



**Département de Génie de l'Eau**  
**Rapport de soutenance**  
En vue de l'obtention du diplôme  
de Licence professionnelle en :  
**Hydraulique**

**Thème :**

**Contrôle de la qualité physico-chimique des eaux brutes et  
traitées de l'unité de production de Koudiat Acerdoune  
(U.P.K.A), Djabahia –Bouira-**

**Réalisé par :**

BOURAHLA Khaoula

**Encadré par :**

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| - Mme KADI Nadia (Encadreur) | Enseignante vacataire / Institut de technologie  |
| - Mr MOUDIR Moussa (Tuteur)  | Chef de Laboratoire d'U.P.K.A / Unité de U.P.K.A |

**Corrigé par :**

- |                            |                                   |
|----------------------------|-----------------------------------|
| - Mr. YAHIAOUI Abd Elhalim | Maître de Conférences (IT-Bouira) |
| - Mr. HAMMID Hakim         | Maître Assistant (IT-Bouira)      |

# Dédicace

*Je dédie ce Travail*

*A ma chère maman Hadjila pour sa patience, son amour et son soutien*

*A mes sœurs Rachida, Malika et Kahina pour leurs encouragements*

*A mon frère Bouelem*

*A ma chère grand-mère Baya*

*A mon cher grand-père Mohamed*

*A ma tante Razika*

*A tout(e)s mes ami(e)s de l'institut de technologie –Bouira-*

*A toute la famille paternelle et maternelle Bourahla*

*A ceux que j'aime et surtout qui m'aime*

(N)

# Remercîment

*Je remercie Allah tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.*

*Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.*

*Je tiens à remercier vivement Mme KADI Nadia mon encadreur, qui m'a fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail.*

*Je remercie par ailleurs vivement, tous les enseignants, qui m'ont donnés la base de la science.*

*Je tiens à remercier le chef de laboratoire de Koudiat Acerdoune.*

*Nous remercions également le personnel de laboratoires de Koudiat Acerdoune.*

*En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.*

الموارد المائية مهددة في الوقت الحاضر بالتلوث الذي يأتي من التصريفات المنزلية، الصناعية والزراعية دون معالجة مسبقة، وهذا التلوث يتسبب في تدهور جودة المياه. في هذه الدراسة، تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية على مستوى المخبر بمحطة المعالجة كودية أسردون لتقييم جودة المياه الخام الآتية من سد كودية أسردون والمياه المعالجة الخارجة من المحطة. أثبت أن هذه المياه جيدة فيزيائياً لإمداد المواطنين بمياه الشرب وعدم تعرضهم لخطر التلوث بالبكتيريا المسببة للأمراض التي تنقلها المياه.

**الكلمات المفتاحية:** المعلمات الفيزيائية والكيميائية، وحدة الإنتاج كودية أسردون، جودة المياه، المياه الخام، المياه المعالجة.

## Abstract

Water resources are threatened nowadays by pollution that comes from domestic, industrial and agricultural discharges without prior treatment; this pollution causes the degradation of water quality. In this study, the physico-chemical and microbiological analyses carried out at the laboratory of the Koudiat Acerdoune treatment station were carried out for the evaluation of the quality of raw water from the Koudiat Acerdoune dam and the treated water leaving the station. This water proves to be physically good for drinking water supply and that citizens run no risk of contamination by bacteria causing water-borne diseases.

**Key words:** Physico-chemical parameters, Acerdoune Koudiat production unit, Water quality, Raw water, Treated water.

## Résumé

Les ressources en eau sont menacées de nos jours par la pollution qui provient des rejets domestique, industriels et agricoles sans traitement préalable, cette pollution cause la dégradation de la qualité de l'eau. Dans cette étude, les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectués au niveau de laboratoire de la station de traitement de Koudiat Acerdoune ont été réalisées pour l'évaluation de la qualité des eaux brutes de barrage de Koudiat Acerdoune et les eaux traitées qui sort de la station. Cette eau s'avère bonne sur le plan physique pour l'alimentation en eau potable et que les citoyens ne court aucun risque de contamination par les bactéries causant des maladies transmissibles par l'eau.

**Mots clés :** Paramètres physico-chimiques, Unité de production de Koudiat Acerdoune, Qualité de l'eau, Eaux brutes, Eaux traitées.

## **Sommaire :**

**Dédicace**

**Remercîment**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale .....1**

### **Chapitre I : Présentation générale de l'U.P.K.A**

**I.1- Introduction .....2**

**I.2- Généralités sur le système de Koudiat Acerdoune.....2**

**I.3-Organigramme.....3**

**I.4-Situation géographique de barrage Koudiat Acerdoune .....4**

**I.5-Fiche signalétique du barrage.....4**

**I.6.- l'unité de production de Koudiat Acerdoune .....5**

**I.6.1- La capacité de la station .....6**

**I.6.2- Qualité de l'eau d'entrée .....6**

**I.6.3- Qualité de l'eau de sortie .....6**

**I.6.4- Alimentation en eau brute .....6**

**I.6.5- Les ouvrages de la station.....7**

**I.7- Conclusion .....17**

### **Chapitre II : Généralités sur les eaux**

**II.1- Introduction.....18**

**II.2- Définition de l'eau .....18**

**II.3- Importance de l'eau.....18**

**II.3.1- L'eau dans l'organisme humain .....18**

**II.3.2- Eau et alimentation .....18**

**II.4- Ressource des eaux.....19**

**II.4.1- Eaux souterraines.....19**

**II.4.2- Eaux de surface .....19**

**II.4.3- Caractéristiques des eaux de surface.....19**

**II.5- Catégories des eaux douces .....21**

**II.5.1- L'eau potable.....21**

**II.5.2- L'eau de sources.....21**

II.5.3- L'eau minérale naturelle.....	21
II.6- Les paramètres de potabilité de l'eau .....	21
II.6.1- Paramètres organoleptiques .....	21
II.6.2- Paramètres physiques .....	21
II.6.3- Paramètres chimiques.....	23
II.7- Conclusion .....	24

### Chapitre III : Les méthodes d'analyse physico-chimiques

III.1- Introduction .....	25
III.2- Présentation de laboratoire.....	25
III.3- Echantillon et prélèvement .....	26
III.4- Méthodes et analyses.....	26
III.4.1-Détermination du pH.....	26
III.4.2- Détermination de la conductivité .....	27
III.4.3- Mesure de turbidité .....	27
III.4.4- La concentration de Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	28
III.4.5- La concentration de phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) .....	29
III.4.6- La concentration d'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	30
III.4.7- Le dosage d'Aluminium (Al <sup>-3</sup> ).....	31
III.4.8- Détermination des sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....	32
III.4.9- Le dosage de Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	33
III.4.10- Le dosage de Fer (Fe <sup>2+</sup> ) .....	34
III.4.11- Détermination des Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) .....	35
III.4.12- La dureté (TH) ou bien dosage du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA .....	37
III.4.13- La dureté calcique (Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA	
38	
III.4.14- Détermination de l'alcalinité : titre alcalimétrique simple (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) .....	41
III.4.15- Détermination des résidus secs .....	42
III.4.16- Détermination des matières en suspension (MES).....	44
III.4.17-Détermination d'oxydabilité ou la matière organique (MO).....	45

### Chapitre IV : Résultats et interprétations

IV.1- Introduction.....	47
IV.2- Présentation des résultats physico-chimiques .....	47
IV.3- Résultats physico-chimiques .....	47

<b>IV.4- Interprétation des résultats.....</b>	<b><u>50</u></b>
<b>IV.4.1- Le pH.....</b>	<b><u>50</u></b>
<b>IV.4.2- La conductivité.....</b>	<b><u>50</u></b>
<b>IV.4.3- La température .....</b>	<b><u>51</u></b>
<b>IV.4.4- La turbidité .....</b>	<b><u>51</u></b>
<b>IV.4.5- Titre alcalimétrique simple (TA) et complet (TAC) .....</b>	<b><u>52</u></b>
<b>IV.4.6- Matière organique .....</b>	<b><u>52</u></b>
<b>IV.4.7- Ammonium, Nitrate et nitrites .....</b>	<b><u>53</u></b>
<b>IV.4.8- Sulfates .....</b>	<b><u>54</u></b>
<b>IV.5- Conclusion .....</b>	<b><u>54</u></b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b><u>55</u></b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b><u>56</u></b>

#### **Annexe**

<b>Annexe 01 : Norme de potabilité de l'eau .....</b>	<b><u>57</u></b>
<b>Annexe 02.....</b>	<b><u>58</u></b>
<b>Annexe 03.....</b>	<b><u>58</u></b>

## Liste des figures :

N° de page	Figures
3	<b>Figure N°01</b> : Organigramme de l'unité de production de Koudiat Acerdoune
4	<b>Figure N°02</b> : Image satellitaire de barrage de Koudiat Acerdoune (1)
5	<b>Figure N°03</b> : Image satellitaire de barrage de Koudiat Acerdoune (2)
5	<b>Figure N°04</b> : Plan masse de l'unité de production de Koudiat Acerdoune
5	<b>Figure N°05</b> : Image satellitaire prise par Google Earth, montent l'unité d'étude
7	<b>Figure N°06</b> : Schéma représentatif de l'U.P.K.A (Ouvrage d'entrée)
8	<b>Figure N°07</b> : Robinet à disque auto-centreur
9	<b>Figure N°08</b> : Cascade d'aération
9	<b>Figure N°09</b> : Localisation des points d'injection
10	<b>Figure N°10</b> : Schéma représentatif de l'U.P.K.A (Décanteur DENSADEG)
10	<b>Figure N°11</b> : Principe de la clarification par DENSADEG
13	<b>Figure N°12</b> : Schéma représentatif de l'U.P.K.A (Filtre AQUAZUR-V)
14	<b>Figure N°13</b> : Vue de filtre AQUAZUR-V double cellule
15	<b>Figure N°14</b> : AQUAZUR-V_ Dalle simple cellule en filtration et en lavage
15	<b>Figure N°15</b> : Fonctionnement des buseleures lors de la phase de lavage air + eau
15	<b>Figure N°16</b> : Les filtres en état de lavage
16	<b>Figure N°17</b> : Schéma représentatif de l'U.P.K.A (Réservoir d'eau traitée)
17	<b>Figure N°18</b> : Les points d'injection de chlore au niveau de réservoir
25	<b>Figure N°19</b> : Les analyses physico-chimiques effectuer à l'U.P.K.A
26	<b>Figure N°20</b> : pH-mètre
27	<b>Figure N°21</b> : Conductimètre
28	<b>Figure N°22</b> : Turbidimètre
29	<b>Figure N°23</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{NO}_2^-$ )
30	<b>Figure N°24</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{PO}_4^{3-}$ )
31	<b>Figure N°25</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{NH}_4^+$ )
32	<b>Figure N°26</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{Al}^{+3}$ )
33	<b>Figure N°27</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{SO}_4^{2-}$ )
34	<b>Figure N°28</b> : Plaque chauffante
34	<b>Figure N°29</b> : Spectrophotomètre
35	<b>Figure N°30</b> : Les essais de la méthode (détermination de $\text{Fe}^{2+}$ )
36	<b>Figure N°31</b> : La couleur de la solution avant le titrage ( $\text{Cl}^-$ )
36	<b>Figure N°32</b> : La couleur de la solution après le titrage ( $\text{Cl}^-$ )



<b>37</b>	<b>Figure N°33</b> : La couleur de la solution avant le titrage ( $TH_{totale}$ )
<b>38</b>	<b>Figure N°34</b> : La couleur de la solution Après le titrage ( $TH_{totale}$ )
<b>39</b>	<b>Figure N°35</b> : La couleur de la solution avant le titrage ( $TH_{calcique}$ )
<b>39</b>	<b>Figure N°36</b> : La couleur de la solution Après le titrage ( $TH_{calcique}$ )
<b>43</b>	<b>Figure N°37</b> : Etuve
<b>44</b>	<b>Figure N°38</b> : Un dessiccateur
<b>50</b>	<b>Figure N°39</b> : Variation de pH des eaux brutes et traitées
<b>50</b>	<b>Figure N°40</b> : Variation de la conductivité des eaux brutes et traitées
<b>51</b>	<b>Figure N°41</b> : Variation de la température des eaux brutes et traitées
<b>51</b>	<b>Figure N°42</b> : Variation de la turbidité des eaux brutes et traitées
<b>52</b>	<b>Figure N°43</b> : Variation de TAC des eaux brutes et traitées
<b>52</b>	<b>Figure N°44</b> : Variation de MO des eaux brutes et traitées
<b>53</b>	<b>Figure N°45</b> : Variation d'Ammonium des eaux brutes et traitées
<b>53</b>	<b>Figure N°46</b> : Variation de Nitrites des eaux brutes et traitées
<b>54</b>	<b>Figure N°47</b> : Variation de Sulfate des eaux brutes et traitées

## Liste des tableaux

<b>N°de page</b>	<b>tableaux</b>
<b>4</b>	<b>Tableau N°01</b> : Caractéristiques de barrage de Koudiat Acerdoune
<b>6</b>	<b>Tableau N°02</b> : Valeurs maximales et minimales des paramètres physico-chimiques de l'eau brute
<b>19</b>	<b>Tableau N°03</b> : Caractéristiques des eaux de surfaces
<b>22</b>	<b>Tableau N°04</b> : Classification des eaux selon la conductivité (RODIER-2005)
<b>22</b>	<b>Tableau N°05</b> : La potabilité en fonction des résidus secs
<b>23</b>	<b>Tableau N°06</b> : Classification de l'eau selon la dureté totale (BERNE et CORDONNIER, 1991)
<b>48</b>	<b>Tableau N°07</b> : Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau traitée d'U.P.K.A
<b>49</b>	<b>Tableau N°08</b> : Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau brute d'U.P.K.A
<b>57</b>	<b>Tableau N°09</b> : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable.
<b>57</b>	<b>Tableau N°10</b> : Norme des paramètres physico -chimiques d'une eau potable.
<b>58</b>	<b>Tableau N°11</b> : Norme des paramètres de pollution d'une eau potable.
<b>58</b>	<b>Tableau N°12</b> : Normes des substances toxiques d'une eau potable.
<b>58</b>	<b>Tableau N°13</b> : Normes des substances indésirables d'une eau potable.
<b>58</b>	<b>Tableau N°14</b> : Relation entre la dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO <sub>3</sub> .
<b>58</b>	<b>Tableau N°12</b> : Classes turbidité usuelles (NTU : néphélomtric turbidity unity)

## Liste des abréviations

MES : Matière En Suspension  
NTU : unité de turbidité Néphélométrie.  
pH : Potentiel hydrogène  
TA : Titre alcalimétrique  
TAC : Titre alcalimétrique complet  
°f : Degré français  
Ca<sup>2+</sup>: Calcium  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Bicarbonate.  
K<sup>+</sup>: Potassium  
MO: Matière organique  
NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium  
NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrite  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrate  
PO<sub>3</sub><sup>-4</sup> : Phosphate  
Al<sup>+3</sup> : Aluminium  
SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> : Sulfate  
µs/cm : Micro Siemens par centimètre  
TH : Titre hydrométrique  
HCL : Acide chlorhydrique  
EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique  
NaOH : Hydroxyde de sodium  
U.P.K.A : Unité de Production de Koudiat Acerdoune  
°C : Degré Celsius  
mg/l : Milligramme par litre  
RS : Résidu sec  
% : Pour cent  
UV-VIS : Ultra-violet visible  
CaCO<sub>3</sub> : Carbonate de calcium  
OMS : Organisation Mondiale de la santé  
Dosimant : un distributeur automatique  
HNO<sub>3</sub> : Acide Nitrique

## Introduction générale

Mon stage de fin d'études s'inscrit dans le cadre de la préparation du Diplôme : licence professionnelle en Génie de l'eau. Ce travail de recherche s'est déroulé au sein de l'unité de production Koudiat Acerdoune, Djabahia, wilaya de Bouira.

Le choix de cet établissement est motivé par trois raisons essentielles :

- L'ambition de s'initier aux activités pratiques et explorer le domaine professionnel sur la base des connaissances théoriques et des compétences acquises pendant les trois ans de la formation.
- L'Amélioration de notre savoir faire.
- L'acquisition de nouvelles compétences.

Le concept de « potabilité » varie à travers le monde, fruit d'un contexte historique, scientifique et culturel local. Il détermine la question de l'accès à l'eau, puisqu'une eau de bonne qualité est essentielle au développement économique et humain.

Le manque d'hygiène et la mauvaise qualité surtout bactériologique des eaux sont responsables de l'apparition et la propagation de maladies hydriques. Donc une eau est dite potable quand elle répond à un certain nombre des caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine.

Le présent travail consiste à étudier l'évolution des différents paramètres physico-chimiques des eaux brutes et traitées dans l'unité de production de Koudiat Acerdoune. Pour élaborer cette étude nous avons divisée notre travail en quatre parties :

- Dans la première partie, on commencera par une présentation générale de (U.P.K.A), la méthodologie des différentes étapes de traitement dans (U.P.K.A).
- Dans la deuxième partie, traite des généralités sur les eaux.
- Dans la troisième partie on expliquera les méthodes d'analyse physico-chimiques des eaux dans (U.P.K.A).
- La quatrième partie concernant les résultats et interprétations des paramètres physico-chimiques.
- Conclusion

**I.1- Introduction :**

Dans le but d'étudier la procédure de traitement des eaux de surface et les méthodes appliquées dans les stations adéquates, un stage de terrain a été effectué au niveau de la station de traitement de Koudiat Acerdoune. Cette station traite les eaux brutes en provenance de barrage de Koudiat Acerdoune. L'eau ainsi traitée est ensuite pompée vers les citoyens.

**I.2- Généralités sur le système de Koudiat Acerdoune :**

La mise en service officielle d'un système d'alimentation en eau du barrage de Koudiat Acerdoune, a eu lieu le 16 janvier 2014.

Des volumes d'eau distribuée par an :

- 26 millions de m<sup>3</sup> / an vers Bouira et Tizi Ouzou.
- 52 millions de m<sup>3</sup> / an vers Médéa.
- 21 millions de m<sup>3</sup> / an vers Msila.

En tout se sont quelque 101 millions de m<sup>3</sup> qui seront transférés vers ces wilayas par an. Ainsi qu'un renforcement de l'irrigation de périmètre de Mitidja Est (Hamiz) sur une superficie de 18000 hectares et l'irrigation du futur périmètre de moyen Isser sur 1000 hectares, soit au totale 19000 hectares.

Ce barrage d'un volume de mobilisation de plus de 680 millions de m<sup>3</sup>.

Le système hydraulique Koudiat Acerdoune en chiffres :

- 1.5 millions d'habitants.
- 19000 ha à irrigation (Mitidja Est et Isser).
- 1 barrage d'une capacité de 640 millions de m<sup>3</sup>.
- 1 station de traitement d'une capacité de 346000 m<sup>3</sup>/j.
- 390 km linéaire de conduites des différents diamètres.
- 13 stations de pompage.
- 18 réservoirs.

I.3-Organigramme :

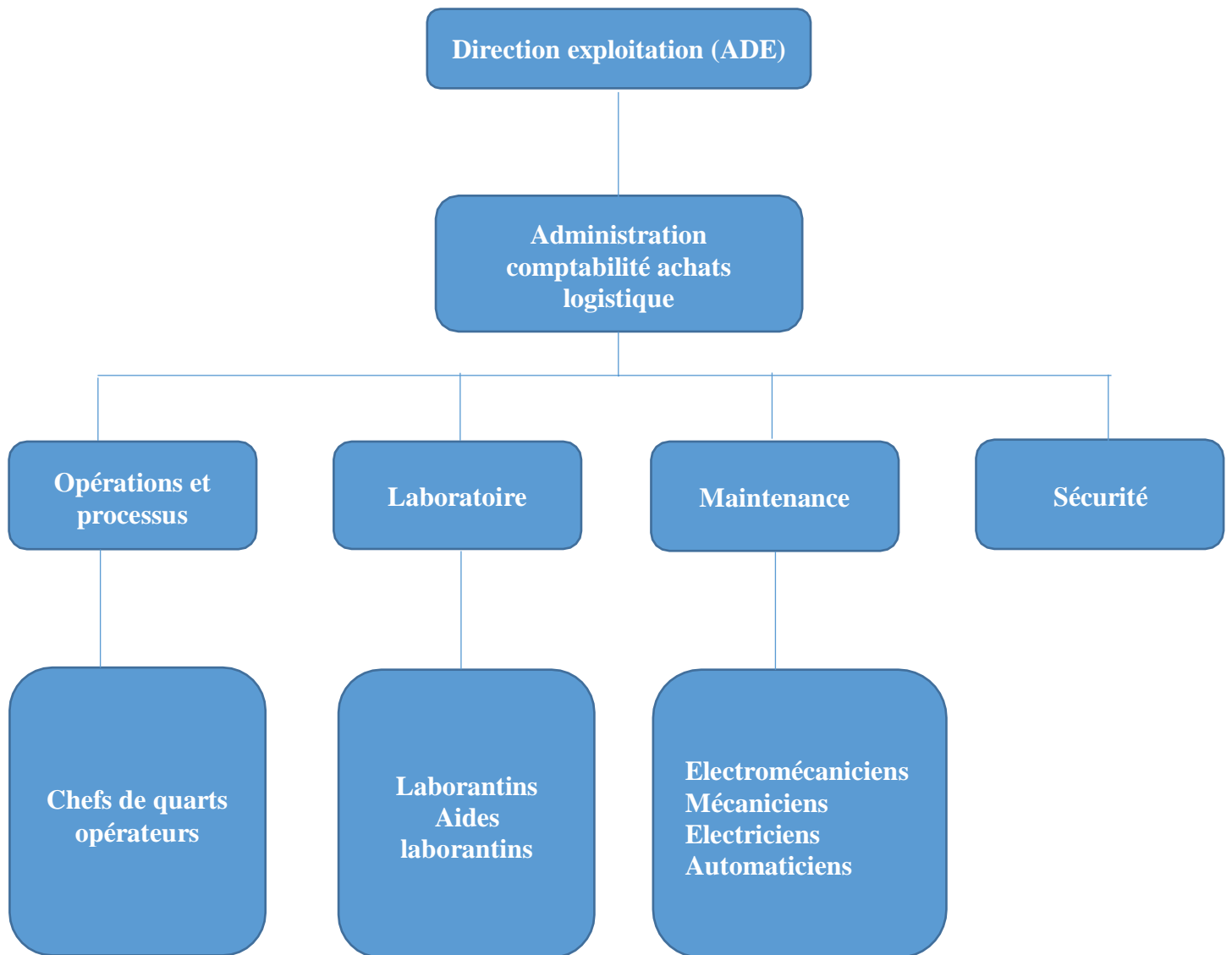


Figure N°01 : Organigramme de l'unité de production de Koudiat Acerdoune.

**I.4-Situation géographique de barrage Koudiat Acerdoune :**

Le barrage de Koudiat Acerdoune est un barrage de type poids, sur l'Oued Isser au niveau de la commune de Maala, dans la wilaya de Bouira. Il fut construit entre 2002 et 2008, d'une hauteur de 121 m, il est le deuxième plus grand barrage en Algérie après celui de Beni Haroun, avec une capacité de 640 millions m<sup>3</sup>.



**Figure N°02 :** Image satellitaire de barrage de Koudiat Acerdoune(1).

**I.5-Fiche signalétique du barrage :**

La fiche signalétique concernant les caractéristiques du barrage est présentée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°01 :** Caractéristiques de barrage de Koudiat Acerdoune.

<b>Annexe de mise en service</b>	<b>2009</b>
<b>Date de début des travaux</b>	2002
<b>Date de fin des travaux</b>	2008
<b>Coût</b>	280 millions d'euro
<b>Cours d'eau</b>	Oued Isser
<b>Vocation</b>	Eau potable et irrigation
<b>Type</b>	Barrage poids
<b>Hauteur (lit de rivière)</b>	121 m
<b>Longueur en</b>	425 m
<b>Epaisseur de crête</b>	8 m
<b>Epaisseur de la base</b>	102 m
<b>Volume du barrage</b>	640 millions de m <sup>3</sup>





Figure N°03 : Image satellitaire de barrage de Koudiat Acerdoune (2).

**I.6- l'unité de production de Koudiat Acerdoune :**



Figure N°04 : Plan de masse de l'unité de production Koudiat Acerdoune.



Figure N°05 : Image satellitaire, prise par Google Earth, montrant l'unité d'étude.



**I.6.1- La capacité de la station :**

La production nominale de la station de traitement de Koudiat Acerdoune est de 332 160 m<sup>3</sup>/j (4610 l/s), basée sur un approvisionnement en eau brute de 346 000 m<sup>3</sup>/j

**I.6.2- Qualité de l'eau d'entrée :**

L'eau brute provient d'Oued Isser s'accumule dans le barrage de Koudiat Acerdoune, par la suite il est transporté sous l'effet de la gravité à la station de traitement. Une fois analysé et traité, l'eau est pompée aux habitants via de puissants moteurs.

Le tableau ci-dessous montre les paramètres physico-chimiques nécessaires ainsi que toutes les analyses et traitements effectués sur l'eau brute :

**Tableau N°02 : Valeurs maximales et minimales des paramètres physico-chimiques de l'eau brute.**

Paramètres	Unité	Minimum	Maximum
<b>Ph</b>		7,74	8,13
<b>Absorbance UV</b>	DO/ 10cm	0,044	0,72
<b>Couleur apparente</b>	U Haz	40	70
<b>Conductivité</b>	Ms/cm	750	1500
<b>Turbidité</b>	NTU	2	20
<b>TAC</b>	F°	22,8	23,2
<b>MES</b>	Mg/l	-	5000
<b>Algues</b>	i/l	-	5000 000
<b>Ammoniac</b>	Mg/l HH4	-	0,5
<b>Sulfate</b>	Mg/l	300	500
<b>DCO</b>	Mg/l	30	70
<b>DBO</b>	Mg/l	4	7
<b>Matières organiques</b>	Mg/l	7	11

**I.6.3- Qualité de l'eau de sortie :**

La station de traitement est conçue pour pouvoir assurer une alimentation fiable et continue en eau potable, exempte d'organismes pathogènes. Lorsqu'elle fonctionne conformément aux recommandations de Degré mont, et dans la mesure où elle est exploitée conformément aux notices d'exploitation et à condition que les réactifs de coagulation – floculation - adsorption (sulfate d'aluminium, polymère, acide sulfurique, charbon actif en poudre) soient dosés suivant l'optimum déterminé par l'essai jar-test, la station garanti une qualité d'eau finale traitée conforme aux recommandations de l'OMS 3ème édition 2004.

**I.6.4- Alimentation en eau brute :**

La station de traitement Koudiat Acerdoune est alimentée par deux (2) conduites gravitaires DN1800 (Diamètre Normalisé) d'une longueur d'environ 17 km. Seule une canalisation passant le débit de 8650 m<sup>3</sup>/h sera utilisée pour amener l'eau brute à la station de traitement. Donc, le

groupement effectuera un raccordement sur une seule conduite. La second DN1400 sera en attente de réalisation des travaux de doublement de station.

L'eau sera prélevée dans le barrage de Koudiat Acerdoune à différentes hauteurs, ceci permettant de faire varier différents paramètres de l'eau comme la couleur pouvant se développer à cause du développement du plancton en période chaude, le pH qui peut s'abaisser si l'eau est prise en profondeur et les MES qui peuvent varier en fonction de la profondeur.

### I.6.5- Les ouvrages de la station :

La station de traitement de Koudiat Acerdoune comprend deux filières identiques, chacune est conçue des ouvrages suivants :

- Ouvrages d'entrée.
- Clarificateurs (4 unités).
- Filtres (8 unités).
- Cuve de contact (1 unité).
- Réservoirs d'eau traitée (2 unités).
- Systèmes de préparation et d'injection des produits chimiques (permanganate de potassium, chlore gazeux, acide sulfurique, sulfate d'aluminium, charbon actif en poudre, soude et poly-électrolyte).
- Bâtiments administratifs, laboratoires et la salle de contrôle.
- Bâtiments des réactifs (2 unités).
- Bâtiment électrique.
- Atelier et magasin.
- Logements du personnel.
- Poste de garde.

#### a. L'ouvrage d'entrée :

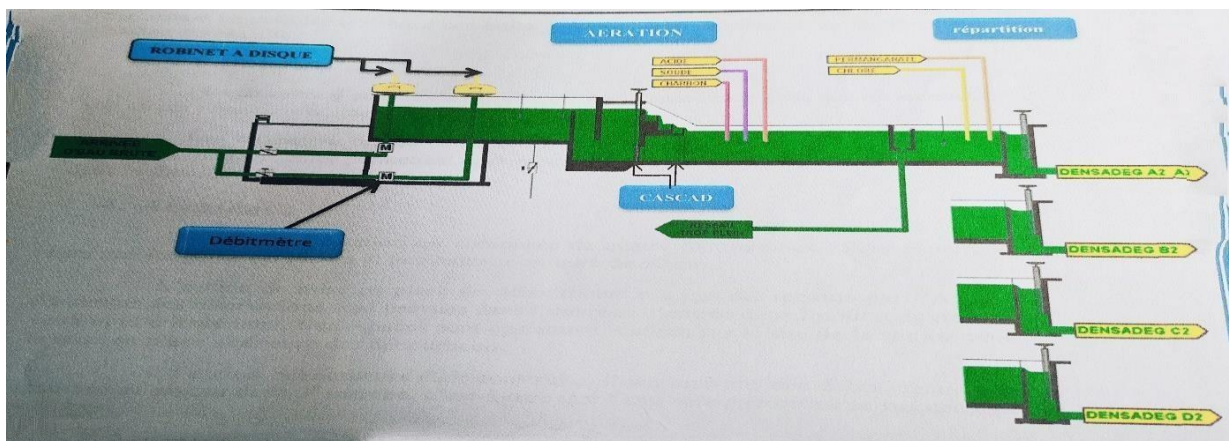


Figure N°06 : Schéma représentatif d'U.P.K.A (Ouvrage d'entrée).

### 1. Chambre des débitmètres :

A l'amont de l'ouvrage d'entrée, une chambre de débitmètre est installée permettant d'effectuer la régulation du dosage des réactifs.

### 2. Chambre d'arrivée :

La chambre d'arrivée est équipée de deux (2) robinets à disque auto-centreur, soit un par tuyauterie d'amenée d'eau brute.

Les robinets à disque auto-centreur permettent de briser la charge de l'eau arrivant du barrage. Elles permettent également de contrôler le débit d'eau brute entrant dans la station.



Figure N°07 : Robinet à disque auto-centreur.

### 3. Aération :

La cascade d'aération est composée de quatre (4) marches. Chaque marche aura une longueur de 26.3 m et une hauteur unitaire de 50 cm.

L'option de mise en place de débourbeurs n'a pas été retenue par l'ANBT. Toutefois des réservations sont prévues dans l'ouvrage d'entrée dans l'option de réaliser ceux-ci ultérieurement. Des espaces sont également réalisés sur le site de la station pour la mise en place ultérieure des débourbeurs.

Si l'option débourbeurs était construite, l'eau arrivant des débourbeurs sera restituée au niveau de la 3<sup>ème</sup> marche, c'est-à-dire que l'eau sera encore aérée sur deux (2) marches.

L'injection d'acide sulfurique, de soude, de chlore, de permanganate de potassium et de charbon actif en poudre s'effectue à l'aval des cascades d'aération à l'entrée du canal de liaison avec l'ouvrage de répartition.



**Figure N°08 : Cascade d'aération.**

#### 4. Chambre de répartition :

Le contrôle de la répartition de débit vers les clarificateurs.

#### 5. Principe générale de fonctionnement :

Les réactifs remplissent les fonctions suivantes :

- Permanganate de potassium : limiter la présence de manganèse et contrôle la charge biologique.
- Charbon actif en poudre : contrôle du goût et des odeurs.
- Acide sulfurique : ajustement du PH pour optimiser la coagulation.
- Soude : ajustement du PH
- Chlore : pré-chloration.



**Figure N°09 : Localisation des points d'injection.**

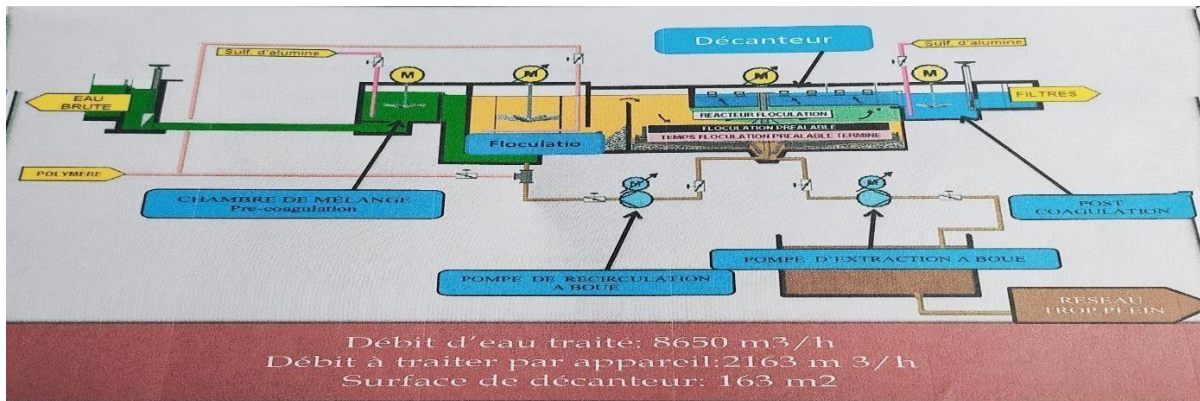
#### 6. Equipement et instrumentation impliqués :

- Robinet à disque auto-centreur.
- Cascade d'aération.
- Analyseur de conductivité (Mesure de la conductivité de l'eau brute).
- PH-mètre (Mesure du pH de l'eau brute pour contrôle de l'injection de soude et d'acide sulfurique).



- Analyseur de turbidité (Mesure de la turbidité de l'eau brute) ;

**b. Décantation :**

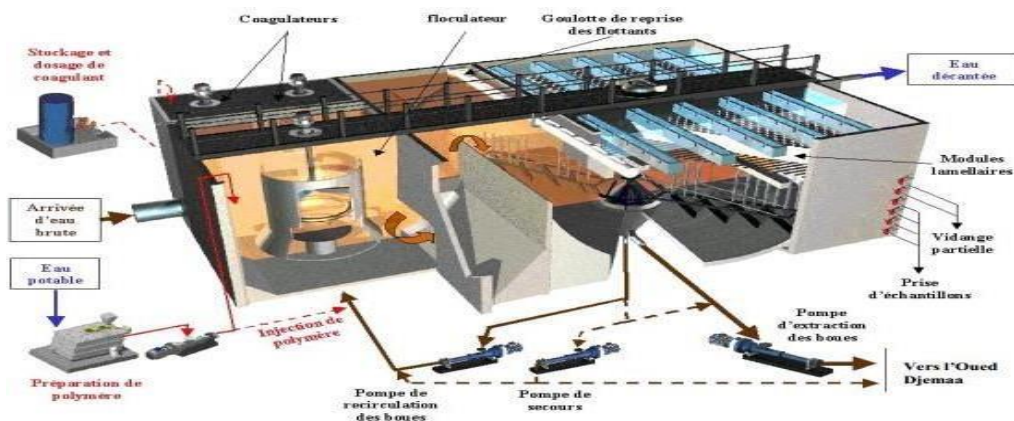


**Figure N°10 :** Schéma représentatif d'U.P.K.A (Décanteur DENSADEG).

**1. Principe du traitement :**

Le DENSADEG est un appareil de décantation accélérée qui rassemble dans une unité compacte les fonctions suivantes :

- Coagulation : l'adjonction d'un sel métallique assure la coagulation des particules colloïdales et contribue par la formation d'un floc d'hydroxyde à l'adsorption d'une partie importante des matières organiques
- Floculation : l'action du polymère est améliorée par le maintien d'une concentration élevée dans le réacteur qui facilite les rencontres entre particules et contribue à leur agrégation rapide. Ces conditions facilitent leur séparation ultérieure lors de la phase de décantation.
- Décantation : l'emploi de modules lamellaires de faible rayon hydraulique permet des vitesses de passages élevés et par conséquent la réduction de l'emprise au sol de l'ouvrage.
- Densification (épaississement) des boues : l'utilisation d'un racleur équipé d'une herse participe à la concentration et à la reprise des boues par pompage vers la recirculation et l'extraction.



**Figure N°11 :** Principe de la clarification par DENSADEG.

### 2. Coagulation :

La coagulation est l'étape de déstabilisation des particules colloïdales de charge électrochimique négative par addition du coagulant électropositif. Cette opération a lieu dans une chambre de mélange équipée d'un agitateur à vitesse rapide. L'injection de sulfate d'aluminium est effectuée automatiquement, en fonction du débit mesuré en amont du traitement, par une pompe doseuse munie d'un variateur de fréquence. Le volume unitaire de chaque cuve de mélange est de 70 m<sup>3</sup>. Ce volume correspond à un temps de rétention de 120 secondes environ à débit d'eau brute maximale de 8 650 m<sup>3</sup>/h.

### 3. Flocculation :

L'eau préalablement coagulée est admise à la base d'un réacteur agité et le floculant est injecté sous la turbine pour un meilleur mélange.

Le réacteur est constitué de deux chambres en série :

- Une chambre de flocculation rapide équipée d'un agitateur à hélice qui assure un brassage homogène du réacteur par l'apport de l'énergie nécessaire. On réalise ainsi le mélange parfait du polymère injecté à ce niveau.
- Une chambre de flocculation lente en réacteur piston. Cette zone permet d'obtenir des flocs de taille importante, denses et présentant une grande homogénéité. La flocculation permet l'agglomération des particules colloïdales, déchargées de leur potentiel de répulsion électrochimique, en micro-flocs puis en flocons volumineux et décantables. Ainsi cette densification du floc permet d'aborder la zone de décantation avec des vitesses élevées.

### 4. Décantation :

Les eaux flocculées pénètrent dans le décanteur par une large zone d'alimentation qui évite de briser le floc et de créer des remous assurant ainsi dans cette zone, la décantation de la majeure partie des matières en suspension. Ensuite les modules lamellaires, situés au-dessus de la zone précédente, éliminent le floc résiduel. A l'intérieur du module lamellaire, l'eau circule à contre-courant du flux des boues qui s'écoulent gravitairement vers la zone de décantation. Cette étape repose sur le principe de la filtration en lit fluidisé optimisant les performances de la clarification de l'eau par la capture des fines particules dans le floc grossissant. Dans le DENSADEG, la superposition de la zone de pré-décantation et de la zone de décantation lamellaire assure une utilisation totale de la surface lamellaire sans "zone morte". La partie inférieure cylindro-conique, dite de densification, est équipée d'une herse et d'un racleur de fond assurant un épaissement intégré des boues. Une partie des boues concentrées dans le pré-décanteur-épaisseur est recyclée au niveau de l'amenée de l'eau à traiter dans le réacteur de flocculation. Les contacts entre particules sont d'autant plus fréquents que

leur concentration dans l'eau est grande. C'est le principe de base des décanteurs à lit de boues dont fait partie le DENSADEG, dans lesquels le principe du recyclage conduit à une importante densification du floc. Ainsi en sortie du réacteur de floculation on obtient des floccs de grande taille et particulièrement homogènes

L'aptitude à la décantation du floc ainsi formé est considérablement accrue.

**5. Vidange de DENSADEG :**

Chaque clarificateur est muni de dispositifs de vidanges complètes de l'eau et des boues des zones de floculation et de décantation.

**6. Soutirage et recirculation des boues :**

L'extraction et la recirculation de boues sont réalisées au moyen de pompes. Chaque ouvrage est muni d'un système indépendant de commande d'extraction et de recirculation de boue. Le système permet de régler manuellement les débits d'extraction et de recirculation. Les conduites à boues sont munies de raccords de nettoyage aux endroits appropriés. Des dispositifs sont prévus pour le nettoyage à l'eau de toutes les conduites à boues. Les boues extraites sont évacuées dans le réseau général de décharge à l'oued Djemaa.

**7. Mélangeur rapide (post coagulation) :**

A la sortie de chaque DENSADEG, l'eau décantée passe au travers d'un mélangeur rapide. Le temps de rétention de l'eau dans la cuve de 16 m<sup>3</sup> est de 30 secondes environ au débit maximum. On injectera dans ce mélangeur du sulfate d'alumine. Le but de cette injection est de neutraliser le polymère résiduel de l'eau ce qui permet de ne pas diminuer la durée de cycle de production des filtres situées en aval

. Chaque mélangeur sera équipé d'un agitateur permettant un mélange homogène du sulfate d'alumine. Le DENSADEG fonctionne de manière entièrement automatisée mais son bon fonctionnement dépend du respect des paramètres suivants : flux hydrauliques et massiques de l'eau à traiter, dosages respectifs des réactifs mis en œuvre, recirculation des boues et quantité de boue dans le système.

**8. Capacité hydraulique :**

Les caractéristiques de décanteur DENSADEG sont les suivantes :

- . Nombre de décanteur ..... 4.
- . Débit à traiter par appareil..... 2 163 m<sup>3</sup>/h.
- . Surface unitaire de décantation ..... 169 m<sup>2</sup>.
- . Surface équivalente spécifique des lamelles 8,4 m<sup>2</sup>.

## 9. Caractéristiques de l'eau

Si les décanteurs sont utilisés conformément aux recommandations avec un débit entrant de 2 883 m<sup>3</sup>/h maximum, ils fourniront une eau répondant à titre constant aux valeurs ci-après :

- . Turbidité : 7 NTU au plus.
- . Solides en suspension : 27.7 mg/l au plus.

### c. Filtration :

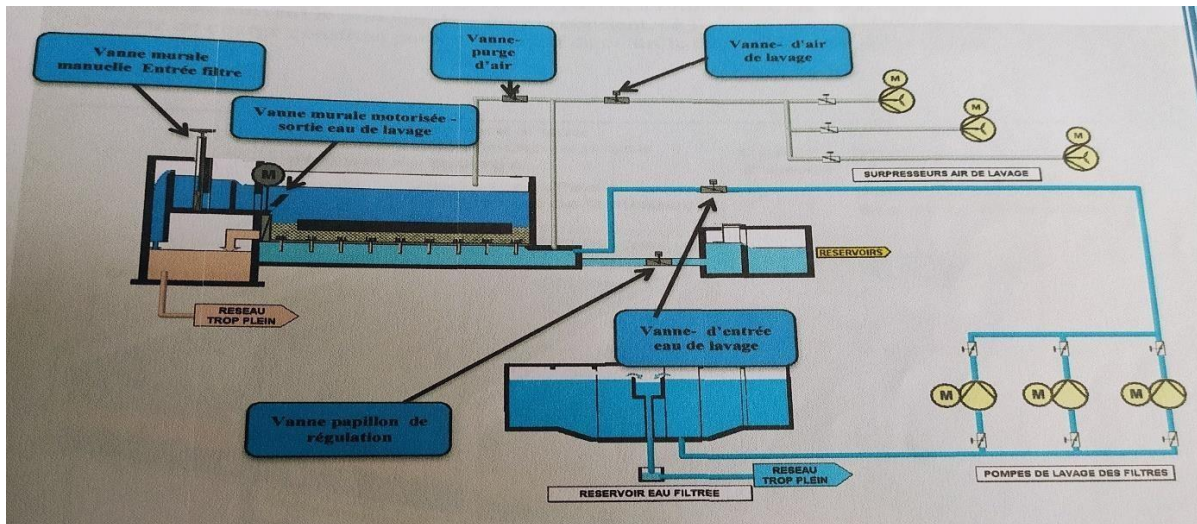
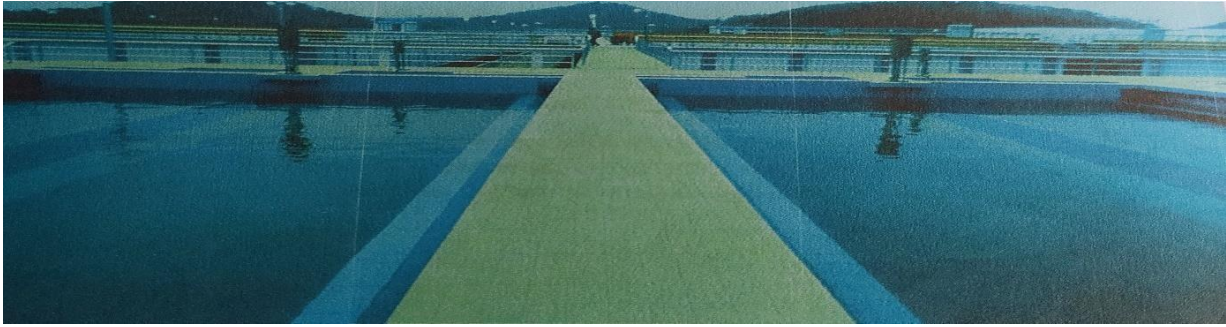


Figure N°12 : Schéma représentatif d'U.P.K.A (Filtre AQUAZUR V).

#### 1. Principes généraux de fonctionnement :

L'eau clarifiée est filtrée sur une batterie de 16 filtres à grande hauteur d'eau, comprenant une couche de sable de granulométrie homogène et dont le lavage se fait à l'air et à l'eau en simultané. Les filtres sont du type gravitaire ouvert, à filtration rapide de haut en bas fonctionnant suivant le principe de « niveau constant » à l'aide d'un système de mesure de perte de charge constitué par un dispositif de contrôle de débit à la sortie de chaque filtre. Pour chaque filière, l'eau venant des décanteurs est répartie entre les 16 filtres, où elle est filtrée gravitairement. L'eau à filtrer passe à travers un lit filtrant constitué de sable, dont la hauteur de couche est importante (1.5m), et dépend du type de filtre. Les matières en suspension sont retenues dans les espaces inter-granulaires, sur la plus grande partie de la hauteur de couche. L'eau filtrée est collectée dans un canal et dirigée vers les cuves de contact de chlore. La rétention des matières solides contenues dans l'eau provoque une obstruction progressive des interstices existant entre les éléments constitutifs de la matière filtrante. Ce phénomène est désigné sous le nom de "colmatage du filtre". La qualité et le débit d'eau passant à travers un filtre excessivement colmaté se dégradent (« Crevaison » du filtre).





**Figure N°13 :** Vue de filtre AQUAZUR V double cellule.

## **2. Opération de filtre :**

Il s'agit de filtre à sable de granulométrie homogène, fonctionnant par gravité, lavables simultanément à l'air et à l'eau. Ils peuvent fonctionner dans un domaine de vitesses de filtration de 7 à 20 m/h. Le lavage est accompagné d'un balayage en surface à l'eau décantée, suivi d'un rinçage à l'eau, sans mise en expansion du lit filtrant. Ce balayage permet d'évacuer plus rapidement les impuretés à l'égout, ce qui réduit la durée du lavage.

## **3. Fonctionnement de filtration :**

En filtration, l'eau est admise dans le filtre depuis le canal d'eau décantée. Un déversoir dénoyé permet l'équipartition des débits entre les filtres en service. Ensuite l'eau est filtrée gravitairement à travers un matériau filtrant (sable). L'eau filtrée est ensuite collectée par des buseleures traversant la dalle planchée qui supporte les matériaux filtrants. Des vannes de régulation augmentent ou diminuent le débit de manière à garder un niveau d'eau stable au-dessus du filtre, quel que soit le niveau de colmatage. L'eau est ensuite dirigée vers le canal d'eau filtrée.

## **4. Fonctionnement de lavage :**

La perte de charge au travers du filtre est mesurée en permanence et indique le niveau de colmatage du filtre. Lorsque le filtre est colmaté, une demande de lavage automatique est générée. Elle consiste principalement en l'injection d'air et d'eau au travers du filtre, à contre-courant. L'eau permet d'entraîner les particules capturées par le sable. L'air permet de fluidiser et de brasser la couche de sable. Un matelas d'air est formé sous le plancher de manière à distribuer uniformément l'air sur toutes les buseleures. L'eau de lavage est fournie par des pompes dédiées à partir du réservoir d'eau filtrée, et l'air de lavage par des compresseurs. Les pompes et compresseurs sont situés dans le bâtiment d'exploitation des filtres.

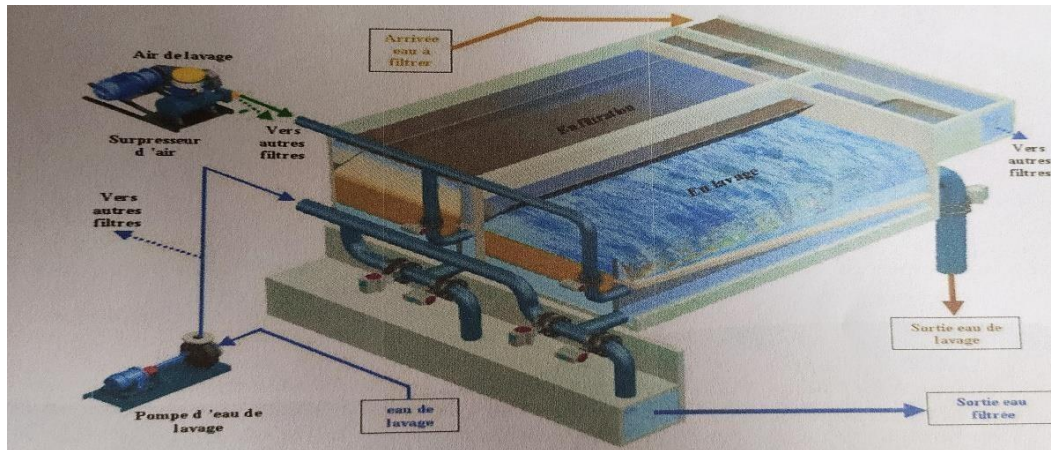


Figure N°14 : AQUAZUR V\_ Dalle simple cellule en filtration et en lavage.

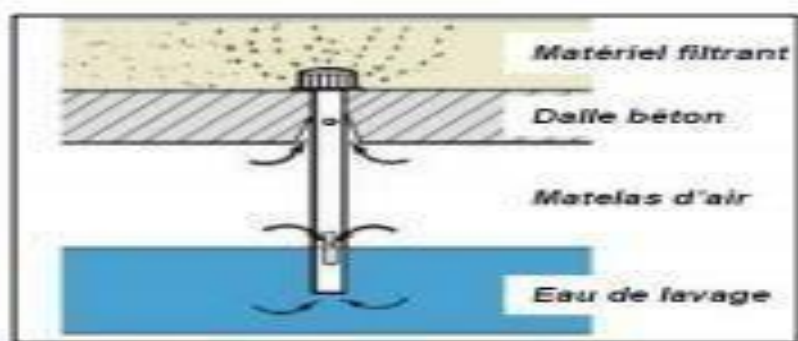


Figure N°15 : Fonctionnement des buselures lors de la phase de lavage air + eau

## 5. Cycle de lavage

- Vidange partielle du filtre : la durée de cette étape est 8 min.
- Formation matelas d'air : la durée de cette étape est 2 min.

Lavage air + eau : la durée de cette étape est 8 min.

- Purge d'air : la durée de cette étape est 70 / sec.
- Rinçage : la durée de cette étape est 4 min

Repos avant filtration : la durée de cette étape est 3 min .

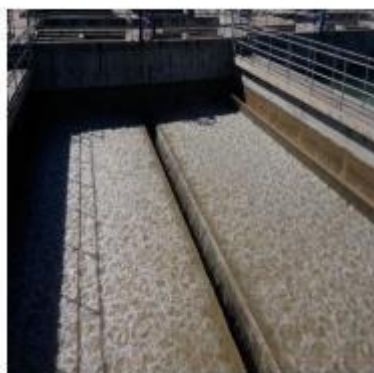


Figure N°16 : Les filtres en état de lavage

6. Dimensionnement :

Les principales caractéristiques sont les suivantes pour une file de traitement, l'autre étant identique

Débit d'eau à traiter .....	8477 m <sup>3</sup> / h
Nombre de filtres.....	8
Nombre de cellules.....	2
Largeur.....	2×10 m
Longueur.....	16.3 m
Débit unitaire par filtre.....	1059,6 m <sup>3</sup> /h
Vitesse de filtration normale .....	6,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h
Epaisseur de la couche de sable.....	1.5 m
Débit d'air de lavage.....	8965 m <sup>3</sup> /h
Débit d'eau de lavage.....	2445 m <sup>3</sup> /h

7. Les caractéristiques de l'eau :

L'eau entrante est de l'eau décantée. La qualité d'eau prévue en sortie des décanteurs DENSADEG est de 27.7 mg/l de solides en suspension. La qualité d'eau en sortie des filtres devra contenir 0.50 mg/l en matières en suspension au maximum

d. Réservoir d'eau traitée :

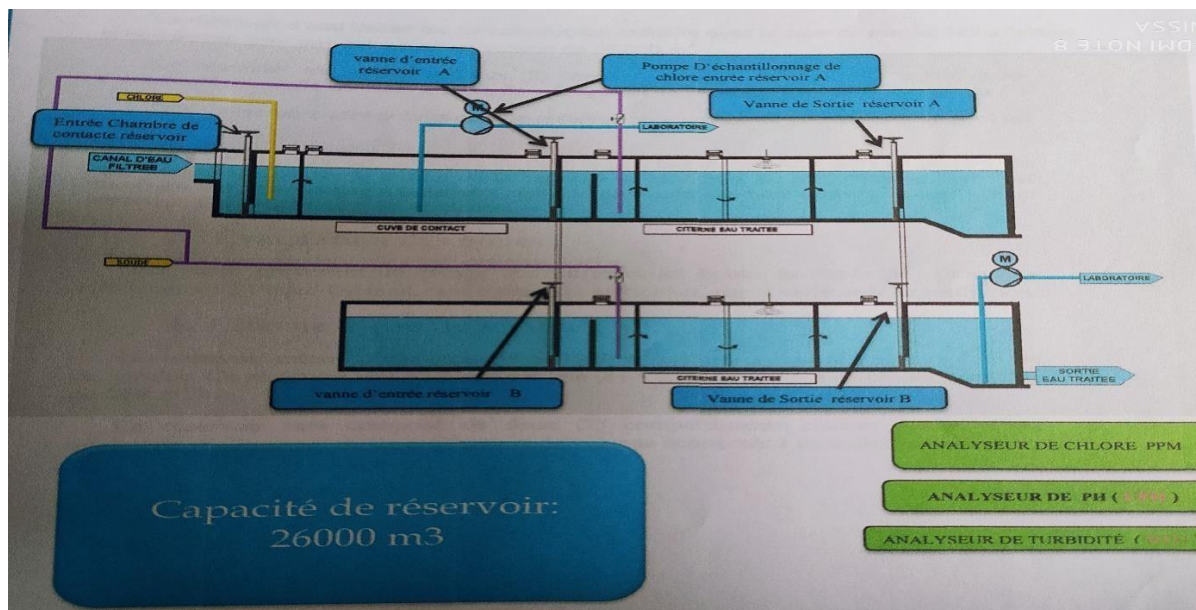


Figure N°17 : Schéma représentatif d'U.P.K.A (réservoir d'eau traité)

Chaque filière de traitement termine par une chambre d'eau traitée, avant départ vers la station de pompage via une canalisation, alimentée par deux citernes d'eau traitée, isolables, précédées d'une chambre de contact ou se fait l'injection du chlore. Le canal commun en



sortie des filtres permet de fonctionner avec des filtres de 1ère phase et un ensemble chambre de contact et citernes d'eau traitée de 2ème phase.

Le réservoir d'eau traitée est de construction solidaire avec la cuve de contact. Nous l'avons dimensionné pour que celui-ci ait un volume de 26 000 m<sup>3</sup>. Le réservoir est formé de deux (2) compartiments équipés chacun d'une vanne d'isolement manuelle de 1600 x 1600, de vidanges et de transmetteurs de niveau d'eau. Des sont prévus dans le réservoir pour empêcher le court-circuitage et les zones mortes. La sortie du réservoir est située au point le plus bas du réservoir dans un puisard, de façon à pouvoir utiliser la totalité de la capacité de stockage. Les réservoirs d'eau traitée jouent le rôle de bassin de stockage, permettant de conserver une réserve de production de 3.7 heures au débit nominal de production (166 080 m<sup>3</sup>/j). Le réservoir est équipé d'un trop-plein, de raccords de vidanges et de transmetteurs de niveau d'eau. Le système de trop-plein de chaque compartiment est en mesure d'évacuer la totalité du débit d'entrée de la station dans l'Oued Djemaa. Le réservoir débouche dans une chambre de vannes, d'où se fait la distribution de l'eau traitée vers le réseau aval.



**Figure N°18** : Les points d'injection de chlore au niveau de réservoir.

## I.7- Conclusion

Au cours de ce chapitre on a décrit le barrage de Koudiat Acerdoune et l'unité de production de Koudiat Acerdoune. On a constaté le bon fonctionnement des procédés de traitement..

### II.1- Introduction :

L'eau est la source de la vie et l'élément essentiel pour tous les êtres vivants. Elle est le constituant principal des tissus végétaux et animaux. Le poids de l'homme est constitué de 65% à 75% d'eau. Cependant elle est fragile et vulnérable.

L'eau absolument pure n'existe pas dans la nature, les eaux brutes contiennent toujours de nombreuses substances naturelles issues de l'activité humaine (rejets urbains, industriels ou agricoles).[2].

### II.2- Définition de l'eau :

L'eau est incolore, inodore et sans saveur, de valeur nutritive à peu nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. Lorsqu'elle gèle, elle augmente de volume, se gonfle au lieu de diminuer comme la plupart des autres substances, elle se solidifie et flotte en milieu liquide.

### II.3- Importance de l'eau :

#### II.3.1- L'eau dans l'organisme humain :

L'eau est principale constituant du corps humain. La qualité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est 65%, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kg. L'organisme élimine en permanence de l'eau.

#### II.3.2- Eau et alimentation :

Puisqu'elle ne contient ni protéines, ni glucides et ni lipides, l'eau n'est pas un aliment donc, elle ne fournit pas d'énergie brute. Par contre, l'eau est essentielle à la vie.

Sur plan quantitatif, les activités humaines consommatrices d'eau traitée sont réparties selon les domaines :

- L'agriculture : 68% (pour l'irrigation).
- La consommation humaine : 24%.
- L'industrie : 5%.
- Production d'énergie : 3%.

## II.4- Ressource des eaux :

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constitués d'eaux souterraines (nappe souterraines) des eaux terrestres (barrage, lacs, rivière), des eaux de surface, et en eaux de mer.

### II.4.1- Eaux souterraines :

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. 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 réservoirs aquifères appelés nappes. [3].

### II.4.2- Eaux de surface :

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées,...elles sont également vulnérables aux pollutions .De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration, minéralisation.[4].

### II.4.3- Caractéristiques des eaux de surface :

Tableau N°03 : Caractéristiques des eaux surface.

Caractéristiques	Particularité
Température	Variable suivant saisons,
Turbidité, MES, (vrais ou colloïdales)	Variable parfois élevée
Couleur	Liées surtout aux MES (argiles, algues sauf dans les eaux très douces. Et acides (acides humiques).
Gouts et odeurs	Fréquents.
Minéralisation	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.

<b>Fer et Mn bivalent à l'état dissous</b>	<b>Généralement absent sauf en profonds des pierres d'eau.</b>
<b>Coz agressive</b>	<b>Généralement absent.</b>
<b>Oz dissous</b>	<b>Le plus souvent au voisinage de la saturation : absent dans le cas d'eaux très polluées.</b>
<b>H2S</b>	<b>Généralement absent.</b>
<b>NH</b>	<b>Présent seulement dans les eaux polluées.</b>
<b>Nitrates</b>	<b>Peu abondant en général.</b>
<b>Silice</b>	<b>Teneur généralement modérée</b>
<b>Micropolluants minéraux et organiques</b>	<b>Présents dans les eaux de pays industrialisés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source</b>
<b>Solvants chlores</b>	<b>Rarement présent.</b>
<b>Elément vivant</b>	<b>Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (animal et végétal).</b>
<b>Caractère eutrophie</b>	<b>Possible : accentue par la température élevée.</b>

### II.5- Catégories des eaux douces :

#### II.5.1- L'eau potable :

On entend par eau potable, l'eau naturelle ou traitée qui convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation des mets et au nettoyage d'objets entrant en contact avec les denrées alimentaires.

#### II.5.2- L'eau de sources :

On entend par l'eau de source, de l'eau potable conditionnée directement à la source, non traitée ou uniquement traitée au moyen des procédés admis pour l'eau minérale naturelle.

#### II.5.3- L'eau minérale naturelle :

C'est une eau souterraine microbiologiquement irréprochable, provenant d'une ou de plusieurs sources naturelles ou de captage souterrains artificiels.

### II.6- Les paramètres de potabilité de l'eau :

#### II.6.1- Paramètres organoleptiques :

##### a. La couleur :

La colorisation d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faibles turbidités.

##### b. Odeurs :

L'eau destinée à la consommation humaine doit être inodore. Une eau qui comporte une odeur est synonyme de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition, ce qui est trop dangereux pour la santé des consommateurs.

##### c. La turbidité :

La turbidité est due à la présence des MES finement divisées : argiles, limons...etc. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte.

#### II.6.2- Paramètres physiques :

##### a. La température :

La température de l'eau, est un facteur qui agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques.

La température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles que soient souterraine ou superficielle.



**b. La conductivité :**

D'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (platine) de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparée l'une de l'autre de 1 cm. La conductivité s'exprime en micro Siemens par centimètres (µs/cm). La conductivité donne une idée de la minéralisation.

**c. La résistivité :**

En raison des sels qu'elle renferme, l'eau constitue un électrolyte très étendu. La résistivité électrique d'une eau peut donc mesurer sa minéralisation globale.

L'unité de la résistivité est l'ohmcentimètre (□cm). La conductivité est l'inverse de la résistivité. On obtient la résistivité à partir de la conductivité par la formule suivante :

$$\text{Résistivité (}\square\text{cm)} = 1000000 / \text{conductivité}$$

**Tableau N°04 :** Classification des eaux selon la conductivité.[1].

Types d'eaux	Conductivité (µs/cm)	Résistivité (□cm)
<b>Eau pure</b>	< 23	> 30000
<b>Eau douce peu minéralisée</b>	100 à 200	5000 à 10000
<b>Eau de minéralisation moyenne</b>	250 à 500	2000 à 40000
<b>Eau très minéralisée</b>	1000 à 2500	400 à 1000

**d. Résidu sec :**

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau.

Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son gout plat et insipide.

La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par OMS est de 1000 mg/l, quand celui-ci est extrait à 180°C.

**Tableau N°05 :** La potabilité en fonction des résidus secs.[1].

Résidu sec (mg/l)	Potabilité
<b>RS &lt; 500</b>	Bonne
<b>500 &lt; RS &lt; 1000</b>	Passable
<b>3000 &lt; RS &lt; 4000</b>	Mauvaise

### II.6.3- Paramètres chimiques :

#### a. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimique : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité.

#### b. Oxygène dissous :

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau, il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique.

#### c. La dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) :

La dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métallique, excepté celles des métaux alcalins ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) et  $\text{H}^+$ . Elle est souvent due aux ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .

La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  ou bien en degré français °F.

**Tableau N°06 :** Classification de l'eau selon la dureté totale. (BERNE et CORDONNIER, 1991).

TH en degré français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

#### d. Titre alcalimétrique (TA et TAC) :

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de base et de sels d'acides faible.

#### e. Sels minéraux dissous :

- **Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) :**

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 400 mg/l de calcium.

- **Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :**

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau, sa valeur est de 10 à 50 mg/l.

- **Sodium ( $\text{Na}^+$ ) :**

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable ne peuvent pas être consommées. Les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de mg/l à 500 mg/l.

- **Potassium ( $\text{K}^+$ ) :**

Sa présence est un peu près constante dans les eaux naturelles elle ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l.

- **Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

- **Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) :**

Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau.

- **Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) :**

Puisque tous les sels du chlore sont très solubles dans l'eau, le chlore est fréquent dans les réserves d'eau douce à taux de 10 à 100 mg/l.

- **Carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) : (hydrogénocarbonates)**

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du  $\text{CO}_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates.

On le trouve souvent à une concentration de 5-500 mg/l exprimée en  $\text{CaCO}_3$ .

- **Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) :**

La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l.

- **Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :**

Si les phosphates dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goûts et coloration.

- **Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :**

Les nitrates sont très solubles dans l'eau, ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates.

Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/l.

- **Fluor ( $\text{F}^-$ )**

## II.7- Conclusion :

Ce chapitre est concerné les généralités sur l'eau et basé surtout sur les paramètres de potabilité des eaux soit physiques, chimiques ou bien organoleptiques.

**III.1- Introduction :**

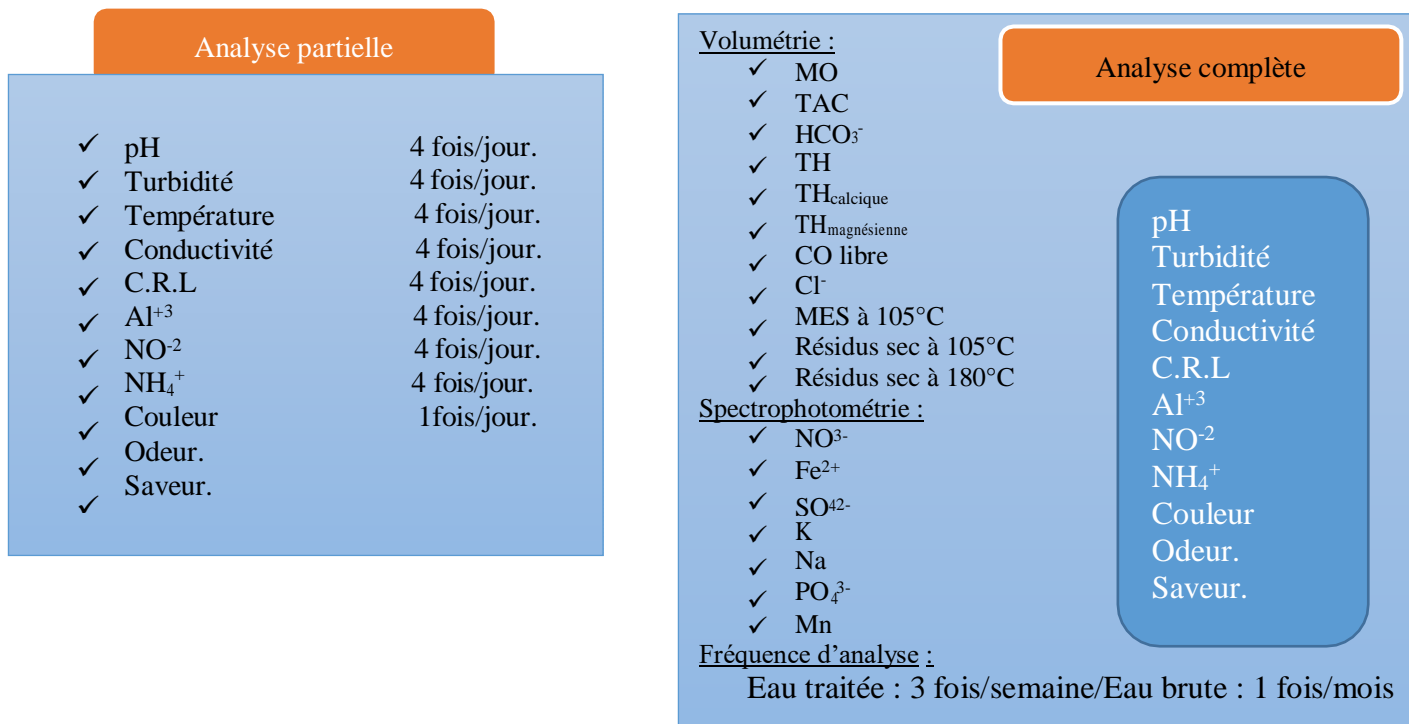
Durant le stage, nous avons prélevé des échantillons d'eau brute issue ce barrage de Koudiat Acerdoune et des échantillons d'eau traitée de la station de traitement de l'eau potable de Koudiat Acerdoune.

Après avoir effectué les prélèvements. Des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et des eaux traitées ont été faites dans le but de contrôler la qualité d'eau potable destinée à la consommation et d'évaluer l'efficacité de la station de traitement de Koudiat Acerdoune.

**III.2- Présentation de laboratoire**

Après le traitement des eaux un contrôle de qualité est nécessaire afin de vérifier que les valeurs des paramètres physico-chimiques et bactériologiques répondent aux normes de la consommation humaine.

Le laboratoire de la station de Koudiat Acerdoune est constitué d'une unité de contrôle de la qualité des eaux où s'effectuent les essais de traitement et les analyses physico-chimiques et bactériologiques des échantillons pris des différents points de la station de traitement.



**Figure N°19 :** Les analyses physico-chimiques effectuer à U.P.K.A.

### III.3- Echantillon et prélèvement :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle un grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et les interprétations.

L'échantillon doit être homogène et représentatif, et ne doit pas modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. (Pour le prélèvement on utilise des flacons neufs en verre).

### III.4- Méthodes et analyses

#### III.4.1-Détermination du pH :

##### a. Objet :

La présente méthode d'essai a pour objet de décrire une méthode électro-métrique pour la détermination du pH de l'eau.

##### b. Matériels :

- pH-mètre.
- Electrode.

##### c. Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un bécher.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Noter le pH.

##### d. Mesure et calcul des résultats :

Les résultats sont affichés directement sur le pH mètre.



Figure N°20 : pH mètre

**III.4.2- Détermination de la conductivité :****a. Objet :**

La présente méthode d'essai a pour objet de décrire une méthode électrique pour la détermination de la conductivité des eaux.

**b. Matériels :**

- Conductimètre.
- Electrode de conductivité.
- Becher de 50 ml.

**c. Mesure et calcul du résultat :**

- On plonge la sonde dans un béccher contenant l'eau analysée
- Attendre 5 secondes
- Noter la valeur

**d. Mesure et calcul des résultats :**

Les résultats sont affichés directement sur le Conductimètre.



**Figure N°21 :** Conductimètre.

**III.4.3- Mesure de turbidité :****a. Objet :**

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

**b. Matériel :**

- Turbidimètre optique.

**c. Mesure et calcul du résultat :**

- On plonge la sonde dans un bécher contenant l'eau analysée
- Attendre 5 secondes
- Noter la valeur

**d. Mesure et calcul des résultats :**

Les résultats sont affichés directement sur le turbidimètre.



Figure N°22 : Turbidimètre.

**III.4.4- La concentration de Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :****a. Objet :**

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage de Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) dans les eaux potables, eaux brutes.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

**c. Réactif :**

- Réactif coloré homogénéisé.

**d. Mode opératoire :**

- Prélever 50 ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif coloré homogénéisé.
- Après 20 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 540nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



Figure N°23 : les essais de la méthode (détermination de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).

**e. Mesure et calcul des résultats :**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l de Nitrite, sur le spectromètre.

### III.4.5- La concentration de phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) :

**a. Objet :**

L'objet de la présente est de décrire la mesure des ortho-phosphate par spectrométrie.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

**c. Réactifs :**

- Acide ascorbique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>).
- Réactif mélange (solution molybdate acide).

**d. Mode opératoire :**

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) et 2 ml de réactif mélange (solution molybdate acide).
- Après 10 à 30 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 880nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



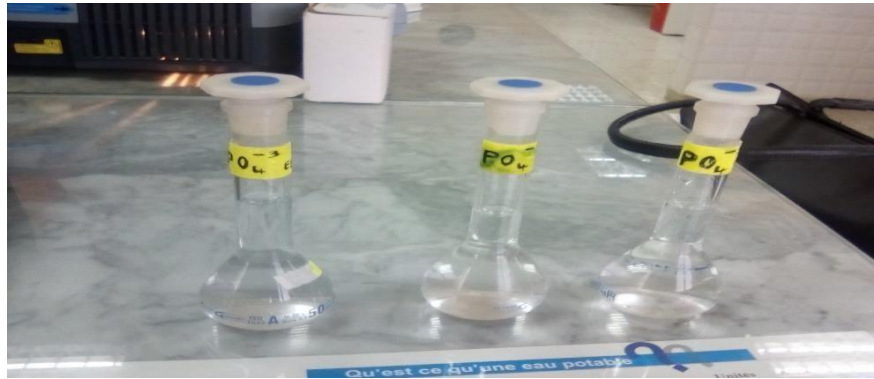


Figure N°24 : les essais de la méthode (détermination de  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

**e. Mesure et calcul des résultats :**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l de Nitrite, sur le spectromètre.

### III.4.6- La concentration d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) :

**a. Objet :**

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium dans les eaux potables, eaux brutes.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

**c. Réactif :**

- Réactif coloré homogénéisé.
- Réactif de Dichloroisocyanurate de sodium.

**d. Mode opératoire :**

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif coloré homogénéisé et 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



**Figure N°25 :** les essais de la méthode (détermination de  $\text{NH}_4^+$ ).

**e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l d'ammonium, sur le spectromètre.

### III.4.7- Le dosage d'Aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) :

**a. Objet :**

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage d'ammonium dans les eaux potables, eaux brutes.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

**c. Réactifs :**

- Acide Ascorbique.
- Chlorure de calcium ( $\text{Ca Cl}_2$ ).
- La solution tampon.
- Rouge d'alizarine ( $\text{C}_{14} \text{H}_6 \text{Na}_2 \text{O}_2 \text{S}$ ).

**d. Mode opératoire :**

- Prélever 25 ml d'échantillon à analyser.
- Ajouter 1 ml d'Acide Ascorbique, 2.5 ml de chlorure de calcium ( $\text{Ca Cl}_2$ ), 5 ml de la solution tempo et 1 ml de rouge d'alizarine ( $\text{C}_{14} \text{H}_6 \text{Na}_2 \text{O}_2 \text{S}$ ).
- Après 90 à 120 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



**Figure N°26** : les essais de la méthode (détermination de  $Al^{+3}$ ).

**e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l d'Aluminium, sur le spectromètre.

### III.4.8- Détermination des sulfates ( $SO_4^{2-}$ ) :

**a. Objet :**

L'objet de la présente est de décrire la détermination des sulfates par spectroscopie.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvettes, poivres à pipeter....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS [DR\_2800].

**c. Réactifs :**

- Solution d'acide hydrochlorique.
- Solution stabilisante.

**d. Mode opératoire :**

- Dans une fiole de 50 ml en fait la dilution.
- Mettre 5 ml d'eau à analyser et compléter avec l'eau distillée jusqu'à 50 ml.
- Ajouter 1 ml de solution d'acide hydrochlorique 0.1N.
- Ajouter 5 ml de solution stabilisante.
- Après 15 à 20 min, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.



Figure N°27 : les essais de la méthode (détermination de  $\text{SO}_4^{2-}$ ).

**e. Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l d'Aluminium, sur le spectromètre.

### III.4.9- Le dosage de Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) :

**a. Objet :**

Cette méthode d'essai a pour objet le dosage spectrométrique des nitrates par la méthode spectrométrique.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.
- Plaque chauffante.

**c. Réactifs :**

- Solution d'hydroxyde de sodium 30%.
- Solution de salicylate de sodium à 0.5%.
- Solution de tartrate double (de sodium et de potassium).

**d. Mode opératoire :**

- Introduire 10 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de sodium 30%.
- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium à 0.5%.
- Evaporer à sec le mélange sur une plaque chauffante.
- Laisser reposer 10 min.
- Ajouter 15 ml de tartrate double (de sodium et de potassium).
- Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.



Figure N°28 : Plaque chauffante.

**e. Mesures et calcul du résultat :**

Les résultats sont affichés directement, en mg/l des nitrates, sur le spectromètre.

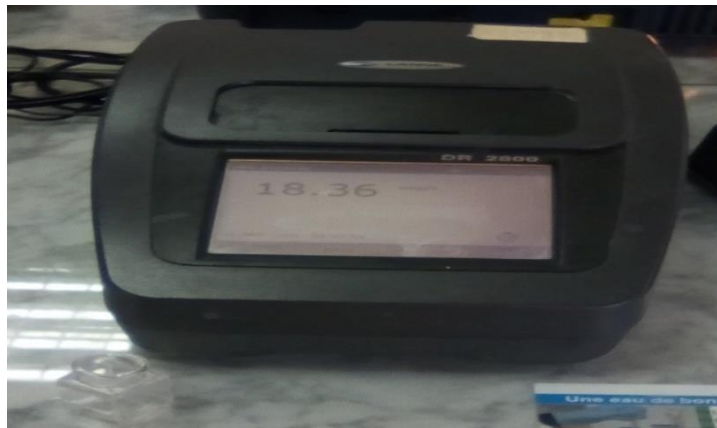


Figure N°29 : Spectrophotomètre.

**III.4.10- Le dosage de Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) :**

**a. Objet :**

La présente méthode d'essai spécifie une méthode spectrométrique au phénomène pour le dosage de fer dans l'eau.

**b. Matériels :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles, pipettes, éprouvette....etc.).
- Spectrophotomètre UV/VIS.

**c. Réactifs :**

- Solution de chlorhydrate hydroxylamine.
- Solution de phénantraline

**d. Mode opératoire :**

- Prendre comme prise d'essai, 50 ml d'eau à analyser.

- Transvaser de la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement.
- Ajouter 2 ml de la solution phénanthraline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV/VIS à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm<sup>2</sup>.
- Etablir une courbe d'étalonnage en portant la concentration en fer en mg/l, en abscisses, et l'absorbance mesurer correspondante, en en ordonnée.



Figure N°30 : les essais de la méthode (détermination de Fe<sup>2+</sup>).

#### e. Mesures et calcul du résultat

Les résultats sont affichés directement, en mg/l d'ammonium, sur le spectromètre.

### III.4.11- Détermination des Chlorure (Cl<sup>-</sup>) :

#### a. Objet :

L'objet de la présente prescrit une méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau (Méthode de MOHR).

#### b. Matériels :

- Burette graduée.
- Bécher.
- Agitateur magnétique + aimant.
- Pipette jaugée + pipeteur.
- Fioles.

#### c. Réactifs :

- Solution de chromate de potassium (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) à 100 g/l.
- Solution de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) 0.02 mol/l.

#### d. Mode opératoire :

- Introduire 100 ml d'échantillon (50 ml d'eau distillé + 50 ml d'eau à analyser).
- Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium (donne une couleur jaune).





**Figure N°31 :** La couleur de la solution avant le titrage ( $\text{Cl}^-$ ).

- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur orange.



**Figure N°32 :** La couleur de la solution après le titrage ( $\text{Cl}^-$ ).

- Déduire le volume de nitrate d'argent ajouté à la solution à partir de la burette.

**e. Expression des résultats :**

La concentration de chlorure  $[\text{Cl}^-]$  exprimé en mg/l et donné par la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = (V_s - V_b) \times c \times F / V_a$$

Avec :

- $[\text{Cl}^-]$  : La concentration de chlorure (mg/l).
- $V_a$  : Volume d'échantillon à analyser (ml).
- $V_b$  : Volume de la solution de Nitrates d'argent utilisé pour le titrage du blanc (0.5 ml).
- $V_s$  : Volume de la solution de Nitrates d'argent utilisé pour le titrage d'échantillon (ml).
- $C$  : Concentration réelle de Nitrate d'argent (mol/l).
- $F$  : Facteur de conversion  $F = 35453$  mg/mol.

**III.4.12- La dureté (TH) ou bien dosage du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA :****a. Objet :**

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

**b. Matériels :**

- Burette graduée pour EDTA.
- Matériel courant de laboratoire.
- Agitateur magnétique.

**c. Réactifs :**

- Solution Tampon pH 10.
- Mordant noir 11, indicateur (NET).

**d. Mode opératoire :**

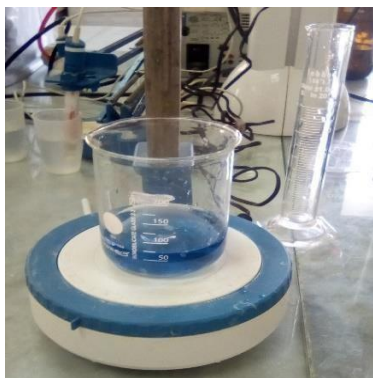
- Introduire 50 ml d'échantillon (25 ml d'eau distillé + 25 ml d'eau à analyser) dans une fiole.
- Ajouter 2 ml de la solution tampon pH10.
- Ajouter quelques gouttes de NET (donne une couleur violet).



**Figure N°33 :** La couleur de la solution avant le titrage (TH<sub>totale</sub>).

- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution d'EDTA jusqu'à ce que la solution prenne une couleur bleu verte.





**Figure N°34** : la couleur de la solution après le titrage ( $TH_{\text{totale}}$ ).

- Déduire le volume d'EDTA ajouté à la solution à partir de la burette.

**e. Expression des résultats :**

$$F_c = \text{Volume versé} / \text{volume théorique (12.5 ml)}$$

Si  $0.96 \leq F_c \leq 1.04$ , alors la solution d'EDTA est utilisable pour le dosage

Avec  $F_c$  : facteur de correction.

La concentration totale en ions calcium et magnésium ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ), exprimé en °f, est donnée par la formule suivante :

$$TH_{\text{totale}} = V_2 \times 2 \times F \times F_c$$

Avec :

- $TH_{\text{totale}}$  : dureté totale (La concentration totale en ions calcium et magnésium) exprimée en °f.
- $V_2$  : volume d'échantillon dosé en ml.
- $F_c$  : facteur de correction.
- $F$  : facteur de dilution.

La concentration totale en ions calcium et magnésium ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ), exprimé en mg/l, est donnée par la formule suivante :

$$TH_{\text{totale}} = V_{\text{EDTA}} \times 20$$

Avec :

- $V_{\text{EDTA}}$  : volume d'EDTA en ml.

### III.4.13- La dureté calcique (Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA :

**a. Objet :**

Cette méthode a pour objet la détermination du dosage de calcium par la méthode titrimétrique l'EDTA.

**b. Matériels :**

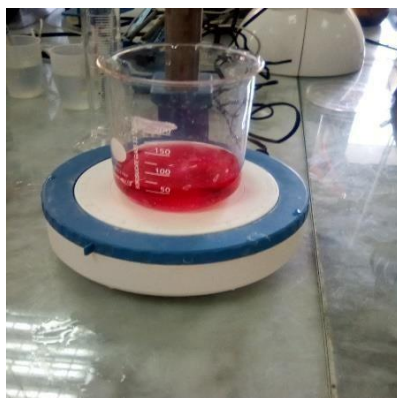
- Burette graduée.
- Agitateur magnétique ;
- Matériels courant de laboratoire.

**c. Réactifs :**

- Hydroxyde de sodium (NaOH), solution 2N.
- Murexide (indicateur).
- EDTA, solution titrée 0.01 mol/l.

**d. Mode opératoire :**

- Introduire 50 ml d'échantillon (25 ml d'eau distillé + 25 ml d'eau à analyser).
- Ajouter 2 ml de la solution de NaOH.
- Ajouter quelque pincée de Murexide (donne une couleur rose).



**Figure N°35 :** La couleur de la solution avant le titrage ( $TH_{\text{calcique}}$ ).

- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution d'EDTA jusqu'à ce que la solution prenne une couleur violet.



**Figure N°36 :** La couleur de la solution après le titrage ( $TH_{\text{calcique}}$ ).

- Déduire le volume de nitrate d'argent ajouté à la solution à partir de la burette.

**e. Expression des résultats :**

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

$$TH_{\text{calcique}} = (C_1 \times V_1 \times A \times F_c \times 1000 \times F) / V_0$$

Avec :

- $TH_{\text{calcique}}$  : la dureté calcique (la concentration de calcium) en mg/l.
- $C_1$  : concentration de la solution d'EDTA en mol/L. Soit : 0.01 mol/l.
- $V_0$  : volume de prise d'essai soit : 50 ml.
- $V_1$  : volume de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage en ml.
- $A$  : la masse atomique de calcium (40.08g).
- $F_c$  : facteur de correction de titre.
- $F$  : facteur de dilution.

Ou bien directement :

$$TH_{\text{calcique}} = V_{\text{EDTA}} \times 7.77$$

**Remarque :**

La dureté magnésienne égale directement [5]. :

$$TH_{\text{magnésienne}} = TH_{\text{totale}} - TH_{\text{calciq}}ue$$

**III.4.14- Détermination de l'alcalinité : titre alcalimétrique simple (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC) :****a. Objet :**

La présente méthode d'essai a pour objet de déterminer l'alcalinité d'une eau par la mesure du titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC).

L'opération est effectuée en utilisant un pH-mètre, une burette ou un dosimat.

**b. Matériels :**

- Burette graduée.
- Agitateur magnétique, barreaux magnétique.
- Matériels courant de laboratoire.
- pH-mètre.

**c. Réactifs :**

- Acide chlorhydrique (HCl).

**d. Mode opératoire :**

Comme pour toute méthode instrumentale, la méthode d'essai est très étroitement lié aux matériels dont en disque ; se reporter à la notice de l'appareil.

- Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; Soit  $V_2$  le volume total d'acide employé.
- Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur.
- Noter le volume  $V_1$  lu au dosiment.
- Suivre les instructions de l'utilisation du pH-mètre.

**e. Mesure et calcul du résultat :**

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l sont donnés respectivement par les expressions :

$$TA = (V_1 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates}/v$$

$$\text{TAC} = (V_2 \times N \times 1000) \times \text{masse molaire des bicarbonates} / v$$

Avec : Masse molaire des bicarbonates = 61 mg.

Masse molaire des carbonates = 60 mg.

- Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc :

Et :

$$\text{TA} = 0$$

$$\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} = V_1 \times 61$$

- Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc :

$$\text{TA} = (\text{CO}_3^{2-}) \text{ mg/l} / 2$$

Et

$$\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} + 2\text{TA}$$

Avec :

- V : le volume de la prise d'essai (100 ml).
- $V_1$  : le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N versé de la burette.
- $V_2$  : le volume de la solution d'acide chlorhydrique en ml
- N : la normalité de la solution d'acide chlorhydrique = 0.01N.

### III.4.15- Détermination des résidus secs :

#### a. Objet :

La présente méthode d'essai a pour objet la description des méthodes de détermination des résidus secs dans les eaux à 100°C et à 175-185°C.

#### b. Matériels :

- Burette graduée.
- Capsule en porcelaine, en verre barosilicaté, ou de préférence, en silice ou en platine.
- Balance permettant d'effectuer la pesée de la capsule et de son contenu à 0.1 mg près.
- Etuve réglable à 100-105°C ou 175-185°C.



Figure N°37 : Etuve.

- Four réglable à 525°C.

**c. Réactifs :**

- Acide chlorhydrique (HCl).

**d. Mode opératoire :**

- Nettoyer la capsule à l'acide chlorhydrique (HCl) ou à l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) dilués du dixième environ tièdes, puis à l'eau distillé. La sécher par passage à l'étuve, puis la calciner sans le four réglé à 525°C. Laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure environ et peser. Soit  $M_0$  la masse de la capsule vide.
- Faire évaporer progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'essai introduire, éventuellement en plusieurs fractions successives, dans la capsule. Il est recommandé de ne pas remplir celle-ci que jusqu'à mi-hauteur vers la fin de l'opération, rincer à l'eau distillé la fiole jaugée qui a servi à mesurer la prise d'essai et verser les eaux de lavage dans la capsule. Une fois l'eau évaporée, placer la capsule dans l'étuve, réglée à 100-105°C et l'y laisser pendant 1 heure.
- **Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec à 100-105°C**, laisser refroidir la capsule et son contenu presque jusqu'à la température ambiante, pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure environ et peser. Recommencer le cycle chauffage à 100-105°C -refroidissement- pesée jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5 mg. Soit  $M_1$  la masse trouvée.
- **Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec à 175-185°C**, poursuivre la dessiccation en plaçant la capsule pendant deux heures dans l'étuve 175-185°C puis la laisser refroidir presque jusqu'à la température

ambiante, pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Recommencer le cycle chauffage à 175-185°C -refroidissement- pesée jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5 mg. Soit  $M_2$  la masse trouvée.



**Figure N°38** : un dessiccateur.

**e. Mesure et calcul des résultats :**

Soient :

- $V$  : volume de la prise d'essai (ml).
- $M_0$  : la masse de la capsule vide (mg).
- $M_1$  : la masse de la capsule et son contenu après étuvage à 100-105°C.
- $M_2$  : la masse de la capsule et son contenu après étuvage à 175-185°C.

**Résidu sec à 100-105°C :**

$$(M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

**Résidu sec à 175-185°C :**

$$(M_2 - M_0) \times 1000 / V$$

**III.4.16- Détermination des matières en suspension (MES) :**

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ou par centrifugation.

La méthode par centrifugation est surtout réservée aux eaux contenant trop de matières colloïdales pour être filtrées dans de bonnes conditions, en particulier si le temps de filtration est supérieur à une heure. Les deux méthodes ont leurs inconvénients respectifs liés à un certain nombre de facteurs.

Quelle que soit la méthode choisie, il est nécessaire pour obtenir une reproductibilité satisfaisante de respecter rigoureusement les conditions opératoires et utiliser le même type de matériel.

Il convient d'effectuer la détermination le plus rapidement possible après le prélèvement et de préférence sur la totalité de l'échantillon : rincer le flacon de prélèvement pour éviter les pertes.

#### **Filtration sur fibre de verre :**

##### **a. Matériel :**

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression (1 ou 2 bar).
- Disque filtrants en fibres de verre.

##### **b. Mode opératoire :**

- Laver le disque de filtration à l'eau distillée. Le sécher (105°C) jusqu'à masse constante, puis le peser après passage au dessiccateur. Le mettre en place sur l'équipement de filtration.
- Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression.
- Verser l'échantillon (V) sur le filtre.
- Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ml d'eau distillé.
- Faire passer sur le filtre cette eau de lavage.
- Laisser essorer le filtre.
- Sécher à 105°C.
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser jusqu'à poids constant.

##### **c. Expression des résultats :**

La teneur de l'eau en matière en suspension (mg/l) est donnée par l'expression :

$$\text{MES} = (M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

Avec :

- $M_0$  : la masse de disque avant l'utilisation (mg).
- $M_1$  : la masse de disque après l'utilisation (mg).
- V : le volume d'eau utilisé (ml).

#### **III.4.17-Détermination d'oxydabilité ou la matière organique (MO) :**

##### **a. Objet :**

La méthode décrit la détermination de l'indice de  $\text{KMnO}_4$ , ou « oxydabilité », permettant d'évaluer la contamination en matières organiques dans des eaux peu ou



moyennement polluées

**b. Matériels :**

- Plaque chauffante.
- Agitateur magnétique, barreaux magnétique.
- Matériels courant de laboratoire.
- Burette graduée.

**c. Réactifs :**

- Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Oxalate de sodium Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
- Permanganate de potassium KMnO<sub>4</sub>.
- Résorcinol.

**d. Mode opératoire :**

- Transférer à l'aide d'une pipette 100 ml d'échantillon dans une erlen.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique et mélanger en agitant doucement.
- Placer l'erlen sur une plaque chauffante et porter à ébullition.
- Ajouter 20 ml de KMnO<sub>4</sub> et démarrer le chronomètre et maintenir à l'ébullition pendant 10 min.
- Ajouter 20 ml de la solution d'oxalate de sodium et attendre que la solution décolore.
- Titrer avec KMnO<sub>4</sub> jusqu' au virage de la solution rose clair.

**e. Expression des résultats :**

$$[O] = ((V_1 - V_0) \times f) / V_2$$

Avec :

- V<sub>0</sub> : le volume de la solution de KMnO<sub>4</sub> consommé dans le dosage du blanc en ml.
- V<sub>1</sub> : le volume de la solution de KMnO<sub>4</sub> consommé dans le dosage de la prise d'essai en ml.
- V<sub>2</sub> : le volume de la solution de KMnO<sub>4</sub> consommé lors de la vérification de la solution titrante en ml.
- f : le facteur correctif utilisé, (f = 16).

### **IV.1- Introduction :**

Dans toutes les stations de traitement des eaux, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitées afin de déterminer les différents paramètres physico-chimiques et biologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution à l'entrée et la sortie.

Ce chapitre a pour but l'analyse des paramètres physico -chimiques des eaux de surface.

### **IV.2- Présentation des résultats physico-chimiques :**

Pour les analyses physico-chimiques nous avons réalisé 5 prélèvements à différentes dates durant le mois de septembre 2020 pour l'eau brute ainsi que pour l'eau traitée par la station.

### **IV.3- Résultats physico-chimiques :**

Les tableaux suivants présentent les résultats des analyses physico –chimiques des eaux brutes et des eaux traitées de l'U.P.K.A.

**Tableau N°07** : Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau traitée de l'unité de production de Koudiat Acerdoune.

Date de prélèvement		02/09/2020	09/09/2020	16/09/2020	23/09/2020	30/09/2020	moyen
paramètres	unité						
pH	(-)	7.63	7.62	7.62	7.63	7.62	7.62
Conductivité	µs/cm	1244	1246	1207	1170	1169	1207
Turbidité	NTU	0.20	0.25	0.25	0.53	0.38	0.38
Température	°C	23.7	24.1	23.8	23.0	22.2	23.4
Résidu sec à 105°C	mg/l	910	980	980	980	930	956
Résidu sec à 180°C	mg/l	770	880	880	860	730	824
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	183.0	189.1	189.1	197.6	183.0	188.3
Fe <sup>2+</sup>	mg/l	00	00	0.016	00	00	0.003
Al <sup>3+</sup>	mg/l	0.08	0.09	0.06	0.05	0.04	0.06
Sulfate	mg/l	229.4	279.8	270.7	192.2	169.5	228.3
TA	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	00	00	00	00	00	00
TAC	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	150	155	155	162	150	154
TH	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	444	440	420	456	440	440
TH ca	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	93.24	94.79	108.78	94.92	101.01	98.55
TH mg	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	48.04	46.16	32.97	49.92	42.39	43.90
Chlorure	mg/l	183.89	171.1	170.40	182.4	181.00	177.78
MO	mg/l	1.01	1.10	0.85	1.13	0.53	0.92
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	5.92	4.95	4.29	5.21	5.36	5.15
Phosphore	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tableau N°08** : Les résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau brute de l'unité de production de Koudiat Acerdoune.

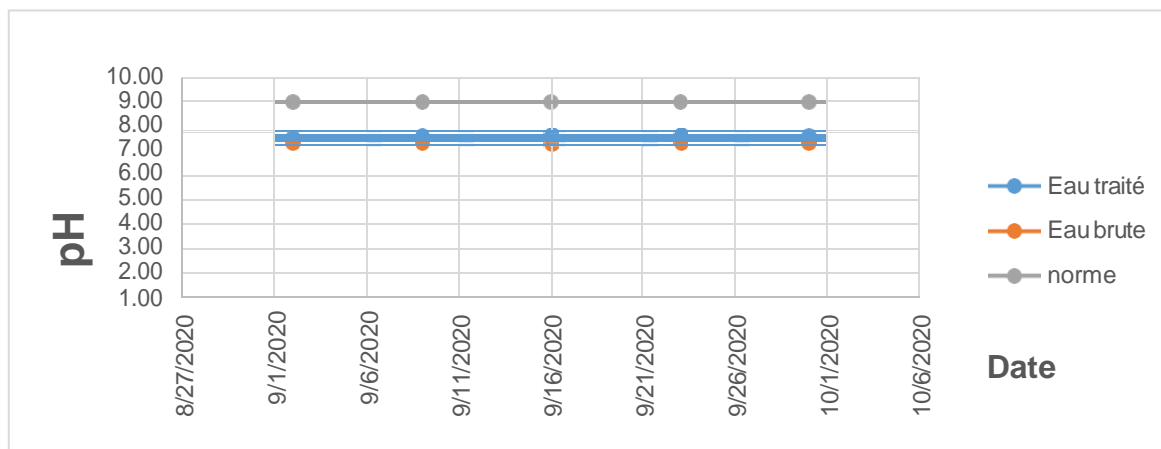
Date de prélèvement		02/09/	09/09/	16/09/	23/09/	30/09/	moyen
		2020	2020	2020	2020	2020	
paramètres	unité						
pH	(-)	7.35	7.35	7.30	7.35	7.34	7.34
Conductivité	µs/cm	1184	1185	1164	1119	1129	1156
Turbidité	NTU	2.91	3.51	3.21	3.37	2.74	3.15
Température	°C	15.6	15.9	16.8	15.4	16.3	16.0
Résidu sec à 105°C	mg/l	960	990	990	990	960	978
Résidu sec à 180°C	mg/l	880	880	880	820	750	842
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	189.1	191.2	191.2	198.4	185.7	191.1
Fe <sup>2+</sup>	mg/l	00	00	00	00	00	00
Al <sup>3+</sup>	mg/l	00	00	00	00	00	00
Sulfate	mg/l	239.0	290.1	278.6	198.4	172.3	235.7
TA	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	00	00	00	00	00	00
TAC	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	155	155	155	165	155	157
TH	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	440	450	428	460	440	444
TH ca	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	94.79	99.45	110.6	97.42	104.0	101.27
				8		1	
TH mg	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	46.16	37.68	29.78	44.61	39.16	39.48
Chlorure	mg/l	170.4	162.0	161.7	173.4	161.3	165.8
MO	mg/l	1.89	2.04	1.32	1.89	1.32	1.69
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.06	0.07	0.02	0.04	0.01	0.04
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6.29	5.36	4.92	5.70	5.42	5.57
Phosphore	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**IV.4- Interprétation des résultats :**

Les résultats obtenus tout au long de notre étude sont comparés aux normes algériennes.

**IV.4.1- Le pH :**

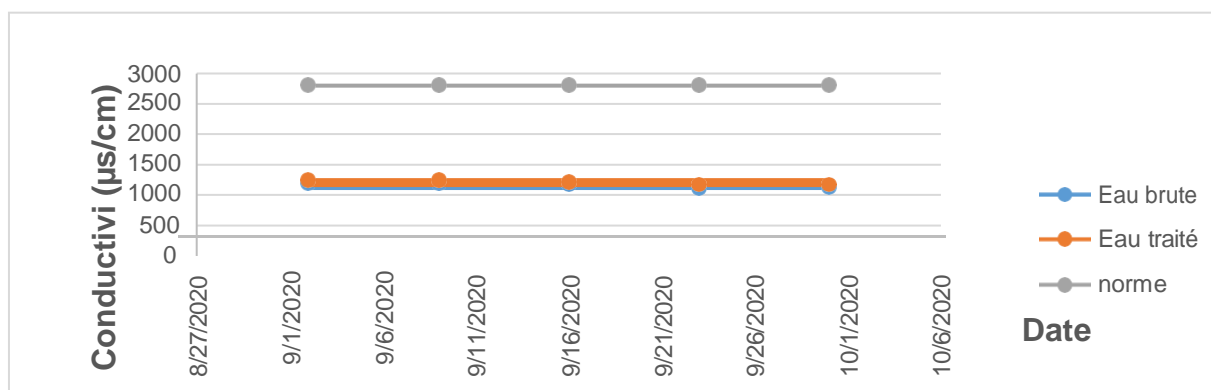
La figure N°39 présente une comparaison de pH entre l'eau brute et l'eau traitée. L'analyse de ces résultats stipule que le pH des eaux brutes est compris entre (6.5-9). En générale, le pH dans le cas de l'eau de barrage de Koudiat Acerdoune est dans les normes et il n'est pas nécessaire d'utiliser des produits pour élever ou diminué le pH, donc le pH de cette eau est acceptable. Les normes entre 6.5 et 9.



**Figure N°39 :** Variation de la PH des eaux brutes et traitées.

**IV.4.2- La conductivité :**

La figure N°40 présente une comparaison de la conductivité entre l'eau brute et l'eau traitée. Selon ces résultats, les valeurs de la conductivité de l'eau brute mesurée varient entre 1119 et 1185 µs/cm et la valeur de l'eau traitée varient entre 1169 et 1246 µs/cm. Ces valeurs sont dans la norme qui est 2800 µs/cm, donc l'eau brute et l'eau traitée est de qualité excellente.



**Figure N°40 :** Variation de la conductivité des eaux brutes et traitées.

IV.4.3- La température :

La figure N°41 présente une comparaison de la température entre l’eau brute et l’eau traitée. Pour la température on remarque presque les mêmes degrés de température pour les eaux brutes que pour les eaux traitées car sont des eaux de surface qui gardes la température de l’air ambiant.

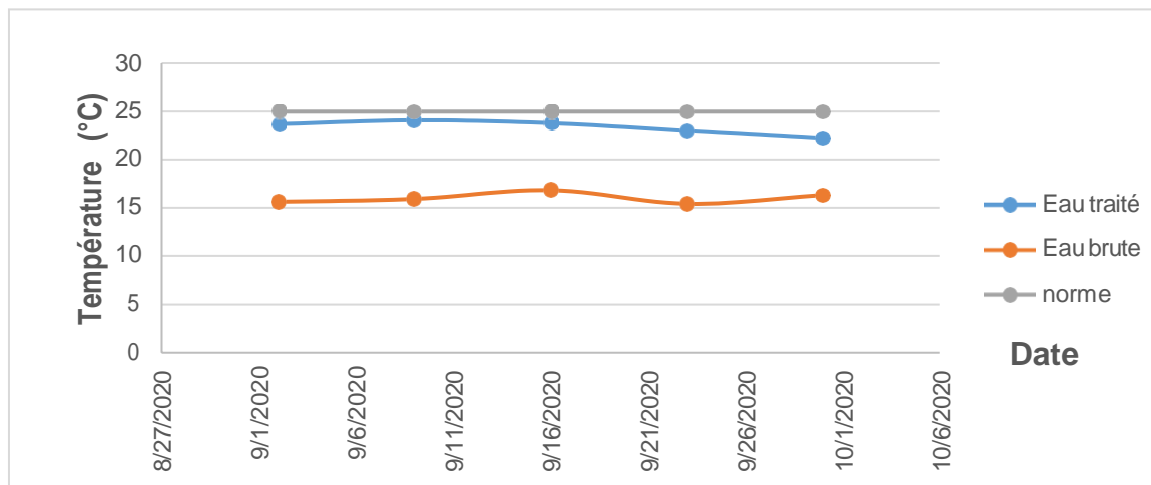


Figure N°41 : Variation de la température des eaux brutes et traitées.

IV.4.4- La turbidité :

La figure N°42 présente une comparaison de la turbidité entre l’eau brute et l’eau traitée. On remarque que les valeurs de turbidité de l’eau brute sont comprises entre 2.9 et 3.5 NTU qui montre que les eaux brutes ne sont pas turbides. Les valeurs de l’eau traitée sont comprises entre 0.2 et 0.6 NTU ce qui montre une grande efficacité des phases de traitement des eaux dans l’unité de production de Koudiat Acerdoune.

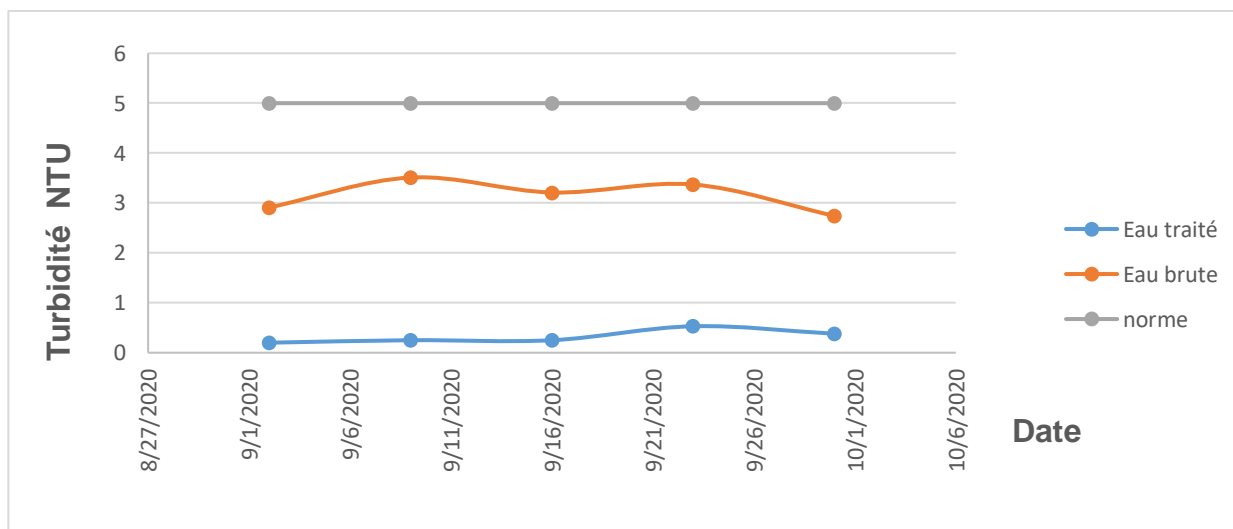
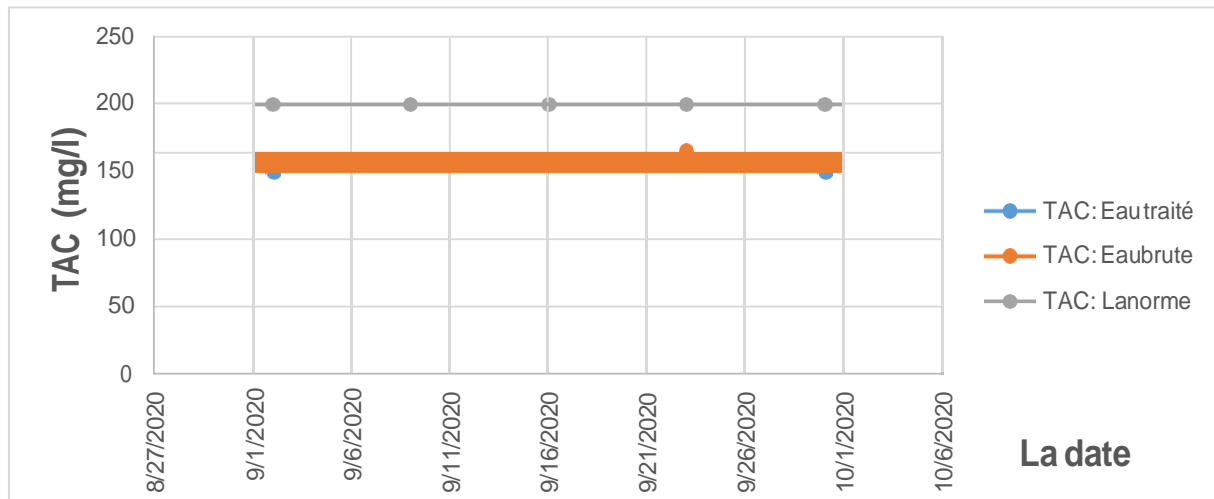


Figure N°42 : Variation de la turbidité des eaux brutes et traitées.

**IV.4.5- Titre alcalimétrique simple (TA) et complet (TAC) :**

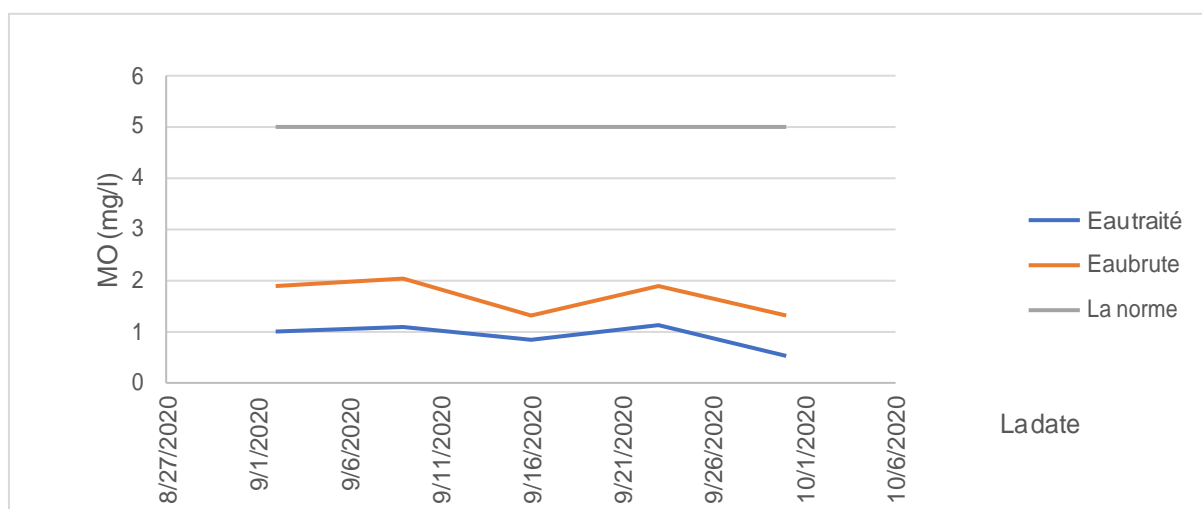
La figure N°43 présente une comparaison de TAC entre l'eau brute et l'eau traitée. L'analyse de ces résultats montre que toutes les valeurs variant entre 150 et 165 mg/l de CaCO<sub>3</sub>. Les valeurs de TAC dans la norme (200 mg/l de CaCO<sub>3</sub>). Et la teneur de titre alcalimétrique (TA) obtenir dans les prélèvements sont nulles.



**Figure N°43 :** Variation de TAC des eaux brutes et traitées.

**IV.4.6- Matière organique :**

La figure N°44 présente une comparaison de MO entre l'eau brute et l'eau traitée. Une diminution remarquable dans les valeurs après faire un traitement cela explique l'efficacité de traitement.

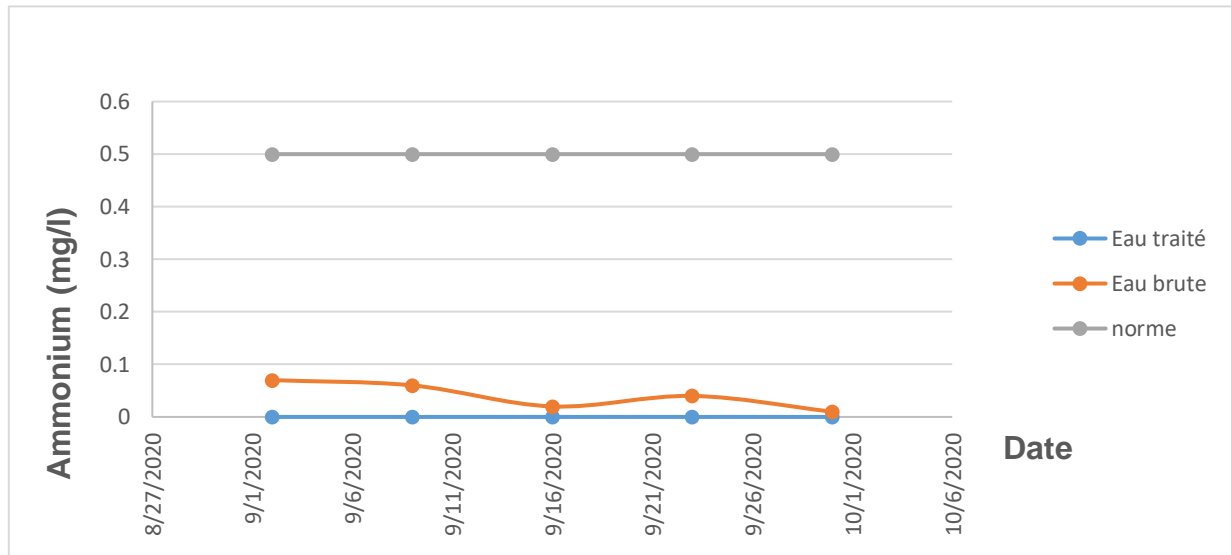


**Figure N°44 :** Variation de MO des eaux brutes et traitées.

**IV.4.7- Ammonium, Nitrate et nitrites :**

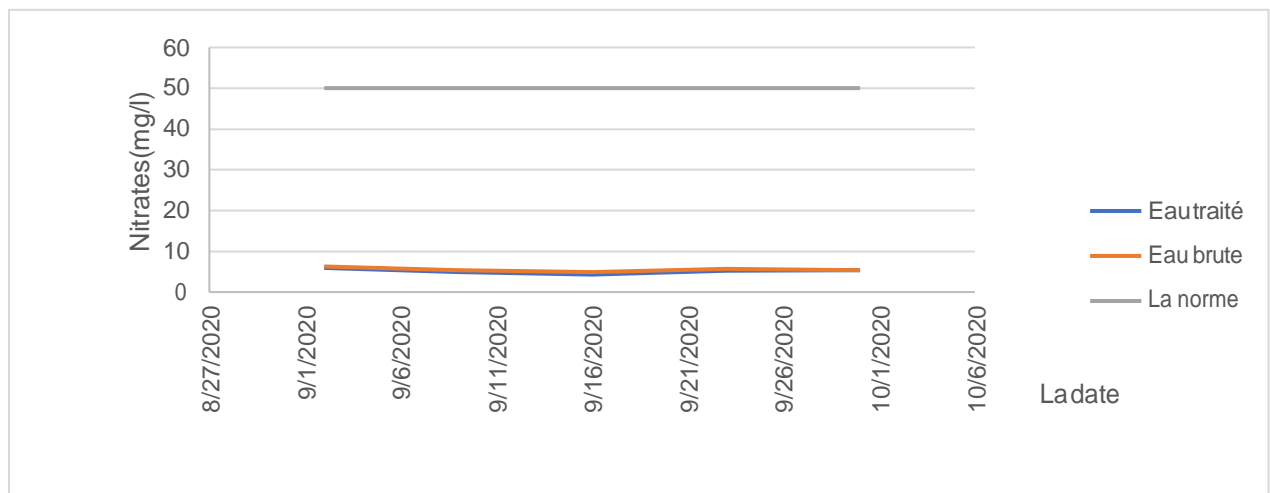
Les valeurs nitrites constatées sont nulles et dans la norme (0.2 mg/l).

La figure N°45 présente une comparaison d’ammonium entre l’eau brute et l’eau traitée. Nos résultats de concentration d’ammonium représentent des valeurs maximales de (0.01-0.07 mg/l) dans l’eau brute et nulles dans l’eau traitée pendant le mois de septembre cela explique l’efficacité de traitement. La norme de teneur en ammonium est 0.5 mg/l.



**Figure N°45 :** Variation d’Ammonium des eaux brutes et traitées.

La figure N°46 présente une comparaison de nitrates entre l’eau brute et l’eau traitée. L’analyse de ces résultats montre que toutes les valeurs de l’eau brute sont comprises entre 6.3 et 4.9 mg/l. Et les valeurs de l’eau traitée sont comprises entre 5.9 et 4.2 mg/l. Ces valeurs sont dans la norme qui est 50 mg/l, donc l’eau brute et l’eau traitée est de qualité excellente.

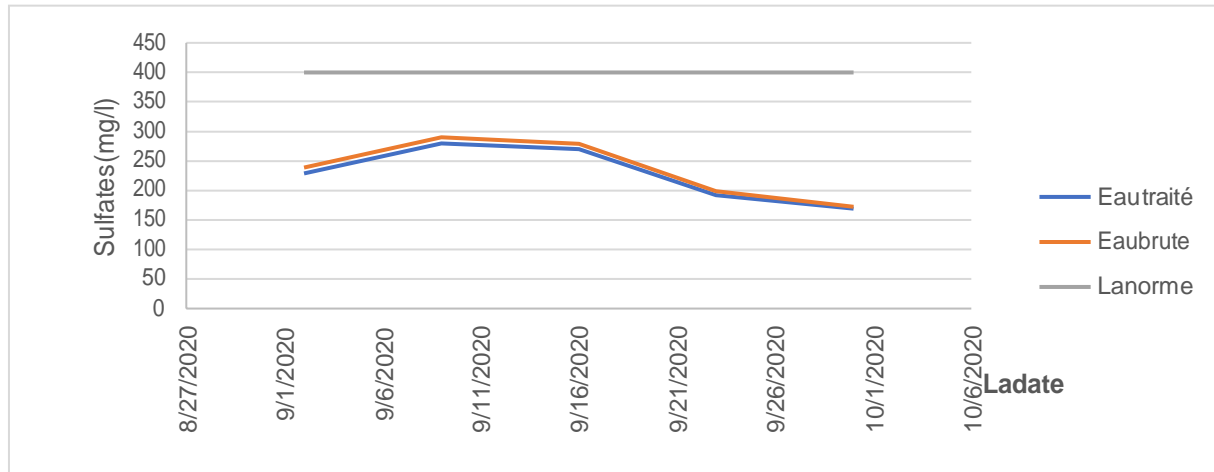


**Figure N°46 :** Variation de Nitrate des eaux brutes et traitées.



**IV.4.8- Sulfates :**

La figure N°46 présente une comparaison de sulfates entre l'eau brute et l'eau traitée, les valeurs d'eau brute varié entre (279 – 169 mg/l) et (290 – 172 mg/l) de l'eau traitée ces valeurs restent toujours dans la norme (400 mg/l).



**Figure N°46 :** Variation de sulfate des eaux brutes et traitées.

**IV.5- Conclusion :**

Dans cette étude, les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau brute et l'eau traitée obtenues confirment clairement que tous les paramètres sont retenus au-dessous des valeurs guides. On peut donc conclure que l'eau brute est de bonne qualité en comparaison aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et à celle de la législation Algérienne en matière des eaux brutes. Il ne fait donc aucun doute que l'eau traitée de l'unité de production de Koudiat Acerdoune sera de bonne qualité.

## Conclusion générale

L'eau apporte les nutriments essentiels au bon fonctionnement du corps humain, régule notre température, favorise l'élimination des déchets et des toxines. L'eau est indispensable à notre santé, d'ailleurs, elle constitue 60% de notre organisme et nous avons besoin tous les jours d'une quantité moyenne d'1.5 litre d'eau.

Les problématiques de l'eau sont la pollution, son degré de propreté, la contrôle de sa qualité et potabilité de l'eau.

L'objectif de notre travail de recherche se base sur la caractérisation et l'étude comparative de la qualité physico-chimique des eaux brutes et les eaux traitées.

Notre travail a été réalisé au sein de l'unité de production de Koudiat Acerdoune (U.P.K.A), Djabahia, wilaya de Bouira.

Les résultats principaux de ce projet de fin d'étude sont :

1. La maîtrise des procédés de traitement des eaux effectués au niveau de l'unité de production de Koudiat Acerdoune.
2. La maîtrise des techniques d'analyse physico-chimique des eaux.
3. L'eau brute du barrage de Koudiat Acerdoune est de bonne qualité car il a besoin d'un traitement simple, mais elle ne peut pas être consommée directement sans traitement.
4. L'eau traitée dans l'U.P.K.A est de bonne qualité et dans les normes exigées par l'OMS et la réglementation Algérienne en matière des eaux potables. Cela confirme l'efficacité des procédés de traitement opérés au niveau de l'U.P.K.A.

## Bibliographie

### **Bibliographie :**

[1]. RODIER, 2005.

[2]. HAMED. M, GUETTACHE. A, BOUAMER. L : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar (2012).

[3]. MOKDADI. H, MESSAI AHMED. N: Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-oued (Cas du Lac Ayata, Chott Marouam, Lac Sif El-Menadi et Chott Halloufa (2015).

[4]. KUDRI NEE BELALIA. Z: Etude et traitement de l'eau du BARRAGE DJORF-ELTOR de la wilaya Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de chlef (2006).

[5].RODIER. J, BERNAD. L, (L'analyse d'eaux). 9ème édition. Paris. (2009).

### Annexe 01 : Norme de potabilité de l'eau

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

#### a. Les paramètres organoleptiques :

**Tableau N°09** : Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable.

Paramètres organoleptiques	Unité	Norme (Algérienne, 2014)
<b>Turbidité</b>	NTU	<b>Au maximum 5</b>
<b>Couleur</b>	mg/l de platine	<b>Au maximum 15</b>
<b>Odeur</b>	Seuil de Perception à 25°C	<b>Au maximum 4</b>
<b>Saveur</b>	<b>Seuil de perception à 25°C</b>	<b>Au maximum 4</b>

#### b. Les paramètres physico-chimiques :

Dans le règlement de l'eau potable, seules les substances présentant un risque direct pour la santé ou donnant une mauvaise qualité esthétique sont contrôlées. Donc il est intéressant de comparer ces normes avec les recommandations.

**Tableau N°10** : Norme des paramètres physico-chimiques d'une eau potable.

Paramètre chimique	Unité	Norme (Algérienne, 2014)
<b>température</b>	°C	<b>25</b>
<b>pH</b>	-	<b>6.5 à 9</b>
<b>Conductivité</b>	µs/cm	<b>Max 2800</b>
<b>Résidus secs</b>	mg/l	<b>1.5 à 2</b>
<b>Alcalinité totale</b>	°F	-
<b>Dureté totale</b>	°F	<b>10 à 50</b>
<b>Chlorure</b>	mg/l de Cl <sup>-</sup>	<b>200 à 500</b>
<b>Sulfates</b>	mg/l de Na <sup>+</sup>	<b>200 à 400</b>
<b>sodium</b>	mg/l de SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	<b>200</b>
<b>Potassium</b>	<b>mg/l de K<sup>+</sup></b>	<b>12</b>

#### c. Les paramètres de pollution :

La pollution des eaux est due à plusieurs facteurs dont l'activité industrielle, l'activité agricole, le déversement des effluents domestiques et industriels.

## Annexe

**Tableau N°11 : Norme des paramètres de pollution d'une eau potable.**

Paramètre de pollution	Unité	Norme (Algérienne, 2014)
Nitrates	mg/l	<b>Au maximum 50</b>
Nitrites	mg/l	<b>Au maximum 0.2</b>
Ammonium	mg/l	<b>Au maximum 0.5</b>
Phosphate	<b>mg/l</b>	-

**d. Les substances toxiques :**

**Tableau N°12 : Normes des substances toxiques d'une eau potable.**

Paramètre toxiques	Unité	Norme (Algérienne, 2014)
Arsenic	mg/l	<b>Au maximum 0.1</b>
Cadmium	mg/l	<b>Au maximum 0.03</b>
Cyanure	mg/l	<b>Au maximum 0.05</b>
Chrome	mg/l	<b>Au maximum 0.05</b>
Mercure	mg/l	<b>Au maximum 0.06</b>
Plomb	mg/l	<b>Au maximum 0.01</b>
Sélénium	<b>mg/l</b>	<b>Au maximum 0.01</b>

**Tableau N°13 : Normes des substances indésirables d'une eau potable**

substances indésirables	Unité	Norme (Algérienne, 2014)
Azote	mg/l	<b>Au maximum 1</b>
Fluor	mg/l	<b>0.2 à 2</b>
Argent	mg/l	<b>Au maximum 0.1</b>
Fer	mg/l	<b>Au maximum 0.3</b>
Manganèse	mg/l	<b>Au maximum 0.5</b>
Cuivre	mg/l	<b>Au maximum 2</b>
Zinc	<b>mg/l</b>	<b>Au maximum 5</b>

**Annexe 02 :**

**Tableau N°14 : Relation entre la dureté de l'eau et concentration équivalente en CaCO<sub>3</sub>.**

Dureté de l'eau	Concentration (mg/l)
<b>Eau douce</b>	0 à 60
<b>Eau moyennement douce</b>	60 à 120
<b>Eau dure</b>	120 à 180
<b>Eau très dure</b>	Plus de 180

**Annexe 03 :**

**Tableau N°15 : Classes turbidité usuelles (NTU : néphélobométric turbidity unity).**

<b>NTU &lt; 5</b>	<b>Eau claire</b>
<b>5 &lt; NTU &lt; 30</b>	Eau légèrement trouble
<b>NTU &gt; 50</b>	Eau trouble