



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : Melle BECHBECHE Rekia**

**DOMAINE :SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTRÔLE DE QUALITÉ**

### **Thème**

**Evaluation de la qualité physicochimiques des eaux  
utilisées en industries agro-alimentaire dans la  
commune de Laghouat**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
DJOKHDEM Laid	MAA	Président
BECHEUR Mourad	MAA	Examineur
ROUIGHI Taher	MAA	Rapporteur

**Promotion : juillet 2021**



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط



كلية العلوم  
قسم العلوم الفلاحية

## مذكرة ماستر

اعداد : بشبش رقية

الميدان : علوم الطبيعة والحياة

الشعبة : العلوم الفلاحية

التخصص : صناعات غذائية ومراقبة الجودة

### الموضوع

تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه المستخدمة  
في الصناعات الغذائية في بلدية الأغواط

### لجنة المناقشة

الاسم واللقب	الدرجة	الصفة
جخدم العيد	أستاذ مساعد أ	رئيسا
بشور مراد	أستاذ مساعد أ	مناقشا
رويغي الطاهر	أستاذ مساعد أ	مشرفا

دفعة جويلية 2021

**Titre du mémoire :** évaluation de la qualité physicochimique des eaux utilisées en industries agro-alimentaire dans la commune de Laghouat.

## **Résumé**

L'eau occupe une place importante dans l'industrie agroalimentaire, elle est utilisée comme une matière première, un agent de fabrication ou fluide de nettoyage des équipements ou du produit fabriqué. Mais son utilisation pose plusieurs problèmes au niveau de la chaîne de fabrication quand elle est utilisée directement. Notre étude a pour but l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux utilisées avant et après traitement dans quelques usines actives dans la commune de Laghouat et sa compatibilité avec les normes Algérienne et L'OMS. Nous avons appliqué des méthodes normalisées par les laboratoires de l'Algérienne des eaux de Laghouat. en mesurant les paramètres physicochimiques suivant :le pH ,la température( $T^{\circ}$ ),la conductivité électrique(CE),la turbidité ,Calcium ( $Ca^{2+}$ ), Magnésium ( $Mg^{2+}$ ),Sodium ( $Na^{+}$ ),Potassium( $K^{+}$ ),Sulfates( $So_4$ ),Bicarbonates ( $HCO_3^{-}$ ),les Chlorures (Cl),les Nitrates ( $NO_3^{-}$ ), les Nitrites ( $NO_2^{-}$ ), Ammonium ( $NH_4$ ),Fer ( $Fe^{+2}$ ).Les résultats que nous avons obtenu montrent que la majorité de ces paramètres répondent aux normes admissibles à l'exception de quelques pointes de prélèvements . On signale que : les eaux utilisées par ferme pilot Boudaoud nécessitent un traitement, aussi la méthode de traitement des eaux utilisées par laiterie de Mzi doit être améliorée.

**Mots clés :** Eau, qualité physicochimique, agroalimentaire, Laghouat.

عنوان المذكرة : تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه المستخدمة في الصناعات الغذائية في بلدية الأغواط

## ملخص

تحتل المياه مكانة مهمة في صناعة المواد الغذائية، فهي تستخدم كمادة أولية أو كعامل تصنيع أو كوسائل لتنظيف المعدات. لكن استخدامه يطرح عدة مشاكل في خطط الإنتاج عند استخدامه مباشرة. تهدف دراستنا إلى تقييم النوعية الفيزيوكيميائية للمياه المستخدمة قبل وبعد المعالجة في عدد من المصانع النشطة في مدينة الأغواط ومدى توافقها مع المعايير الجزائرية ومنظمة الصحة العالمية. اتبعنا طرقاً موحدة من قبل مخابر الجزائرية للمياه فرع الأغواط من أجل قياس المعايير الفيزيوكيميائية التالية : درجة الحموضة، درجة الحرارة، الموصلية الكهربائية، التعكر والصلابة الكلية، الكالسيوم، المغنيزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الكبريتات البيكربونات، كلوريد، النترات، النتريت، الامونيوم. اظهرت النتائج التي حصلنا عليها توافق اغلبية نتائج التحاليل مع المعايير باستثناء عدد قليل. يشار إلى أن: المياه المستخدمة من قبل مزرعة بوداود النموذجية تحتاج إلى معالجة ، كما يجب تغيير طريقة معالجة المياه التي تستعملها ملبنة مزي.

**الكلمات المفتاحية:** المياه، النوعية الفيزيوكيميائية، الصناعات الغذائية، الأغواط

**Memory title:** Evaluation of the physical and chemical quality of water used in the agro-food industries in the city of Laghouat.

**Abstract**

Water occupies an important place in the food industry, it is used as a raw material, as a manufacturing agent or as a liquid for cleaning equipment. But its use poses problems in production plans when used directly. Our study aims to evaluate the physical and chemical quality of water used before and after treatment in a number of active factories in the city of Laghouat and its compliance with Algerian and World Health Organization standards. We followed standard methods by the Algerian Water Laboratories, Laghouat branch, in order to measure the following physicochemical parameters: pH, temperature, electrical conductivity, turbidity and temperature, calcium, magnesium, sodium, potassium, sulfate, bicarbonate, chloride, nitrate, nitrite, ammonium. The results we obtained showed that the majority of the analyzed results agreed with the criteria, except for a few. It is indicated that: The water used by the pilot farm Boudaoud farm needs to be treated, and the method of treating the water used by Dairy Mzi must be changed.

**Keywords:** Water, physicochemical quality, Industry, food industry, Laghouat.

## *Remerciement*

*Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant de nous avoir aidé et donné la force afin de mener ce travail à terme et la volonté pour réaliser ce rapport.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur*

***Ms ROUGHY Tahar** à l'université Amar TELIDJI, pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour sa confiance, son soutien et ses précieux conseils et sa disponibilité et sa gentillesse*

*Je tenons à remercier tout particulièrement notre enseignant*

***Ms BEKKAYE Saad***

***Je remercie beaucoup les membres du jury :***

*Monsieur **Djokhdem Laid** pour avoir bien voulu présider le jury et juger le travail.*

*Monsieur **Becheur Mourad**, qui nous a fait l'honneur de participer et de juger notre mémoire.*

*Je remercie l'ensemble des enseignants du département des sciences agronomiques*

*Nous remercions le chef de laboratoire ALGERIEN DES EAUX Mr. **Mechraoui Abd ALLAH**, pour leur gentilles et surtout Monsieur **Heniche Hamada** ingénieure au niveau de laboratoire ALGERIEN DES EAUX pour leur encouragement et ses conseils.*



## *Dédicace*

*Avec l'aide et la protection d'ALLAH S'est réalisé ce travail.*

*Je dédie ce travail à :*

*Ma chère mère qui m'a éclairée mon chemin et qui m'a encouragée et soutenue tout au long de mes études.*

*Mon père qui me conseillait et me poussait vers le but le plus sublime dans la vie, comme il a toujours agi tenacement afin de surmonter toutes les difficultés.*

*Mes adorables sœurs, Messouda , Bakhta et mes chers frères Ahmed ,DJeloul ,Mohamed ,Tadj Eddine pour leur encouragement, leur assistance et leur soutien. Que dieu vous préserve*

*Mes grandes familles, grandes et petites*

*Mes chères amies*

*Amouna ,Ahlem ,Habiba ,Hadjer*

*Les jeunes poussins*

*Nasim ,Tadjeddine ,Rayan,Mokhtar,Chikho, Amir ,salsabil,Yakoub,Fatoum*

*A tout les étudiants de la promotion Agroalimentaire et contrôle de qualité*

**Liste des tableaux**

N °	TITRE	PAGE
01	Estimation de la qualité d'eau à partir leur pH selon la norme (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la de sécurité sanitaire des eaux 2014).	<b>07</b>

**Liste des figures**

<b>N °</b>	<b>TITRE</b>	<b>Pag GE</b>
<b>01</b>	représentation schématique du cycle de l'eau global	<b>03</b>
<b>02</b>	Carte de situation géographique des zones d'étude	<b>18</b>
<b>03</b>	pH Mètre	<b>20</b>
<b>04</b>	Turbidimètre	<b>21</b>
<b>05</b>	Conductimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ à $25^\circ\text{C}$ ).	<b>22</b>
<b>06</b>	Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique (TH))	<b>23</b>
<b>07</b>	Dosage de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ).	<b>24</b>
<b>08</b>	Dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	<b>25</b>
<b>09</b>	Détermination de sodium ( $\text{Na}^+$ ) et de potassium ( $\text{K}^+$ ) par photométrie de la flamme.	<b>26</b>
<b>10</b>	Dosage de Fer ( $\text{Fe}^{+2}$ )	<b>27</b>
<b>11</b>	Dosage des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )	<b>28</b>
<b>12</b>	Dosage de phosphate ( $\text{po}_4$ ).	<b>30</b>
<b>13</b>	Dosage des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	<b>31</b>
<b>14</b>	Dosage des nitrites ( $\text{NO}^{-2}$ )	<b>32</b>
<b>15</b>	les valeurs de pH d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>35</b>
<b>16</b>	les valeurs de Turbidité d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>35</b>
<b>17</b>	les valeurs de Température d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>36</b>
<b>18</b>	les valeurs de TDS et Conductivité d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>36</b>
<b>19</b>	les teneurs de Calcium et Magnésium d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>37</b>
<b>20</b>	les teneurs de Sodium et Potassium d'eau minérale Milok avant et après traitement	<b>37</b>
<b>21</b>	les teneurs d'Ammonium et Fer d'eau Minérale Milok avant et après traitement	<b>38</b>
<b>22</b>	les teneurs en Sulfate et Chlorure d'eau Minérale Milok avant et après traitement	<b>38</b>
<b>23</b>	la teneur de Bicarbonate d'eau Minérale Milok avant et après traitement	<b>39</b>
<b>24</b>	les teneurs de Nitrate et Nitrites d'eau Minérale Milok avant et après traitement	<b>39</b>
<b>25</b>	les valeurs de pH d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).	<b>40</b>
<b>26</b>	les valeurs de la turbidité d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).	<b>40</b>

<b>27</b>	les valeurs de Température d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).	<b>41</b>
<b>28</b>	les valeurs de TDS et Conductivité d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud	<b>41</b>
<b>29</b>	les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.	<b>42</b>
<b>30</b>	les teneurs en Sodium et Potassium d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.	<b>42</b>
<b>31</b>	les teneurs d'Ammonium et fer d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.	<b>42</b>
<b>32</b>	les teneurs Sulfate et Chlorure d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.	<b>43</b>
<b>33</b>	les teneurs de Bicarbonates d'eau analysée de ferme pilot Boudaoud.	<b>43</b>
<b>34</b>	les teneurs en Nitrates et Nitrites d'eau analysée de ferme pilot Boudaoud	<b>44</b>
<b>35</b>	les valeurs de pH d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>44</b>
<b>36</b>	les valeurs de la turbidité d'eau utilisée par Laiterie de Mzi(avant et après traitement).	<b>45</b>
<b>37</b>	les valeurs de Température d'eau utilisée Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>45</b>
<b>38</b>	les valeurs de TDS et Conductivité d'eau utilisée par Laiterie de Mzi(avant et après traitement).	<b>45</b>
<b>39</b>	les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau utilisé par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>46</b>
<b>40</b>	les teneurs de Sodium et Potassium d'eau utilisé par Laiterie de Mzi(avant et après traitement).	<b>46</b>
<b>41</b>	les valeurs d'Ammonium et Fer d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>47</b>
<b>42</b>	les teneurs de Sulfate et Chlorure d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>47</b>
<b>43</b>	les teneures en Bicarbonates d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>48</b>
<b>44</b>	les valeurs de Nitrates et Nitrites d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).	<b>48</b>
<b>45</b>	les valeurs de pH d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>49</b>
<b>46</b>	les valeurs de la Turbidité d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal	<b>49</b>

	(avant et après traitement).	
<b>47</b>	les valeurs de la Température d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>50</b>
<b>48</b>	les valeurs de TDS et conductivité d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>50</b>
<b>49</b>	les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>51</b>
<b>50</b>	les teneurs en Sodium et Potassium d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>51</b>
<b>51</b>	les teneurs en Ammonium et Fer d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>51</b>
<b>52</b>	les teneurs en Sulfate et Chlorure d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>52</b>
<b>53</b>	les teneurs en Bicarbonates d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>52</b>
<b>54</b>	les teneurs en Nitrates et Nitrites d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).	<b>53</b>
<b>55</b>	la représentation graphique du faciès chimique des eaux analysées sur diagramme de Piper.	<b>53</b>

**Liste des abréviations**

**ADE** : Algérienne des eaux

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétra-Acétique

**HCL** : Acide Chlorhydrique.

**HCP** : Hygiène Chemicals Production.

**HNO<sub>3</sub>** : Acide Nitrique

**ISO** : International Standardisation Organisation

**JORA** : Journal officiel de la république algérienne

**meq/L** : Milliéquivalent par litre

**mg/L** : Milligramme/Litre

**NA** : Normes algérienne

**NTU** : Unité de turbidité Néphélogétrie

**OMS** : Organisation Mondial de la Santé

**TDS** : Sels dissout totaux

**TH** : Titre hydrométrique

**μS/cm** : Micro siemens par centimètre

## Sommaire

Liste des tableaux .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des abréviations .....	V
Introduction.....	1
<b>Partie I:Etude Bibliographique</b>	
CHAPITRE I : Généralité sur l'eau.....	4
1. Définition de l'eau.....	4
2. Cycle de l'eau dans la nature .....	4
3. Différent états de l'eau .....	5
4. Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine : .....	5
4.1. Eaux de surface .....	5
4.2. Eaux souterraines .....	5
5. L'utilisation d'eau .....	6
5.1. L'utilisation domestique.....	6
5.2. L'eau dans l'agriculture.....	6
5.3. L'eau dans l'industrie.....	6
Chapitre II : QUALITE DE L'EAU .....	7
1. La qualité organoleptique de l'eau .....	7
1.1. Couleur.....	7
1.2. L'odeur et Saveur .....	7
1.3. Turbidité.....	7
2. Les principaux paramètres physico-chimiques de contrôle de l'eau.....	8
2.1. Les Paramètres physiques.....	8
2.1.1. Concentration en ions d'hydrogène (pH).....	8
1.2. Température (T) .....	8
2.1.3. Conductivité électrique (CE).....	8
2.2. Les paramètres chimiques .....	9
2.2.1. Les ions majeurs.....	9
2.2.1.1. Les cations.....	9
2.2.1.1.1. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	9
2.2.1.1.2. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	9
2.2.1.1.3. Potassium (K <sup>+</sup> ) .....	9

2.2.1.1.4. Sodium (Na <sup>+</sup> ).....	10
2.2.1.2. Les anions .....	10
2.2.1.2.1. Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	10
2.2.1.2. 2.Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) .....	10
2.2.1.2. 3. Alcalinité .....	10
2.2.2. Les éléments tracent .....	10
2.2.2.1. Fer .....	10
2.2.2.2. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	11
2.2.2.3. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	11
2.3. Dureté (TH).....	11
3. La pollution d'eau .....	11
3.1. La pollution biologique .....	11
3.2. La pollution physique .....	12
3.3. La pollution chimique .....	12
Chapitre III : TRAITEMENR D'EAU.....	12
1. Traitements de l'eau potable .....	13
1.1. La désinfection de l'eau .....	13
1.1.1. Désinfection par le chlore.....	13
1.1.2. Mécanisme de désinfection .....	13
1.2. Filtration par charbon actif .....	14
1.3. Désinfection à l'Ultra-violet.....	14
1.4. Traitements de l'eau de chaudière .....	14
1.4.1. L'adoucissement.....	15
1.4.2. L'osmosement .....	15
1.4.3. Dégazement.....	15
<b>Partie II:Matériels et méthodes</b>	
1. Présentation de la zone d'étude .....	18
1.1. Présentation administratif de la commune de Laghouat .....	18
1.2. Description des zones d'étude.....	18
1.2.1. La zone de Bordj Senouci.....	18
1.2.2. La zone industrielle Bouchaker .....	18
1.2.3. La zone de Milok.....	19
2. Méthodes d'Echantillonnage et mode de prélèvement .....	19
2.1. Méthodes d'Echantillonnage .....	19
2.2. Mode de prélèvement d'analyse physicochimique .....	20

Les analyses physico-chimiques.....	20
1. Les analyses physiques.....	20
1.1. Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre.....	20
1.2. Détermination de la température .....	21
1.3. Turbidité.....	22
1.4. Détermination de la conductivité électrique .....	22
2. Les analyses chimiques .....	23
2.1. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique (TH)).....	23
2.2. Détermination du calcium (Ca <sup>+2</sup> ) et du magnésium (Mg <sup>+2</sup> ) : .....	24
2.3. Détermination le Dosage du Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	25
2.4. Dosage de l'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	26
2.5. Détermination de sodium (Na <sup>+</sup> ) et de potassium (K <sup>+</sup> ) par photométrie de la flamme .....	27
2.6. Dosage De Fer (Fe <sup>+2</sup> ) .....	27
2.7. Détermination de l'alcalinité (HCO <sup>-3</sup> ).....	28
2.8. Détermination des chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	29
2.9. Dosage de phosphate (po <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	30
2.10. Dosage des nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	31
2.11. Dosage des nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	32
2.12. Détermination des sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	33

### **Partie III:Résultats et discussions**

1. Résultats des analyses physicochimiques de L'eau minérale Milok.....	36
1.1. Les analyses physiques.....	36
1.1.1. Le potentiel hydrique.....	36
1.1.2. La turbidité .....	36
1.1.3. La température .....	37
1.1.4. Le taux des sels dissous (TDS) et la conductivité électrique .....	37
1.2. Les analyses chimiques .....	38
1.2.1. Les anions .....	38
1.2.1.1. Calcium et Magnésium.....	38
1.2.1.2. Sodium et potassium .....	38
1.2.1.3. Ammonium et Fer .....	39
1.2.2. Les cations.....	39
1.2.2.1. Sulfate et Chlorure.....	39
1.2.2.2. Bicarbonates .....	40
1.2.2.3. Nitrates et Nitrites .....	40

---

2. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par Ferme pilot de Boudaoud pour la production des œufs et volailles .....	41
2.1. Les analyses physiques.....	41
2.1.1. Le potentiel hydrique.....	41
2.1.2. La turbidité .....	41
2.1.3. La température .....	41
2.1.4. Le taux des sels dissous (TDS) et La conductivité électrique .....	42
2.2. Les analyses chimiques .....	42
2.2.1. Les anions .....	42
2.2.1.1. Calcium et Magnésium.....	42
2.2.1.2. Sodium et Potassium .....	43
2.2.1.3. Ammonium et fer .....	43
2.2.2. Les cations.....	44
2.2.2.1. Sulfate et Chlorure.....	44
2.2.2.2. Bicarbonates .....	44
2.2.2.3. Nitrates et Nitrites .....	44
3. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par Laiterie de Mzi.....	45
3.1. Les analyses physiques.....	45
3.1.1. Le potentiel hydrique.....	45
3.1.2. La turbidité.....	45
3.1.3. La température .....	46
3.1.4. Le taux des sels dissous et La conductivité électrique .....	46
3.2. Les analyses chimiques .....	47
3.2.1. Les anions .....	47
3.2.1.1. Calcium et en Magnésium .....	47
3.2.1.2. Sodium et Potassium .....	47
3.2.1.3. Ammonium et fer .....	48
3.2.2. Les cations.....	48
3.2.2.1. Sulfate et Chlorure.....	48
3.2.2.2. Bicarbonates .....	48
3.2.2.3. Nitrates et Nitrites .....	49
4. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par L'industrie des feuilles de dioul El ghazala .....	50
4.1. Les analyses physiques.....	50
4.1.1. Le potentiel hydrique.....	50

4.1.2. La turbidité .....	50
4.1.3. La température .....	50
4.1.4. Le taux des sels dissous et La conductivité électrique .....	51
4.2. Les analyses chimiques .....	51
4.2.1. Les anions .....	51
4.2.1.1. Calcium et Magnésium.....	51
4.2.1.2. Sodium et Potassium .....	52
4.2.1.3. Ammonium et Fer .....	52
4.2.2. Les cations.....	53
4.2.2.1. Sulfate et Chlorure.....	53
4.2.2.2. Bicarbonates .....	53
4.2.2.3. Nitrates et Nitrites .....	54
5. Présentation graphique des analyses d'eau .....	54
5.1. Diagramme de PIPER .....	54
6. Effets des constituants chimiques dans l'eau sur la santé humaine.....	56
6.1. Magnésium et Calcium.....	56
6.2. Sodium et Potassium .....	56
6.5. Nitrates et Nitrites .....	57
7.1. L'eau minérale Milok.....	57
Conclusion .....	59
Reference bibliographique .....	62
Annexes .....	68

# **Introduction**

### Introduction

L'eau est l'une des matières premières les plus largement utilisées dans l'industrie agroalimentaire. Le maintien de sa qualité est une tâche essentielle à chaque étape de production, y compris le lavage, la cuisson, la stérilisation, la pasteurisation, les circuits de refroidissement, d'alimentation de chaudière ou encore pour les dilutions de produits semi fini. Les industries paramètrent l'eau recherchée par une ou plusieurs étapes successives afin d'obtenir une eau pure qui n'endommage pas la santé de consommateur humaine et leurs installations lors de son passage. Ces traitements peuvent être physiques, chimiques, ou encore biologiques (**Abdellah, 2012**).

Ainsi, le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population (**Roux, 1987**).

Parmi les nombreux micro-organismes qui peuplent les eaux sont les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs se qui sont des indicateurs les plus utiles pour estimer la contamination bactériennes (**FEWTRELL et al., 2001**).

Notre travail consiste à évaluer de la qualité physicochimique des eaux utilisé on l'industrie agroalimentaires dans la commune de Laghouat.

L'objectif de ce travail est de réaliser des analyses physico-chimiques des eaux utilisées dans l'industrie agro-alimentaire : d'eau minérale Milok, ferme pilote Boudaoud pour la production des œufs et volaille, laiterie de Mzi et l'industrie des feuilles de dioul El ghazala.

Cette étude comporte trois parties :

➤ La première partie représente une synthèse bibliographique qui comprend des généralités de l'eau, (définition et cycle ainsi que les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine, L'utilisation d'eau) et la qualité de l'eau, (organoleptique et Les principaux paramètres physico-chimiques de contrôle de l'eau) et traitement d'eau.

➤ La deuxième partie représente la partie expérimentale qu'est essentiellement consacrée à la présentation des caractéristiques générales de la région d'étude et représente la démarche d'échantillonnage et La présentation du matériel, méthodes des analyses.

- Le troisième et la dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus.et discussion

**Partie I**

**Etude Bibliographique**

## CHAPITRE I : Généralité sur l'eau

### 1. Définition de l'eau

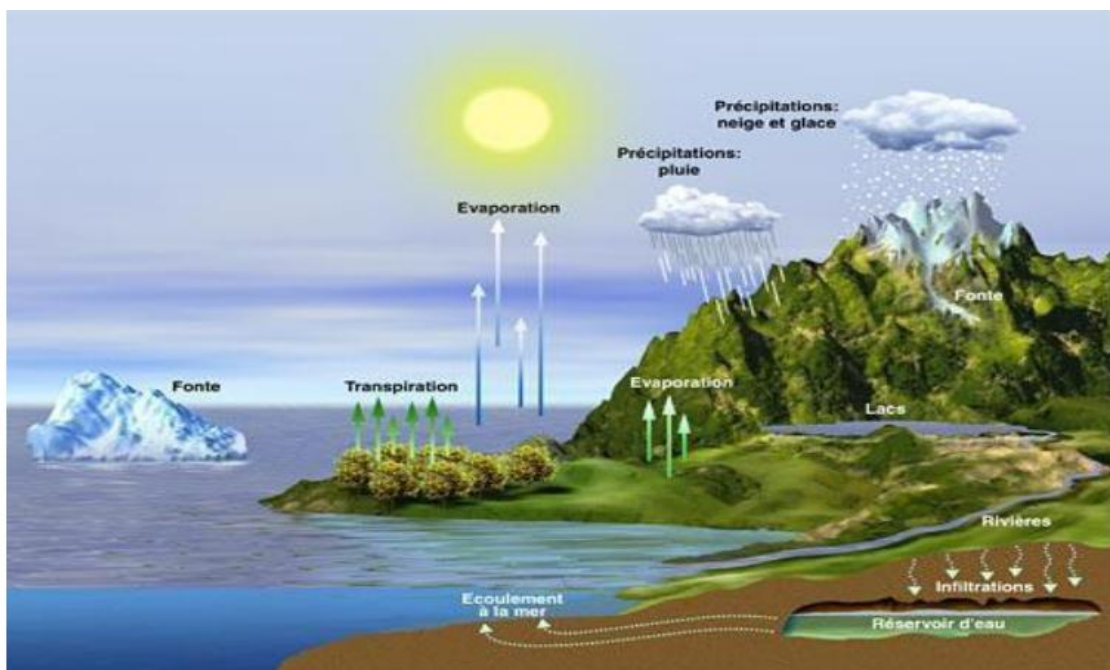
L'eau est un liquide incolore, inodore, sans saveur, c'est un excellent Solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Zouag et Belhadj, 2017**).

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes (pluie, glace, neige... etc.) (**Manceur et Djaballah, 2016**).

### 2. Cycle de l'eau dans la nature

L'eau dans la nature est recyclée en permanence. Les changements d'états de l'eau (états solide, liquide, gazeux) permettent sa circulation et son transfert entre tous les réservoirs.

Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau s'évapore à la surface des océans et des continents. Transportée dans l'atmosphère, elle se condense sous l'effet d'une baisse de la température et retombe par le biais des précipitations sur les océans et sur les continents, ou elle ruisselle et s'infiltrate dans le sol. Elle retourne à l'océan et s'évapore de nouveau (**Denis et al., 2011**).



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

### **3. Différent états de l'eau**

Comme pour la plupart des corps, l'eau peut se présentée sous trois états ou phase :

Solide (glace), liquide (eau proprement dite), et gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre :

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

### **4. Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine :**

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

#### **4.1. Eaux de surface**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellements (**Degremont, 2009**).

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organique. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (**Cadot, 1990**).

#### **4.2. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont ceux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface (**Guergazi et Achour, 2005**). La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de ressources aquifères appelées nappes (**Dégréement, 2005**).

## **5. L'utilisation d'eau**

Les utilisations d'eau sont variées, ce qui rend plus difficile l'analyse de sa consommation et de sa dégradation : potable, irrigation, industrie, production d'énergie... Comme dans les plus grandes civilisations (Égyptienne, Mésopotamienne, Chinoise...) l'eau est majoritairement utilisée pour tout ce qui a trait à l'agriculture et l'irrigation : cela représente près de 80% de l'eau consommée ; Cela s'explique par le fait qu'il faut environ 70% de plus d'eau pour produire assez de nourriture pour s'alimenter que pour les besoins domestiques habituels (eau potable, eaux vannes et ménagères : douches, lavage...). **(United Nations)**.

### **5.1. L'utilisation domestique**

Les eaux de consommation publique sont utilisées à différentes fins. Un habitant consomme 230 l par jour, n'en utilise que seulement 1 % pour la boisson et 6 % pour la préparation de la nourriture, les 93 % restant sont consacrés aux bains- douches (39 %), aux sanitaires (20 %), au lavage de la linge (12 %), de la vaisselle (10 %), à des usages domestiques divers (6 %) et au lavage des voitures et arrosage du jardin (6 %) **(Defrance Schki, 1996)**.

### **5.2. L'eau dans l'agriculture**

L'agriculture est une grande consommatrice de l'eau pour l'irrigation et l'élevage. L'irrigation nécessite des volumes élevés. Un hectare de maïs consomme 20.000 m<sup>3</sup> d'eau pendant sa période végétative, et un hectare de riz 40.000 m<sup>3</sup> en moyenne **(Bensouilah, 1995)**.

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

### **5.3. L'eau dans l'industrie**

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions :

- De façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.
- De façon indirecte: dans la production de différents aliments.

Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers

**(Degremont, 1989 ; Grosconde et Coord, 1999)**.

## **Chapitre II : QUALITE DE L'EAU**

### **1. La qualité organoleptique de l'eau**

Le consommateur donne une importance aux composants organoleptiques (aux goûts, aux odeurs, à la turbidité et à la couleur de l'eau), qu'à la présence de composés chimiques non-odorants et nuisibles pour la santé (**Bartels et al, 1986**).

#### **1.1. Couleur**

Une eau naturelle, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (**Monique, 1991**). La couleur d'eau qui apparente est due aux substances et à la matière en suspension. La couleur réel d'une eau est due seulement aux substances dissoutes, elle est déterminée par la filtration de l'échantillon d'eau à travers une membrane de 0,15µm (**Rodier, et al.1984**).

#### **1.2. L'odeur et Saveur**

Les eaux potables doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ». Ces deux propriétés sont simultanément excités, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer.

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme (le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ou le sulfure d'hydrogène H<sub>2</sub>S) ; ou organiques comme (les esters, les alcools, les nitrites), les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales (comme les algues) (**Monique, 1991**)

#### **1.3. Turbidité**

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

diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée (Apfelbaum, 1995).

## 2. Les principaux paramètres physico-chimiques de contrôle de l'eau

Les scientifiques évaluent la qualité de l'eau souterraine en mesurant les quantités des divers constituants contenus dans l'eau. Ces quantités sont souvent exprimées en milligrammes par litre (mg/l).

### 2.1. Les Paramètres physiques

#### 2.1.1. Concentration en ions d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>). Il traduit ainsi la balance entre acide et base (Benaziza et al., 2017). La valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C (eau pure). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés.

**Tableau n°1 : Estimation de la qualité d'eau à partir leur pH selon la norme (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la de sécurité sanitaire des eaux 2014).**

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

#### 1.2. Température (T)

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau (la solubilité des sels et surtout des gaz en particulier l'O<sub>2</sub>) et a une grande influence sur l'activité biologique (le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau) (Bassompierre, 2007 ; Ourtelliet Brahimi, 2012).

#### 2.1.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la qualité de sels ionisables (Elmorhit, 2009).

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par :

- La teneur en substances dissoutes ;
- La capacité d'ionisation ;
- La mobilité et la température de l'eau ;
- Le degré de minéralisation d'une eau (**Nouayti et al, 2015**).

## **2.2. Les paramètres chimiques**

### **2.2.1. Les ions majeurs**

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par 8 ions, appelés couramment les majeurs. On distingue les cations : Calcium, Magnésium, Sodium, et Potassium, et anions: Chlorure, Sulfate, Nitrate, et bicarbonate.

#### **2.2.1.1. Les cations**

##### **2.2.1.1.1. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés. Il existe surtout à l'état L'hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc(**Rodier, 1976**).

##### **2.2.1.1.2. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )**

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (**Savary, 2010**).

##### **2.2.1.1.3. Potassium ( $\text{K}^+$ )**

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (**Houillier et al, 2004**).

#### **2.2.1.1.4. Sodium (Na<sup>+</sup>)**

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant du chlorure de sodium et de la décomposition des sels minéraux.

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'y a pas de valeur limite standard cependant les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable.

#### **2.2.1.2. Les anions**

##### **2.2.1.2.1. Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

Les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant, les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles. Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation (**OMS, 2003**).

##### **2.2.1.2. 2. Chlorure (Cl<sup>-</sup>)**

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels. La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable (**OMS, 2003**).

##### **2.2.1.2. 3. Alcalinité**

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes (**Rodier et al, 2009**).

#### **2.2.2. Les éléments traçants**

##### **2.2.2.1. Fer**

Le fer est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre. Il se trouve dans l'eau douce naturelle à des niveaux allant de 0,5 à 50 mg /litre. Le fer peut également être

présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau. Le fer présent dans l'eau potable est un élément essentiel dans la nutrition humaine (OMS, 2003).

#### **2.2.2.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites 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 de nitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique (Rodier, 1976).

#### **2.2.2.3. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répandus dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (Savary, 2010).

### **2.3. Dureté (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ . Elle est aussi très souvent donnée en degrés Français (Rodier et al, 2009).

## **3. La pollution d'eau**

L'eau est influencé par la présence des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé (OMS, 2002). La ressource en eau est exposée à plusieurs types de pollutions :

### **3.1. La pollution biologique**

C'est une pollution d'origine humaine et animale, due aux les rejets urbains et de la présence de matières fécales dans la nature. Elle est dangereuse car de nombreux

microorganismes pathogènes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent à l'origine des maladies infectieuses qui survivre longtemps dans l'eau.

Peut aussi abriter des bactéries, des mycètes, des protozoaires, des virus, etc. (**Regnault, 1990**).

### **3.2. La pollution physique**

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

### **3.3. La pollution chimique**

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

### **Chapitre III : TRAITEMENT D'EAU**

En industrie agro-alimentaire, les usages de l'eau sont multiples. Elle peut être utilisée dans le processus de fabrication et ainsi être mise au contact direct des denrées alimentaires et/ou est incorporée directement comme ingrédient lors de la préparation des aliments. Elle sert aussi, entre autres, pour le nettoyage des matériels et des locaux et pour l'hygiène du personnel de l'entreprise. (1)

L'eau, y compris sous ces différents états, est un vecteur et/ou un réservoir possible de dangers microbiologiques et chimiques. Ces dangers peuvent être présents dans la ressource utilisée. Ils peuvent également être générés lors du traitement, du stockage et de la distribution de l'eau au sein de l'entreprise, si des mesures appropriées pour la maîtrise de sa qualité ne sont pas appliquées. (1)

#### **1. Traitements de l'eau potable**

L'eau potable est une eau destinée à la consommation à l'état naturel, soit après avoir été traitée, ainsi ces caractéristiques bactériologiques, chimiques et physiques respectant les normes (**Graini et Terki, 2018**).

##### **1.1. La désinfection de l'eau**

La désinfection est le processus de destruction des organismes afin d'empêcher toute contamination. Il existe de nombreuses méthodes de désinfection de l'eau, mais la chloration (Hypochlorites alcalins) est de loin la plus répandue (**OMS, 2013**).

###### **1.1.1. Désinfection par le chlore**

L'action désinfectante de l'eau de javel en milieu aqueux est principalement liée à l'action de l'acide hypochloreux (HClO). Cette forme peu ionisée du chlore dans l'eau pénètre facilement au travers des parois et des membranes cellulaires des entités microscopiques (virus, bactéries, spores, champignons, parasites). L'adjonction est faite par une pompe doseuse automatique (**CSNEJ, 2010**).

###### **1.1.2. Mécanisme de désinfection**

La désinfection a généralement lieu grâce à une altération de la paroi des cellules des micro-organismes, avec un changement de la perméabilité, ou une perturbation de l'activité enzymatique à cause d'un changement structural. Ces perturbations empêchent les micro-

organismes de se développer de nouveau ce qui entraînera leurs morts (**Zouag et Belhadj, 2017**).

### **1.2. Filtration par charbon actif**

Les filtres à charbon actif retiennent les matières en suspension et les micropolluants comme les pesticides et leurs sous-produits, les composés à l'origine des goûts et des odeurs. Cette filtration peut avoir lieu après la désinfection car ils retiennent également les sous-produits de désinfection (**Guerradi et Hechachna, 2013**).

### **1.3. Désinfection à l'Ultra-violet**

Le traitement par la lumière ultraviolette (UV) est une technologie établie de désinfection de l'eau en raison de sa très grande capacité à tuer ou à inactiver de nombreuses espèces de microorganismes pathogènes. Cette désinfection est efficace contre les bactéries, les parasites, les protozoaires et la plupart des virus (**El alaoui et Taoussi, 2013**). Lorsqu'un micro-organisme est exposé à un rayonnement UV-C, le noyau de la cellule est atteint et la duplication de l'ADN est stoppée. Les rayonnements UV ont un effet sur les acides nucléiques et les enzymes. Les organismes pathogènes sont donc inactivés ou détruits (**Zouag et Belhadj, 2017**).

### **1.4. Traitements de l'eau de chaudière**

C'est un dispositif permettant de chauffer l'eau et de produire de la vapeur si l'eau est chauffée au-delà de la pression atmosphérique. Industriellement, on utilise les chaudières pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement des procédés. La source de chaleur peut-être fournie par un combustible (gaz, fioul, charbon...) ou une résistance électrique (**Djaffer, 2018**).

Produit injecté dans la chaudière (HCP AS 544) est un produit trois en un :

- Désoxygénation : Par l'action réductrice de l'AS 544 l'oxygène dissous dans l'eau d'alimentation disparaît instantanément ;
- Anti-tarte et dispersant : Les traces de calcium, de magnésium et de silice sont éliminées par un régime d'extraction adapté, les dépôts incrustants sont ainsi évités ;
- Anticorrosion : Par augmentation du pH de l'eau d'alimentation et par formation d'un film protecteur sur les parois métalliques.

#### **1.4.1. L'adoucissement**

Les adoucisseurs agissent sur la composition physico-chimique de l'eau, en réduisant Le calcium et le magnésium responsable de l'entartrage Le fonctionnement de l'adoucisseur d'eau repose sur le principe de l'échange ionique. Les ions calcium et magnésium de l'eau dure passent au travers d'une résine dite «échangeuse d'ions» chargée en ions sodium. Lors de leur passage les ions calcium et magnésium se fixent sur la résine qui libère en retour ses ions sodium. L'eau est alors débarrassée de son calcaire et on parle d'eau adoucie (phase d'adoucissement). La quantité de calcium et de magnésium que peut retenir une résine est appelée capacité d'échange. Lorsque la résine arrive à saturation, il faut alors la recharger en ions sodium, c'est la régénération (**Haba, 2012**).

#### **1.4.2. L'osmosement**

L'osmose inverse (OI) est un phénomène observé quand deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane. Celle-ci laisse passer le solvant vers la solution la plus concentrée et arrête le soluté (**Medfouni, 2007**).

Les membranes d'OI sont celles qui ont les structures les plus denses de toutes les membranes utilisées actuellement dans le domaine de l'eau potable ; Ces membranes ont la capacité de retenir les ions monovalents, de très faible masse molaire ( $\text{Na}^+, \text{Cl}^-$ ) (**Paul Tamas, 2004**).

Produits injectés dans l'osmoseur :

- L'acide chlorhydrique 33% HCL : Chlorure d'hydrogène en solution aqueuse acide muriatique, il est utilisé pour régler le pH.
- Mita bisulfite  $\text{Na}_2\text{O}_4\text{S}_2$  : Il est utilisé pour éliminer le chlore (Cl).
- HCP (GC-670) : Il est utilisé pour :
- Empêcher l'encrassement et l'entartrage des membranes par dépôts les plus courants ;
- Minimiser les besoins en produits de nettoyage curatif, réduisant ainsi le temps d'arrêt pour le nettoyage du système.

#### **1.4.3. Dégazement**

Le dégazeur est réservé aux éliminations de l'oxygène et de gaz carbonique dans les eaux d'un générateur de vapeur à fin d'éliminer l'installation de la corrosion .Pour dégazer une eau il faut de réunir toutes les conditions appropriées de pression et de température de

vapeur sursaturante soient maintenues dans l'enceinte contenant cette eau pour les gaz dissous, dont l'oxygène passent automatiquement en phase vapeur (**Gherib, 2014**).

# **Partie II**

## **Matériels et méthodes**

## **1. Présentation de la zone d'étude**

### **1.1. Présentation administratif de la commune de Laghouat**

Laghouat, est une commune et une ville d'Algérie, chef-lieu de la wilaya du même nom Située au cœur du pays à 400 km au sud de la capitale Alger, la wilaya s'étend sur une superficie de 400 km<sup>2</sup>. La Wilaya se distingue par deux zones : la zone de l'Atlas saharien caractérisée par des altitudes allant de 1000 à 1700 m constituée de vieux massifs forestiers, la zone des hauts plateaux et des plateaux sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1000 m.

Elle est limitée :

- ❖ Au nord par la commune de sidi Makhlouf ;
- ❖ A l'est par la commune de El'Assafia ;
- ❖ Au sud par la commune de Naceur Ben chohra ;
- ❖ A l'Ouest par la commune de Tadjmout.

La wilaya compte 24 communes parmi les quelles 09 sont considérées comme communes urbaines.

### **1.2. Description des zones d'étude**

#### **1.2.1. La zone de Bordj Senouci**

Bordj Senouci est une zone essentiellement agricole, et les habitants s'y sont installés en raison de sa proximité avec la capitale de l'État, car elle n'est qu'à cinq kilomètres de celle-ci sur la route nationale n ° 1 à travers l'échangeur de la ville de Laghouat. Il est à environ 05 km de la municipalité de Laghouat et de la municipalité d'Al-Asafia à environ 10 km.

#### **1.2.2. La zone industrielle Bouchaker**

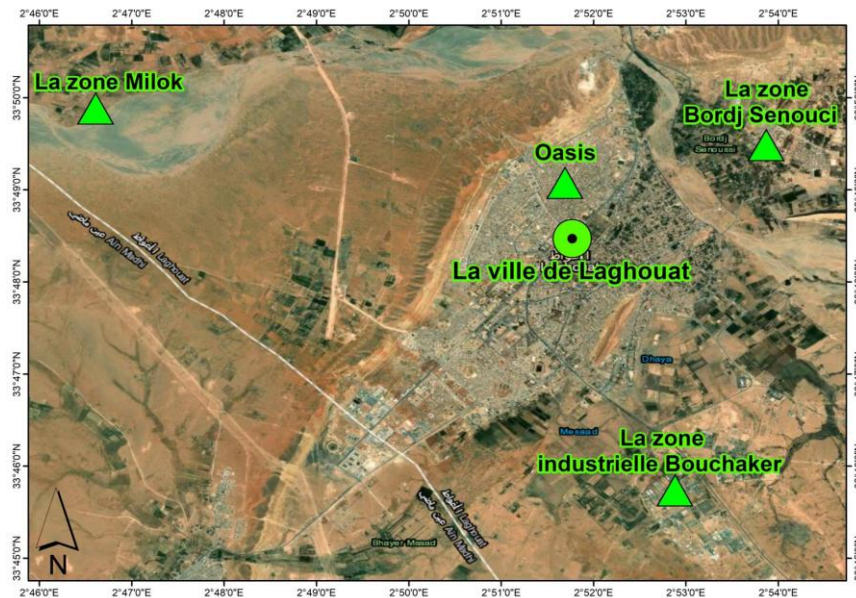
Cette zone s'étale une superficie de 229 ha correspondant à 222 lots créés avec des superficies différentes et 198 lots attribués correspondant à 184hectares.

La zone industrielle renferme plusieurs unités industrielles diversifiées privées et Etatiques couvrent dans la sidérurgie, les plastiques, du papier de la briqueterie, Production d'agrégats et la Production de batteries promoteur étranger chinois, Coto-sud. Ainsi des industries agro-alimentaires

comme des moulins, aliments de bétails, production des boissons gazeuses et jus, unités de productions du lait et produits laitiers et de tomates.

### 1.2.3. La zone de Milok

Milok est située à environ 20 Km de la ville de Laghouat sur la route nationale N°23 en direction de la ville d'Aflou.



Photos N° 2 prise par satellite.

## 2. Méthodes d'Echantillonnage et mode de prélèvement

### 2.1. Méthodes d'Echantillonnage

L'objectif de ce travail a pour but de déterminer la qualité de l'eau utilisé à l'industrie agroalimentaire à la commune de Laghouat, par réalisation des analyses physico-chimiques. Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de L'ADE à Laghouat.

Les principales industries pour l'échantillonnage d'eau sont :

- ❖ L'eau minérale de milok.
- ❖ Boudaoud pour la production d'œufs et de volailles à BourdjSnouci.
- ❖ Laiterie de Mzi, la zone industrielle bouchaker.
- ❖ l'industrie des feuilles de dioul El ghazala, cite oasis nord Laghouat.

## **2.2. Mode de prélèvement d'analyse physicochimique**

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Le prélèvement d'une manière uniforme et correcte permet d'évaluer la pertinence de l'analyse.

Le prélèvement a été effectué selon les étapes suivantes :

- Préparer des flacons propres en plastique d'un 0,5l pour l'échantillonnage.
- Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2 minutes avant la collection.
- Rincer les flacons d'échantillonnages au moins deux fois avec de l'eau à analyser.
- Remplir chaque flacon lentement avec un faible débit pour éviter les turbulences.
- Fermer et étiqueter les flacons d'échantillonnage en déterminant le point de prélèvement, la date et l'heure.
- La détermination de la plupart des paramètres physico-chimiques a été effectuée immédiatement.

## **Les analyses physico-chimiques**

### **1. Les analyses physiques**

#### **1.1. Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre**

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène [H<sup>+</sup>] présent dans l'eau ou les solutions.

- ✓ **Appareil** : pH Mètre
- ✓ **Electrode** : Electrode de pH combinée
- ✓ **Réactifs** : Tampon pH = 9  
Tampon pH = 7  
Tampon pH = 4

### **Mode opératoire**

#### **Etalonnage de l'appareil**

- Allumer le pH Mètre.

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bécher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 ou pH = 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

### **Dosage de l'échantillon**

- Prendre dans un petit bêcher l'eau à analyser.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.

### **1.2. Détermination de la température**

La température doit être mesurée dans le laboratoire. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

#### **Pour la température de l'eau**

- Prendre dans un petit bêcher l'eau à analyser.
- on trempe le thermomètre pendant 5 à 10 secondes dans le bêcher.
- on attend que la valeur se stabilise
- on la note.la valeur mesurée qui est donnée en °C.



**Photos personnelle N°3: pH Mètre**

### 1.3. Turbidité

La turbidité de l' eau distribuée ne doit jamais dépasser 5 NTU pour tous les systèmes de distribution d' après les normes Algérienne. Les résultats des analyses obtenues à l' aide d' un Turbidimètre déterminent une variation entre 0,232 NTU et 0,601 NTU.

#### Mode opératoire

- Prendre dans une cuve l'eau à analyser.
- Tremper la cuve dans le Turbidimètre.
- Le résultat est donné directement.



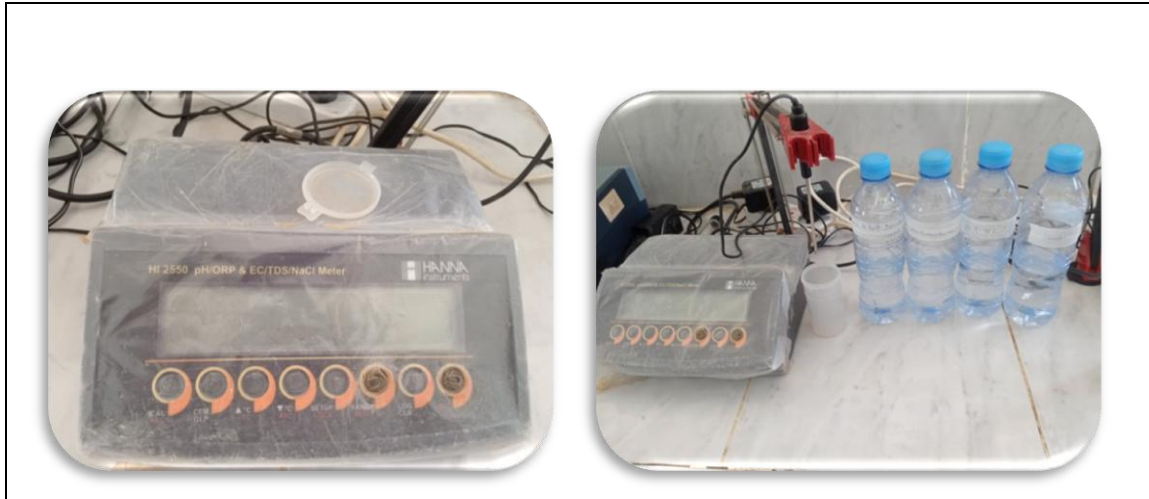
**Photos personnelle N°4: Turbidimètre**

### 1.4. Détermination de la conductivité électrique

La mesure de conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau. La conductivité est également en fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C (ManceuretDjaballah, 2016).

#### Mode opératoire

- Allumer le Conductimètre.
- opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage, avec l'eau distillée.
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée
- puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Le résultat est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C.



**Photos personnelle N°5: Conductimètre (  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25^\circ\text{C}$ ).**

## **2. Les analyses chimiques**

### **2.1. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique (TH))**

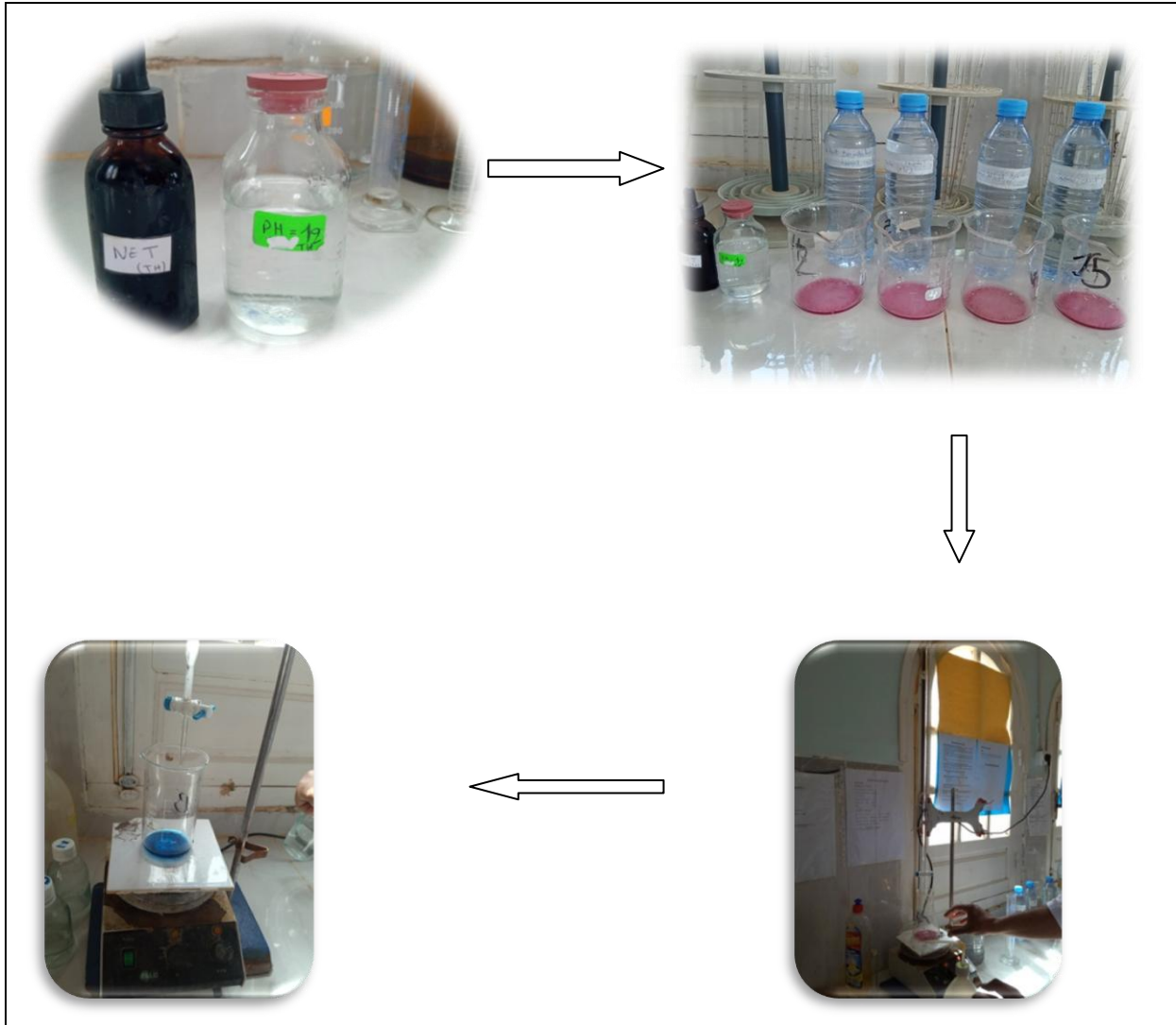
La dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium [11]. Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

#### **Principe**

Titration des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra étique ( EDTA ) «  $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Mg}$  » a un pH de 12 l'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l' EDTA la solution vire au bleu.

#### **Mode opératoire**

- opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage, avec l'eau distillée.
- Prendre dans un bêcher 10 ml de l'eau à analyser à l'aide de la fiole jaugée.
- à l'aide d'un pipete ajouter 1ml de solution tampon pH12 et agiter
- ensuite ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré (NET TH).
- Titrier avec l'EDTA en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur rose et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage) ;
- Noter le volume d'EDTA utilisé (ml).



**Photos personnelle N°6: Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique (TH))**

## **2.2. Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) :**

### **Principe :**

Titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique(EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur coloré.

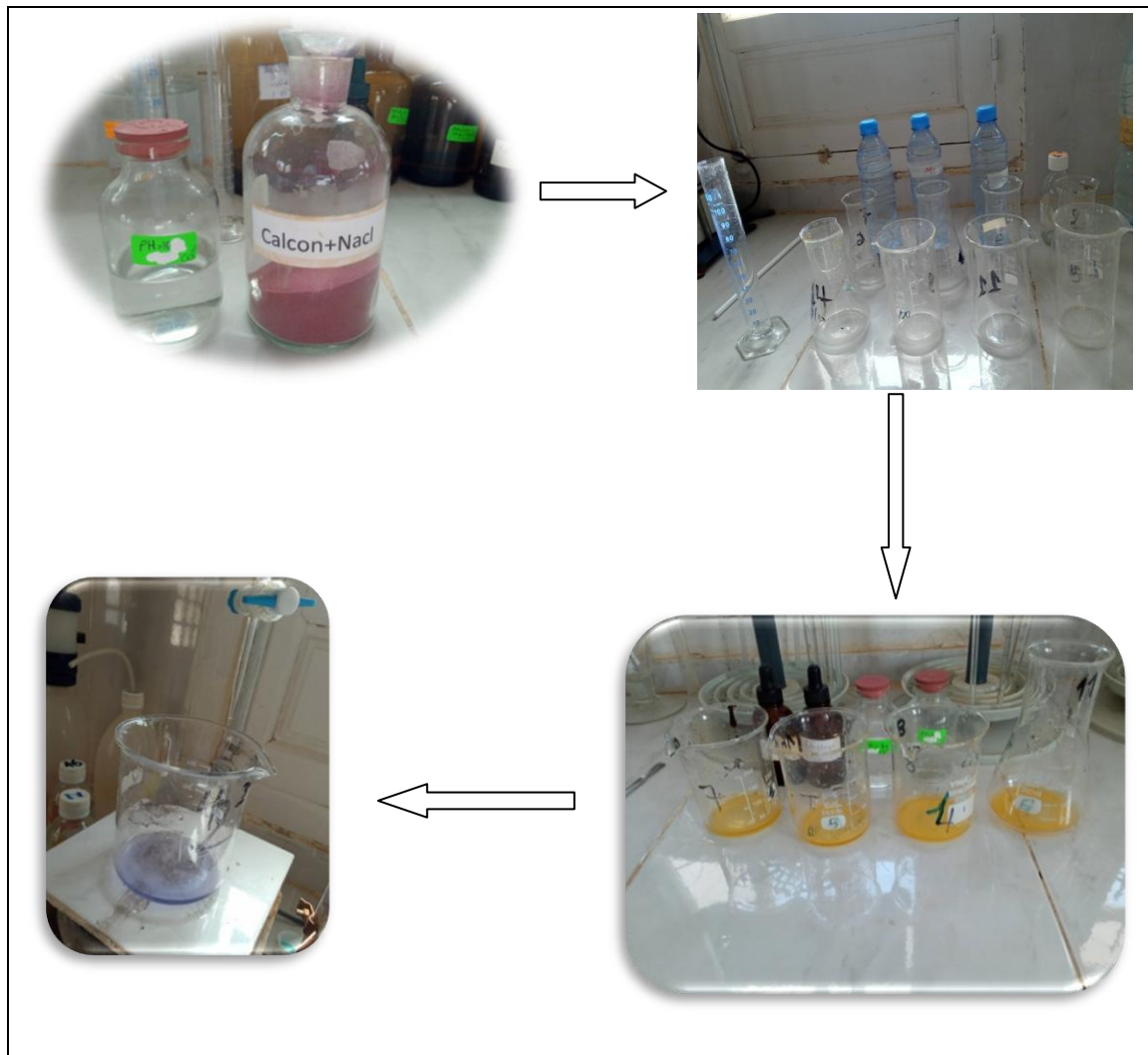
- Prendre dans un bêcher 10 ml de l'eau à analyser.
- à l'aide d'un pipete ajouter 1ml de solution tampon pH10 et agiter
- ensuite ajoute 1mg ( Calcon+Nacl).

- Titrier avec l'EDTA en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur violet (fin du titrage)
- Noter le volume d'EDTA utilisé (ml).

### Expression des résultats

La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante :

$$Ca^{+2} = \frac{\text{volume EDTA} * \text{Normalité EDTA}}{\text{volume de l'eau à analysée}}$$



**Photos personnelle N°7: Dosage de calcium (Ca<sup>2+</sup>).**

### 2.3. Détermination le Dosage du Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

Pour déterminer la concentration en magnésium (Mg<sup>2+</sup>) qui exprimé en mg/l est donnée par la relation suivante :  $[Mg^{+2}] = [TH] - [Tca^{+2}]$ .

## 2.4. Dosage de l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

### Principe

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

### Réactif (I)

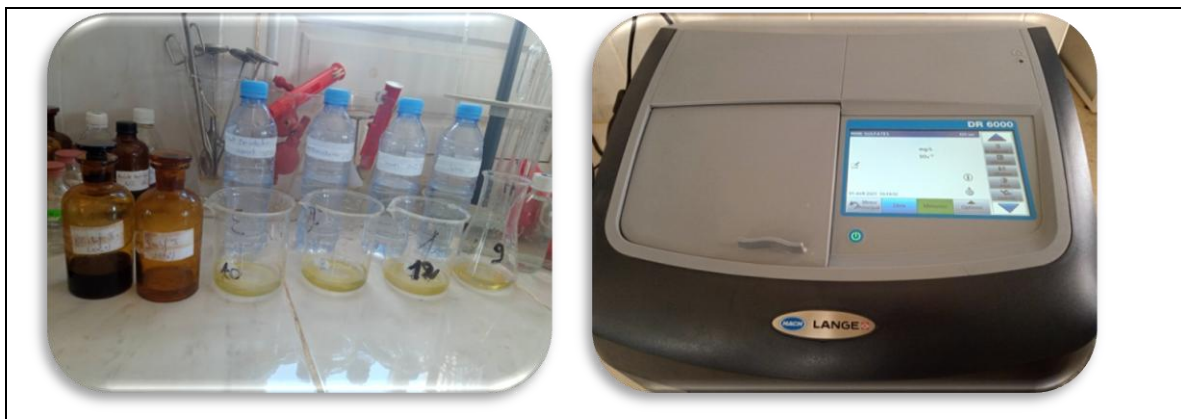
Acide dichloroisocyanurique .....2g.  
Hydroxyde de sodium (NaOH).....32g.  
Eau distillée ..... 1000 ml.

### Réactif (II)

Tricitrate de sodium ..... 130 g.  
Salicylate de sodium ... .....130 g.  
Nitroprussiate de sodium .....0,97g.  
L'eau distillé.....q.s.p 1000ml.

### Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 0,5 ml du réactif I.
- Ajouter 0,5 ml du réactif II.
- L' apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- Effectuer la lecture à 655 nm.



**Photos personnelle N°8 : Dosage de l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

### Expression des résultats

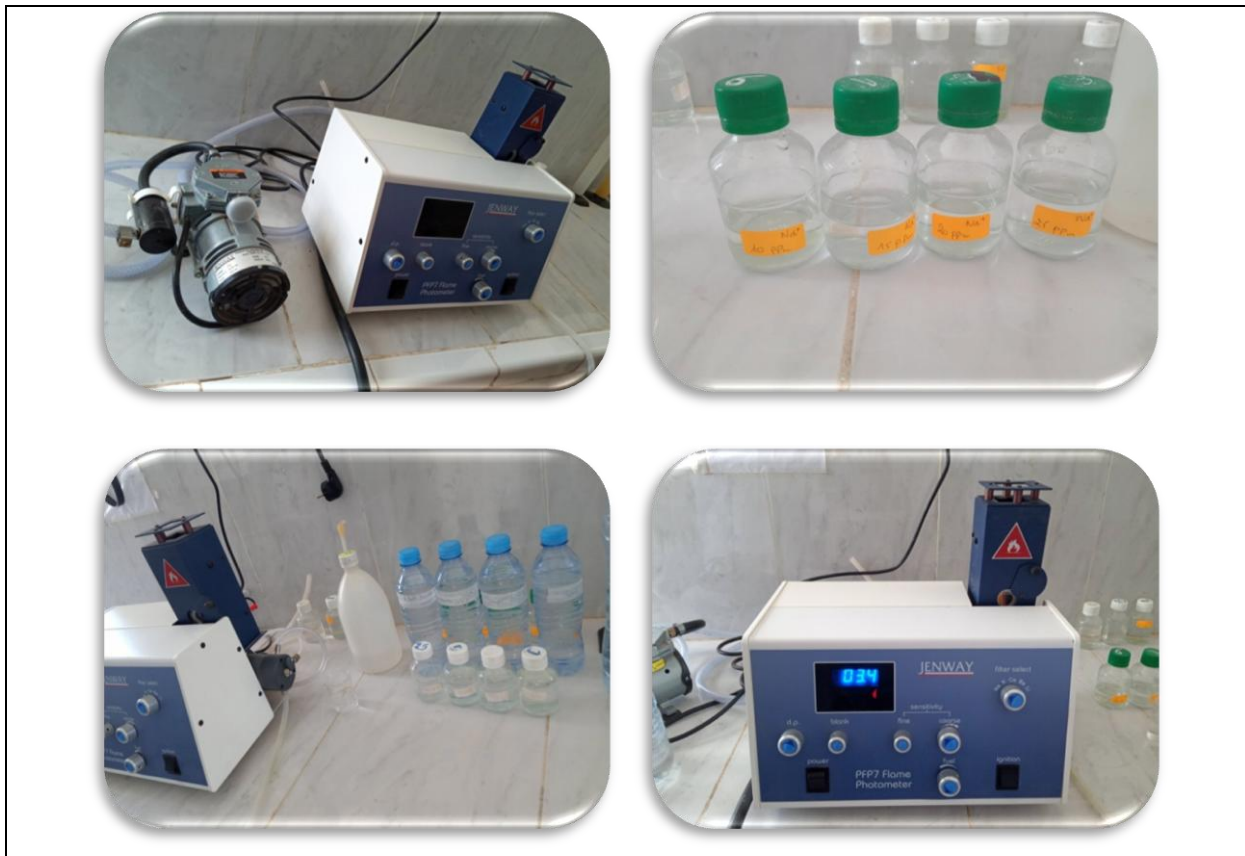
Le résultat est donné directement en mg/l.

## 2.5. Détermination de sodium (Na<sup>+</sup>) et de potassium (K<sup>+</sup>) par photométrie de la flamme

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

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

- Le résultat est donné directement en mg/l.



**Photos personnelle N°9** : Détermination de sodium (Na<sup>+</sup>) et de potassium (K<sup>+</sup>) par photométrie de la flamme.

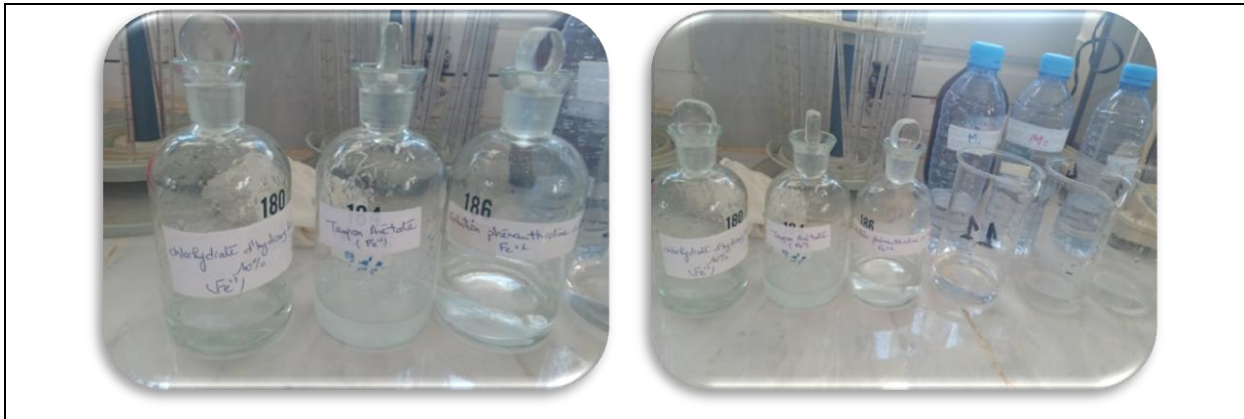
## 2.6. Dosage De Fer (Fe<sup>+2</sup>)

### Principe

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

### Mode opératoire

- 50 l d'eau à analyser +1 ml R (II) Chlorhydrate d'hydrosamine  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$  + 1ml R (II) Tampon acétate + 1 ml R (III) Solution phénantroline.
- La lecture est effectuée après avoir conservé les fioles à l'obscurité pendant 15 min.
- Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 510 nm.
- Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg /litre de Fer.



Photos personnelle N°10 : Dosage de Fer ( $\text{Fe}^{+2}$ )

### 2.7. Détermination de l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

Le Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Le titre alcalimétrique complet TAC ou l'alcalinité au méthyle orange : est une mesure des bases fortes et des bases faibles (bicarbonates), cette détermination basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), en présence d'un indicateur coloré et le

Titre alcalimétrique TA ou l'alcalinité à la phénolphthaléine : est une mesure des bases fortes (les carbonates et les alcalis) (Rodier, 1984).

### Mode opératoire

- Mettre 10 ml de l'eau à analyser dans un Becher.
- Ajouter 5 gouttes de l'indicateur de Méthyle Orange
- Après titrer par l'Acide sulfurique.

#### Expression des résultats

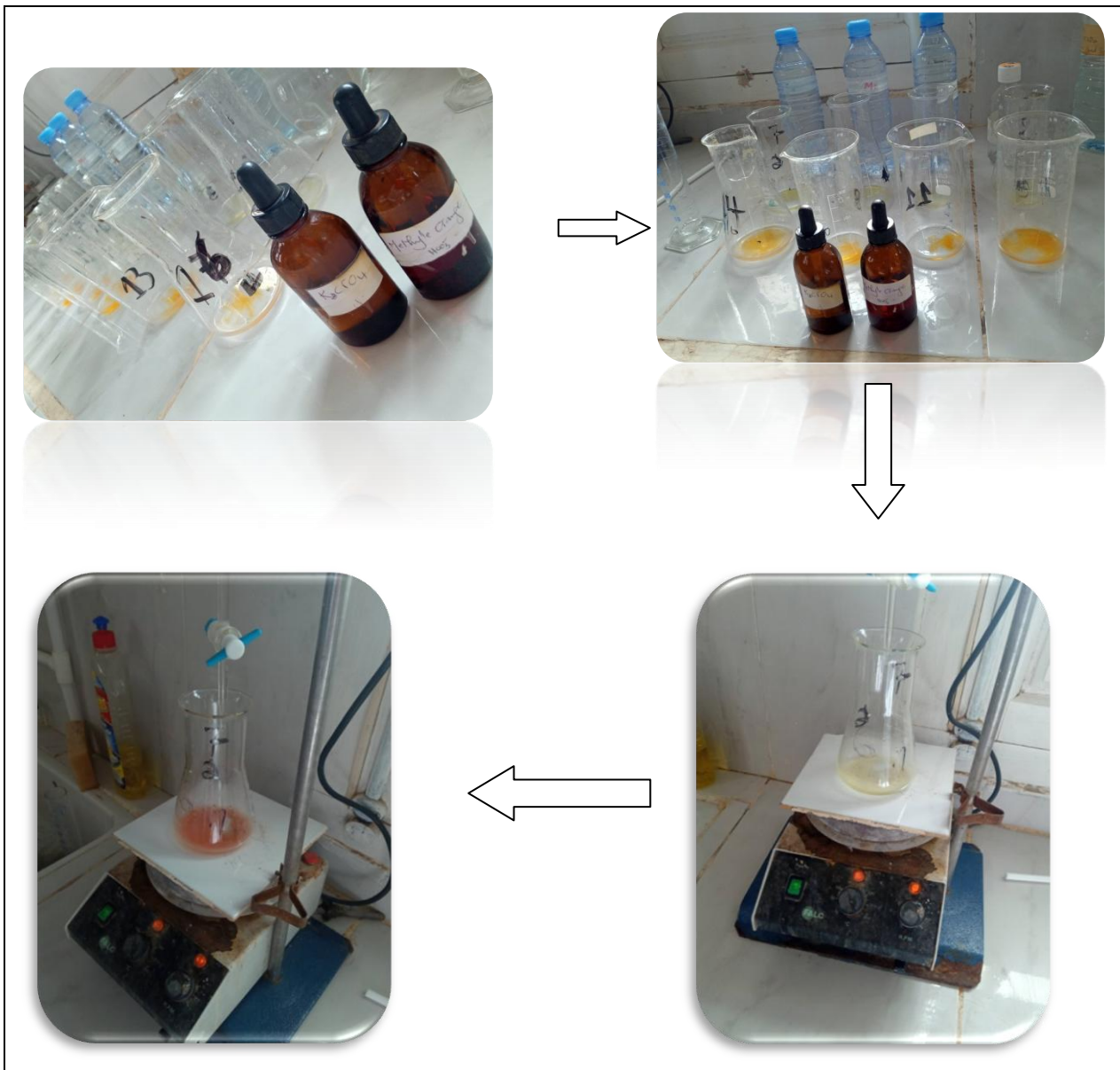
$$\text{HCO}_3^- = \frac{\text{volume H}_2\text{SO}_4 * \text{Normalité H}_2\text{SO}_4}{\text{Volume de l'eau analysée}} * 100$$

## 2.8. Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Les chlorures sont dosés par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent (Hakmi, 2006).

### Mode opératoire

- Prendre 10 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre).
- Ajouter 2 gouttes de Méthyle orange.
- Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à **0,02 mol/l** jusqu'à coloration Rougeâtre (précipité rouge brique)



**Photos personnelle N°11 : Dosage des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )**

**Expression des résultats**

$$\text{Cl}^- = \frac{\text{volume AgNO}_3, \text{Normalité AgNO}_3}{\text{volume de l'eau à analysé}} * 100$$

**2.9. Dosage de phosphate (po<sub>4</sub><sup>-</sup>)**

**Principe**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

**Réactifs**

**Réactif Mixte**

Heptamolybdate d'ammonium ..... 13 g.  
Eau distillée..... 100 ml.  
Tartrate d'antimoine ..... 0.35 g.  
Eau distillée ..... 100 ml.  
Acide sulfurique pur ..... 150 ml.  
Eau distillée ..... 150 ml.

**Acide ascorbique à 10 %**

Acide ascorbique.....10g.  
Eau distillée .....100ml.

**Mode opératoire**

- 50 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique (10 %).
- 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.



**Photos personnelle N°12 : Dosage de phosphate ( $PO_4$ ).**

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

### **2.10. Dosage des nitrates ( $NO_3^-$ )**

#### **Principe**

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

#### **Mode opératoire**

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 4 gouttes de  $CH_3COOH$ .
- Ajouter 8 gouttes de Nitrure
- Ajouter 0,5 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à l'étuve 75 - 88° C pendant 1 heure (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Ajouter 16 gouttes d'acide sulfurique+NAOH
- laisser pendant 15 min puis passer au spectro au 415nm.

#### **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d' onde de 415 nm.



Photos personnelle N°13: Dosage des nitrates (NO<sub>3</sub>-)

### 2.11. Dosage des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

#### Principe

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

#### Réactifs

##### Réactif Mixte

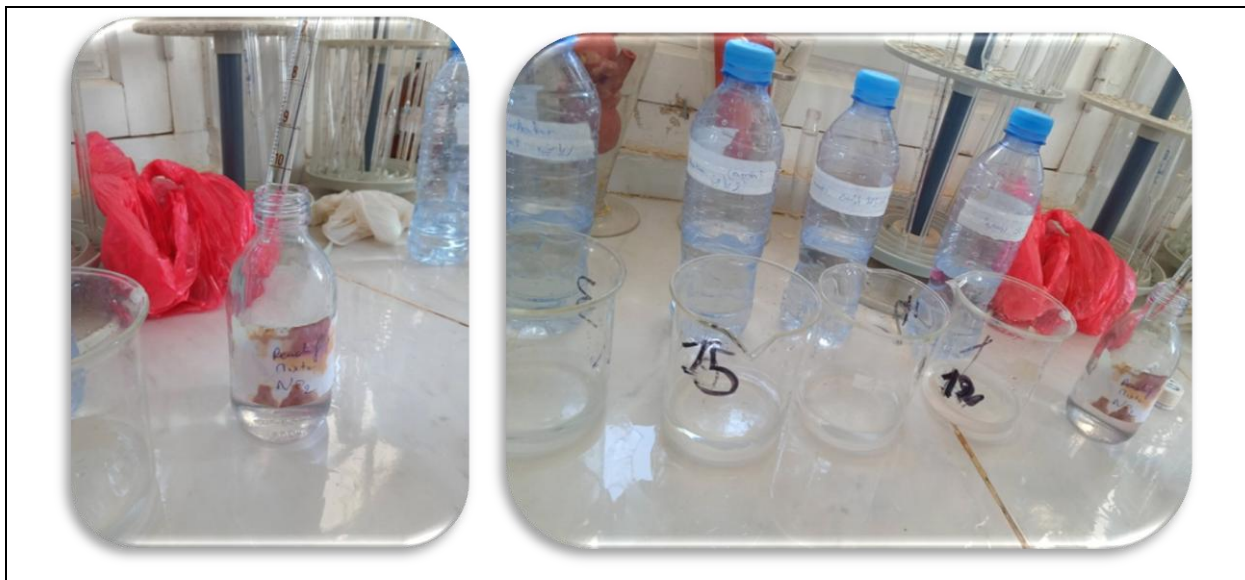
- Sulfanilamide .....40 g.
- Acide phosphorique .....100 ml.

- N-1- Naphtyl éthylène diamine .....2 g.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... 1000 ml.

**Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub>-.



**Photos personnelle N°14: Dosage des nitrites (NO<sup>-2</sup>)**

**Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.

**2.12. Détermination des sulfates (SO<sub>4</sub> -2)**

**Principe**

Les sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum insoluble en milieu chlorhydrique. Le réactif contient aussi un agent stabilisant pour maintenir le précipité en suspension.

- prend 10ml d'eau à analyser dans un bécher,
- on ajoute 2 à 2.5ml de la solution stabilisante et 2ml de chlorure de baryum (0.01N)

- rempli la cuvette avec l'échantillon.
- agitée en agitateur magnétique pendant 1mn puis laisse pendant une période de réaction de 5 minutes.
- on Placé le blanc dans le puits de mesure pour ajuster le zéro de l'appareil.
- en fin on Place l'échantillon préparé dans le puits de mesure.

**Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en mg/l  $\text{SO}_4^{2-}$  , la valeur lue sur le spectrophotomètre visible x facteur de la dilution

## **Partie III**

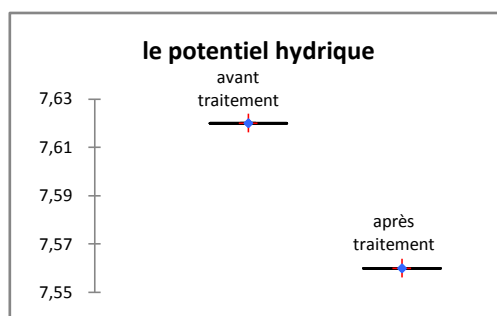
# **Résultats et discussions**

## 1. Résultats des analyses physicochimiques de L'eau minérale Milok

### 1.1. Les analyses physiques

#### 1.1.1. Le potentiel hydrique

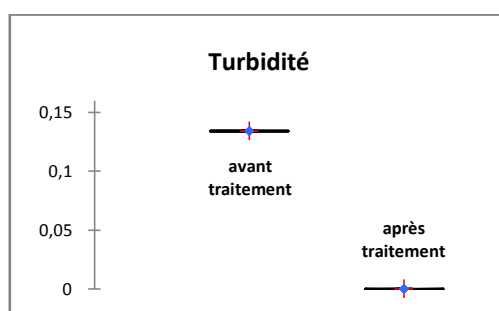
C'est l'un des paramètres les plus importants pour la qualité de l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend des facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Les résultats d'analyse effectuée expriment que les valeurs de pH d'eau analysée varient de 7,62 à 7,56 après traitement donc il est presque stable, elle est Neutre. On constate que les valeurs de pH de l'eau sont sous les normes algériennes (JORA. 2014), qui recommandent comme valeur limite entre 6,5 et 9 (mg/l).



**Figure(15)** : les valeurs de pH d'eau minérale Milok avant et après traitement.

#### 1.1.2. La turbidité

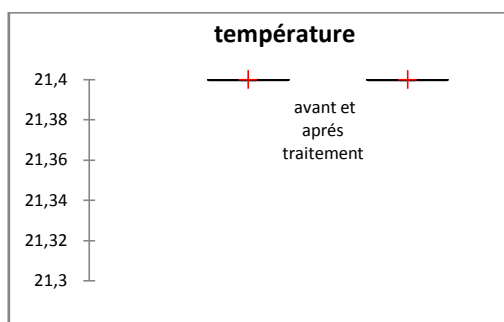
La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières, soit colloïdales, soit insolubles, d'origines organiques, minérale et microorganismes qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau. Les valeurs enregistrées par le turbidimètre d'eau analysé varient de 0,123 à 0 NTU après traitement donc elles sont en dessous de la norme (<5 NTU).



**Figure(16)** : les valeurs de Turbidité d'eau minérale Milok avant et après traitement.

### 1.1.3. La température

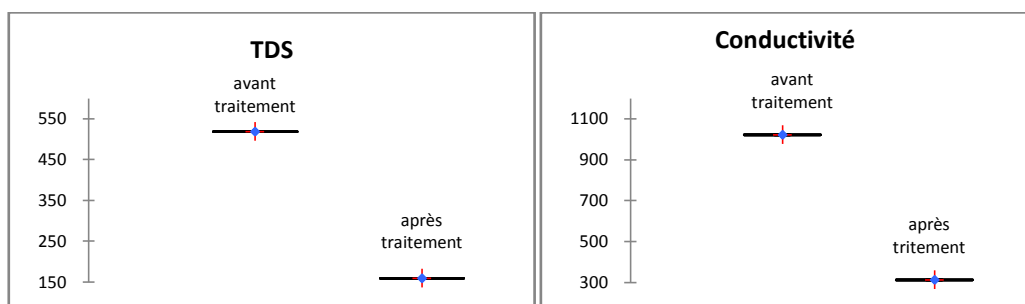
La température de l'eau, est un facteur qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. Elle a aussi un effet sur les réactions chimiques et biochimiques, sur le développement et sur la croissance des organismes vivants dans l'eau. Les résultats obtenus de la Température d'eau minérale Milok sont les mêmes avant et après le traitement 21,4(°C).



**Figure (17):** les valeurs de Température d'eau minérale Milok avant et après traitement.

### 1.1.4. Le taux des sels dissous (TDS) et la conductivité électrique

D'après nos résultats d'analyses d'eau minérale Milok on remarque un écart après le traitement de taux des sels dissous qui déminée de 518 à 160 (mg/l), ils sont conforme dans la norme algérienne 1500 (mg/l). Les valeurs de la conductivité sont 1023( $\mu$ S/Cm) avant traitement et 313( $\mu$ S/Cm) après le traitement, restent conformes à la norme algérienne qui fixe une limite maximale de 2800( $\mu$ S/Cm), ainsi que la norme internationale de l'OMS.



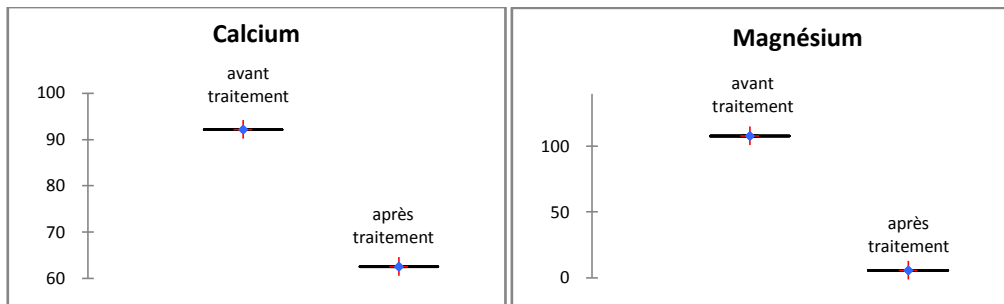
**Figure (18):** les valeurs de TDS et Conductivité d'eau minérale Milok avant et après traitement.

## 1.2. Les analyses chimiques

### 1.2.1. Les anions

#### 1.2.1.1. Calcium et Magnésium

Les résultats obtenus dans cette étude (Milok) ont marqué qu'il y'a une diminution des teneurs en Calcium et en Magnésium après traitement, les valeurs varient de 92,18 (mg/l) à 62,6 (mg/l) qui sont inférieures à la concentration maximale admissible qui est de 200 mg/l édictée par les normes de l'OMS et pour la norme algérienne de potabilité fixée pour le calcium, et 107,61 (mg/l) à 5,5 (mg) de Magnésium qui ne dépassent pas les normes algériennes de l'eau potable (150 mg.L-1). La diminution de ces éléments c'est bien pour la santé de consommateur (les nourissantes et les personnes âgées...etc.), Une concentration forte perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et sur toute rénales.



Figure(19) : les teneurs de Calcium et Magnésium d'eau minérale Milok avant et après traitement.

#### 1.2.1.2. Sodium et potassium

Les résultats des analyses de notre étude d'eau de Milok montrent que la teneur en Potassium est 3,45 (mg/l) avant traitement, après traitement 3,7 (mg/l). On remarque que nos teneurs sont inférieures à les normes d'OMS (<20mg/l). D'après les résultats on constate une augmentation de teneur en Sodium d'eau minérale Milok après traitement de 4,2 à 5,7 (mg/l), mais les valeurs sont conformes à les normes d'OMS (<200 mg/l).

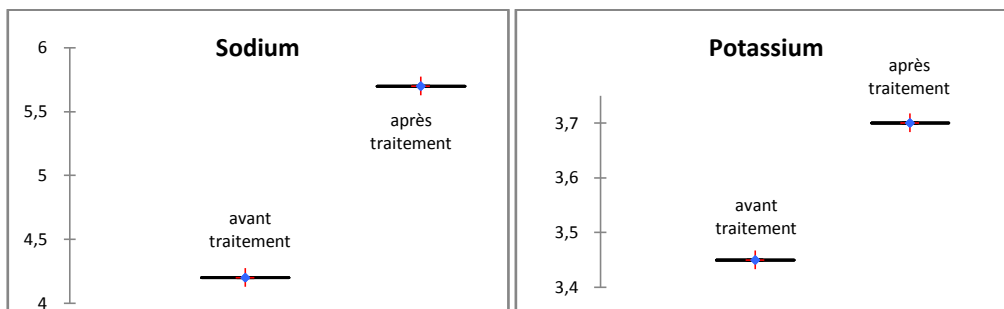
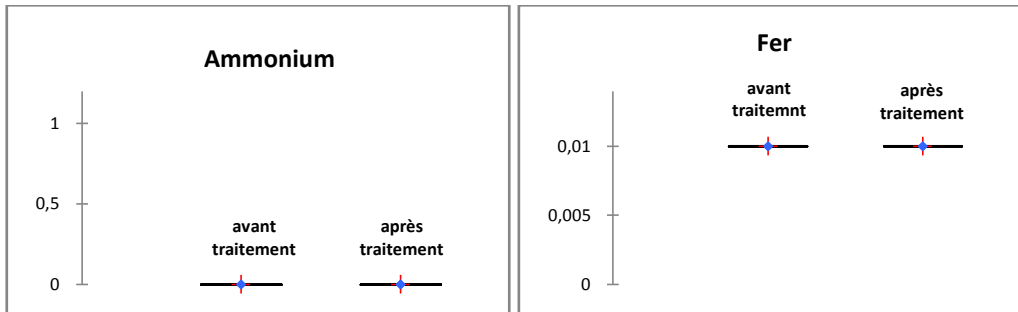


Figure (20) : les teneurs de Sodium et Potassium d'eau Minérale milok avant et après traitement.

**1.2.1.3. Ammonium et Fer**

Nos résultats montrant que les deux teneurs d'Ammonium et Fer sont les mêmes avant et après le traitement 0(mg/l) et 0,01(mg/l) inférieur aux normes Algériennes et l'OMS.

- ❖ Normes Algériennes  $[NH_4] = 0,5(mg/l)$ , Fe 0,3 (mg/l).
- ❖ L'OMS  $[NH_4] = 0,2 \text{ à } 0,3(mg/l)$ , Fe 0,5 à 50 (mg/l).



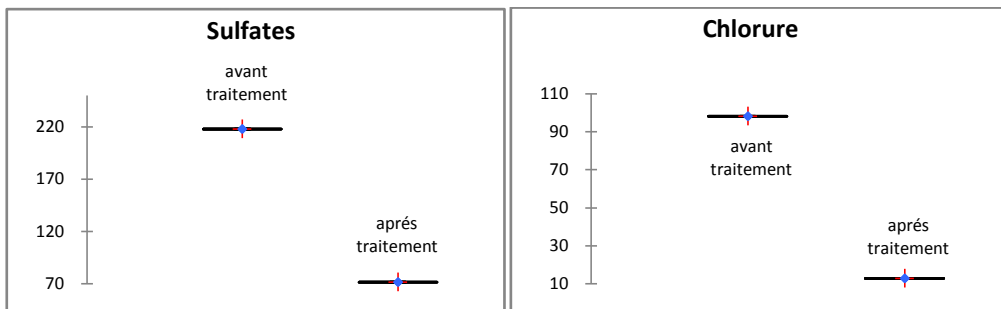
**Figure (21)** : les teneurs d'Ammonium et Fer d'eau Minérale Milok avant et après traitement.

**1.2.2. Les cations**

**1.2.2.1. Sulfate et Chlorure**

Les deux teneurs sont acceptables, après traitement la concentration desulfate diminue de 217,7(mg/l) à 72 (mg/l) Selon les normes Algérienne la valeur admissible pour la consommation humaine est 400 (mg/l) et 250 (mg/l) pour la norme d'OMS.

Les concentrations de chlorures dans l'eau analysée de Milok déminés après le traitement de 98,2 (mg/l) à13 (mg/l) les valeurs sont inférieur à les normes de OMS (<500 mg/l).



**Figure (22):** les teneurs en Sulfate et Chlorure d'eau Minérale Milok avant et après traitement.

### 1.2.2.2. Bicarbonates

Dans notre étude on remarque une diminution de la teneur en Bicarbonate avant traitement est 263,5 (mg/l) et après traitement 118,95 (mg/l). La valeur maximale pour ce paramètre ne sont pas fixée par les normes algériennes.

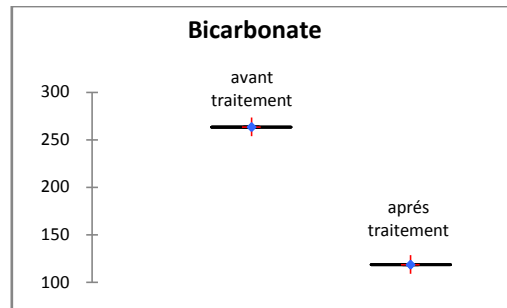


Figure (23): la teneur de Bicarbonate d'eau Minérale Milok avant et après traitement.

### 1.2.2.3. Nitrates et Nitrites

Selon les résultats de notre étude on remarque que la teneur de nitrate augmentée de 12,4 (mg/l) à 16,36 (mg/l) après traitement les deux ne dépassent pas les normes de L'OMS <50 (mg/l). Les résultats d'analyses montrent qu'il n'y a aucun signe de présence de nitrite dans l'eau potable Milok et donc elle est dans les normes algériennes qui indiquent une valeur maximale de 0.2 (mg/l).

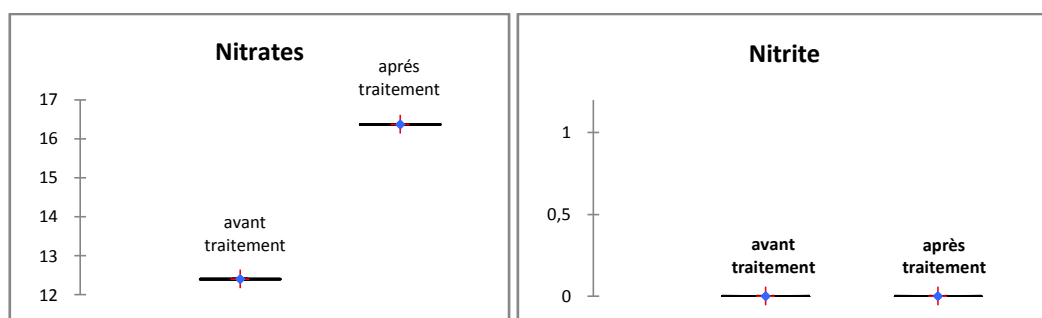


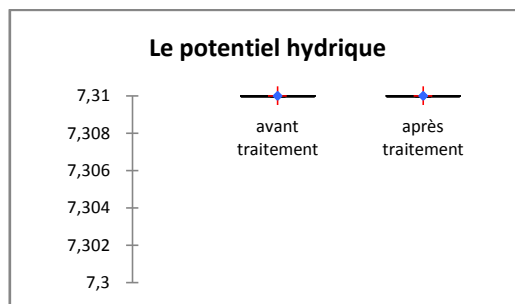
Figure (24) : les teneurs de Nitrate et Nitrites d'eau Minérale Milok avant et après traitement.

## 2. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par Ferme pilot de Boudaoud pour la production des œufs et volailles

### 2.1. Les analyses physiques

#### 2.1.1. Le potentiel hydrique

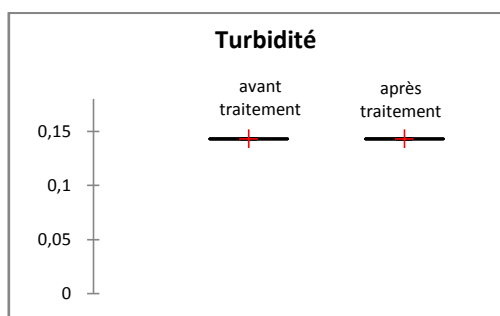
Le pH est Neutre 7,31 d'eau utilisé par ferme pilot de Boudaoud pour la production des œufs et volaille avant et après.



**Figure (25):** les valeurs de pH d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).

#### 2.1.2. La turbidité

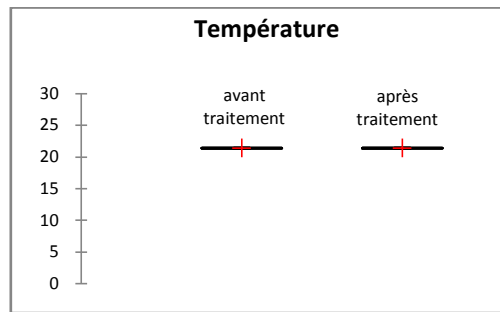
On remarque que les valeurs sont les mêmes avant et après traitement 0,14 NTU < 5 NTU donc Nos résultats sont conformes aux les normes : Algérienne et d'OMS.



**Figure (26):** les valeurs de la turbidité d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).

#### 2.1.3. La température

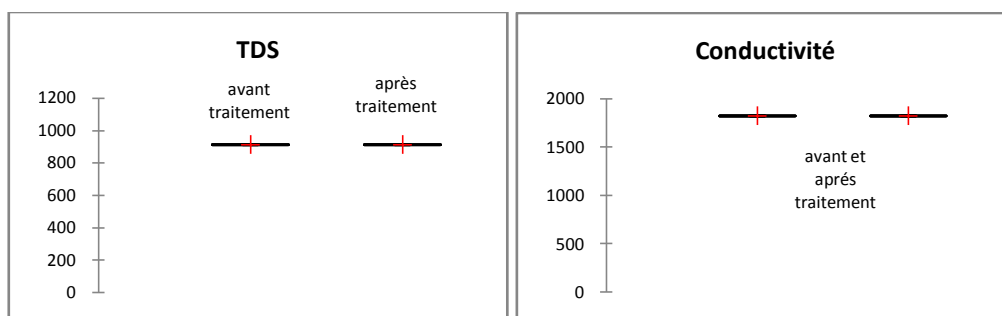
Les résultats obtenus de la Température sont représentés dans la figure les valeurs sont 21,4 (°C) d'eau utilisé avant et après traitement.



**Figure (27):** les valeurs de Température d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud (avant et après traitement).

#### 2.1.4. Le taux des sels dissous (TDS) et La conductivité électrique

D'après nos résultats on constate que les valeurs de TDS d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud égale 912 avant et après traitement qui ne dépassent pas les normes.



**Figure (28):** les valeurs de TDS et Conductivité d'eau utilisée par ferme pilote Boudaoud.

### 2.2. Les analyses chimiques

#### 2.2.1. Les anions

##### 2.2.1.1. Calcium et Magnésium

Nos résultats montre que la concentration de Calcium d'eau de est 172,34(mg/l) pour l'eau utilisé par ferme pilot Boudaoud .Nos teneurs en Magnésium sont 65,05 (mg/l) d'eau utilisé avant et après traitement.

D'après l'OMS pour une eau de bonne qualité présent une concentration de Calcium de 50 à 200 mg/l et pour la concentration de Magnésium <150 mg/l.

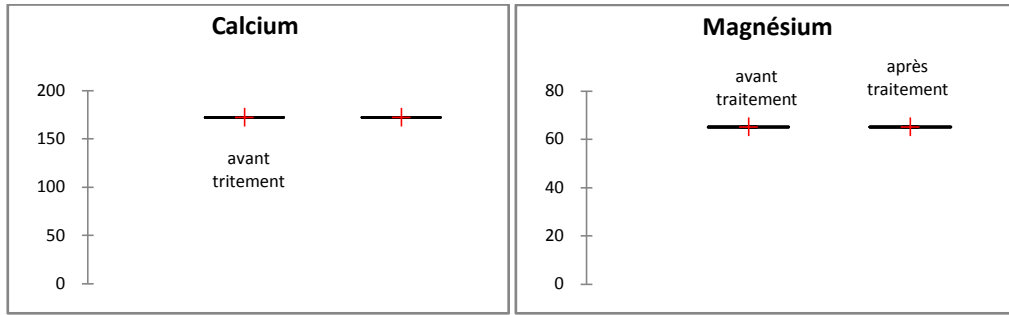


Figure (29): les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.

### 2.2.1.2. Sodium et Potassium

Les résultats des analyses de notre étude montre que la teneur en Potassium est 1,5 (mg/l) avant et après traitement .On remarque que nos teneures sont inférieures à les normes d'OMS (<20mg/l).La concentration de Calcium d'eau utilisée avant et après traitement est 11,6 (mg/l).

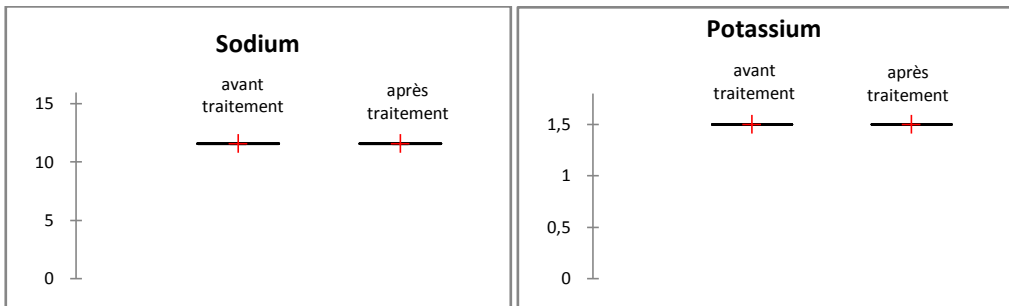


Figure (30): les teneurs en Sodium et Potassium d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.

### 2.2.1.3. Ammonium et fer

D'après nos résultats on remarque une absence de fer et d'Ammonium.

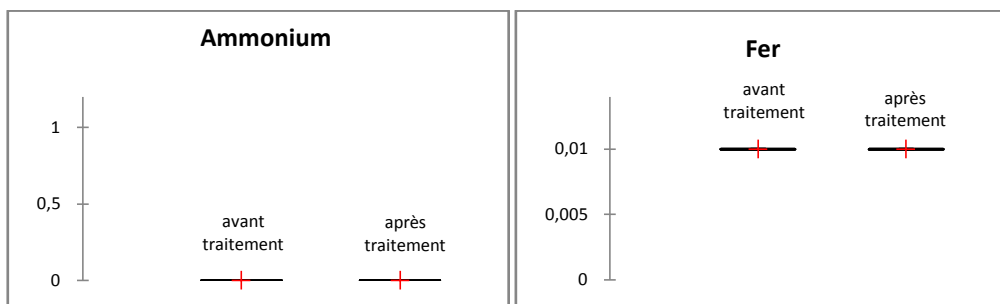
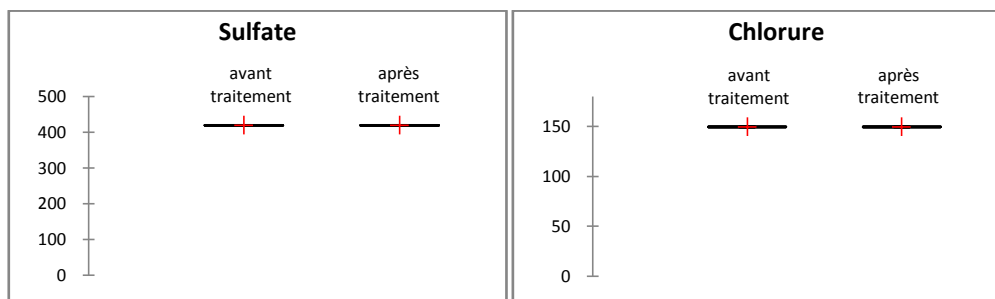


Figure (31) : les teneurs d'Ammonium et fer d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.

## 2.2.2. Les cations

### 2.2.2.1. Sulfate et Chlorure

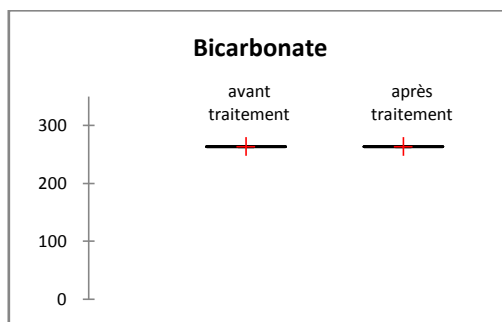
Nos résultats montrent que la concentration de sulfate dans l'eau utilisé par ferme pilot Boudaoud est 419,42 (mg/l) avant et après traitement, sont selon les normes d'OMS, et Norme Algériennes [200 à 400 mg/l]. On remarque que la concentration de Chlorure d'eau utilisé par ferme pilot Boudaoud est 149,1(mg/l).



**Figure (32)** : les teneurs Sulfate et Chlorure d'eau analysé de ferme pilot Boudaoud.

### 2.2.2.2. Bicarbonates

Dans notre étude les valeurs de résultats d'analyse de Bicarbonates sont similaire 263,5 (mg/l) pour l'eau utilisée avant et après traitement.

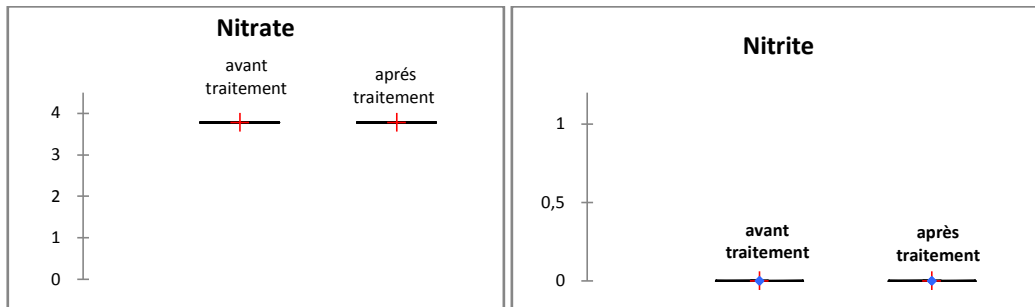


**Figure (33)**: les teneurs de Bicarbonates d'eau analysée de ferme pilot Boudaoud.

### 2.2.2.3. Nitrates et Nitrites

Nos résultats montrant qu'une absence totale de Nitrite (NO<sub>2</sub>) dans l'eau utilisée avant, après traitement. Cela indique que les valeurs sont sous les normes Algériennes 0,1 (mg/l) au maximum et l'OMS à 0,1 ou  $\leq 0,02$  (mg/l). Par contre une présence de Nitrates avec des

valeurs inférieure les normes 11,9 (mg/l) dans l'eau de réseau et 3,77 (mg/l) dans l'eau avant et après traitement.



**Figure (34)** : les teneurs en Nitrates et Nitrites d'eau analysée de ferme pilot Boudaoud.

D'après notre étude on remarque l'absence totale de traitement d'eau de fourrage avec le stockage, et l'utilisation directe comme :

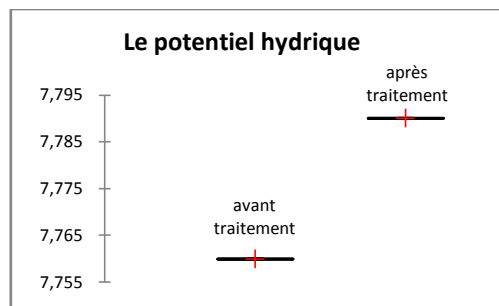
- Source d'abreuvement pour les travailleurs.
- un aliment des volailles.

### 3. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par Laiterie de Mzi

#### 3.1. Les analyses physiques

##### 3.1.1. Le potentiel hydrique

Le pH de l'eau analysée est Neutre variée de 7,76 avant traitement à 7,79 après traitement.



**Figure (35)**: les valeurs de pH d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

##### 3.1.2. La turbidité

Les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient de 0,69 NTU avant traitement à 0,86 NTU après traitement.

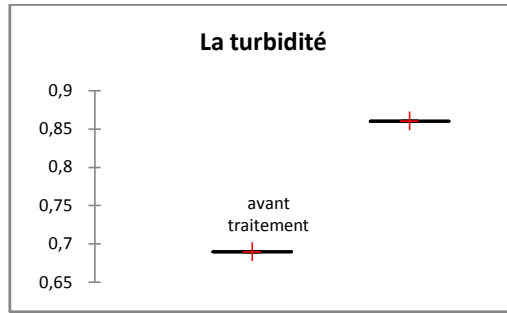


Figure (36): les valeurs de la Turbidité d'eau utilisé par Laiterie de Mzi( avant et après traitement).

### 3.1.3. La température

Les valeurs de température sont presque les mêmes variée de 21,9 à 22,2 (°C) après traitement.

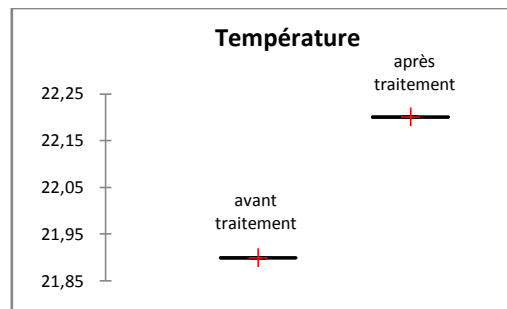


Figure (37): les valeurs de Température d'eau utilisée Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

### 3.1.4. Le taux des sels dissous et La conductivité électrique

Les valeurs de nos résultats sont conforme aux la norme algérienne maximale de TDS 1500 (mg/l) pour l'eau utilisé avant traitement 577(mg/l) et après traitement 561(mg/l).nos résultats du Conductivité est corresponde aux normes de l'OMS 200 à 2000).la conductivité d'eau analysée variée de 1146( $\mu$ S/Cm) à 1123 ( $\mu$ S/Cm) après traitement.

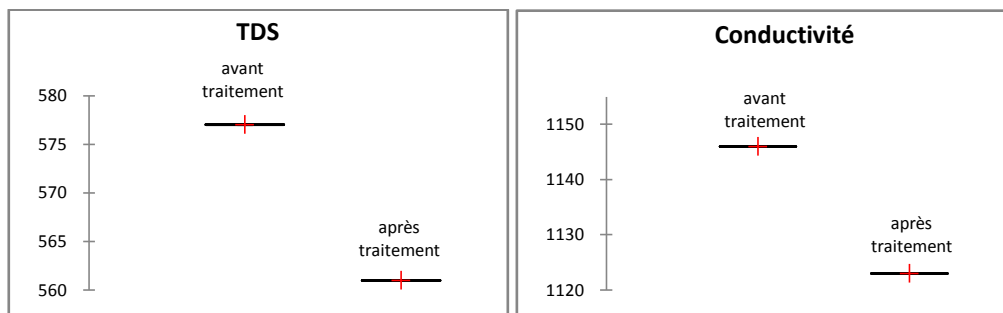


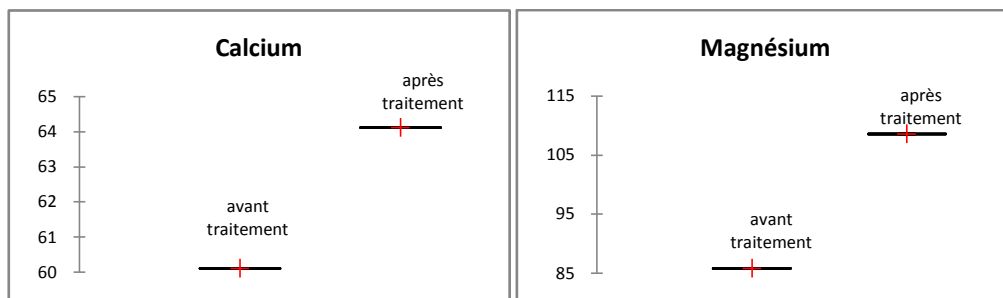
Figure (38) : les valeurs de TDS et Conductivité d'eau utilisée par Laiterie de Mzi(avant et après traitement).

### 3.2. Les analyses chimiques

#### 3.2.1. Les anions

##### 3.2.1.1. Calcium et en Magnésium

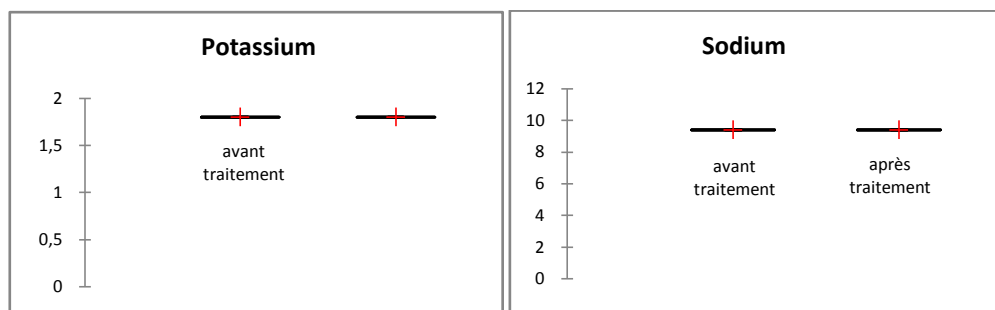
Le  $\text{Ca}^{2+}$  est présent dans l'eau utilisée avec une concentration égale 60,12(mg/l) avant traitement et 64,12 (mg/l) après traitement. Selon les normes du Magnésium requises par l'OMS 150  $\square$  mg/l  $\square$ , nos résultats montrent que les teneurs d'eaux analysées sont inférieure aux normes mais on remarque un augmentation de 85,76 (mg/) à 108,56 (mg/l) après traitement .



**Figure (39):** les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau utilisé par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

##### 3.2.1.2. Sodium et Potassium

Nos résultats montrent que la concentration de Sodium et Potassium sont inférieure aux normes Algériennes et l'OMS. On constate que valeurs sont les mêmes après traitement 1,8 (mg/l) de  $\text{K}^+$  et 9,4(mg/l) de  $\text{Na}^+$ .



**Figure (40):** les teneurs de Sodium et Potassium d'eau utilisé par Laiterie de Mzi(avant et après traitement).

### 3.2.1.3. Ammonium et fer

On remarque que nos résultats des analyses d'ammonium et Fer est presque égale 0 (mg/l), les valeurs dépasse pas les normes.

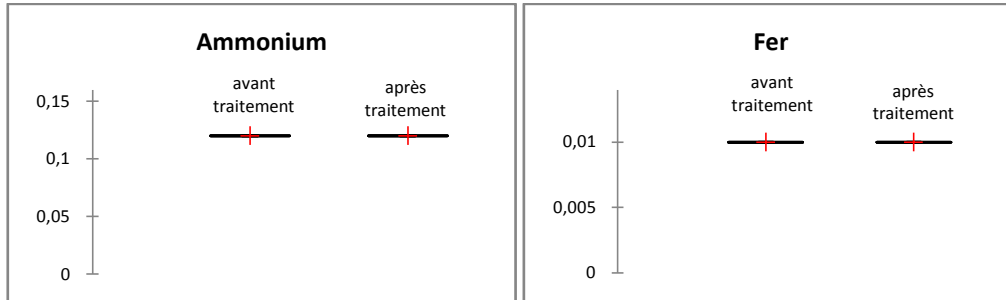


Figure (41): les valeurs d'Ammonium et Fer d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

### 3.2.2. Les cations

#### 3.2.2.1. Sulfate et Chlorure

Les teneurs en Sulfate et en Chlorure sont selon les normes, on constate que la concentration de SO<sub>4</sub> d'eau après traitement est inférieure aux les concentrations d'eau utilisé avant traitement 268,8 (mg/l) < 288 (mg/l). par ailleurs on remarqué une augmentation de teneur de Chlorure de 170,4(mg/l) à 241,4 (mg/l) après traitement.

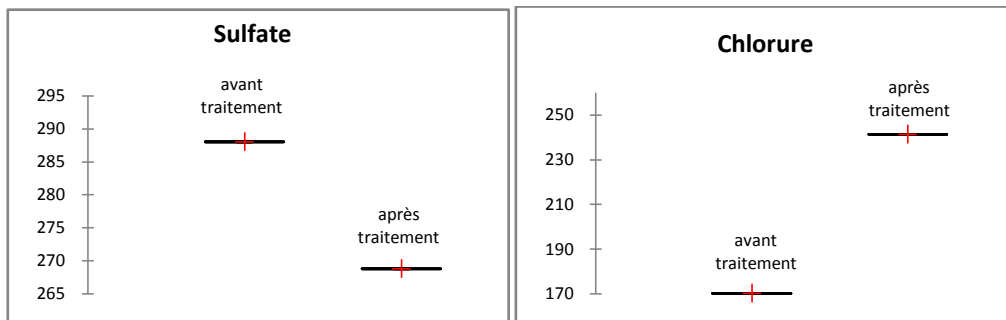
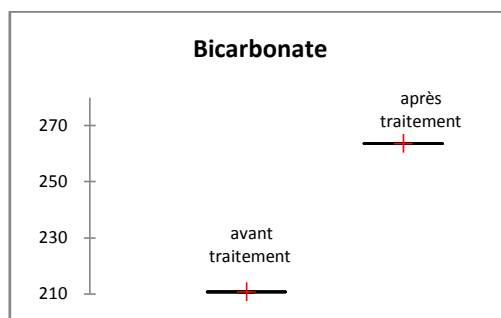


Figure (42): les teneurs de Sulfate et Chlorure d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

#### 3.2.2.2. Bicarbonates

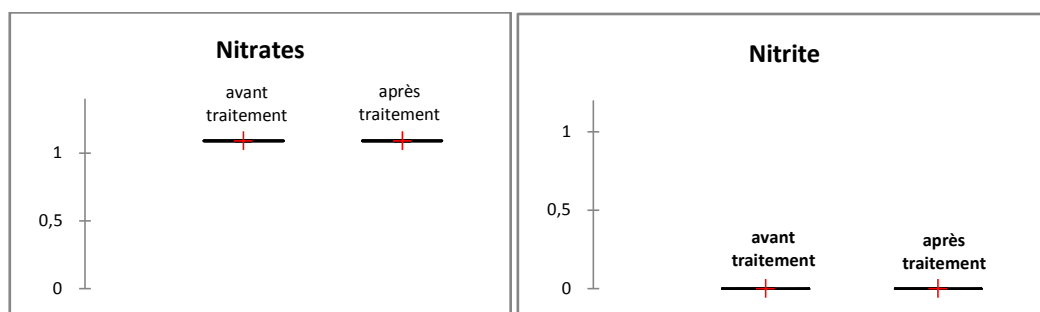
Nos résultats montrent que la teneur en Bicarbonates après traitement 263,5 (mg/l) est supérieure au teneur d'eau avant traitement 210,8 (mg/l).



**Figure (43):** les teneurs en Bicarbonates d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

### 3.2.2.3. Nitrates et Nitrites

Les valeurs de Nitrites d'eaux analysées sont sous les normes 1,09(mg/l) avant et après traitement et on remarque l'absence totale de Nitrites.



**Figure (44):** les valeurs de Nitrates et Nitrites d'eau utilisée par Laiterie de Mzi (avant et après traitement).

L'industrie de lait utilise l'eau:

- Comme aditif
- Dans les Opérations de nettoyage des cuves, équipements et installations.
- Dans les Opérations de vidange périodiques. Ces opérations représentent la plus grande consommation d'eau pour garantir les conditions d'hygiène et de qualité requises.
- Usages sanitaires.

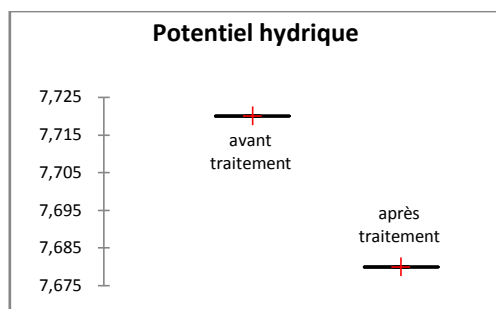
D'après notre analyses physico-chimique on constate une augmentation de concentration des quelques éléments malgré que ne sont dépassent pas les normes mais il ya des effets de cette augmentation à long terme, que se soit sur la santé de consommateur ou bien sur la qualité de produit et sur matérielle d'usine.

#### 4. Résultats des analyses physicochimiques d'eau utilisée par L'industrie des feuilles de dioul El ghazala

##### 4.1. Les analyses physiques

##### 4.1.1. Le potentiel hydrique

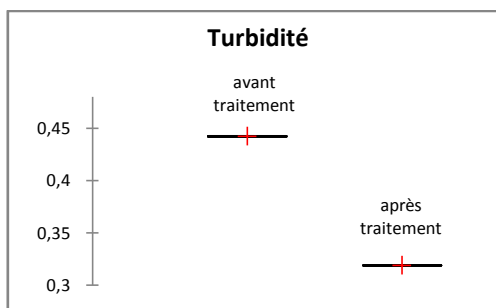
Le pH obtenu de l'eau étudiée est de 7,72 à 7,68 ceci est conforme aux normes Algériennes. On remarque que le pH reste constant après traitement. Un pH élevé (basique) peut entraîner des problèmes de goût des feuilles de dioul.



**Figure (45):** les valeurs de pH d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

##### 4.1.2. La turbidité

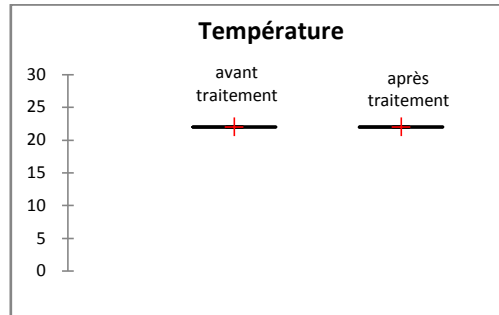
Les valeurs de nos étude sont selon les normes, 0,442 NTU avant et 0,319 NTU après traitement.



**Figure (46):** les valeurs de la Turbidité d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

##### 4.1.3. La température

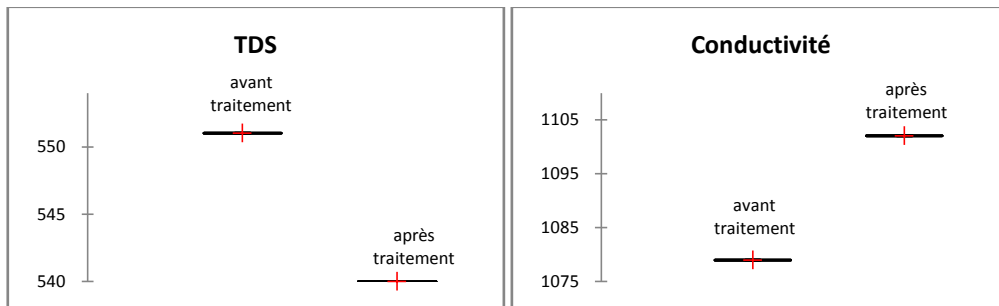
La température des eaux analysées durant la période d'étude, sont constantes à 22°C.



**Figure (47):** les valeurs de la Température d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

#### 4.1.4. Le taux des sels dissous et La conductivité électrique

Les valeur de TDS d'eau utilisé sont 551(mg/l) avant et 542 (mg/l) après traitement , ils sont conforme dans la norme algérienne 1500 (mg/l). L'eau étudiée présente des valeurs comprises 1079 et 1102  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en fonction de la température et qui restent conformes à la norme algérienne.



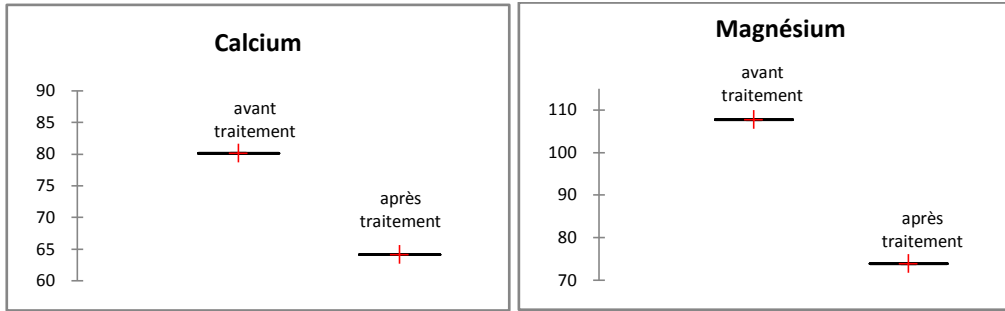
**Figure (48):** les valeurs de TDS et conductivité d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

## 4.2. Les analyses chimiques

### 4.2.1. Les anions

#### 4.2.1.1. Calcium et Magnésium

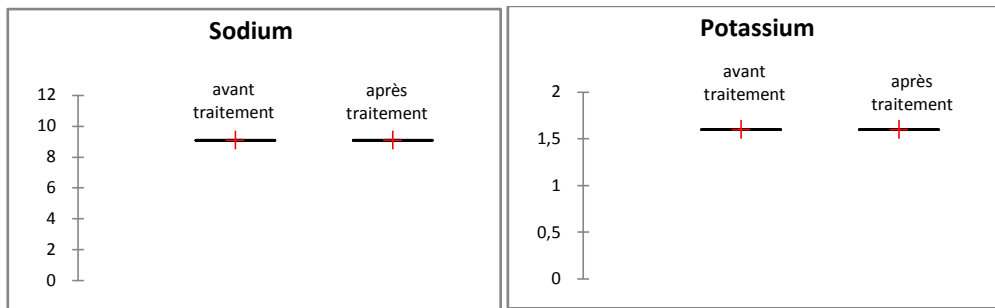
Le  $\text{Ca}^{2+}$  et le  $\text{Mg}^{2+}$  sont présentent dans les eaux analysées avec des concentrations selon les normes, on remarque que la teneur en calcium d'eau utilisé est inferieur à l'autres mais pour le teneur en magnésium en constate que la valeur d'eau utilisé avant traitement est la plus grand.



**Figure (49):** les teneurs en Calcium et Magnésium d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

#### 4.2.12. Sodium et Potassium

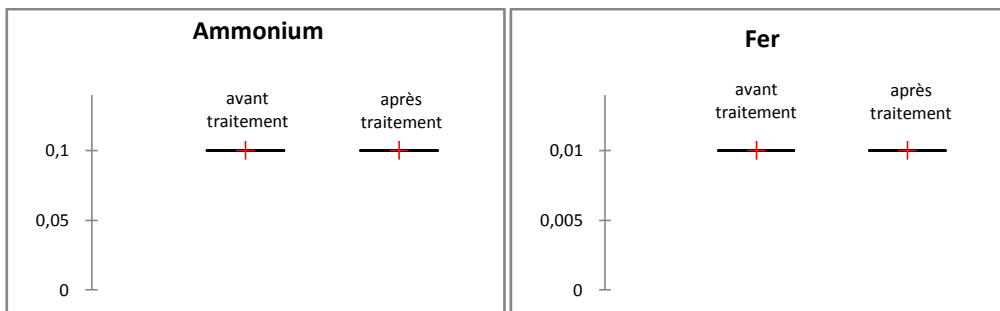
Nos résultats montrent que la concentration de Sodium et Potassium dans les eaux analysées est inférieure aux normes Algériennes et l'OMS. Les teneurs d'eau utilisé par l'industrie de dioul sont les mêmes pour 9,1 (mg/l) pour Na<sup>+</sup> et 1,6 (mg/l) pour K<sup>+</sup>.



**Figure (50):** les teneurs en Sodium et Potassium d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

#### 4.2.1.3. Ammonium et Fer

Nos résultats montrant que la teneur d'Ammonium dans les deux échantillons est 0,1(mg/l) inférieure aux normes Algériennes, le Fer est constante à la valeur 0,01 (mg/l).

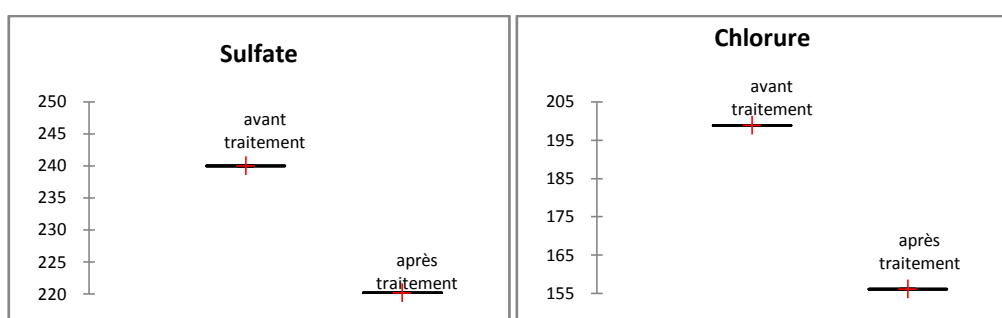


**Figure (51):** les teneurs en Ammonium et Fer d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

#### 4.2.2. Les cations

##### 4.2.2.1. Sulfate et Chlorure

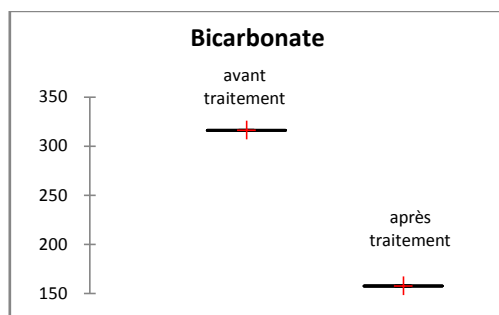
Nos résultats montrent que la concentration de sulfate dans d'eau utilisé à l'industrie des feuilles de Dioul 240 (mg/l) avant traitement et 220,2(mg/l) après traitement mais les deux sont selon les normes d'OMS, et Norme Algériennes [200 à 400 mg/l]. On remarque que la concentration de Chlorure d'eau utilisé avant traitement 198,8(mg/l) est supérieure l'autres.



**Figure (52):** les teneurs en Sulfate et Chlorure d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

##### 4.2.2.2. Bicarbonates

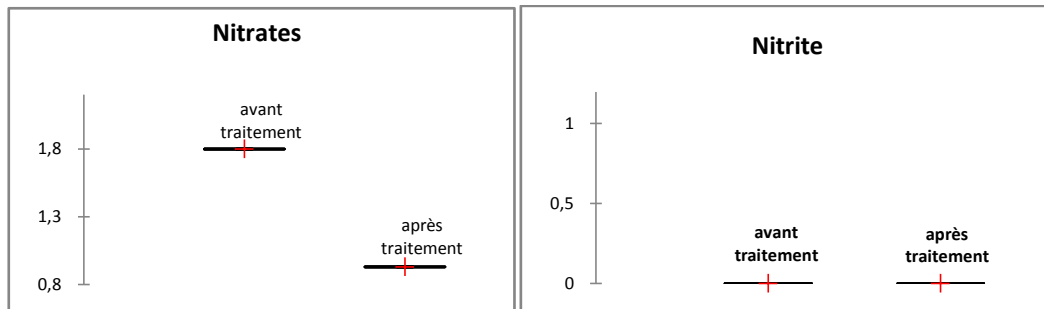
Pour La teneur en Bicarbonates d'eau utilisée est variée de 316 (mg/l) à 158,1(mg/l) après traitement.



**Figure (53):** les teneurs en Bicarbonates d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

### 4.2.2.3. Nitrates et Nitrites

Nos résultats montrant qu'une absence totale de Nitrite avec des teneurs de Nitrates variées de 1,8 à 0,39 (mg/l) d'eau utilisé avant et après traitement.



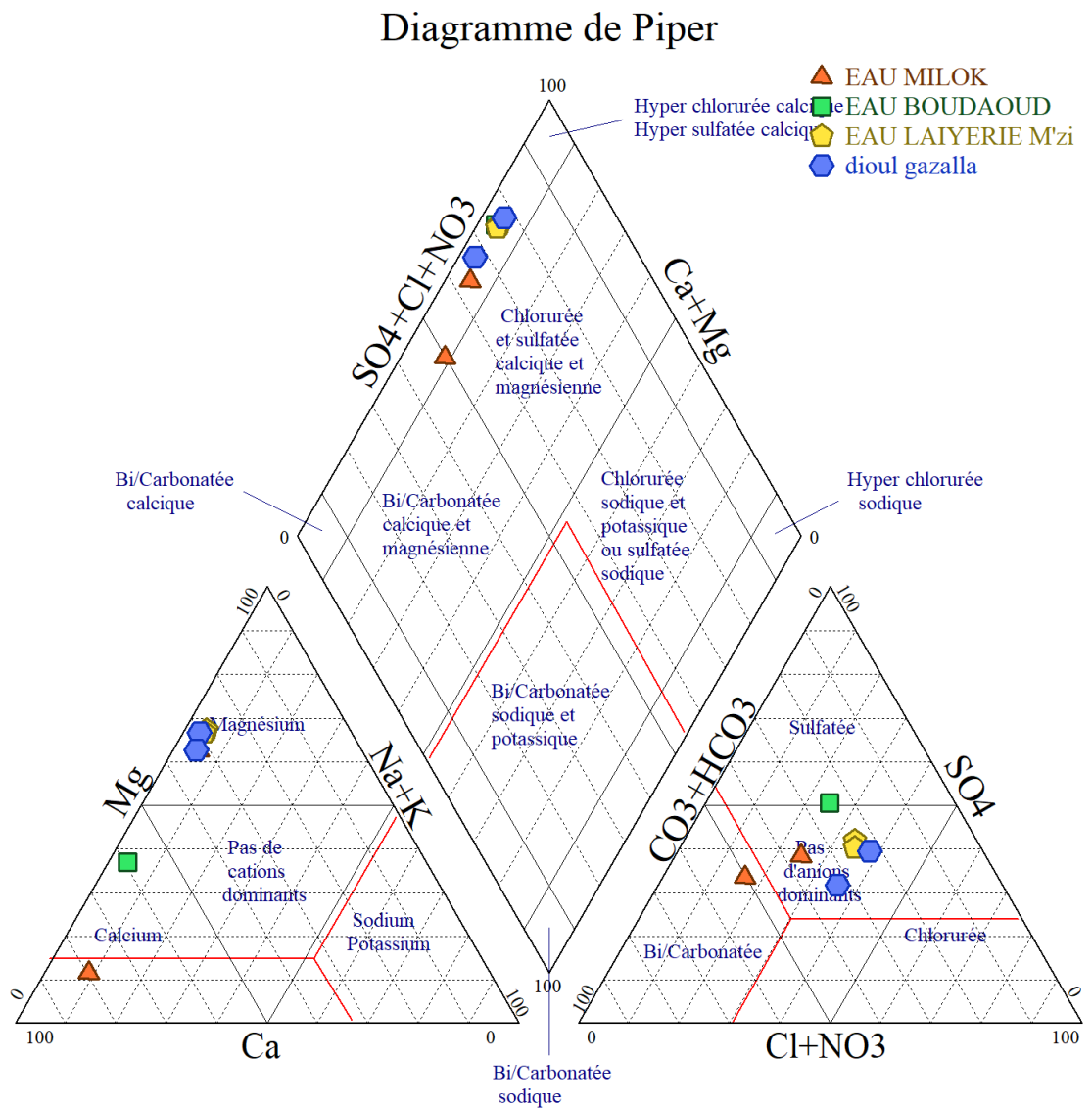
**Figure (54):** les teneurs en Nitrates est Nitrites d'eau utilisée par l'industrie de dioul el ghazal (avant et après traitement).

## 5. Présentation graphique des analyses d'eau

### 5.1. Diagramme de PIPER

La détermination du faciès eaux étudiés montre que :

- ❖ L'eau « Milok » est Sulfaté Magnésien avant traitement et Bicarbonaté Calcique Après traitement.
- ❖ L'eau utilisée par ferme pilot « Boudaoud » est : Sulfaté Calcique.
- ❖ L'eau utilisée par laiterie de « Mzi » : est Sulfaté Magnésien avant et après traitement.
- ❖ L'eau utilisée par l'industrie de dioul El ghazala : est Sulfaté Magnésien avant et après traitement.



**Figure (55):** la représentation graphique du faciès chimique des eaux analysées sur diagramme de Piper.

## **6. Effets des constituants chimiques dans l'eau sur la santé humaine**

### **6.1. Magnésium et Calcium**

Malgré que les teneurs en Magnésium et Calcium dans toutes les eaux analysées sont sous les normes mais elles dépassent le niveau guide <75 (mg/l). L'inconvénient le plus évident de la présence de magnésium dans l'eau potable pourrait aussi souffrir d'une capacité réduite d'excrétion rénale. Des concentrations de magnésium allant de 5 à 10 meq/L (6 à 12 mg/dL) peuvent :

- modifier le rythme cardiaque
- La paralysie des muscles du squelette
- la réduction de la capacité pulmonaire
- Le coma et la mort peuvent survenir à des concentrations de magnésium de 15 meq/L (18 mg/dL). (**Achour et al., 2017**).

Le taux de variation de la concentration de Calcium varie d'une zone à l'autre, elle dépasse le niveau guide dans toutes les eaux analysées sauf l'eau de Milok avant traitement et l'eau utilisée par laiterie de Mzi.

Le calcium risque de se déposer dans tous les organes et surtout dans les vaisseaux sanguins qui risquent de s'obstruer. Cette hypercalcémie va aussi favoriser les calculs rénaux et peut avoir des conséquences plus graves : troubles mentaux, asthénie (fatigue), voire arrêt cardiaque. L'équilibre du calcium est particulièrement difficile à gérer chez le patient insuffisant rénal chronique (**Avensac., 2018**).

### **6.2. Sodium et Potassium**

D'après les résultats de notre étude, les teneurs en Sodium et Potassium sont conformes aux normes. L'intoxication au potassium par ingestion est rare parce que le potassium est rapidement excrété par des reins, fonctionnant normalement et que l'ingestion d'une seule forte dose de potassium provoque habituellement des vomissements toute fois, chez les personnes dont les reins fonctionnent normalement, l'ingestion de doses supérieures à 2,0 meq/kg peut submerger les mécanismes homéostatiques et même entraîner la mort (**Santé Canada, 2008**).

### **65.3. Sulfate et Chlorure**

Nos résultats montrent un dépassement de niveau guide 200 (mg/l) des teneurs de sulfate dans toutes les eaux analysées sauf l'eau de Milok après traitement, et teneur de chlorure d'eau utilisée par laiterie de Mzi.

Nos résultats montrent un dépassement de niveau guide 200 (mg/l) des teneurs de sulfat dans toutes les eaux analysées sauf l'eau de Milok après traitement, et teneur de chlore à l'eau utilisée par laiterie de Mzi.

Les sulfates sont peu toxiques. Cependant ils sont laxatifs et diurétiques lorsque leur concentration est supérieure à 300 mg/L. Une forte concentration de chlorure provoque une hypertension (**Hubert et al., 2002**).<sup>6</sup>

### **6.4. Bicarbonates**

D'après notre étude on constate que les concentrations de Bicarbonates dans toutes les eaux analysées sont inférieures à 450 mg/l qui est conformes aux normes.

Les personnes souffrant de ballonnements devraient éviter de boire de l'eau gazeuse. Ils ont par contre un rôle par les cations auxquels ils sont liés (sodium, calcium). Leur absorption entraîne une alcalinisation des urines, effet recherché pour les lithiases uriques mais qui peut être néfaste pour les lithiases infectieuses (**Hubert et al., 2002**).

### **6.5. Nitrates et Nitrites**

Nos résultats des teneurs en Nitrates et Nitrites sont selon les normes d'OMS.

En population générale, les nitrates ne sont pas directement cancérigènes alors que les nitrites, de forme transitoire et instable, seraient associés à certaines formes de cancers, notamment des cancers digestifs, de l'estomac et de l'œsophage (**Les nitrates., 2007**).

## **7. Effets des constituants chimiques dans l'eau sur la qualité de produit**

### **7.1. L'eau minérale Milok**

D'après les résultats de nos analyses d'eau minérale Milok on remarque que les teneurs de tous constituants chimiques sont selon les normes, Alors pas des effets indésirables.

## **7.2. Les œufs et volailles**

L'eau est un aliment essentiel pour les volailles. L'on a un besoin important en minéraux, surtout en calcium et en phosphore. L'importance du calcium et du phosphore réside dans la formation du squelette et de la coquille d'œufs. Leur carence entraîne des troubles de l'ossification et, par de-là même, de la croissance. Chez la poule pondeuse, elle entraîne une diminution voire un arrêt de la ponte sans parler de la solidité de la coquille des œufs pondus (Ferrando, 1969). Les eaux de ferme pilot Boudaoud sont conformes aux normes malgré l'absence de traitement.

## **7.3. Lait et produits laitiers**

Nos résultats d'analyses d'eau utilisée par laiterie de Mzi montrent une augmentation des teneurs en : Calcium, Magnésium et Sulfate, Bicarbonates après traitement.

Le danger des « métaux » réside dans les réactions chimiques : oxydations en général, qu'ils catalysent. Le lait et les produits dérivés acquièrent des goûts désagréables, des couleurs ou des odeurs anormales. Leur aspect (fromages) ou leur conservation (beurres) s'en trouve altérés (Morre., 1974).

## **7.4. Les feuilles de dioul**

Les résultats d'analyses effectuées expriment que :

Les teneurs en Calcium (avant traitement) et les concentrations de Sulfates dépassent le niveau guide.

L'industrie des feuilles de dioul utilise l'eau comme ingrédient. Alors, la qualité d'eau affecte la qualité du produit final en termes de goût et d'odeur ainsi que la douceur.

## **8. Les effets des constituants chimiques sur les canaux de distribution**

- Une concentration de Chlorure supérieure à 250 mg/l peut entraîner corrosif pour les réseaux de distribution.
- La présence excessive des sulfates dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et d'adduction.
- la Précipitation de carbonates et calcium obstrue le mécanisme de mouvement d'eau dans les canaux.
- des fortes concentrations Des ions peuvent se déposer sur les parois des appareils de chauffage et de refroidissement.

# **Conclusion**

### Conclusion

Aux termes de notre travail qui a porté sur l'évaluation de qualité physicochimique des eaux utilisées à l'industrie agroalimentaire dans la commune de Laghouat, pour conclure des résultats obtenus tout au long de notre modeste étude qui a porté sur les eaux utilisées par quatre entreprises en agro-industries distinctes répartis comme suit:

- l'eau minérale milok.
- ferme pilot Boudaoud pour la production des œufs et volailles.
- laiterie de Mzi.
- l'industrie d'El ghazala des feuilles de dioul.

Après l'analyse physicochimique des échantillons au niveau de laboratoire de l'Algérienne des eaux unité de Laghouat, nous avons obtenir les résultats suivants :

- Le pH des eaux analysées est Neutre avant et après traitement dans toutes les eaux prélevées
- La turbidité des eaux échantillonnées est en dessous de la norme (<5 NTU).
- La température des eaux analysée est varie entre 21,4 et 22(°C).
- Le taux des sels dissous des eaux analysées est diminué après traitement, reste conforme aux normes Algérienne et d'OMS.
- Le taux de variation de la concentration de Calcium varie d'une zone à l'autre, elle dépasse le niveau guide dans toutes les eaux analysées sauf l'eau de Milok avant traitement et l'eau utilisé par laiterie de Mzi.
- Le taux de variation de la concentration de Magnésium des eaux analysées est selon les normes, mais elle dépasse le niveau guide <50 (mg/l).
- Les concentrations de Sodium et Potassium sont conformes aux normes, stables après traitement sauf en l'eau de Milok.
- les taux de variation des concentrations de Fer et d'Ammonium sont stables et selon les normes.
- la concentration de Sulfates des eaux analysées diminué après traitement mais dépasse le niveau guide 200(mg/l) sauf l'eau de Milok.
- Le teneur en Chlorure diminué dans l'eau de Milok et l'eau utilisé par l'industrie des feuilles de dioul El ghazala après traitement par contre augmente dans l'eau utilisé par laiterie de Mzi qui dépasse le niveau guide et reste stable dans l'autre.

- Dans l'eau minérale Milok et l'eau utilisée par l'industrie des feuilles de dioul El ghazala, la concentration de Bicarbonates diminué après traitement et augmenté à l'eau utilisée par laiterie de Mzi.
- la concentration de Nitrates des eaux, utilisées par la ferme pilote Boudaoud et laiterie de Mzi est restent stable après traitement.
- Absence totale de Nitrates dans toutes les eaux analysées.

Les résultats obtenus nous ont permis de constater que :

- les éléments minéraux d'eau de Milok sont conforme à niveau guide de la consommation humaine.
- l'absence de traitement d'eau dans ferme pilot de Boudaoud.
- Laiterie de Mzi traite l'eau utilisée par le chlore.
- l'industrie des feuilles de dioul traite l'eau come il faut.

Nos résultats ouvrent de nombreuses perspectives sur la qualité des eaux utilisées dans les industries agroalimentaires :

- la recherche de nouveaux moyens des traitements des eaux pour maîtriser en permanence les effets des constituants chimiques de l'eau sur la santé humaine et sur les installations de travail.
- Compte tenu des changements des niveaux guides et des normes nouvelles d'OMS, une mise à jour doit être observée pour un approvisionnement sûr et de haute qualité des produits.

# **Reference bibliographique**

**Reference bibliographique**

1. **Achour, S.,**Tibermacine, A., Chabbi, F. (2017). *Le fer et le manganèse dans les eaux*
2. adoucisseurs d'eau. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs Santé Canada, Ottawa(Ontario).
3. **Apfelbaum, (1995).** Diététique et nutrition 3eme. Edition. Masson
4. **Avensac, M. (2018).** Le magnésium dans la prise en charge du stress a l'officine. Thèse.
5. **Bartels J H M., Burlingame G A., Suffet, L H., (1986).** Flavor profile analysis:taste and odor control for the future. Journal American Water Works Association,78(3), page : 50-55.
6. **Bassompierre C. (2007).** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse doctorat, Institut National Polytechnique De Grenoble, (25-230) p.
7. **Ben aziza A., Ghemrani R et Kaour L. (2017).** Etude comparative de la qualitéphysicochimique et bactériologique des eaux issues des industries alimentaires. Mémoire de master en Sciences alimentaire, université8 Mai 1945- Guelma. (31-35)p.
8. **Bensouilah, S. (1995).** Contribution à l'étude hydrogéologique des Hautes Plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'Oued Rhumel en amont d'Oued Athmania, Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine, Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Département de la géologie, 247p.
9. **Bliefert et al, 2001.** Chimie de l'environnement air, eau, sols, déchets. Editionde Boeck.
10. **Boeglin J.C., (2001).** Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement
11. **Cadot C., (1990) - Les traitements de l'eau.** Edition Ellipes, Paris, 247 p
12. **Chambre Syndicale Nationale de l'Eau de Javel. (2010).** L'Eau de Javel Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, (www.eaudejavel.fr). 7 p.
13. de doctorat. Universitetoulouse III paulsabatierfaculte des sciences pharmaceutiques
14. **Defrance Schk, .M.(1996).** L'eau dans tous ses états. Édition Ellipses. Paris. 632p.
15. **Degremont,(1989).** Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection Degremont, ISBN 2-9503984-0-5, p : 1459
16. **Degremont,(2005).**« Mémento technique de l'eau ». Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.
17. **Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie., (2014).**Elaborer et mettre en oeuvre un plan de sécurité sanitaire des eaux 28 Guide 4 : Suivi de la qualité de l'eau, BP N4, 98851.

18. **Djaffer O., Rouabhi R et Zidi R. (2018).** Etude de système de traitement et d'analyses physico-chimiques des eaux industrielles. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de technicien supérieur, en traitement des eaux, institut national spécialisé dans la formation professionnelle pour l'administration DjablaKadour – Guelma. (26-27-47-48) p.DUNODE, Paris
19. **El alaoui R et Taoussi I. (2013).** L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech. Mémoire de Licence en Sciences et Techniques, université Cadi Ayyad de Marrakech. (27-32) p.
20. **El morhitM.,(2009).** Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien –Bas
21. **FERRANDO R.,1969.** Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. *Ed. Vigotetfrères Paris IV. 197p.*
22. **Gherib S. (2014).** Conditionnement des eaux d'alimentation de chaudière Laiterie Edough- Annaba. Mémoire de Master en chimie de corrosion, université Badji Mokhtar, Annaba. 35 p.
23. **Graini A. et Terki H. (2018).** Contrôle et suivi de la qualité de l'eau traitée « station de traitement \_ Chaiba Annaba. Mémoire de master en sciences hydrolyque, université Badji Mokhtar, Annaba. 64 p
24. **Grosconde. G, Coord,** Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maîtrise), Tome 1ème Edition., Inra, Paris, 1999, pp: 17-18.
25. **Guergazi et Achour,(2005).**Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration. *Larhyss Journal, 4 :119-127p.*
26. **Guerradi I. et Hechachna A. (2013).** L'utilisation industrielle du charbon actif. Mémoire de licence en Science de la matière, université Amar Thladji de Laghouat Algérie. 18 p.
27. **Haba S. (2012).** Adoucisseurs d'eau.UAE - Union française des professionnels du traitement de l'eau. 5 p.
28. **Houillier. P, Blanchard. AetPailard .M, (2004) :** Métabolisme du potassium, Elsevier SAS. 1 : 138-157
29. **Hubert, J., Hubert, C., Jungers, P., Daundo, M., Hartemann, P. (2002).** *Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique : Quelles eaux de boisson et quelle cure de diurèse ?* N° 12. p692-699.
30. **J. Morre.** Les métaux, agents de pollution du lait. Leur dosage par spectrophotométrie d'absorptionatomique. Le Lait, INRA Editions, 1974, 54 (533\_534), p.141.

31. Journal.N°32, p139-154
32. **Leroy., (1999).** La pollution des eaux .4eme édition, Paris : presse universitaire de France, page : 127.Loukkos-. Thèse de doctorat, université Mohammed V. Agdal, Rabat. 232 p.
33. **Les nitrates., (2007).**Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes
34. **Manceur Y et Djaballah S., (2016).** Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa. Mémoire de master en Microbiologie appliquée à la santé et l'environnement, université Larbi Tébessi -Tébessa-. (2-4-10-12) p.
35. **Medfouni S. (2017).** Adoucissement des eaux géothermales de l'oued Rhia. Etude comparative de deux types de chaux (CaO et Ca(OH)<sub>2</sub>). Mémoire de magister en Génie Chimie, université KasdiMerbah, Ouargla. 09 p.
36. **Monique H., (1991).** Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent
37. *naturelles et procédés d'oxydation chimique : Cas des eaux algériennes.* Larhyss
38. **Nouayti N., Khattach D et Hilali M., (2015).** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut
39. **Organisation mondiale de la Santé. (2013).** Mesurer les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau. 1 p.
40. **Organisation mondiale de la Santé., (2002).** Directive de qualité pour l'eau de boisson Genève.
41. **Organisation mondiale de la Santé., (2003).**Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerl and(Québec).Edition du système d'information mondiale pour le développement durable.
42. **Paul Tamas A. (2004).** Etude comparée du colmatage en nano filtration et en ultrafiltration d'eau de surface. Mémoire pour l'obtention du grade de maitre en science.en génie civil, université Laval Québec. 17 p.
43. **Regnault J.P., (1990).** Microbiologie générale, Paris : Vigot, page : 859.
44. **Rodier et al, 2009.** Rodier. J, Legube. B, Merlet. N, Brunet. R, Mialocq. J.C, Leroy. P, Houssin. M, Lavison. G, Bechemin. C, Vincent. M, Rebouillon. P, Moulin.L, Chomodé. P,Dujardin. P,Gosselin. S, Seux. R., Almardini F, (2009) : L'analyse de l'eau, 9ème Ed. Dunod., Paris, France.
45. **Rodier J., (1984).** Analyse d'eau : eau naturelles, eaux résiduaires et de mer .Edition :
46. **Rodier, (1976):** l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer, 8eme édition, édition Dunod, Paris, France.

47. **Santé Canada. (2008).** Document de conseils sur le potassium provenant des
48. **Savary. P, (2010) :** Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed. Territorial Voiron, France.
49. **Zouag B et Belhadj Y. (2017).** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta. Thèse de doctorat en pharmacie, université Abou bekr b el kaid- Tlemcen-. (5-11-29-40-31) p.

**Web graphie:**

- (1) : [www.anses.fr](http://www.anses.fr): Caractéristiques des eaux utilisées en industrie agroalimentaire. Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail. 2014.1p.
- (2) : Google Maps.



# **Annexes**

## ANNEXE 1 : Normes pour les paramètres physicochimiques de l'eau potable

<b>Paramètre</b>	<b>Norme unité</b>	<b>Niveau guide</b>	<b>Concentration maximale admissible</b>
<b>Température</b>	<b>C°</b>	<b>&lt;25</b>	<b>25</b>
<b>pH</b>		<b>6,5 -8,5</b>	<b>8,5</b>
<b>Conductivité</b>	<b>µs/cm à 20°C</b>		<b>2800</b>
<b>Calcium</b>	<b>mg/l</b>	<b>75</b>	<b>200</b>
<b>Magnésium</b>	<b>mg/l</b>		<b>150</b>
<b>Sodium</b>	<b>mg/l</b>		<b>200</b>
<b>Potassium</b>	<b>mg/l</b>		<b>12</b>
<b>Sulfate</b>	<b>mg/l</b>	<b>200</b>	<b>400</b>
<b>Chlorure</b>	<b>mg/l</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>Ammonium</b>	<b>mg/l</b>	<b>0,05</b>	<b>0,5</b>
<b>Nitrates</b>	<b>mg/l</b>		<b>50</b>
<b>Nitrites</b>	<b>mg/l</b>		<b>0,1</b>
<b>Bicarbonates</b>	<b>mg/l</b>		<b>450</b>