini comme étant comme la somme des concentrations totales en ions hydroxydes carbonatés.

Le TAC permet de connaître la teneur total en hydroxydes carbonates et hydrogencarbonates.

**b) Réactifs utilisés :**

- Acide chlorhydrique ou sulfurique N/50.
- Solution de méthylorange.

**c) Mode Opérateur :**

On utilise l'échantillon traité précédemment s'il n'ya pas de coloration, on ajoute 1à2 gouttes de méthylorange puis on titre avec l'acide jusqu'a virage du jaune au orange.

**d)Expression des résultats :**

$$\text{TAC} = ((N_{\text{acide}} * V_{\text{acide}}) / V_{\text{H}_2\text{O}}) * 1000 \text{ meq/l}$$

$N_{\text{acide}}$  : normalité d'HCL ou d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

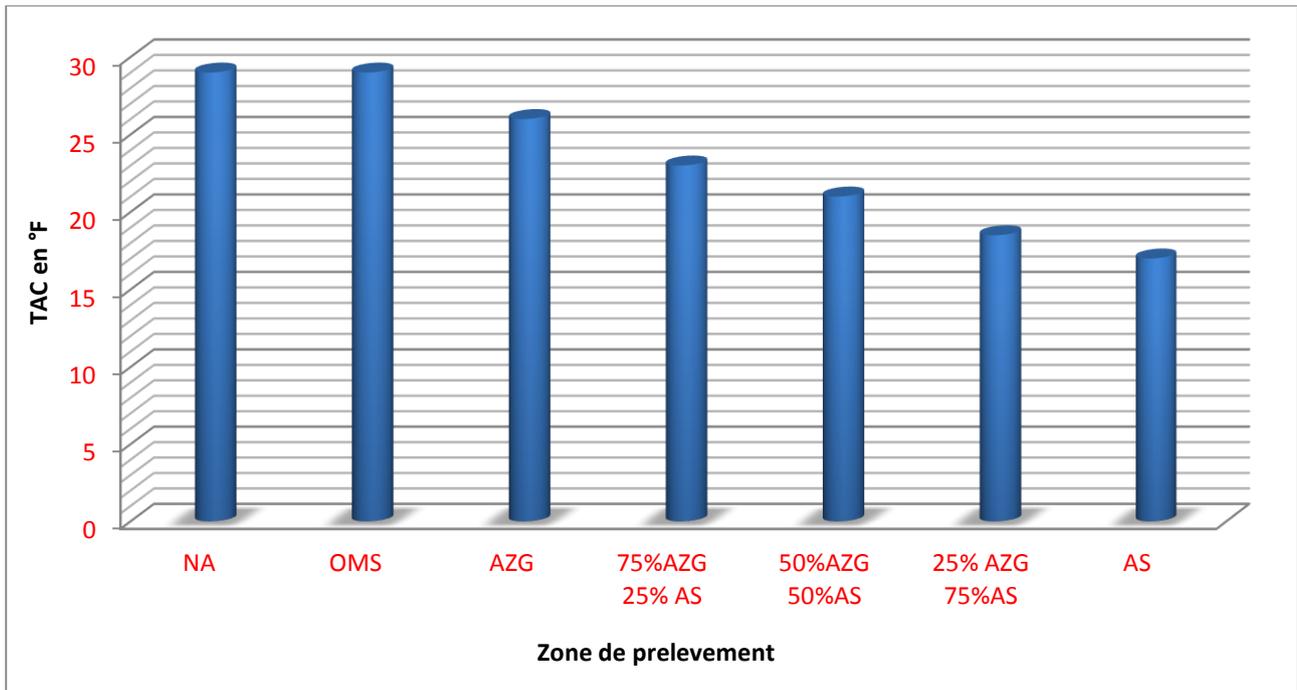
$V_{\text{acide}}$  : volume d'HCL ou d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour le titrage

$V_{\text{H}_2\text{O}}$  : volume de la prise d'essai.

**1 °F = 10 mg de CaCO<sub>3</sub> .**

**Tableau N°18 : Résultats de mesure du Titre alcalimétrique complet TAC**

Echantillon	TAC en °F
AZG	26
AS	17
50% AZG	21
50% AS	
75% AZG	23
25% AS	
25% AZG	18.5
75% AS	
NA	29
OMS	29



**Figure N°28 :** évaluation du Titre alcalimétrique complet **TAC** par rapport à la norme.

#### e) Interprétation des Résultats :

D'après les résultats obtenus, on constate que les valeurs des 05 échantillons respectent les normes NA et l'OMS avec un maximum pour l'échantillon d'Ain ZERGA ainsi que l'échantillon du mélange (50%AZG, 50% AS), le **TAC** ne dépasse pas les normes ce qui nous permet de déduire que notre eau est bicarbonatée. Le **TAC** présent dans l'eau est dû à l'action dissolvante des bactéries qui fournissent du  $\text{CO}_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates.

L'ion bicarbonate est le principale constituant alcalin de la plupart des eaux courantes pour un PH inférieur à 8.3 l'alcalinité est alors purement bicarbonatée.

### III.3.3 Détermination de la dureté totale TH :

#### a) Principe :

La dureté totale ou titre hydrométrique **TH** d'une eau correspond essentiellement à la présence de sel de calcium et magnésium elle est liée directement à la nature géologique des terrains traversés, un sol calcaire donnera une eau dure (fortement minéralisé en calcium et magnésium).

La dureté totale représente la somme des concentrations en cation calcium  $\text{Ca}^{+2}$  et magnésium  $\text{Mg}^{+2}$ , ces derniers rendent l'eau dure ce qui pourrait nuire à des différentes canalisations par suite de formation des dépôts incrustants.

#### b) Réactifs utilisés :

- Solution d'EDTA (sel dis sodique d'acide éthylène diamine tétra -acétique à 0.1 N).
- Indicateur coloré : noir Erichrome (N.E.T).

**c) Mode Opérateur :**

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 100ml d'eau à analyser puis on ajoute 1ml d'une solution tampon PH=10 pour stabiliser le complexe formé puis on ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré (N.E.T) ensuite en titre avec la Solution EDTA 0.1 N jusqu'à virage rouge violet au bleu vert.

**d) Expression des résultats :**

$$\text{TH (}^\circ\text{F)} = V_{\text{EDTA}}$$

$$\text{TH ( mg/l en CaCO}_3\text{)} = V_{\text{EDTA}} * 10$$

$$\text{TH ( mg/l)} = V/5$$

NB : 1 °F = 10 mg/l en CaCO<sub>3</sub>.

15-25 °F = Eau moyennement douce.

25-32 °F = Eau assez douce.

32-52 °F = Eau dure.

>50 °F = Eau très dure.

**Tableau N°19 : Résultats de mesure du Titre Hydrométrique TH**

Echantillon	TH en °F
AZG	38 dure
AS	64 très dure
50% AZG 50% AS	47 dure
75% AZG 25% AS	43 dure
25% AZG 75% AS	52 très dure
NA	50
OMS	50



**Figure N°29:** évaluation du Titre Hydrométrique **TH** par rapport à la norme.

#### d)Interprétation des Résultats :

La figure N° 29 montre que l'échantillon d'Ain Skhouna ainsi que l'échantillon du mélange (25%AZG ,75% AS) présentent des valeurs supérieures à la norme algérienne ainsi que la norme OMS, Ces eaux sont très dures, contrairement aux autres valeurs.

D'autre part, les valeurs des échantillons d'Ain Zerga ainsi que l'échantillon (50%AZG ,50% AS) et (75%AZG ,25% AS) respectent les normes ce qui nous permet de déduire que ces eaux sont dures.

Le **TH** agréable **entre 8-10 °F** , La dureté totale de l'eau potable doit rester au minimum à **10 °F** pour une raison physique et de lutte contre la corrosion .Elle est un facteur important dans la qualité des eaux de boissons.

#### III.3.4 Détermination de la dureté calcique $T_{Ca^{+2}}$ :

##### a) Principe :

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires, c'est composant majeur de la dureté de l'eau .le calcium est généralement l'élément des eaux potables.

Les eaux de bonne qualité renferment de 250à350 mg en  $CaCO_3$ , les eaux qui dépassent **500mg/l** de  $CaCO_3$  présentent de sérieux inconvénient pour les usages domestiques et pour l'alimentation .certaines eaux minérales contiennent de milligrammes par litres[2].

Le calcium, minérale le plus abondant dans le corps humain se trouve dans les OS (à 90 %) associé au magnésium .il est l'élément de la dureté de l'eau .Essentiel pour la solidité des OS et de la santé des dents ,il participe aussi au bon fonctionnement des muscles.

**b) Réactifs utilisés :**

- Murexide.
- Solution **EDTA 0.1 N**.
- Solution d'hydroxyde de Sodium **NaOH 2N**.

**C) Préparation des Solutions :**

- Solution **EDTA 0.1 N :**

3.721gr après déshydratation à 80°C pendant 2heures +eau distillée à1000ml.

- Solution d'hydroxyde de Sodium **NaOH 2N :**

Des pastilles de 80gr de Soude + eau distillée à 1000ml.

**d)Mode Opérateur :**

A l'aide d'une pipette , introduire 50ml d'eau à analyser , ajouter 2ml de la Solution d'hydroxyde de Sodium **NaOH 2N** pour ajuster le **PH** de l'échantillon **entre 12 et 13** , ajouter quelque gouttes de la Solution de Murexide puis le titrage avec la Solution **EDTA 0.1 N** jusqu'à virage violet.

**e)Expression des résultats :**

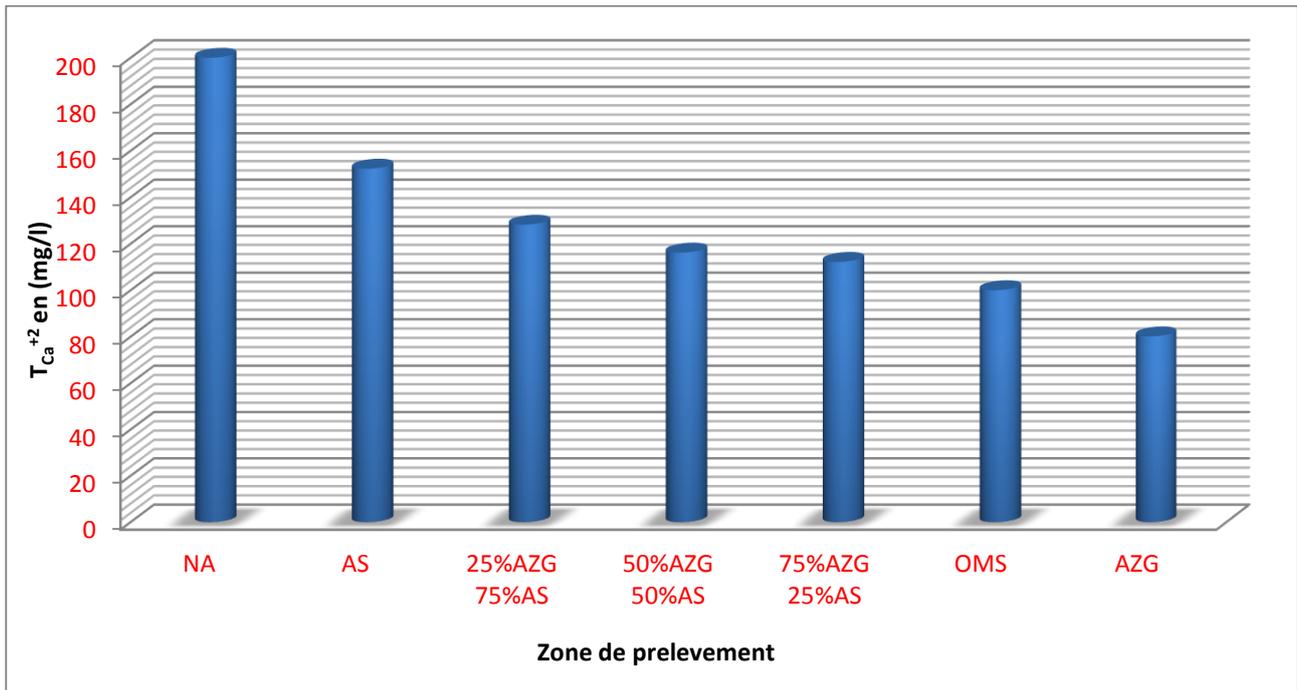
La teneur en calcium est exprimée en milligrammes par litres

**Dureté calcique  $T_{Ca^{+2}} = V_{EDTA} * 4.008 * F$ .**

**Dureté calcique  $T_{Ca^{+2}}$  en (mg/l) =  $V_{EDTA} * 4.008 * 10$  .**

**Tableau N°20 : Résultats de mesure de la dureté calcique  $T_{Ca^{+2}}$  .**

Echantillon	$T_{Ca^{+2}}$ en (mg/l)
AZG	80.16
AS	152.30
50% AZG	116.2
50% AS	
75% AZG	112.2
25% AS	
25% AZG	128.3
75% AS	
NA	200
OMS	100



**Figure N°30:** évaluation la dureté calcique T<sub>Ca<sup>+2</sup></sub> par rapport à la norme.

**f) Interprétation des Résultats :**

L'eau de boisson constitue une source d'apport pour l'organisme en calcium , qui est un élément essentiel pour notre métabolisme ,le calcium est un élément de la dureté , il est généralement l'élément dominant des eaux potables , la figure N°30 montre que les valeurs des 05 échantillons sont inférieurs au niveau guide de la norme algérienne , par contre sont supérieurs au niveau guide de la norme OMS a part l'échantillon d' Ain Zerga .

**III.3.5 Détermination de la dureté magnésienne TMg<sup>+2</sup> :**

**a)Principe :**

Le magnésium est un des élément les plus répondu dans la nature , élément indispensable pour la croissance .son abondance géologique (constitue environ 2.1 de l'écorce terrestre ) et sa grande solubilité ainsi que sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes ,allant de quelques milligrammes à plusieurs de milligrammes par litre au delà de 50mg/l ,il donne un gout désagréable à l'eau[<sup>2</sup>].

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, l'addition de jaune thriozol à une solution diluée de magnésium , en présence d'amidon comme colloïde protection provoque la formation d'une laque rouge orangé ou rouge .l'intensité de la coloration est proportionnelle à la qualité de magnésium contenue dans la prise d'essai [<sup>2</sup>].

**b) Mode Opérateur :**

L'évaluation de la dureté magnésienne  $\text{TMg}^{+2}$  d'une eau est généralement obtenue en précédant à la différence entre la dureté totale  $\text{TH}$  et la dureté calcique  $\text{TCa}^{+2}$ .

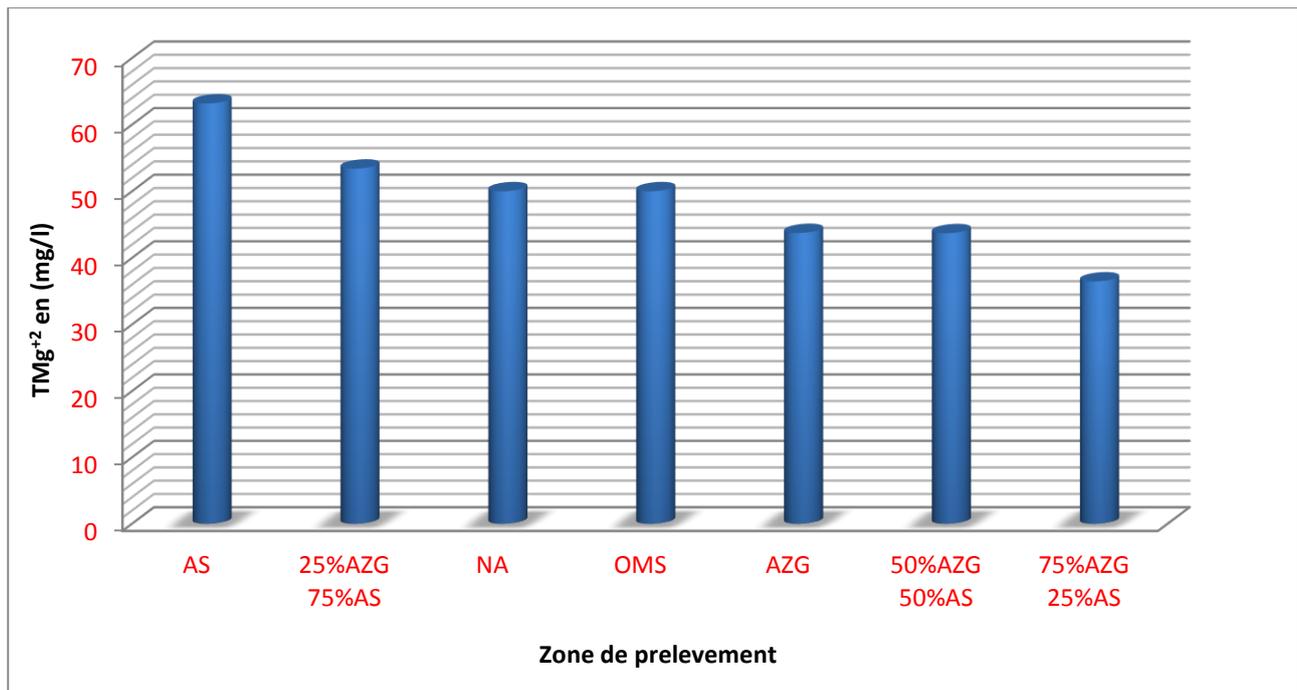
Il faut noter par ailleurs la possibilité de dosage du calcium et du magnésium par absorption atomique méthode physique.

$$\text{TH} = \text{TCa}^{+2} + \text{TMg}^{+2}.$$

$$\text{TMg}^{+2} = \text{TH} - \text{TCa}^{+2}.$$

**Tableau N°21 : Résultats de mesure de la dureté magnésienne  $\text{TMg}^{+2}$ .**

Echantillon	$\text{TMg}^{+2}$ en (mg/l)
AZG	43.74
AS	63.18
50% AZG 50% AS	43.7
75% AZG 25% AS	36.46
25% AZG 75% AS	53.4
NA	50
OMS	50



**Figure N°31** : évaluation la dureté magnésienne  $TMg^{+2}$  par rapport à la norme.

### c) Interprétation des Résultats :

Le magnésium est un élément aussi important, sur le plan métabolique que le calcium pour l'organisme.

La figure N°31 montre que les échantillons d'Ain Skhouna , l'échantillon du mélange (25%AZG ,75% AS) sont en dessus de la valeur limite fixé par la norme algérienne NA et OMS qui s'accorde sur la valeur limite de 50 mg/l .

D'autre part , pour le reste des échantillons sont respectives aux normes .

### III.3.6 Détermination des chlorures Cl<sup>-</sup> :

#### a)Principe :

La teneur en chlorure dans les eaux extrêmement variée , liée à la teneur des terrains traversés.une présence excessive de chlorures dans l'eau la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes , une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution selon les normes : OMS et NA la quantité des chlorures ne doit pas dépasser 500mg/l , un taux élevé des chlorures provoque une saveur désagréable à l'eau ,surtout s'il s'agit des chlorures de sodium la saveur peut être moins manquée en présence de calcium et de magnésium [2].

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables ils peuvent avoir plusieurs origines :

- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eau marine dans les nappes phréatiques
- Activités humaines et industrielles.

#### b) Dosage des ions chlorures « Méthode de Mohr » :

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

#### c) Réactifs utilisés :

- Nitrate d'argent 0.02 N.
- chromate de potassium à 10 %

#### d) Préparation des Solutions :

-Solution Nitrate d'argent **0.02 N** :

Dissoudre dans l'eau distillée 4.791 gr de nitrate d'argent **Ag NO<sub>3</sub>** séchés au préalable à 105 C° et compléter à 1000ml d'eau distillée dans une fiole jaugée.

-Solution chromate de potassium **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** à 10 % :

Dissoudre 10gr de chromate de potassium **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** dans l'eau distillée et compléter à 1000ml .

#### e) Mode Opératoire :

prélever 100ml de l'eau à analyser, ajouter 2 à 3 gouttes d'acide nitrique puis ajouter 1ml d'indicateur **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** à 10 % puis le titrage par addition goutte à goutte de la Solution Nitrate d'argent **0.02 N** jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre .

une essai à blanc est traité de la même façon.

#### f) Expression des résultats :

$$C_{cl} = (V_s - V_b) * C F / V_a$$

**C<sub>cl</sub>** : concentration en milligramme par mg/l de chlorure.

**V<sub>a</sub>** : volume en ml de l'échantillon pour le titrage de l'échantillon (maximum 100ml).

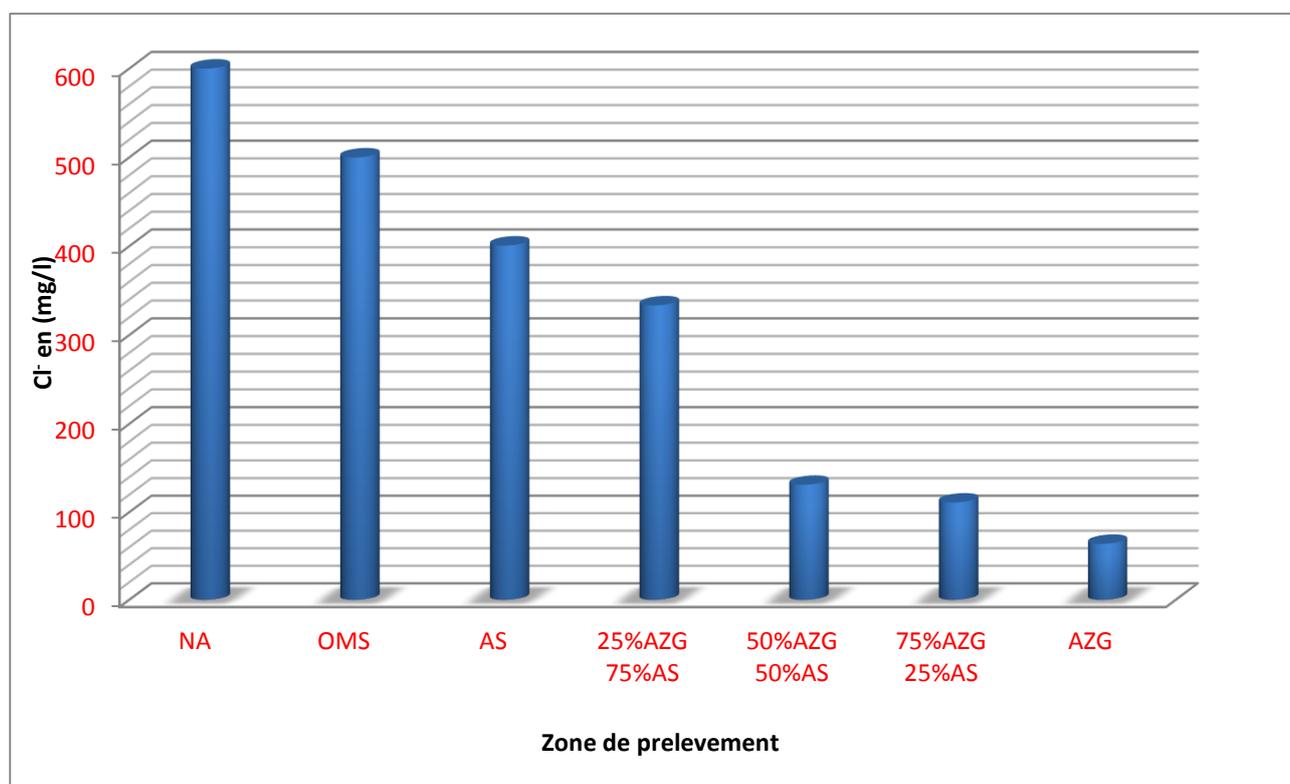
**V<sub>s</sub>** : volume en ml de la solution de **Ag NO<sub>3</sub>** utilisé pour le titrage de l'échantillon

**F** : Facteur de conversion = 35453 mg/l.

**C** : concentration réelle exprimée en mole/L de **Ag NO<sub>3</sub>** de la solution = **0.0282039 mole/l**.

Tableau N°22 : Résultats de mesure des chlorures Cl<sup>-</sup>.

Echantillon	Cl <sup>-</sup> en (mg/l)
AZG	63.99
AS	400.79
50% AZG 50% AS	131.34
75% AZG 25% AS	111.14
25% AZG 75% AS	333.43
NA	500
OMS	600

Figure N°32 : évaluation des chlorures Cl<sup>-</sup> par rapport à la norme.

**j) Interprétation des Résultats :**

La présence des chlorures dans une eau est essentiellement liée à celle de chlorure de sodium NaCl ou de chlorure de potassium KCl, à la lumière de ces résultats, on constate que les teneurs en chlorures de ces échantillons sont en dessous de la valeur limite fixée par la norme algérienne ainsi que la norme OMS.

Une forte concentration de chlorures provoque un goût désagréable dans les eaux de consommation et les rendent corrosives vis-à-vis aux conduites et les réservoirs et nocive pour les plantes ceci est bien remarqué dans l'échantillon d'Ain skhouna.

**III.3.7 Détermination des Bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ :****a) Principe :**

Les bicarbonates participent de façon prépondérante à la régularisation de l'équilibre acide bases des liquides organiques, il constituent le système tampon majeur des liquides extracellulaire; mélange d'une solution d'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) et de bicarbonates de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Les autres sels formés avec des bicarbonates et du calcium, du potassium ou du magnésium participent aussi au système tampon-bicarbonates mais du fait de leur quantité faible, il ont un rôle fort modeste sauf à l'intérieur, dans le liquide intracellulaire ou ils ont un rôle aussi important que l'hémoglobine, les protéines et les phosphates.

Tous les hydrocarbonates (bicarbonates) sont solubles dans l'eau et leur hydrolyse est beaucoup moins avancée que celle des carbonates.

Les bicarbonates sont d'autant plus stables qu'ils se trouvent en solution plus diluée ou que la pression partielle de l'anhydride carbonique est plus élevée ou encore que la température de la solution en ions  $\text{CO}_3^{2-}$  est plus élevée[2].

**b) Dosage des Bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$  :**

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de **PH = 8.3 et 4.5**, le volume d'eau à analyser. la première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique **TA**, la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet **TAC**.

**c) Réactifs utilisés :**

- Solution d'acide **sulfurique à 1N**.
- Solution d'acide **sulfurique à 0.02N** : 2ml d'acide sulfurique à 1N dans 100ml d'eau distillée.

**d) Mode Opérateur :**

On prend 100ml d'eau à analyser dans un bécher puis on note son **PH** puis le titrage avec la Solution d'acide sulfurique à 0.02N jusqu'à l'obtention de **PH= 4.5**.

**e) Moyen utilisés :**

**PH –METRE.**

**f) Expression des résultats :**

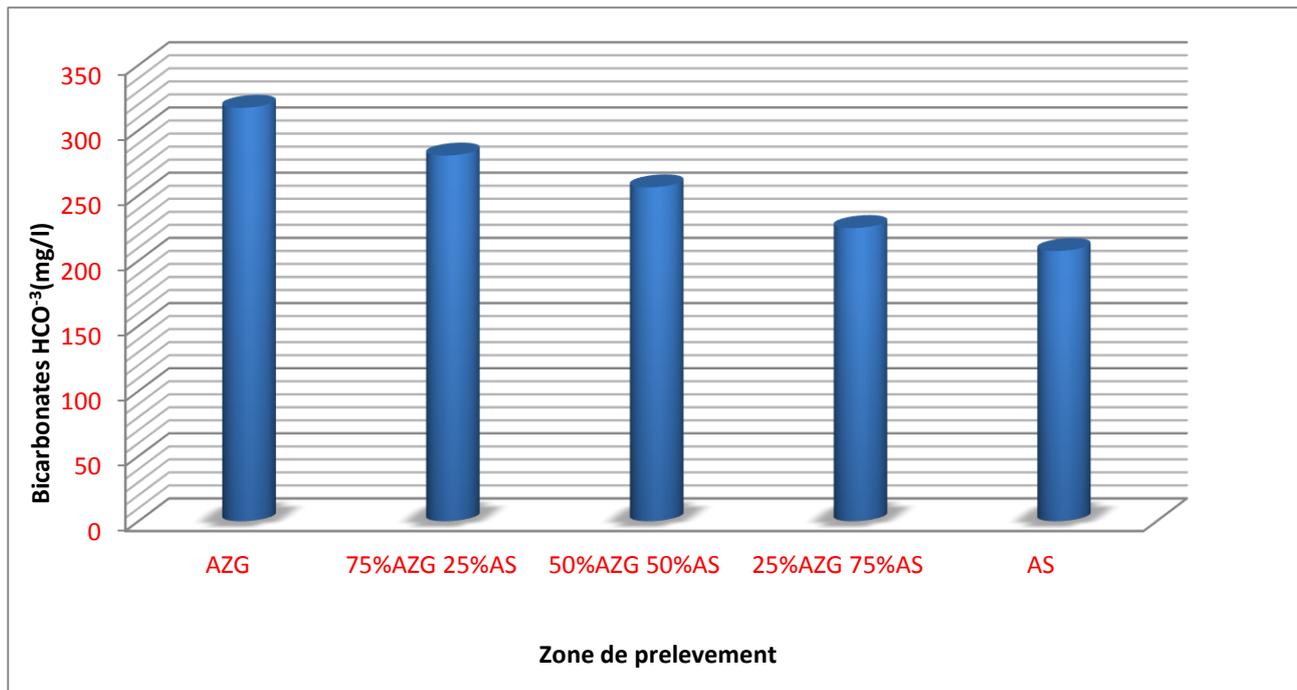
$$\text{TAC (°F)} = V_a - 0.5$$

$$\text{Mg/l HCO}_3^- = \text{TAC} * 12.2$$

$V_a$  : volume d'acide **sulfurique versé**.

**Tableau N°23 : Résultats de mesure des Bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

<b>Echantillon</b>	<b>Bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>
AZG	317.2
AS	207.4
50% AZG 50% AS	256.2
75% AZG 25% AS	280.6
25% AZG 75% AS	225



**Figure N°33 :** évaluation des Bicarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> par rapport à la norme.

**NB :** Absence des normes : NA ainsi que la norme OMS .

#### j) Interprétation des Résultats :

La figure N°33 montre que la teneur en bicarbonates présente dans tous les échantillons avec une valeur importante pour Ain Zerga , pour ce paramètre on constate l'absence des normes .

Une forte teneur en bicarbonate produit de dépôt de calcaire dans les réseaux d'AEP (cas de l'entartrage).

### III.3.8 Détermination des Matières Organiques C<sub>M.O</sub> :

#### a) Principe :

Les Matières Organiques sont des substances consommant indirectement de l'oxygène , et leur dose s'exprime en qualité d'oxygène nécessaire à oxydation à partir d'un oxydant commun(KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> ), les matières organiques sont composés de carbone , de matières protéiques , acides aminés .l'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais gout .elle facilitent le développement des germes .une teneur élevée en matières organiques est souvent l'indice d'une contamination microbienne .on peut classer les eaux en fonction des teneurs en matières organiques [2].

**b) Origine :**

Dans l'eau, les matières organiques peuvent avoir plusieurs origines :

- Une origine naturelle impliquant la décomposition des matières végétales et animales s'infiltrant ainsi dans les eaux souterraines et de surface.
- Une origine humaine à savoir la pollution par les rejets industriels et les déjections humaines, elles sont présentes sous formes dissoutes (carbohydrates) ou en suspension quand il s'agit d'une contamination d'origine végétale<sup>[2]</sup>.

**b) Dosage des Matières Organiques  $C_{M.O}$  :**

Le dosage des matières organiques contenues dans l'eau se fait par un test dit oxydabilité permanganique (indice permanganate). Ce test à caractère conventionnel a pour but d'approcher la teneur en matières organiques qui ne peuvent être dosées directement. L'oxygène consommé par les matières organiques, oxygène utilisé pour la réduction du permanganate de potassium, l'opération consiste à mesurer, en milieu acide ou en milieu alcalin la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium  $KMnO_4$  par les matières organiques d'origine animale ou végétale contenues dans une eau<sup>[2]</sup>.

**c) Réactifs utilisés :**

- Solution d'acide **sulfurique à 50 %**.
- Solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$  N/80.
- Sulfate fer ammonium.

**d) Mode Opératoire :**

à l'aide d'une pipette, prélever dans un erlenmeyer de 500ml, 200ml d'eau à analyser, ajouter 5ml d'une Solution d'acide **sulfurique à 50 %** puis ajouter **10ml** de la Solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$  N/80.

Dans un deuxième erlenmeyer de 200ml, prélever 100ml d'eau à analyser, ajouter 10ml de la Solution d'acide **sulfurique à 50 %** puis ajouter 10ml de la Solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$  N/80.

Porter les deux mélanges à l'ébullition à 80 °C pendant 10 minutes, laisser refroidir, ajouter pour les deux mélanges quelques gouttes de Sulfate fer ammonium puis le titrage par la Solution de permanganate de potassium  $KMnO_4$  N/80 jusqu'à couleur rose persistante.

**e) Expression des résultats :**

$V_1$  : volume du  $KMnO_4$  N/80 versé pour un échantillon de 100ml.

$V_2$  : volume du  $KMnO_4$  N/80 versé pour un échantillon de 200ml.

$C_{M.O}$  : Concentration en mg/l des matières organiques.

$$C_{M.O} = V_2 - V_1.$$

Tableau N°24 : Résultats de mesure des Matières Organiques C.M.O

Echantillon	Matières Organiques en (mg/l)
AZG	0.8
AS	1.2
50% AZG 50% AS	0.9
75% AZG 25% AS	0.9
25% AZG 75% AS	1.1
NA	5
OMS	/

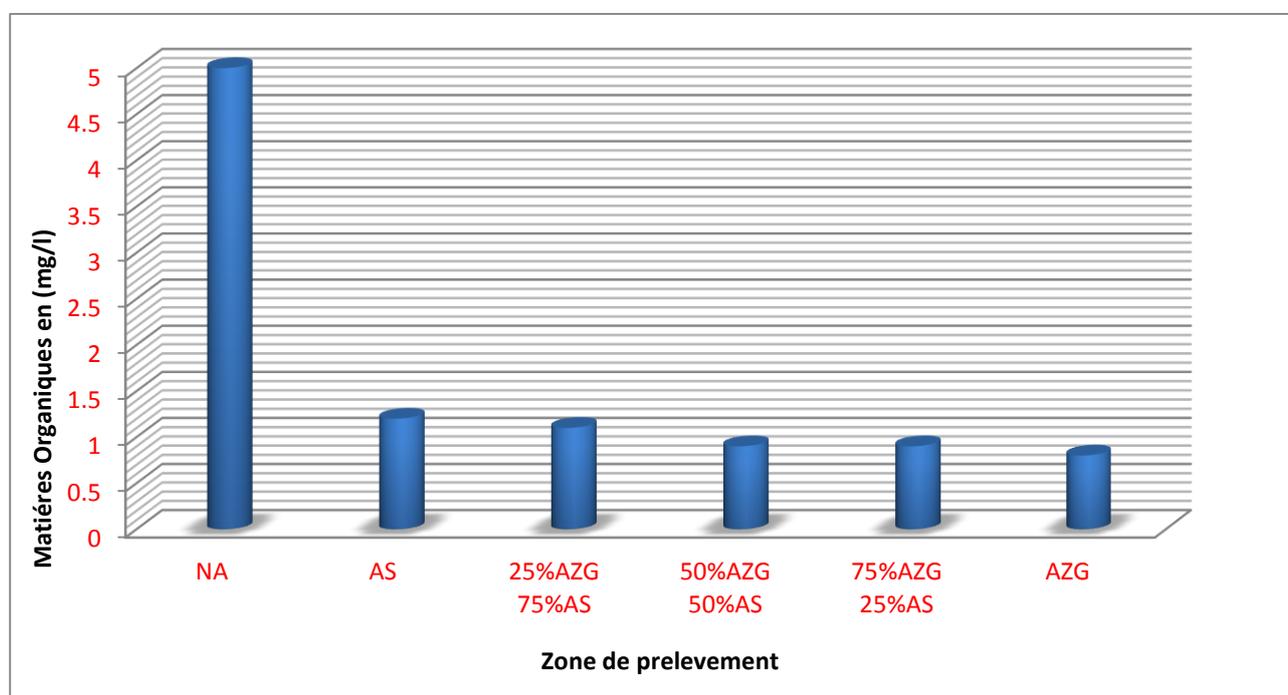


Figure N°34: évaluation des Matières Organiques par rapport à la norme.

**NB** : Absence de la norme OMS.

**f)Interprétation des Résultats :**

A la lumière de ces résultats, on constate que les teneurs en matières organiques des 05 échantillons sont en dessous de la limite fixée par la norme algérienne, en l'absence de norme OMS, une forte teneur favorise l'apparition de mauvais gout.

**III.4 Détermination des paramètres de pollution :****III.4.1 Détermination des Nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup>:****a)Principe :**

les nitrites peuvent être rencontrés dans l'eau mais à des doses faibles .il proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque , la nitrification n'étant pas conduite à son terme ,soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant.une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte .il est important de signaler que les eaux en contact avec certain terrains et certaines conduites peuvent contenir des nitrites dépendamment de toute souillure. Du point de vue de la toxicité il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme pour les nitrates [2].

Les nitrites a forte dose, sont considérés comme des poisons et selon les auteurs comme ayant des actions tératogènes et /ou cancérigènes. la présence de nitrites dans l'eau est indice de pollution d'origine agricole (engrais) urbaine (dysfonctionnement) des réseaux d'assainissement ou industrielle. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux, l'acide nitreux est un acide instable de formule de l'ion nitrite est NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. L'ion nitrite a un comportement très différent de l'ion nitrate .en particulier il se lie aux métaux, les nitrates alcalins sont solubles dans l'eau et hygroscopiques.

Exemple de nitrites :

- Nitrite de sodium NaNO<sub>2</sub>.
- Nitrite de calcium Ca(NO<sub>2</sub>).
- Nitrite de potassium KNO<sub>2</sub>.

**b) Dosage des Nitrites :**

le dosage des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les eaux d'alimentation humaine se fait par mesure **spectrophotométrie** à la sulfanilamide la méthode utilisée est applicable pour des concentrations comprises entre **1µg/l et 1000µg/l** .une dilution est nécessaire pour les échantillons ayant des concentrations supérieur à 1mg/l , la valeur maximale admissible (VMA) pour les nitrites est de l'ordre de 0.2 mg/l.

**c)Réactifs utilisées :**

- Acide Phosphorique H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- Solution Mixte.

**c-1) préparation de la Solution Mixte :**

dissoudre 40gr d' amino-4benzène sulfonamide ( $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ ) dans un mélange formé de 100ml d'acide ortho phosphorique et de 50ml d'eau distillée puis ajouter 2gr de dichlorure de N-(naphtyl-1,dianino-1, 2éthane ( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2\text{-HCL}$ ) puis compléter le volume à 1000ml d'eau distillée.

**d)Mode Opérateur :**

dans une fiole de 50ml, prendre 50ml d'eau à analyser puis ajouter 1ml de l'acide Phosphorique  $\text{H}_3\text{PO}_4$  et 1ml de la Solution Mixte.

NB : l'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrates

**e)Moyen utilisés :**

Spectrophotomètre UV .visible de marque DR5000.

**f) Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l.



**Figure N°35:** spectrophotomètre UV visible DR5000

Tableau N°25 : Résultats de mesure des Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).

Echantillon	Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) en (mg/l)
AZG	00
AS	00
50% AZG 50% AS	00
75% AZG 25% AS	00
25% AZG 75% AS	00
NA	0.2
OMS	/

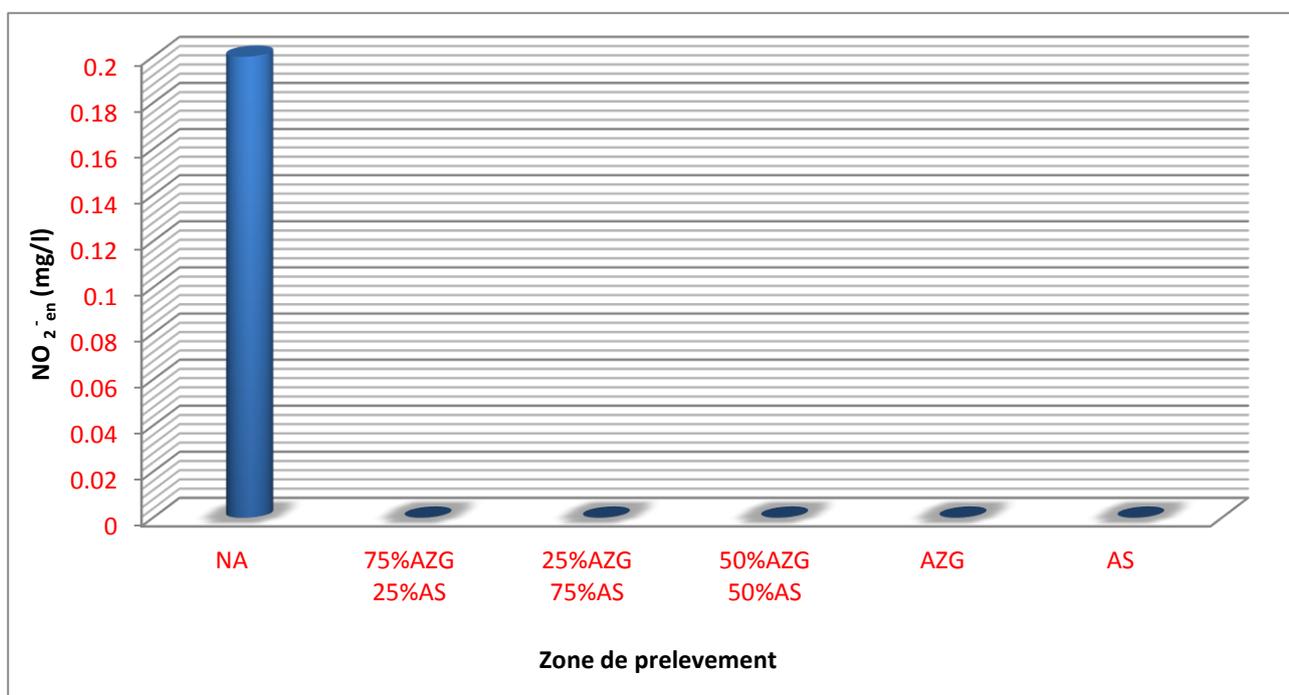


Figure N°36: évaluation des Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) par rapport à la norme.

**NB** : Absence de la norme OMS.

**j) Interprétation des Résultats :**

La figure N°36 montre que la teneur en nitrites est nul pour les échantillons, ces résultats sont en dessous de la limite fixée par la norme algérienne.

**III.4.2 Détermination des Nitrates  $\text{NO}_3^-$ :****a) Principe :**

Les nitrates représentent la forme de la minéralisation des matières azotées dans l'eau potable, les doses en nitrates de 10 à 20 mg/l sont raisonnables mais une teneur des eaux en nitrates devient dangereuse pour les nourrissons à partir de 50 mg/l. toutes les formes d'azote (azote organique ammoniacque, nitrate ...ect) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologiques.

Une élévation de la teneur en nitrates des eaux superficielles de certaines régions est souvent liée au développement des élevages, à une fertilisation excessive des zones agricole par des engrais les fientes et le fumier divers et les boues des stations d'épuration.

**b) Dosage des Nitrates :** (méthodes au salicylate de sodium)

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

**c) Réactifs utilisés :**

- Solution d'hydroxyde de Sodium **NaOH** à 30%.
- Salicylate de Sodium à 0.5%.
- Solution d'acide sulfurique concentré.
- tartrate double de sodium et de potassium.
- eau distillée.

**d) Mode Opérateur :**

A l'aide d'une burette prélever 10 ml d'eau à analyser dans une boîte de pétrie, ajouter 1 ml de la Solution d'hydroxyde de Sodium **NaOH** à 30% et 1 ml de la Solution Salicylate de Sodium à 0.5%, après séchage à l'étuve à 80 °C pendant 1 heure 30 minutes ,ajouter 2 ml de la Solution d'acide sulfurique concentré pour récupérer le résidu , ajouté 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la Solution tartrate double de sodium et de potassium. on obtient couleur rose, prendre 10 ml dans une cuve , introduise le cuve dans l'appareil pour faire la lecture .

**e) Moyen utilisés :**

Spectrophotomètre UV .visible de marque DR5000.

**f) Expression des résultats :**

le résultat est donnée directement en mg/l.

Tableau N°26 : Résultats de mesure des Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Echantillon	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) en (mg/l)
AZG	23.92
AS	4.84
50% AZG 50% AS	9.74
75% AZG 25% AS	15.5
25% AZG 75% AS	6.64
NA	50
OMS	50

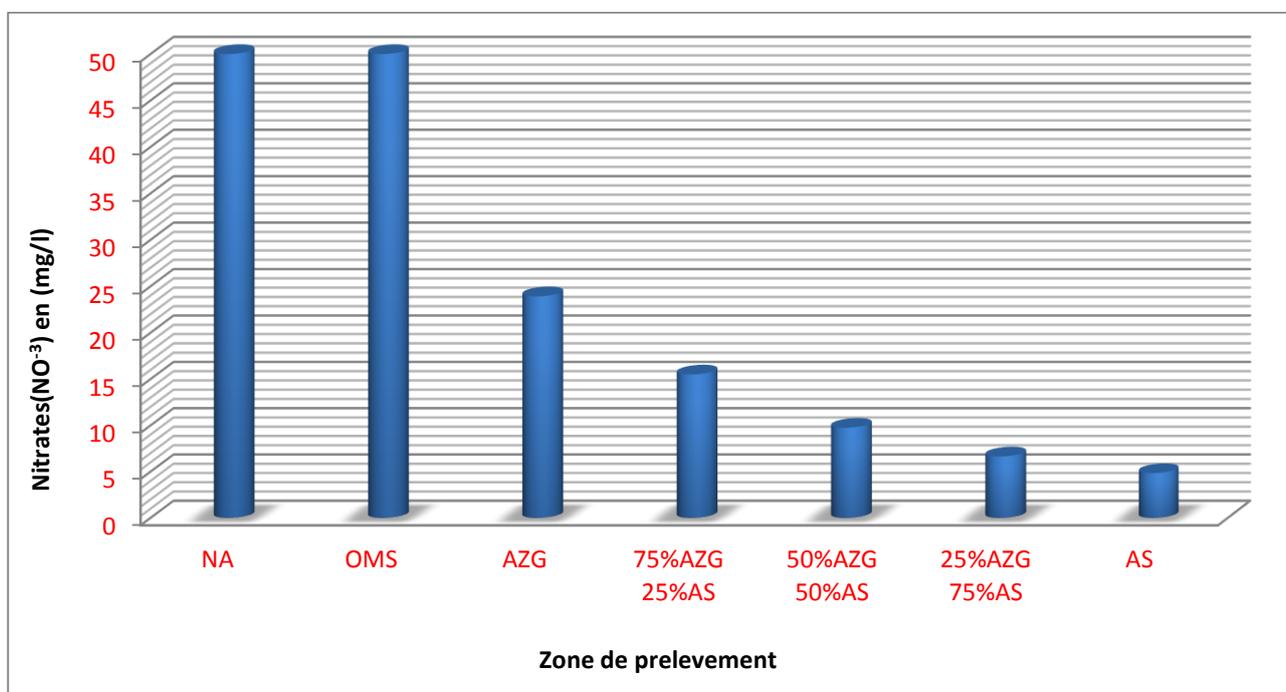


Figure N°37 : évaluation des Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) par rapport à la norme.

**j) Interprétation des Résultats :**

La présence des nitrates dans l'eau est liée surtout au lessivage de la matière organique en décomposition dans le sol. Les normes NA et OMS s'accordent sur la valeur limite de 50mg/l de nitrate dans l'eau potable. D'après les résultats obtenus, on constate que la teneur en nitrate des 05 échantillons restent inférieure à la valeur fixée par les normes. Par l'action de la flore bactérienne les nitrates en excès se transforme en nitrites. Chez les nouveau-nés, une teneur élevée en nitrite provoque un problème de santé tel que la transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine qui est un pigment inapte au transport d'O<sub>2</sub> dans le sang.

**III.4.3 Détermination des Phosphates PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>:****a) Principe :**

les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières s'ils dépassent les normes. ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration. [2] le phosphate peut exister dans les eaux à l'état ou en suspension, le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les ortho phosphates et les poly phosphates.

Le phosphore est indispensable pour notre organisme, mais sa présence excessive dans l'eau peut engendrer des effets gênants. La présence de phosphate dans les eaux de boisson est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique, la présence de phosphate est considéré comme indice de pollution.

**b) Dosage des Phosphates PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>:**

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

**c) Réactifs utilisés :**

- acide ascorbique à 10 %.
- Solution du mélange.

**d) Préparation du mélange :**

Pesé 13gr de hepta molybdate d'ammonium tétrahydraté, ajouté 0.35gr de tartrate d'antimoine de potassium hexahydraté, ajouté 150ml de l'acide sulfurique (d=1.84 à 15% environ en volume).

**d) Mode Opérateur :**

A l'aide d'une burette prélever 40ml d'eau à analyser dans une fiole de 100ml, ajouté 1ml d'acide ascorbique à 10% et 2ml de la Solution du mélange préparé, prendre 10ml dans une cuve, introduire la cuve dans l'appareil pour faire la lecture.

f) Moyen utilisés :

Spectrophotomètre UV .visible de marque DR5000.

j)Expression des résultats :

Le résultat est donnée directement en mg/l.

Tableau N°27 : Résultats de mesure des Phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>).

Echantillon	Phosphates PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> en (mg/l)
AZG	0.135
AS	0.118
50% AZG	0.125
50% AS	
75% AZG	0.128
25% AS	
25% AZG	0.119
75% AS	
NA	5
OMS	/

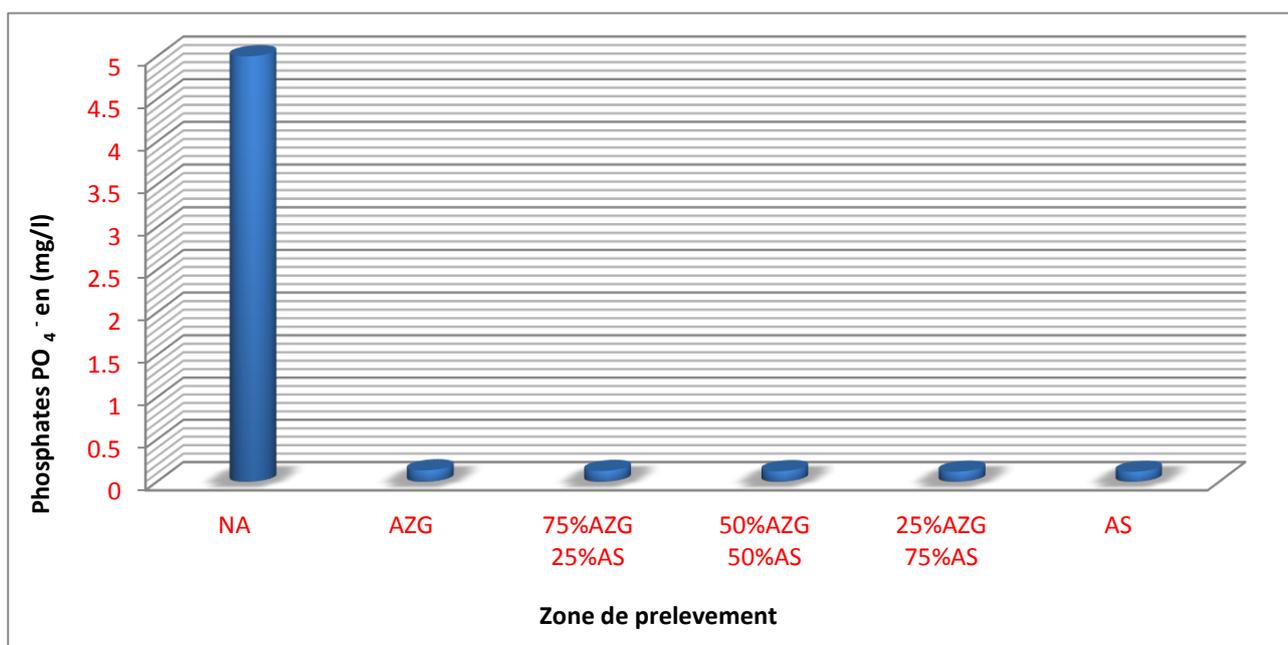


Figure N°38 : évaluation des Phosphates ( PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) par rapport à la norme.

NB : Absence de la norme OMS.

**h)Interprétation des Résultats :**

Concernant les phosphates, la norme algérienne fixe une valeur de 5mg/l , a la lumière de ces résultats , on constate que les 05 échantillons sont loin de l'atteindre .Cependant , la norme OMS ne tient aucun compte des phosphates dans l'eau de boisson.

**III.4.4 Détermination des Sulfates  $SO_4^{2-}$ :****a)Principe :**

Les sulfates sont naturellement présents dans divers minéraux et ont de nombreuses applications commerciales .Principalement dans l'industrie chimique , leur présence dans l'eau peut provenir des effluents industriels et de dépôts d'origine atmosphérique .Mais les concentrations plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle .les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse , le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (7gr/l dans les conditions normales) .la propriété principale des sulfates sur la santé est une action laxative utilisée d'ailleurs dans le thermalisme [17].

Les sulfates peuvent être trouvés dans presque toute les eaux naturelles , l'origine de la plupart des composés sulfatés est l'oxydation des minerais de sulfates ,la présence de schistes ou de déchets industriels.

**b)Dosage des Sulfates  $SO_4^{2-}$ :**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de  $BaCl_2$ .  
 $BaCl_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + 2Cl^-$ .

**c)Réactifs utilisées :****- Solution Stabilisante :**

Acide chloridrique HCL 60ml.

Ethanol  $C_2H_6O$  200ML.

chlorure de Sodium NaCL 150gr.

Glycérol  $C_3H_8O_3$  100ML.

Eau distillée Q.S.P 1000ml.

**Solution de chlorure de baryum :**

chlorure de baryum  $BaCl_2$  150gr.

Acide chlorydrique HCL 5ml .

Eau distillée Q.S.P 1000ml.

**e) Mode Opérateur :**

A l'aide d'une burette prélever 20ml d'eau à analyser dans une fiole de 200ml, puis compléter à 100ml d'eau distillée, ajouter 5ml de la Solution Stabilisante et 2ml de la Solution de chlorure de baryum ,agiter énergiquement pendant 5minutes, prendre 10ml dans une cuve , introduise le cuve dans l'appareil pour faire la lecture.

**e)Moyen utilisés :**

Spectrophotomètre UV .visible de marque DR5000.

**f)Expression des résultats :**

le résultat est donnée directement en mg/l.

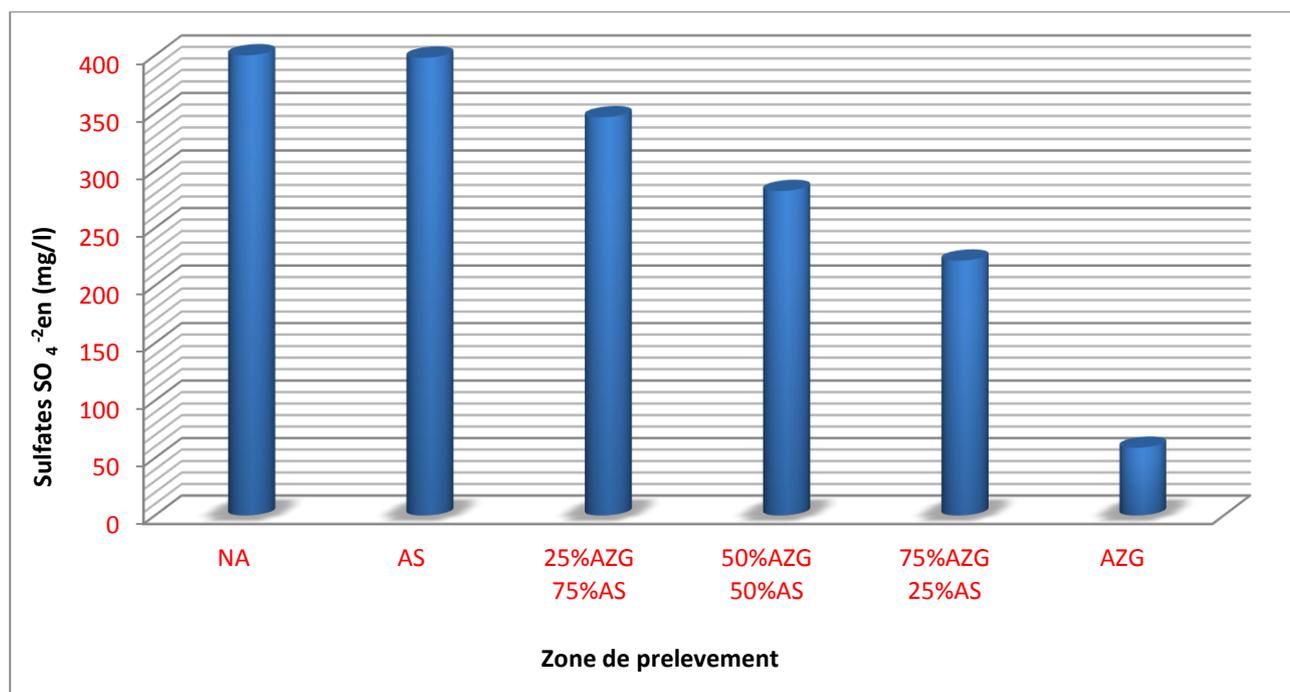
$(SO_4^{-2}) = \text{la lecture} * 5$

**5 : facteur de dilution .**

$F = (V_{ech} + V_{eau\ dist}) / V_{ech}$ .

**Tableau N°28:** Résultats de mesure des Sulfates  $SO_4^{-2}$ .

Echantillon	Sulfates $SO_4^{-2}$ en (mg/l)
AZG	58.9
AS	397.9
50% AZG 50% AS	282.1
75% AZG 25% AS	221.6
25% AZG 75% AS	346.2
NA	400
OMS	/



**Figure N°39 :** évaluation des Sulfates  $SO_4^{2-}$  par rapport à la norme.

**NB :** Absence de la norme OMS.

#### j) Interprétation des Résultats :

La figure montre que les valeurs obtenues respectent la valeur fixée par la norme algérienne, en l'absence de norme OMS. on peut expliquer que la valeur élevée de la teneur en sulfate par le gout désagréable de l'eau et la corrosivités des conduites et réservoirs .

### III.4.5 Détermination de l'ammoniac $NH_4^+$ :

#### a) Principe :

L'ammoniac est un composé gazeux ( $NH_3$ ) qui donne par dissolution dans l'eau une base organique : l'ammoniaque ( $NH_4^+$ ) .

Ce dernier est le premier composé qui se forme au cours des décompositions des matières organiques azotées .l'ammoniac est lui aussi un produit de la décomposition de la matière organique[2].

#### b) Dosage de l'ammoniac $NH_4^+$ :

Le dosage est alors effectué de préférence par la méthode au bleu d'indophénol, en milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution de chlore pour les transformer en monochloramine  $NH_2CL$  et de phénol donnent du bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrométrie d'absorption moléculaire.

#### c) Réactifs utilisées :

- Réactif colorée.
- Réactif dichloro isocyanurate de Sodium.

**d) Préparation des Solutions :**

**Réactif colorée :** 130gr de salicylate de sodium, ajouter 0.9gr de nitroprussiate de sodium  $\text{NaFe}(\text{CN})_5\text{NO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  et 130gr de citrate tri sodique ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dans 1000ml eau distillée.

**Réactif dichloro isocyanurate de Sodium :** 32gr de soude caustique, ajouter 2gr de dichloroisocyanurate desodium dans 1000ml eau distillée.

**e) Mode Opérateur :**

A l'aide d'une burette prélever 40ml d'eau à analyser dans une fiole de 100ml, ajouter 4ml de réactif colorée et 4ml de réactif dichloroisocyanurate de sodium.

**f) Moyen utilisés :**

Spectrophotomètre UV .visible de marque DR5000

**j) Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l.

**Tableau N°29 :** Résultats de mesure de l'ammoniac  $\text{NH}_4^+$

Echantillon	l'ammoniac $\text{NH}_4^+$ en (mg/l)
AZG	0.103
AS	0.110
50% AZG 50% AS	0.102
75% AZG 25% AS	0.078
25% AZG 75% AS	0.085
NA	0.5
OMS	/

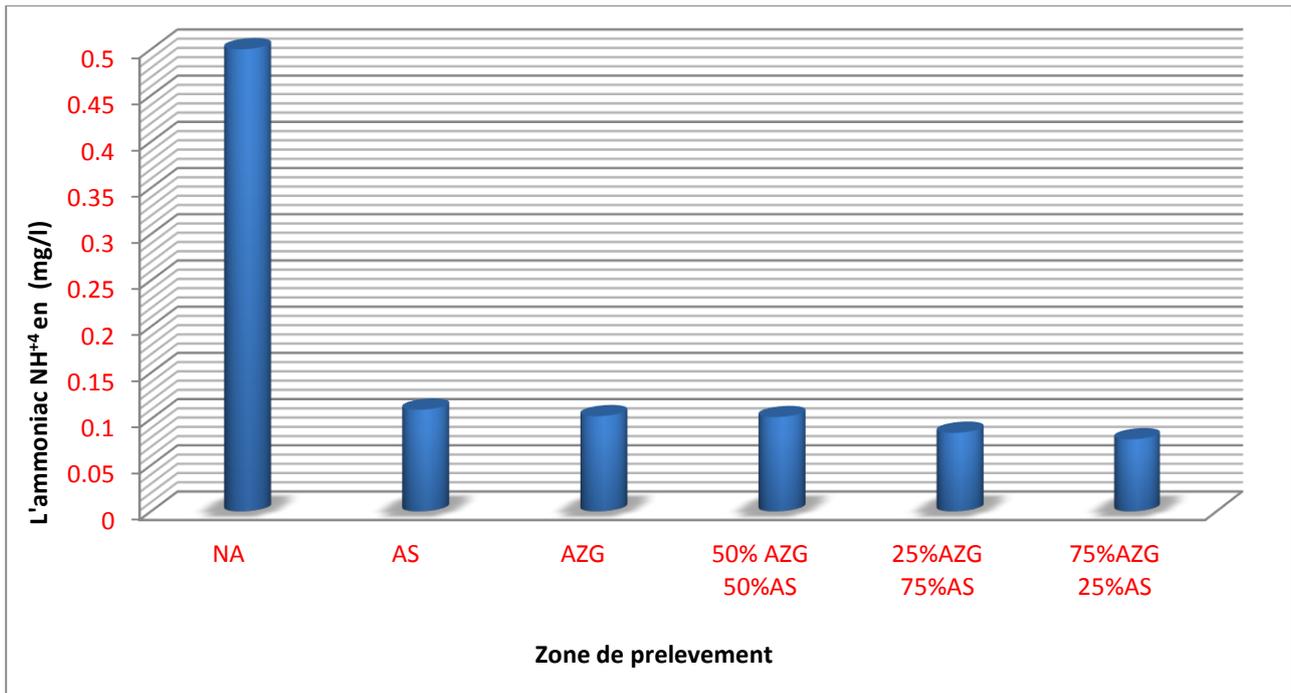


Figure N°40: évaluation de l’ammoniac NH<sub>4</sub><sup>+</sup> par rapport à la norme.

**NB :** Absence de la norme OMS.

**h) Interprétation des Résultats :**

La figure montre que les teneurs en ammoniac de tous les échantillons présentent des valeurs nettement inférieurs à 0.5mg/l fixée par la norme algérienne, D’autre part, l’échantillon du mélange (75%AZG ,25% AS) présente une faible teneur en ammoniac, d’où le choix de cet échantillon

**III.4.6 Eaux du forage F27 (Commune d’Ouled Khaled) :**

**III.4.6.1 Aperçu sur le forage F27 :**

Il a été réalisé en 1976, au niveau de la commune d’Oueld Khaled (à 04 km du chef-lieu de la commune), d’une profondeur de 200 m, pour une altitude de 750 m, le débit moyen fournit par le forage est de 27 L/s [15].



**Figure N°41** : Forage F27 (commune d'Ouled Khaled – wilaya de Saïda).

#### **III.4.6.2 Paramètres physico-chimiques des eaux brutes du forage F27 :**

Les bulletins d'analyses physicochimiques en rapport avec ce forage, et que nous avons pu trouver était au nombre de trois, concernant les années 2014, 2015 et 2016. Nous les avons rapportés au tableau suivant.

**Tableau 30 :** Paramètres physicochimiques des eaux brutes du forage F27 (années 2014, 2015 et 2016).

Paramètre	Unité	Date			Norme Algérienne (NA6360)	Valeurs guides OMS
		02/07/2014	06/09/2015	21/03/2016		
<b>Saveur</b>	<b>Seuil de perception à</b>	<b>Sans</b>	<b>Sans</b>	<b>Sans</b>	<b>0 après 4</b>	<b>-</b>
<b>Odeur</b>	<b>Seuil de perception à</b>	<b>Sans</b>	<b>Sans</b>	<b>Sans</b>	<b>0 après 4</b>	<b>-</b>
<b>Couleur</b>	<b>mg/L échelle Pt/Co</b>	<b>Incolore</b>	<b>Incolore</b>	<b>Incolore</b>	<b>25</b>	<b>-</b>
<b>T°</b>	<b>°C</b>	<b>17.3</b>	<b>17.5</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
<b>pH</b>	<b>-</b>	<b>7,18</b>	<b>7,4</b>	<b>7,21</b>	<b>6,5 à 9,5</b>	<b>6.5à9.5</b>
<b>Ca</b>	<b>mg/L</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>63</b>	<b>200</b>	<b>100</b>
<b>Mg</b>	<b>mg/L</b>	<b>77</b>	<b>50</b>	<b>62</b>	<b>150</b>	<b>50</b>
<b>Na</b>	<b>mg/L</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>46</b>	<b>200</b>	<b>-</b>
<b>K</b>	<b>mg/L</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
<b>Cl</b>	<b>mg/L</b>	<b>89</b>	<b>88</b>	<b>76</b>	<b>500</b>	<b>600</b>
<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>139</b>	<b>87</b>	<b>80</b>	<b>400</b>	<b>-</b>
<b>CO<sub>3</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>HCO<sub>3</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>379</b>	<b>319</b>	<b>389</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0.2</b>
<b>NH<sub>4</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,50</b>	<b>-</b>
<b>PO<sub>4</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,50</b>	<b>-</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>mg/L</b>	<b>14,8</b>	<b>10,5</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Turbidité</b>	<b>NTU</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Minéralisation</b>	<b>mg/L</b>	<b>685</b>	<b>660</b>	<b>634</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>C.20</b>	<b>µs/cm</b>	<b>813</b>	<b>783</b>	<b>752</b>	<b>2800</b>	<b>2500</b>
<b>TH</b>	<b>°f</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>500</b>	<b>50</b>
<b>TAC</b>	<b>°f</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

(-) : Absence de valeur

#### III.4.6.3 Comparaison entre les Résultats obtenus et les Résultats mentionnés dans le Tableau N°30 :

Il apparaît nettement à travers ce Tableau que les trois échantillons représentés ci-dessus, sont inférieurs à la valeur limite fixée par la norme NA et la norme OMS, ces eaux sont de nature bicarbonatées calciques et magnésiennes d'après les teneurs élevés des Bicarbonates, Calcium, Magnésium, on peut affirmer ici sans doute que le Forage F27 présente l'eau la plus indiquée pour l'alimentation humaine. De même pour les 05 échantillons prélevés montrent un comportement chimiques identiques à part la teneur élevé en Nitrate.

Tableau N°31\_: Méthodes d'analyses des Paramètres physico-chimiques (Selon ADE).

Paramètres	Référence de la Méthode d'analyse	Instrument utilisée
PH	Electrochimique à sonde NA751	Multi-Paramètres HAC-Sension 156 PH-mètre Sension3
TEMPERATURE	Electrochimique à sonde NA750	Multi-Paramètres HAC-Sension 156 PH-mètre Sension3- Thermomètre électronique HANNA
Conductivité électrique	Electrochimique à sonde NA749	Multi-Paramètres HAC-Sension 156 Conductimètre Sension 7
Salinité		
Taux des Substances dissous		
Minéralisation Globale	Par Calcule J.Rodier	-
Turbidité	Nephelométrique	Turbidimètre HACN2100
Titre Hydrométrique	Complexométrie à L'EDTA NA 752	-
Calcium	Complexométrie à L'EDTA NA 1655	
Magnésium	Par Calcule	
Chlore	Mohr NA1655	
Titres TA ,TAC	Titrimétrie	-
Bicarbonates	Par Calcule J.Rodier	
Carbonates	Par Calcule J.Rodier	
Nitrite	Spectrométrie NA1657	SpectrophotomètreDR 5000 HACH-LANGE
Nitrate	Spectrométrie NF/T90-102 et J.Rodier	
Phosphate	Spectrométrie NA2364	
Sulfate	Méthode allemande M.KERIN	

## IV Partie Bactériologique

### -Introduction :

L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus ni bactérie pathogène. Le contrôle de la qualité microbiologique de l'eau repose essentiellement sur la recherche des germes que l'on trouve dans l'intestin de l'homme et des mammifères (coliformes, streptocoque). Leur présence dans l'eau peut être le signe d'une contamination d'origine fécale et peut donc laisser croire la présence d'autres germes susceptibles de provoquer des maladies (choléra, typhoïde ....) les normes en vigueur imposent une absence totale de ces germes [18].

L'eau destinée à la consommation humaine contient une multitude de micro-organismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Ce sont des bactéries, des virus, voire des champignons et des algues [18].

La qualité physico-chimique de l'eau doit être complétée par la qualité microbiologique, les analyses bactériologiques de l'eau sont faites selon le type de l'eau analysé (l'eau brute ou l'eau traitée).

### IV.1 Recherche et Numération des Différents Germes :

#### IV .1.1 Germe Aérobie Mésophile (G.M.A) :

Cette flore englobe tous les germes ayant le pouvoir de se développer en aérobie, sur milieux géloses non sélectifs. Cependant, la majorité de la flore banale et pathogènes non exigeante pourra se développer après une incubation de 24 heures à 72 heures à 37°C, en donnant naissance à une culture mixte. En effet, son dénombrement nous renseigne sur le taux de salubrité de l'eau analysée.

#### IV.1.2 les Coliformes Totaux et Coliformes Fécaux (Colibacilles et E.Coli).

##### IV.1.2.1 Coliformes :

En microbiologie alimentaire, on appelle « coliformes » les entérobactéries fermentant le lactose avec production acide. Ce sont des germes bâtonnets non sporogènes à coloration gram négative, oxydase négative aérobie ou aérobie facultatif capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance [19].

##### IV.1.2.2 Coliformes totaux :

Ces coliformes sont des bacilles gram négatif non sporulés, oxydase (-) aérobies ou anaérobies facultatifs capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35 à 37°C, l'absence de coliformes totaux ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas un risque pathogène [19].

##### IV .1.2.3 Coliformes Fécaux ou thermo tolérants :

Ce sont capables de fermenter le lactose avec production du gaz à 44°C aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia Coli* (E-Coli) cette bactérie ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale. E-Coli est le seul coliforme résistant au phénol à 0.85% et produisant de l'indole à 44°C, les coliformes fécaux ou thermo tolérants constituent un bon test de contamination des eaux par les matières fécales [19].

Leur recherche et numération en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test présomptif : il est réservé à la recherche des coliformes totaux.
- Le test confirmatif : il est réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test présomption.

#### **IV.1.3 Streptocoque fécaux :**

Les streptocoques fécaux sont des cocci gram positive, en chaînette, catalase négative et possèdent l'antigène de groupe D. Ils sont classés dans le groupe sérologique D. Les Streptocoques fécaux sont caractérisés par leur aptitude d'être cultivé dans les conditions hostiles de croissance. Ils supportent la présence des agents chimiques inhibiteurs comme l'azide de sodium ou l'éthyle violet

#### **IV.1.4 Clostridium Sulfito- Réducteurs :**

Les Clostridies appartenant à la famille des Clostridiaceae. Ce sont des bacilles à gram positif, et mobiles fermentent le lactose et le glucose, sporulés, isolés et parfois groupes en paires, anaérobies strictes, réduisent les nitrates et sulfites en sulfures et fermentent le lactose avec production de gaz. Réduisent les nitrates et sulfites en sulfures et fermentent le lactose avec production de gaz [19].

#### **IV.1.5 Salmonelles :**

Les Salmonelles sont des bacilles forment un genre à l'intérieur duquel on distingue 05 sous genre, mais les données taxonomiques modernes montrent que le germe salmonella correspond en réalité à une seule espèce appelée Salmonella. Les salmonelles sont des bacilles gram négatif, glucose positif, lactose négatif, habituels mobiles par des cils péritriches. On distingue : Salmonella *Sergallinarum*, Salmonella *serparatypHi*, Salmonella *sertipHisus*, Salmonella *sersendai*. Ces bactéries provoquent des maladies infectieuses chez l'homme et l'animale [19].

#### **IV.1.6 Vibrions Cholériques :**

Le vibron cholérique est l'agent du choléra, maladie caractérisée dans sa forme typique par un début brusque, une diarrhée un vomissement un état de déshydratation extrême. La bactérie vibrio cholerae (vibron cholérique ou bacille virgule en français) est une bactérie gram négatif, en forme de bâtonnet incurvé, mobile et responsable du choléra chez l'Homme une maladie épidémique contagieuse [19].

#### **IV.1.7 Legionella :**

Sont des petits bacilles gram, mobiles ou immobiles, polymorphes filamenteux, souvent immobiles, aérobies stricts, ils sont aussi oxydase + ou -, nitrate réductase -uréase et gélatinase.

#### **IV .1.8 Pseudomonas aeruginosa :**

Cette bactérie est de plus en plus recherchée en particulier pour le contrôle des eaux conditionnées.

#### **IV.1.9 Levures :**

Les levures sont des eucaryotes hétérotrophes faisant partie du groupe des champignons dont on les distingue par leur caractère unicellulaire et l'absence de vrai mycélium (au moins dans la plus grande partie de leur cycle biologique). Les colonies sont en général blanches (très rarement roses

ou rouges ) et régulières , les cultures en milieu liquide agité donnent un trouble uniforme (sauf en cas de floculation). Les champignons filamenteux (ou moisissures ) sont des hétérotrophes :certains vivent en symbiose avec des végétaux ,d'autres sont des parasites des végétaux ou des animaux ,d'autre sont des saprophytes , se développant sur des déchets organiques et contaminant les produits alimentaires [19].

#### IV.1.10 Les Moisissures :

Les moisissures sont aérobies, en général acidophiles (PH de développant à base température (<15°C ou même par fois 0°C) (Cladosporium...). les moisissures ont en général un besoin en eau faible, par rapport aux autres micro-organismes et elles peuvent se développer sur des aliments à faible Activité d'eau (0.65 FAU). La plus part des composés carbonés peuvent être dégradés par les moisissures [19].

#### IV.2 Analyse Bactériologique :

L'analyse bactériologiques d'une eau destiner à la consommation humaine nous permet l'évaluation quantitative et qualitative d'une éventuelle pollution et la mise en évidence de bactéries à pouvoir pathogènes .il est théoriquement et techniquement impossible de contacter dans l'eau de boisson tous les micro-organismes pathogènes susceptibles d'engendrer des infections d'origine hydrique en effet la recherche de tous les germes n'est pas concevable , car d'une part certains d'entre eux ne sont pas identifiables dans la pratique courante des laboratoires et d'autre part ,tous ne sont pas connus.

##### IV.2.1 Mode de prélèvement :

L'échantillon destiné à l'analyse est prélever de façon à être le plus exactement possible représentatif du milieu d'où il provient .Pour nos prélèvement il s'agit **d'un robinet** , le prélèvement s'effectue dans les meilleurs conditions de stérilisation et avant de procéder au prélèvement dit , il y a lieu de suivre les étapes suivantes :

- Se laver très soigneusement les mains et les avant – bras, les rincer à l'alcool et les laisser sécher.
- Flamber le robinet pendant au moins une minute, en utilisant, par exemple une lampe à souder portative au gaz butane.
- ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant 5 minutes avant de faire le prélèvement tous en gardant la flamme allumée à coté du robinet.
- ouvrir le flacon(en évitant que le contact des doigts ne souille le goulot) puis le remplir d'eau au 3/4 , et le reboucher avec soin[2].

##### IV .2.2 Transport et Conservation au laboratoire :

La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon ,après le prélèvement c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible , si la température extérieure est supérieur à 10 °C , les échantillons seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4à 6 °C et à l'abri de la lumière ,doivent apportés au laboratoire au plus tard dans les 08 heures [2].

NB :ne jamais congeler .

##### IV.2.3 Normes et qualité bactériologique de l'eau :

La présence des germes témoins de contamination fécale dans l'eau de consommation la rende inconsommables, la qualité bactériologique donne l'explication suivante :

-la présence de clostridium sulfite-réducteurs dans l'eau, associée à celle d'e-coli ou des streptocoques fécaux (ou des deux à la fois) confirme la non potabilité de l'eau.

-la présence seule de clostridium Sulfite réducteurs, laisse suspecter une eau anciennement contaminée, la consommation est déconseillée [20].

**Tableau N°32 : qualité bactériologique de l'eau de consommation[20].**

Coliformes	E.COLI	Streptocoques Fécaux	Conclusion
-	-	-	Eau de bonne qualité bactériologique (potable)
+	+	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	+	-	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	-	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique (non potable)
+	-	-	Eau de mauvaise qualité bactériologique suspecte (consommation déconseillé)

**Tableau N°33 : Paramètres microbiologiques (Norme algérienne ).**

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques(Streptocoques fécaux).	n/100ml	0
	Bactéries Sulfitoréductrices Y Compris les Spores	n/20ml	0

**Tableau N°34 : les différents Méthodes pour effectuée des Analyses bactériologiques .**

PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	Méthodes I	Méthodes II
coliforme :coliforme thermo-tolérant et escherichia coli	Milieu liquide Nombre le plus Probable (ISO6222)	Milieu Solide par Filtration
Entérocoques intestinaux (Streptocoques fécaux).	Milieu liquide Nombre le plus Probable (ISO6222)	Milieu Solide par Filtration
clostridium sulfite-réducteurs	Incorporation en gélose en tubes Profond (ISO6461)	Milieu Solide par Filtration

NB : on a utilisé la Méthodes I effectuer notre travail d'analyse bactériologique , cette méthode est utilisée pour les deux échantillons : Ain Skhouna et Ain Zerga.

On peut déclarer une eau comme potable que lorsque les tests microbiologiques sont négatifs , c'est-à-dire qu'il n'y a aucun danger pour la santé humaine , les micro-organismes peuvent se développer dans l'eau .ils sont d'origines diverses , la présence des germes fécaux dans l'eau peut suspecter aussi la présence de germes pathogènes d'où certains risques pour la santé humaine., pour l'étude de la qualité d'une eau(eau traité d'Ain Zerga Ainsi que l'eau traité d' Ain Skhouna ) ,il y a lieu de choisir le type d'analyse adéquat à savoir les analyses sommaires ou de surveillance, comportant les phases suivantes :

- Numérotation « total » des germes à 37°C et 22°C.
- Recherche et numérotation des coliformes avec identification des E. Coli.
- Recherche et numérotation des streptocoques fécaux.
- Recherche et numérotation de clostridium sulfito-réducteurs.

#### IV.2.4 Dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :

Les germes totaux regroupent les micro-organismes aérobies facultatifs qui se développent à une température de l'ordre de 30°C et donnent des colonies de taille et de forme différentes.

La recherche des germes totaux dans l'eau de consommation est importante afin d'évacuer le degré de la consommation.

**Milieu de culture** : Gélose Tryptone Glucose Agar (TGEA).

**a)Mode opératoire:** Faire fondre la gélose tryptone glucose agar (T.G.E.A) lorsqu'elle est refroidie à 45°C, préparer quatre (4) boîtes de pétris deux pour 22°C et deux pour 37°C, prendre 1ml d'eau à analyser dans des conditions stérile, la mettre dans la boîte de pétri et faire des mouvements circulaires va-et-vient pour assurer un mélange homogène de l'eau avec l'inoculum et refaire la même opération pour les autres boîtes, laisser solidifier.

**Incubation** : Incuber deux boîtes à 22°C et deux à 37°C.

**b)Lecture des Résultats** : Elle se fait après 48 heures et 72 heures.

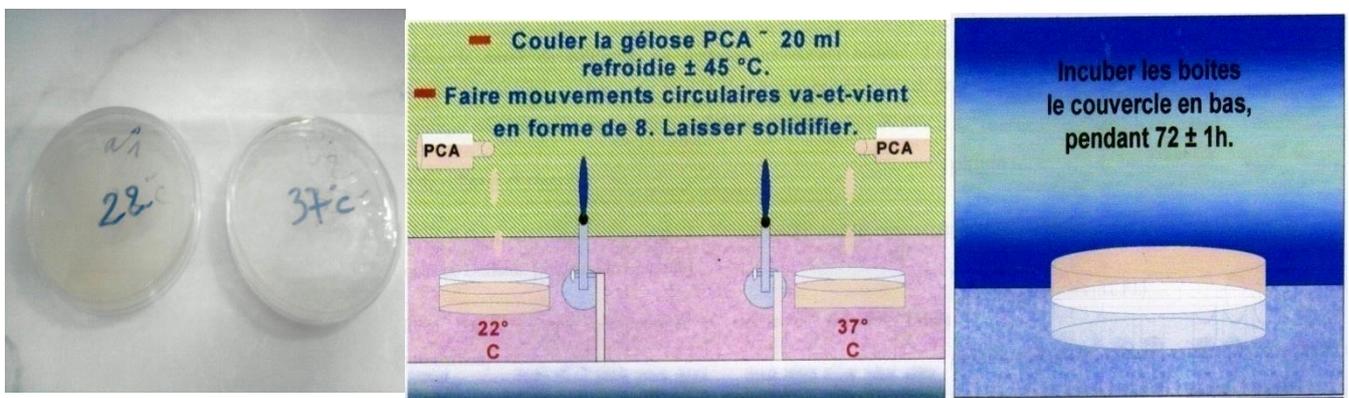


Figure N°42 : La recherche des germes totaux dans l'eau.

**c)Conclusion :** Absence des germes totaux.

#### IV.2.5 Recherche des Coliformes totaux : (Colimétrie)

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les germes et permis eus E.COLI dont seul l'origine fécale est certaine .Elle comporte deux étapes :

- la recherche présomptive des coliformes.
- la recherche confirmative des E.COLI et éventuellement des autres Coliformes fécaux.

Le dénombrement est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable.

##### a)Test Présomptif :

Elle est effectuée en utilisant le bouillon lactose au pourpre **bromocrésol BCPL** tous les tubes sont munis de cloches DURHAM pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu .on ensemence :

- 01 flacon de 50ml de bouillon **BCPL** a double concentration (D/C) avec 50ml d'eau.
- 05 tubes de 10ml de bouillon **BCPL** a double concentration (D/C) avec 10ml d'eau.
- 05 tubes de 10ml de bouillon **BCPL** a simple concentration (S/C) avec 1ml d'eau.
- Incuber à 37 °C.

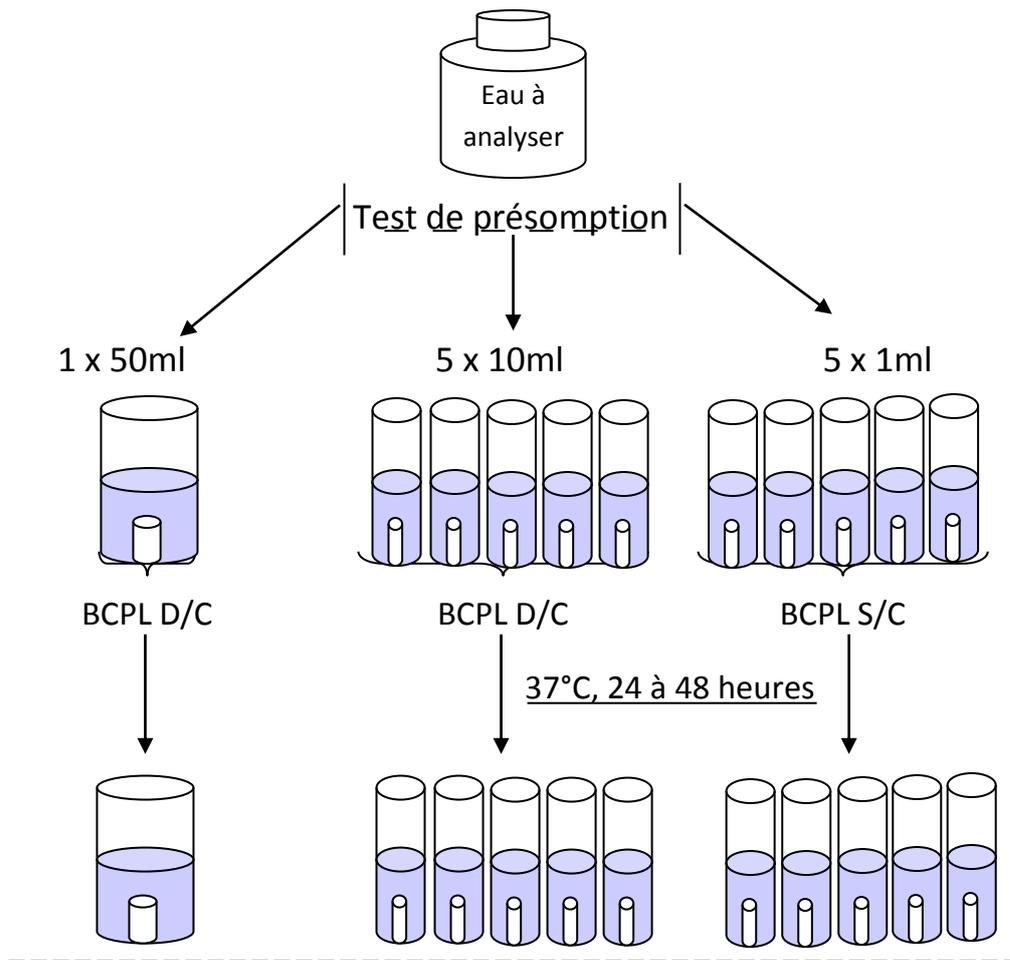
##### b) Lecture des Résultats :

Les lectures se font après 48 heures.

tous les tubes ne présentent rien , sont considérés comme négatifs.

##### c)Conclusion :

Absence des coliformes totaux.



**Figure N°43 :** recherche et dénombrement des coliformes, coliformes thermo tolérants et Escherichia Coli en milieu liquide.



**Figure N°44 :** représente les tubes de milieu de culture BCPL.

**IV.2.6 Recherche des Streptocoques fécaux (Entérocoques Intestinaux) :****Milieu de culture :**

- Milieu d'incubation : Bouillon glucosé à l'azide de sodium (Rothe).
- Milieu de confirmation : Litsky (E.V.A).

**Mode d'opérateur :****a)Test présomptif :**

- 01 flacon de 50ml de bouillon Rothe double concentration avec 50ml d'eau.
- 05 tubes de 10ml de boillon Rothe double concentration avec 10ml d'eau.
- 05tubes de 10ml de boillon Rothe simple concentration avec 1ml d'eau.
- Incuber à 37 °C pendant et les examiner après 24 et 48 heures, si les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et soumis au test confirmatif.

**b)Lecture des Résultats :**

les tubes ne présentant pas des troubles microbiennes seront considérés comme négatifs donc ne sont pas soumis au test confirmatif.

**c)Conclusion :**

Absence des Streptocoques fécaux.

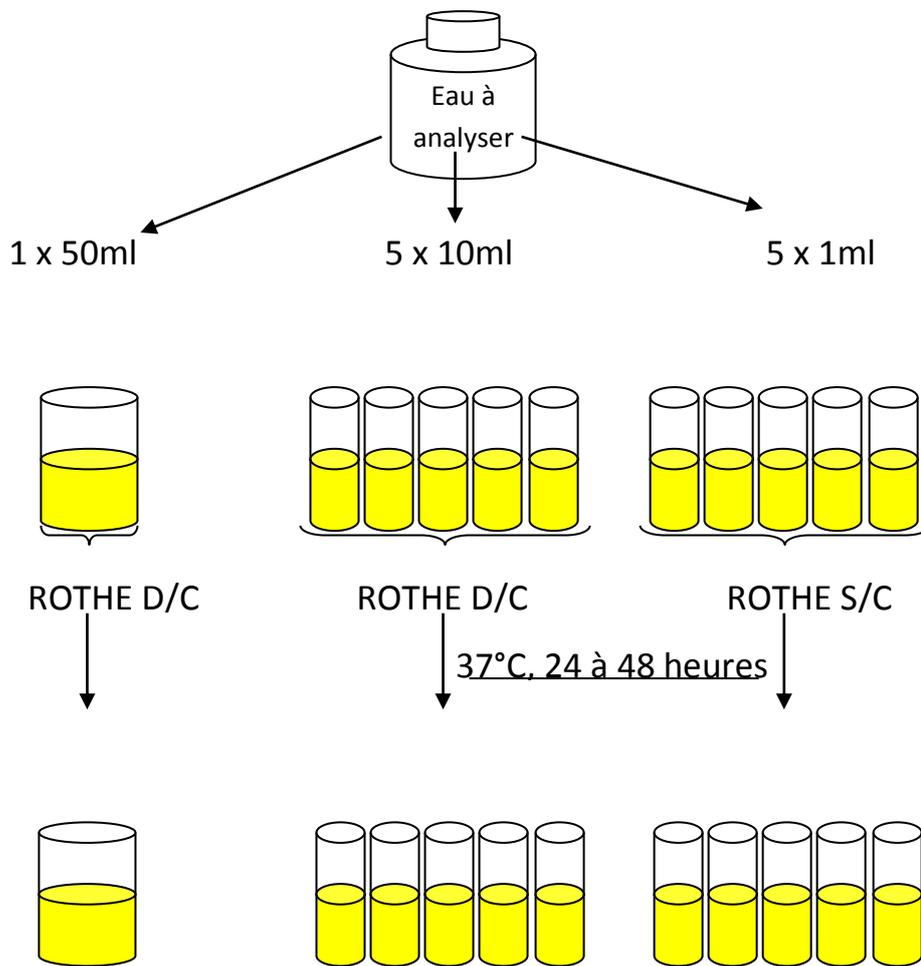


Figure N°45: Recherche et dénombrement des streptocoques groupe « D ».

**IV.2.7 Recherche des clostridium Sulfite –Réducteurs :****Milieu de culture et réactifs :**

- Gélose viande foie.
- Solution de sulfite de sodium.
- Solution d'alun de fer.

**a)Mode opératoire :** Méthode par incorporation de gélose en tubes profonds.

- **Destruction des formes végétatives :**

Placer 25 ml d'eau à analyser dans un tube de 220 x 22 mm, le porter au bain d'eau à 80°C de façon ç ce qu'il demeure cinq minutes à cette température. Refroidir rapidement.

- **Préparation du milieu :**

Placer quatre tubes de milieu de culture (contenant chacun 20 ml de milieu) au bain d'eau bouillante pour assurer la fusion du milieu. Maintenir 10 minutes dans ce bain pour assurer l'élimination des gaz dissous, refroidir à 53°C environ. Ajouter à chaque tube 1 ml de la solution du sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer. Mélanger sans faire de bulles.

- **Inoculation et incubation :**

Dans quatre tubes stériles de 220 x 22 mm, répartir 5 ml d'eau traitée pour détruire les formes végétatives, couler dans chacun d'eux le contenu d'un tube de milieu, mélangé doucement sans incorporer d'air. Refroidir sous l'eau de robinet. Incuber à 37°C, faire une lecture après 24 heures ; une deuxième après 48 heures.

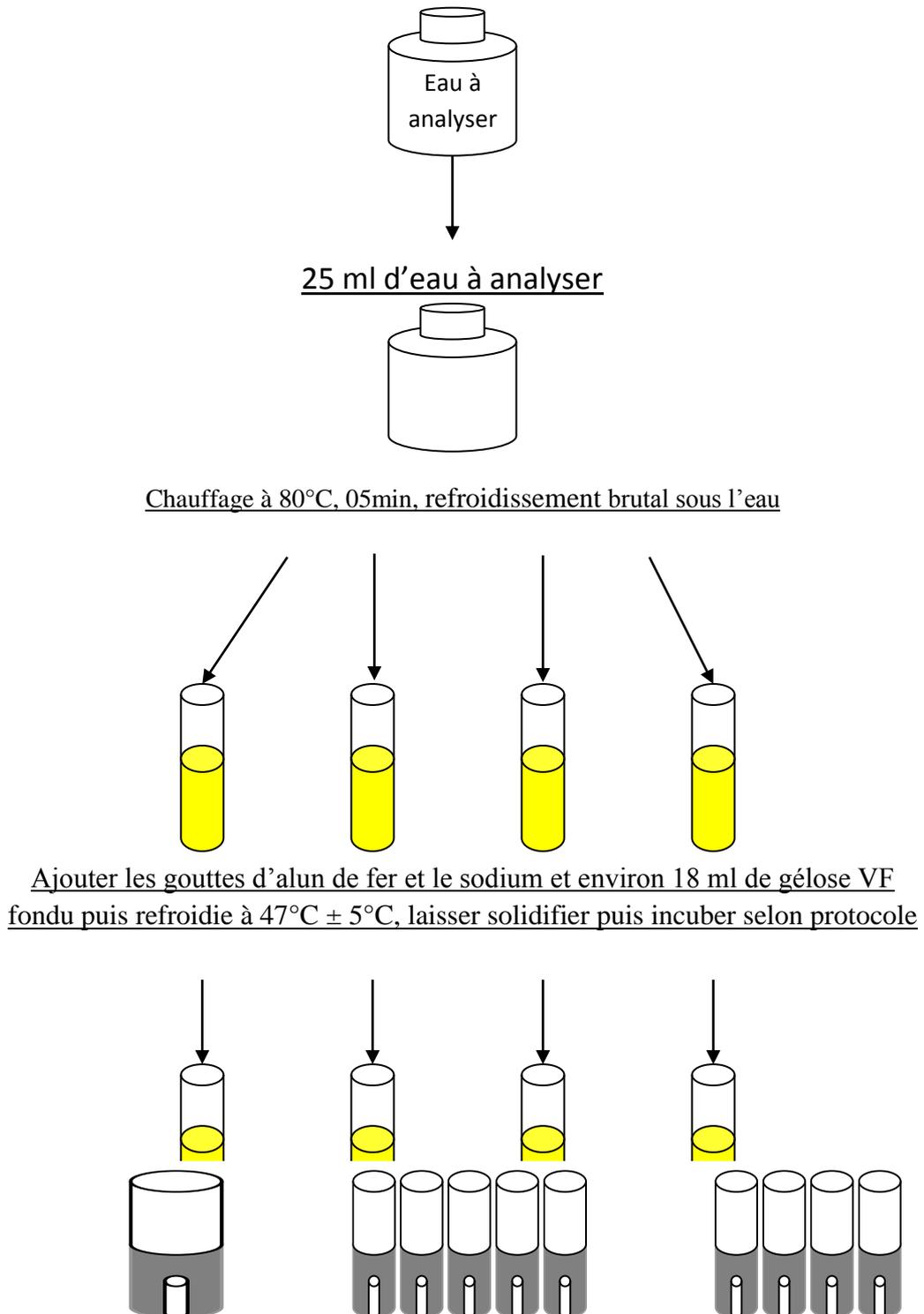
**b) Lecture des résultats :**

- Considérer comme résultant d'une spore de bactéries aérobies sulfito-réductrice toute colonies noire, entourée d'un halo noir. Exprimer le résultat en nombre de spore par 100 ml.
- Il est indispensable de procéder à une lecture dans la 24<sup>ème</sup> heure, en présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible à la 48<sup>ème</sup> heure.
- Par contre, s'il y a une faible quantité de colonies à la première lecture et si les colonies sont petites, il peut y avoir un développement de nouvelles colonies dans les 24 heures suivantes.

Les tubes ne présentant pas des colonies noire seront considérés comme négatifs.

**c)Conclusion :**

Absence des **clostridium Sulfite –Réducteurs.**



**Figure N°46:** Recherche et dénombrement des spores de bactéries aérobies sulfite- réductrices et clostridium sulfite réducteur.



**Figure N°47** : les tubes milieu liquide Rothe



**Figure N°48** : incubateur



**Figure N°49** : rampe à vide

## CONCLUSION GENERALE

---

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique que physico-chimique et bactériologique.

Le but de ce travail est d'obtenir les meilleurs paramètres : organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques parmi les 05 échantillons analysés. En conséquence notre travail se divise en deux parties : la première partie est un complément des travaux réalisés par des collègues cités dans l'introduction générale. Dans la deuxième partie on a essayé d'exploiter les résultats précédentes, on a effectué des analyses physico-chimiques sur les mélanges d'eaux ( Ain Skhoua et Ain Zerga ) destinés à la consommation humaine à des proportions variables, ainsi que les analyses bactériologiques des eaux traitées d' Ain Skhoua et Ain Zerga.

Au terme de ce travail et à l'issue des résultats obtenus, nous dire que ces eaux présentent des qualités biologiques variables en générale et obéissent aux normes de potabilité de l'eau.

D'après les résultats obtenus on déduit que :

Du point de vue organoleptiques, les 05 échantillons prélevés sont claires ne présentent, ni odeur, ni saveur désagréable ni couleur.

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

\*Les échantillons prélevés des eaux traitées d' Ain Zerga et Ain Skhoua sont respectives des normes NA et OMS. Cependant après leur mélange à des proportions variables, l'échantillon du mélange d'eau (**75% Ain Zerga ,25% Ain Skhoua** ) présente des meilleurs paramètres en particulier :la conductivité ;le TDS ;la Salinité ;le TH ;la Dureté Calcique ;la Dureté Magnésienne ; les Sulfates ;l'Ammoniac et les Matières Organiques d'où un bon degré de potabilité , d'où le choix de cet échantillon par rapport à(**25% Ain Zerga ,75% Ain Skhoua** ) et (**50% Ain Zerga ,50% Ain Skhoua** ).

\* les résultats obtenus, on fait ressortir que les eaux d'Ain Skhoua sont de nature bicarbonatée calcique et magnésienne d'après les teneurs élevés des paramètres en particulier  $\text{HCO}_3^- = 207.4 \text{ mg/l}$  , $\text{TH} = 64^\circ \text{F}$  , $\text{Ca}^{+2} = 152.3 \text{ mg/l}$  ,  $\text{Mg}^{+2} = 63.18 \text{ mg/l}$  avec un degré de potabilité passable à médiocre , des teneurs élevés en calcium et bicarbonates présentent l'entartage par dépôt dans les conduites et pour l'alimentation des chaudières. par ailleurs une forte teneur en chlorures provoque un goût désagréable dans les eaux et les rendent corrosives vis-à-vis les conduites et les réservoirs, ceci est bien remarqué dans l'eau d' Ain Skhoua  $\text{Cl}^- = 400.79 \text{ mg/l}$ .

\* les eaux d' Ain Zerga sont de nature bicarbonatée d'après la teneur élevée en bicarbonate  $\text{HCO}_3^- = 317.2 \text{ mg/l}$  avec un bon degré de potabilité, grâce à l'efficacité des procédés de traitement dans la station, à part la teneur élevée en nitrate  $\text{NO}_3^- = 23.92 \text{ mg/l}$  .En ce qui concerne les consommateurs ; il faut éviter les eaux d'Ain zerga pour la préparation des aliments des nourrissons ceci provoque un problème de santé.

## CONCLUSION GENERALE

---

Du point de vue bactériologique, les résultats obtenus montrent l'absence de tous les germes témoins de contamination fécale dans l'eau de consommation telle que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfito-réducteurs.

Devant des situations inquiétantes telles que le prolongement de l'urbanisation d'une part et les changements climatiques enregistrées durant les années précédentes qui déstabilisent l'équilibre écologique des sources en question , et d'autre part des problèmes liés à la gestion du réseau AEP en particulier : les fuites et l'entartage du réseau AEP , nous pouvant qu'adopter une stratégie préventive pour la sauvegarde de ce patrimoine naturel .Ceci ne peut être réalisé qu'avec le concours de la communauté locale à travers des campagnes de sensibilisation sur l'importance de l'eau en générale , et les règles d'hygiènes et la préservation de l'environnement dans le développement durable

# Bibliographie

## Ouvrages :

- **Rodier, J et al. 2009**, L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition entièrement mise à jour. Paris : Éd. Dunod, ISBN : 978-2-10-054179-9, 1526p.
- **Remini, B.2007**, La problématique de l'eau en Algérie. 2<sup>ème</sup> édition. Alger : Office des publications universitaires.
- **TAMPO .DEBORAH ,1992**.les eaux conditionnées ,Edition TEC.DOC-LA VOISIER PARIS.
- **Defranceschi, M. 1996**, L'eau dans tous ses états. Paris : Édition, ellipses, ISBN : 2-7298-9647-3, 124p.
- **GUIRAUD.JOSEPH.PIERRE,1998** Microbiologie alimentaire.
- **TRERCELIN J R(1998)** ,Techniques et documentation .traite d'irrigation.
- **GUIRARD MIQUEL.(2003)**,Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France, Document d'internet.
- **BENRAIS,1995** ;Séminaire sur la qualité de l'eau et réglementation.
- **BARRAQUE BERNARD (2004)** ; l'évaluation de la politique de protection des ressources en eau.
- **MOHAND SAID OUALI(2001)** : Cours de Procèdes Unitaires Biologiques et Traitement des Eaux ;,EDITION :2.10.4334 ;521/2001.
- **CRESSON E(1999)** ;que fait l'Europe ?L'eau une ressource vitale en danger .Revu.
- **Dupont, A. 1986**, Hydraulique urbaine. Paris :Hydrologie –captage et traitement des eaux 5<sup>ème</sup> Édition Eyrolles, 745 p.

## Mémoires de fin d'études :

- **KERKEB ABDELMALEK**. Diagnostic de la Qualité des eaux distribuées dans la ville de Saïda (nord-ouest de l'Algérie) et Problèmes Rencontrés dans son réseau d'Alimentation en Eau potable. Mémoire magister.2010.
- **AZIZ MOHAMED AMINE ;TIRES AMINE**. étude biologique des eaux de sources d'Ain Zerga ,Ain El Hadjar et Ain Soltane de la wilaya de Saida. mémoire ingénieur.2006.
- **ADEL BOUMEDIENE ET BOUAFIA BEN M'HAMED** .Contribution à L'étude des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau minérale de Saida et l'eau de sfid. mémoire ingénieur 2013.

- **BENTAHER MOKHTARIA ET REMIL AMEL.** Contribution à L'étude des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux :IFRI,SAIDA ,MANSOURAH,SIDI EL KBIR,MESSEREGUINE et TOUDJA. mémoire ingénieur.2007.
- **ENCYCLOPEDIE MEDICAL(2006).**
- **OULD KADA NOURREDINE ET GUENDOOUZ AEK.** traitement de potabilisation des eaux de la source d'ain Zerga. mémoire de master 2015.
- **DJAFRI SOUAAD ET CHATTI SAMIRA .**étude physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Ain Zerga mémoire de licence 2015.
- **MEKHEDICHE ALI ET ZAIDI DJELLOUL.** contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau d'Ain Skhouna. mémoire de licence 2014.
- **Aïmer.H, 2005,** Contribution à l'étude phénoménologique et qualitative de la nappe du Chott Chergui. *Mémoire. magister*, Université, Saïda, Algérie.

#### **Abréviations utilisées pour les références bibliographiques :**

- **REF[1] : (TRERCELIN ;1998).**
- **REF[2] : (RODIER ;1996).**
- **REF[3] : (RAMADE ;2000).**
- **REF[4] : (GUIRARD ;2003).**
- **REF[5] : (BENRAIS ;1995).**
- **REF[6] : (ENCYCLOPEDIE ;2006).**
- **REF[7] : (BENDICTE ;1995).**
- **REF[8] : (CRESSON ;1999).**
- **REF[9] : (DEFRANCESHI ;1996).**
- **REF[10] : (MOHAND SAID OUALI ;2001).**
- **REF[11] : (BARRAQUE ;2004)[11].**
- **REF[12] : (AGENCE NATIONALE DES BARRAGES ;2004).**
- **REF[13] : (MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT ;2011).**
- **REF[14] : (D.P.A.T SAIDA ;2010).**
- **REF[15] : (D.W.H SAIDA ;2010).**
- **REF[16] : (A.D.E SAIDA ;2016).**
- **REF[17] : (TAMPO ;1992).**

- **REF[18] : (OMS ;1998).**
- **REF[19] : (GUIRARD ;1998).**
- **REF[20] : (BOUMAZA ;1997).**

## ملخص:

يعتبر الماء ضروري لحياة جميع الكائنات الحية، فبدونه لا يستطيع الإنسان و لا الحيوان و لا النبات العيش.

تبرز أهمية الماء بزيادة احتياجات الإنسان إليه لأن التموين بهذه المادة أصبح يزداد صعوبة، لذلك من الضروري مراقبة و الحفاظ على نوعية الماء لحماية صحة المستهلك لوجود بعض المواد الكيميائية الضارة. أمام ضرورة تموين سكان مدينة سعيدة بالماء الصالح للشرب باستمرار إضافة لبعض التجمعات السكانية الأخرى التي تعاني نقصا في هاته المادة الحيوية و بغية الحفاظ عليها و جعلها مخزونا إستراتيجيا قامت الدولة بتجسيد مشروع إقامة محطتين لمعالجة المياه الصالحة للشرب على مستوى الولاية ( محطة عين الزرقاء و محطة عين السخونة) و كذلك مشروع نقل المياه انطلاقا من الشط الشرقي، لكن قدم قنوات شبكة توزيع المياه لمدينة سعيدة إضافة لتواجد المستمر للمياه داخل الشبكة و الخصائص البيوكيميائية للمياه المنقولة تسببت في عدة مشاكل أبرزها : التسربات على مستوى الشبكة و الترسبات الكلسية .

هدفنا من هذا العمل كان إجراء دراسة للنوعية الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للمياه الموزعة بعد المعالجة لشبكتي توزيع المياه لعين الزرقاء و عين السخونة ثم الخلط بينهما بنسب مختلفة مع مراعاة صحة الإنسان حيث يجب أن تتوفر في الماء خصائص مطابقة لمقاييس منظمة الصحة العالمية أو المقاييس الجزائرية.

من النتائج المحصل عليها استخلصنا أن العينة ذات النوعية الجيدة للشرب هي الخليط المكون من: 75% ماء عين الزرقاء و 25% ماء عين السخونة .

## الكلمات المفتاحية :

الماء الشروب، تموين، مقر سعيدة، شبكة التوزيع، مياه معالجة لعين الزرقاء، مياه معالجة لعين السخونة، تحاليل فيزيوكيميائية، تحاليل بكتريولوجية

**Résumé :** l'eau est considérée comme une matière nécessaire pour la vie de l'ensemble. Sans eau on ne peut pas vivre .L'importance de l'eau pour l'Augmentation et dans l'utilisation humaine ne cesse de croître , et son approvisionnement devient de plus en plus difficile , il devient nécessaire de contrôler et maintenir la qualité de l'eau pour préserver et protéger la santé du consommateur , comme la présence de certaines contaminations chimiques .Devant la nécessité d'assurer une alimentation en eau potable en continue pour la population du chef lieu de Saida ainsi que d'autres localités en manque d'eau potable ,et dans le Souci de préserver cette matière et faire une réserve stratégique d'avenir .L'état a réalisé deux stations de traitement des eaux potables (Ain Zerga et Ain Sultane ) ainsi que le transfert des eaux à partir de chott chergui(Ain Skhouna) , mais la vétusté du réseau AEP de la ville de Saida .aux qu'elle s'ajoute la présence d'eau à l'intérieur du réseau en plus la qualité des eaux transférées , ont fini par générer un bon nombre de problèmes les plus important sont les fuites au niveau du réseau AEP et son entartage . L'objectif de notre travail , c'est celui d'étudier la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux distribués après traitement des réseaux respectivement Ain Zerga et Ain Shonas ainsi que la qualité physico-chimique sur le mélange d'eau à des proportions variables .Mais pour la protection de la santé de l'homme , de nombreuses mesures de protection sont prises selon OMS et les normes Algériennes.

Les résultats obtenus ont montré que ces eaux sont potables et l'échantillon qui présente les meilleurs paramètres celui du mélange (75% Ain Zerga, 25% Ain Skhouna).

**Mots clés :** eau potable, Approvisionnement, chef lieu Saida, réseau AEP, les eaux traités de Ain Zerga , les eaux traités de Ain Skhouna, les analyses physico-chimiques, les analyses bactériologiques.

## Abstract:

Water (H<sub>2</sub>O) is a very important abiotic factor for the existence of all living organisms. It is often said that "water is life", because without it plants could not grow and animals could not survive without water, also human.

Water is becoming increasingly important by increase human needs him because Supply this matter has become increasingly difficult. Therefore it is necessary to monitor and maintain the quality of the water to protect the consumer because of some harmful chemicals health. Faced with the necessity supply Saida residents with drinking water and some other communities that suffer shortages in this vital substance. In order to preserve the water and make them a strategic stock the state to embody a project to establish two plants to treat drinking water ( Ain Zerga station and Ain Soltane station) as well as the transfer of water from the eastern coast project. But the bad selection of the water distribution network for the city also the constant presence of water within the network, and the quality biochemical of water caused a number of problems, most important of which are the leaks at the network and calcareous sediments.

Our goal of this study distributed water samples were collected and analysed for physicochemical and bacteriological evaluation after the treatment of the distribution network for Ain Zerga, Ain Skhouna and their mixtures in different proportions, which would make it safer under standards of the World Health Organization or the Algerian standards. From the results obtained we have concluded that good quality drinking water is sample component between 75% water for Ain Zerga and 25% water for the Ain Skhouna.

**Keys words:**

Drinking water, Supply, Distribution network, Water treatment for Ain Zerga, Water treatment for the Ain Skhouna, Physicochemical analysis, Bacteriological tests.