

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté: Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département: Sciences de la Terre



Spécialité: Gestion des Ressources Eau et Environnement

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Thème

Etude de la qualité physico-chimique des eaux barrage de  
BOUROUMI (EL MOSTAKBAL)

Soutenu le :

Par :

- KERFAH Khadidja
- BAHLOUL Sabrina

Devant le Jury composé de :

Président :	GHARBI Benyoucef	MCB	UDBKM
Examineurs :	BOUDERBALA Abdelkader	MAA	UDBKM
Examineurs :	GUENFOUD Ahmed	MAA	UDBKM
Promoteur:	ZEDAM Miloud	MAA	UDBKM

Année universitaire : 2016/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# Remerciement

*Avant de commencer la présentation de ce travail, je profite de l'occasion pour remercier tous les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'étude.*

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

*Nous remercions aussi l'ensemble du personnel de l'ADE de BOUMEDFAA, Mr **MOURAD Abdellah Haretsi**, Madame **FATMA ZOHRA** et Mr **BRAHIM** pour leur accueil, aide et gentillesse durant la période de notre stage.*

*Un grand merci pour le directeur Mr **KESSAR MOHAMED** de barrage BOUROUMI pour l'excellent accueil, les conseils et la bonne humeur.*

*Nous remercions également Mr **OUFAR FETHI** chef de service de **DRE** de Ain Defla et Madame **MESALMI HAYAT** chef de service de l'**ANRH** de **KHEMIS MILIANA**.*

*Ensuite, nos vifs remerciement à toute les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études : Mr. **MHIGEN**, Madame **TOUHARI**, Mr. **BOUDERBALA**, Mr. **SAHRAOUI**, Mr. **GENFOUD** et Mr. **BOUSOFIANE**.*

*Nous remercions enfin tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de ce travail et qui n'ont pas pu être cités ici.*

# Dédicace



*Je dédie ce mémoire à mes très chers parents, ma mère*

*DJAMILA*

*et mon père*

*ABDELKADER*

*pour leurs dévouements et leurs gentillesse qui ont été pour moi un soutien constant tout au long de ses années d'études qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde affection et reconnaissance.*

*A*

*Mes très chers frères : Mohamed, BILLEL, FAROUK,  
MOURAD et TOUFIK*

*A*

*Mes très chères sœurs : FATMA ZOÛRA et CHAIMAA*

*A*

*Mes nièces et neveux : IMAD, INESS, KAMAL, ASSIL, AFNANE,  
RITADJ et MARIA*

*A*

*Toute la famille KERFAH et BOUKHARI*

*A*

*Ma binôme et ma chère Meilleure amie Sabrina*

*A*

*Toute la promo eau et environnement et mes enseignant*

*A la fin, je dédie ce mémoire à tous ceux et toutes celle qui m'ont accompagné et soutenu durant ces années d'études.*

*KHADIDJA*



# Dédicace



*Tout d'abord je dédie ce travail à mon très cher père*

**RACHID**

*et tante FATIHA que dieu les décrètes, qui ont tout sacrifié pour moi..*

*A ma grande mère FATMA et ma mère NACERA.*

*A ma très chère sœur SOFIA et mon cher frère AMINE.*

*A mes tantes : RACHIDA, NADIA, BAHIA, KHEIRA,  
MERIEM, RIMA et AMINA.*

*A mes oncles : TAIEB, AHMED, MOHAMED et SAMIR.*

*A mes cousins et cousines : MARIA, SAMAH, MARWA,  
HOUCINE, ASMAA, NOUNOU et IYAD.*

*A toute la famille KHEDDA et BAHLOUL*

*A ma chère et ma deuxième Sœur ma binôme KHADIDJA.*

*A mes meilleures chères amies que j'aime beaucoup ILHAM et  
SAFAA.*

*A toute la promo eau et environnement et mes enseignants.*

*A la fin, je dédie ce mémoire à tous ceux et toutes celle qui m'ont  
accompagné et soutenu durant ces années d'études.*



**SABRINA**

بذلت الجزائر جهود كبيرة في ما يخص انجاز المجمعات المائية ( ) التي كلفت كثيرا ميزانية الدولة و كذا ربط هذه التجمعات السكانية لإيصال الماء عبر الشبكات الكبيرة المنجزة و المرممة .

الى مشكلة المياه من حيث الكمية , تظهر مشاكل اخرى كثيرة متعلقة بنوعية المياه المستهلكة, عوامل التي تؤثر على نوعية هذه المياه من بينها :

- ) نوعية المياه المخزنة في السدود.
- ) تأثير الطبقات الجيولوجية على المياه عند مرورها بهذه الطبقات ( lessivage )
- ) ( temps ) ( de séjour )
- ) طريق مياه وكذا ملائمة نظم المعالجة ( adaptation )

ولهذه الاسباب المذكورة اعلاه و لمواجهة مشكلة نقص المياه ونوعيتها التي كثيرا في السنوات الاخيرة من مشكلة النوعية عبر تراب الوطن والتي سجلت في بعض الحالات ارقام كبيرة و التي كبيرا على الصحة العمومية

وعلى هذا الاساس يرمح البحث المتواضع لمعرفة تطور او تدهور نوعية المياه في السد و تأثيرها يمولها هذا السد بالمياه الصالحة للشرب. نخص بالذكر دراسة العناصر الفيزيائية والكيميائية للمياه دون التطرق للعناصر ( بيولوجية و المعادن الثقيلة ) التي تدخل في تركيبة ماء السد وطرق معالجتها حالة بحالة وهذا نظرا لعدم توفر الامكانيات اللازمة للدراسة بدقة .

يركز عملنا على توضيح نوعية مياه السد الخامة طبيعتها هذا بمعرفة مكوناتها الكيميائية و الفيزيائية لتوفير مياه صالحة لشرب للمجتمعات المحيطة بها بأخذ العينات من السد باتباع شبكة على طول السطح و العمق و مقارنة مع تلك التي تم جمعها.

وفي الاخير نبين من خلال النتائج التحاليل المخبرية للعناصر الفيزيائية و الكيميائية التي تم الحصول عليها ان المياه تتفق مع المعيار الجزائري . نطلب مواصلة الدراسة بالتطرق لمشكلة نوعية المياه بالتطرق الى باقي الطرق العلمية في تتبع تطور هذه النوعية وذلك من خلال دراسات اخرى .  
التحاليل الفيزيائية و الكيميائية, نوعية المياه .

## Résumé

L'Algérie a fait de grands efforts en ce qui concerne l'achèvement des complexes d'eau (barrages) qui coûtent beaucoup, le budget de l'Etat est relié ces barrages par des populations Rassemblements à fournir de l'eau à travers de grands réseaux remplis et restaurés.

Plus le problème de l'eau en termes de quantité montre beaucoup des problèmes liés à la qualité de l'eau consommée, montre des plusieurs facteurs qui influent sur la qualité de l'eau Parmi eux :

- ) la qualité de l'eau stockée dans les barrages ;
- ) l'impact des couches géologiques sur l'eau quand ils passent ces classes (lessivage) ;

- J) une période de stagnation dans les barrages (temps de séjour) ;
- J) Utiliser le traitement de l'eau ainsi que les systèmes de traitement appropriés (adaptation).

Pour ces raisons mentionnées ci-dessus, et de remédier à la pénurie d'eau vu des problèmes de qualité qui a touché beaucoup ces dernières années, la qualité du problème à travers le sol de la patrie, qui ont été enregistrés dans certains cas, un grand nombre et un impact significatif sur la santé publique

Sur cette base, la recherche modeste connaissance programmée du développement ou une détérioration de la qualité de l'eau dans le barrage et son impact sur la population des villes financées par ce barrage d'eau potable. Notamment l'étude des éléments physiques et chimiques de l'eau sans tenir compte des autres éléments (métaux biologiques et lourds) qui entrent dans le barrage de l'eau et les méthodes de cas traités combinaison par cas et cela en raison du manque de possibilités nécessaires pour étudier de façon précise.

Notre travail pour clarifier la qualité du barrage de l'eau brute concentrée dans la nature de cette connaissance des composants chimiques et physiques pour fournir de l'eau potable pour les communautés environnantes de prélever des échantillons du barrage suivant le réseau le long de la surface et de la profondeur, et comparées à celles recueillies.

Dans les derniers résultats montrent par l'analyse en laboratoire des éléments physiques et chimiques qui ont été obtenus qui sont conformes à la norme de l'eau algérienne. Nous demandons de poursuivre l'étude en abordant le problème de la qualité de l'eau et celui-ci reste des méthodes scientifiques dans le suivi de l'évolution de cette qualité par le biais d'autres études.

Mots-clés: barrage Bouroumi, analyse physique et chimique, la qualité de l'eau.

## **Abstract**

Algeria has made great efforts regarding the completion of water complexes (dams) that cost a lot and the state budget as well as linking these population dams to gathering water through large networks filled and restored

In addition to the problem of water in terms of quantity, it shows many other problems related to the quality of the water consumed, and due to several factors that affect the quality of water among them:

- The quality of water stored in dams;

- The impact of geological layers on water when they pass these classes (leaching);
- A period of stagnation in the dams (residence time);
- Use water treatment and appropriate treatment systems (adaptation).

For these reasons mentioned above, and to remedy the water shortage and quality problems that has affected much in recent years, the quality of the problem through the soil of the homeland, which have been recorded in some cases, A large number and a significant impact on public health

On this basis, the modest research knowledge of the development or deterioration of the water quality in the dam and its impact on the population of the cities financed by this dam of drinking water. In particular the study of the physical and chemical elements of water without taking into account the other elements (biological and heavy metals) entering the water dam and the case-by-case treatment methods due to the lack of Necessary to study accurately.

Our work to clarify the quality of the raw water concentrated nature of this knowledge of the chemical and physical components to provide drinking water for surrounding communities to take samples of the dam following the network along the surface and Depth, and compared to those collected.

In the latest results show by laboratory analysis of the physical and chemical elements that have been obtained that are consistent with the Algerian water standard. We ask to continue the study by addressing the problem of water quality by addressing the rest of scientific methods in monitoring the evolution of this quality through other studies.

Keywords: Bouroumi dam, physical and chemical analysis, water quality.



## *Liste des tableaux*

<b>Tableau n° 01</b> : les caractéristiques des eaux de surface.....	06
<b>Tableau n° 02</b> : Plage de valeurs du titre hydrotimétrique.....	10
<b>Tableau n° 03</b> : Plage de valeurs de la turbidité.....	11
<b>Tableau n° 04</b> : la minéralisation totale à travers la conductivité électrique.....	12
<b>Tableau n° 05</b> : les principales filières de traitement des eaux de surface.....	18
<b>Tableau n° 06</b> : les stations pluviométriques.....	28
<b>Tableau n° 07</b> : Précipitations annuelles des stations pluviométriques.....	30
<b>Tableau n° 08</b> : Répartition mensuelle de l'évaporation.....	32
<b>Tableau n°09</b> : caractéristique de bassin versant tarzoult .....	33
<b>Tableau n° 10</b> : les résultats d'analyse physico-chimique (labo SEAAL).....	57
<b>Tableau n° 11</b> : résultats d'analyses au point d'eau barrage bouroumi (x= 340,500 ; y= 487,500) (source : ANRH ,2015).....	58
<b>Tableau n° 12</b> : résultats d'analyses au point d'eau barrage bouroumi (x= 340,500 ; y= 487,500) (source : ANRH ,2016).....	59
<b>Tableau n° 13</b> : matrices de corrélation entre les paramètres physico chimique d'analyse SEAAL 2017.....	79
<b>Tableau n° 14</b> : matrices de corrélation entre les paramètres physico chimique (Année 2015).....	79

## *Liste des Figures*

<i>Figure n° 01</i> : Coupe schématique d'un barrage.....	07
<i>Figure n°02</i> : Image satellitaire (Google Earth, 2017).....	20
<i>Figure n°03</i> : le bassin versant de barrage BOUROUMI ( l' ANRH.Bliba2017).....	20
<i>Figure n°04</i> : Image du barrage Bouroumi, Alsat-2A, (ASAL2015).....	21
<i>Figure n°05</i> : Précipitation moyenne annuelle de station OUED ZEBOUDJ (ANRH, 2017)	28
<i>Figure n° 06</i> : Précipitation moyenne annuelle de station BOUMEDFAA (ANRH, 2017).....	29
<i>Figure n°07</i> : Précipitation moyenne annuelle de station SIDI BRAHIM BERKISSA (ANRH, 2017).....	29
<i>Figure n°08</i> : précipitations mensuelles de station OUED ZEBOUDJ (1980-2013) (ANRH, 2017).....	30
<i>Figure n°09</i> : précipitations mensuelles de station BOUMEDFAA (1980-2013) (ANRH, 2017).....	31
<i>Figure n°10</i> : précipitations mensuelles de station SIDI BRAHIM BERKISSA (1980-2013) (ANRH, 2017).....	31
<i>Figure n°11</i> : vue en plan générale du barrage.....	35
<i>Figure n°12</i> : photo de la digue (2017).....	35
<i>Figure n°13</i> : tour de prise coupe longitudinale.....	37
<i>Figure n°14</i> : Échantillonneuse de l'eau (bouteille d'échantillonnage).....	44
<i>Figure n°15</i> : Prélèvement des flacons des échantillons.....	44
<i>Figure n°16</i> : Turbidimètre et cuve de turbidimètre .....	46
<i>Figure n°17</i> : pH mètre.....	46
<i>Figure n°18</i> : pH mètre et conductimètre. ....	47
<i>Figure n°19</i> : L'oxymètre.....	50
<i>Figure n°20</i> : Spectrophotomètre .....	51
<i>Figure n°21</i> : évolution de la température au cours du temps durant l'année 2015.....	60
<i>Figure n°22</i> : évolution de la température au cours du temps durant l'année 2016.....	60
<i>Figure n°23</i> : évolution de Ph au cours du temps durant l'année 2015.....	61
<i>Figure n°24</i> : évolution de Ph au cours du temps durant l'année 2016.....	61
<i>Figure n°25</i> : évolution de la conductivité au cours du temps durant l'année 2015.....	61
<i>Figure n°26</i> : évolution de la conductivité au cours du temps durant l'année 2016.....	62
<i>Figure n°27</i> : évolution du magnésium (Mg++) au cours du temps durant l'année 2015.....	62

<i>Figure n°28</i> : évolution du magnésium (Mg <sup>++</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	62
<i>Figure n°29</i> : évolution du TH et de TAC au cours du temps durant l'année 2015.....	63
<i>Figure n°30</i> : évolution du TH et de TAC au cours du temps durant l'année 2016.....	63
<i>Figure n°31</i> : évolution du Sodium (Na <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	63
<i>Figure n°32</i> : évolution du Sodium (Na <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	64
<i>Figure n°33</i> : évolution du Potassium (k <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	64
<i>Figure n°34</i> : évolution du Potassium (k <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	64
<i>Figure n°35</i> : évolution des Chlorures (cl <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	65
<i>Figure n°36</i> : évolution des Chlorures (cl <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	65
<i>Figure n°37</i> : évolution des Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	65
<i>Figure n°38</i> : évolution des Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	66
<i>Figure n°39</i> : évolution des Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	66
<i>Figure n°40</i> : évolution des Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	66
<i>Figure n°41</i> : évolution des Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	67
<i>Figure n°42</i> : évolution des Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	67
<i>Figure n°43</i> : évolution des Nitrites (NO <sub>2</sub> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	67
<i>Figure n°44</i> : évolution des Nitrites (NO <sub>2</sub> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	68
<i>Figure n°45</i> : évolution de l'Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	68
<i>Figure n°46</i> : évolution de l'Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	68
<i>Figure n°47</i> : évolution des Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2015.....	69
<i>Figure n°48</i> : évolution des Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) au cours du temps durant l'année 2016.....	69
<i>Figure n°49</i> : évolution de la matière organique au cours du temps durant l'année 2015.....	69
<i>Figure n°50</i> : évolution de la matière organique au cours du temps durant l'année 2016.....	70
<i>Figure n°51</i> : évolution des résidus secs au cours du temps durant l'année 2015.....	70
<i>Figure n°52</i> : évolution des résidus secs au cours du temps durant l'année 2016.....	70
<i>Figure n°53</i> : évolution de DBO <sub>5</sub> et DCO au cours du temps durant l'année 2015.....	71
<i>Figure n°54</i> : évolution de DBO <sub>5</sub> et DCO au cours du temps durant l'année 2016.....	71
<i>Figure n°55</i> : Diagramme de PIPER pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2015).	73
<i>Figure n°56</i> : Diagramme de <b>Schoeller - Berkloff</b> pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2015).....	74
<i>Figure n°57</i> : Diagramme de PIPER pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2016).....	75

<b>Figure n°58</b> : Diagramme de <b>Schoeller - Berkaloff</b> pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2016).....	76
<b>Figure n°59</b> : Diagramme de piper pour les prélèvements (données de SEAAI, 2017).....	77
<b>Figure n°60</b> : diagramme de Schoeler Berkaloff pour les prélèvements (données de SEAAI, 2017).....	78

## *Liste d'abréviation*

<b>μS/cm</b>	: micro-siemens par centimètre
<b>TAC</b>	: titre alcalimétrique complexe
<b>CMA</b>	: concentration maximale admissible
<b>ADE</b>	: algérienne des eaux
<b>MES</b>	: matière en suspension
<b>SEAAL</b>	: Société des Eaux et de L'Assainissement d'Alger
<b>ABS</b>	: absence
<b>TDS</b>	: taux des sels dissout
<b>O.M.S</b>	: organisation mondiale de la santé
<b>TH</b>	: titre hydrométrique
<b>TA</b>	: titre alcalimétrique
<b>UE</b>	: unité européennes
<b>ANBT</b>	: Agence nationale des barrages et des transferts
<b>O<sub>2</sub></b>	: oxygène
<b>°C</b>	: Degré Celsius
<b>°F</b>	: Degré français
<b>Mg/L</b>	: Milligramme par litre
<b>ANRH</b>	: Agence national des ressources hydrique
<b>CEE</b>	: Communauté économique européenne
<b>EDTA</b>	: Ethylène Diamine Tétra-Acétique

Remercîment	
Dédicace	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste de l'abréviation	
Sommaire	
Introduction générale	

## **CHAPITRE 1 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE**

<b>I.</b> Généralité sur l'eau .....	03
<b>II.</b> Les ressources en eaux .....	03
1. Les ressources souterraines .....	03
2. Les ressources superficielles .....	04
<b>III.</b> Caractéristiques générales des eaux de surface .....	04
<b>IV.</b> Les différents types des eaux de surface .....	05
1. les eaux des rivières .....	05
2. les eaux de lac .....	06
3. les eaux des barrages .....	07
3. 1. Principaux usages des eaux de barrages .....	08
3. 2. Principaux éléments du barrage .....	08
3. 3. Les types des barrages .....	08
3. 3. 1. Barrage en poids .....	08
3. 3. 3. Barrage en voûte .....	08
3. 3. 4. Barrage en terre .....	09
<b>V.</b> Les paramètres de qualité des eaux de surface .....	09
1. Qualité organoleptique .....	09
2. Paramètres physico-chimiques .....	10
2.1. Qualité physique.....	10
2.2. Qualité chimique.....	12
3. Qualité microbiologique .....	16
4. Qualité bactériologique .....	16
<b>VI.</b> Les étapes des traitements des eaux de surface .....	17
<b>VII.</b> Les normes de potabilité .....	19

## **CHAPITRE 2 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

Introduction .....	20
<b>I.</b> Situation géographique .....	20
<b>II.</b> Situation topographique .....	21
<b>III.</b> Cadre géologique et hydrogéologique .....	21
1. Cadre géologique de l'Algérie .....	21
2. Cadre géologique régionale .....	22
2 .1. Succession et nature des couches du site .....	22
2 .2. Disposition des couches .....	23
2 .3. Fracturation des couches .....	23
<b>IV.</b> Caractéristique générale du climat .....	26
1. les facteurs climatiques .....	26
1. 1. Précipitation .....	27
1. 2. Évaporation .....	32
1. 3. Humidité .....	32
1. 4. Les écoulements .....	32
2. Source d'alimentation .....	34
<b>V.</b> Les caractéristiques techniques du barrage .....	34
1. Situation et objectif .....	34
2. Description de l'aménagement .....	34
<b>VI.</b> Station de traitement des eaux de barrage .....	40
1. Description du système de traitement .....	40

## **CHAPITRE 3 : METHODES ET MATERIELLES**

<b>I.</b> Analyse de l'eau de barrage Bouroumi.....	43
<b>II.</b> Echantillonnage et analyse physico-chimiques des eaux de barrage .....	43
1. Technique d'échantillonnage.....	43
2. Prélèvement .....	43
<b>III.</b> Les méthodes d'analyse .....	45
1. Détermination des paramètres organoleptique .....	45
1.1. La mesure de la turbidité .....	45
2. Détermination des paramètres physico-chimique .....	46
2.1. Mesure de pH .....	46
2.2. La température .....	47

2.3. La conductivité électrique, la salinité et TDS .....	47
2.4. Dosage du calcium et magnésium .....	48
2.5. Dosage des chlorures .....	48
2.6. Dosage d'oxygène dissous .....	49
2.7. Dosage de l'alcalinité .....	50
2.8. Dosage des sulfates .....	51
2.9. Détermination Résidu sec .....	51
3. Détermination des paramètres de pollutions .....	52
3.1. Dosage de l'ammonium .....	52
3.2. Dosage de nitrites .....	52
3.3. Dosage de nitrates .....	53
3.4. Dosage de ortho phosphates .....	53
3.5. Dosage de ma matière organique.....	53
4. Détermination des paramètres indésirables .....	54
4.1. Dosage de fer .....	54
4.2. Dosage de l'aluminium .....	55
<b>CHAPITRE 4 : RESULTATS ET INTERPRETATION</b>	
<b>I.Résultats d'analyse .....</b>	<b>56</b>
1. Echantillonnage .....	56
2. Présentation des résultats d'analyse .....	56
<b>II.Discutions des résultats .....</b>	<b>60</b>
1. Variation des paramètres physico-chimique au cours de temps (histogramme) ...	60
2. Faciès chimique (diagramme de piper et Schoeller-Berkaloff) .....	72
3. Relation binaires des paramètres physico-chimique (matrices) .....	79
Conclusion générale.....	81
Annexes .....	83
Références bibliographiques .....	96



A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# Introduction Générale

### **Introduction**

L'eau est une ressource vitale du patrimoine humain qu'il faut protéger, une ressource qui nous a vus naître comme espèce et sans laquelle nous ne saurions vivre longtemps.

L'Algérie a réalisé un effort considérable en infrastructure hydraulique pour améliorer la disponibilité en eau pour les villes, l'irrigation des plaines et le développement de l'industrie

Pour faire face aux problèmes de la rareté et de la qualité des ressources en eau qui est aggravé ces dernières années sur l'ensemble du pays, et qui enregistre des valeurs très élevés. Les valeurs des paramètres de pollution dépassent largement dans des endroits les valeurs admissibles par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Ces dernières ont montré combien il était nécessaire d'appliquer des mesures sévères et bien suivre ce phénomène. Parmi ces mesures, l'étude de l'évolution de ces éléments et ces origines.

La transformation d'une eau de surface en une eau propre à la consommation fait appel à un ensemble de procédés de traitement extrêmement divers qu'il faut assembler dans un ordre déterminé afin de fournir un produit fini conforme aux normes de potabilité.

L'efficacité du traitement adopté dépendra, de plus, de la façon dont sera conduite l'exploitation de l'usine, ainsi que de choisir méthodes de traitement adéquates (c'est-à-dire ça suffit pas de faire seulement la désinfection) surtout pour les eaux destinés à la consommation humaines. Pour atteindre l'objectif souhaité, l'exploitant devra d'une part respecter certains principes élémentaires pour assurer le contrôle du processus de traitement et le contrôle de l'eau traitée, et d'autre part disposer d'un certain nombre de moyens techniques et humains.

. C'est pourquoi, dans le cadre de ce projet de fin d'études consacré à l'étude de la qualité physico-chimiques des eaux destinés à l'alimentation en eau potable à partir du barrage BOUROUMI – BOUMEDFAA –AIN DEFLA, une étude fut lancée. Il s'est manifesté le besoin de connaître la qualité de ces eaux considérées comme eaux de surface et destinées à l'alimentation en eau potable ce qui nous amène de comparer avec les normes de potabilité et de savoir sa composition physico-chimique. Notre étude a pour but de connaître et déterminer la qualité physico-chimique des eaux de barrage sur plusieurs points en surface et en profondeur afin de déterminer la zone optimale de pompage pour une bonne exploitation et un traitement efficace.

## *Introduction générale*

---

Ce Thème nous a amené à diviser notre travail en quatre chapitres:

- ✓ Chapitre n°01: Recherche bibliographique : une synthèse bibliographique sur les eaux en général, souterraines et superficiels, et les paramètres de qualité;
- ✓ Chapitre n°02: Présentation de la zone d'étude : la présentation des principales conditions géologiques, climatiques ainsi que la description du barrage et ces ouvrages;
- ✓ Chapitre n°03: Matériels et Méthodes : expose les matériels et méthodes utilisées pour évaluer la qualité physico- chimiques des eaux de barrage Bouroumi;
- ✓ Chapitre n°04: Résultats et interprétation : ce chapitre est consacré aux différents résultats et discussions.

A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# Chapitre n°01

# Recherche bibliographique

## ***I. Généralité sur l'eau***

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiant.

À pression ambiant (1atmosphère). L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H<sub>2</sub>O, c'est -à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène [1].

L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau [2].

## **II. Les ressources en eaux**

L'eau recouvre 72% de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350milliard de Km<sup>3</sup> dans la biosphère. Cependant l'eau se trouve en constant recyclage .l'eau douce ne représente que 2.5% du stock total d'eau sur la planète(les 97.5% restant étant salés) ; or 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0.3% de l'eau douce (soit 0,007% de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux ; les réservoirs et les lacs. Seule cette infime partie est aisément disponible et se renouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17 ans pour un lac [3].

### **1. Les ressources en eaux souterraines**

Ce sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à 22% des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliard de m<sup>3</sup> leur origine est représentée par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol les eaux souterraines sont habituellement à l'abri des sources de pollution, elles sont donc d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface [4].

## 2. Les ressources en eaux superficielles

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eaux, où contenues dans les lacs, ou maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riche en gaz dissous, en matière en suspension et en matière organique ainsi qu'en plancton. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique [5].

### III. Caractéristiques générales des eaux de surface

Si nous partons du fait que l'eau fait partie de notre quotidien, il est impératif de la connaître d'une façon assez explicite afin de pouvoir mieux l'affecter à nos besoins.

Ainsi, les caractéristiques des eaux varient en fonction qu'elle soit en surface, souterraine, ou résiduaire (tableau n°01). Les eaux de surface présentent une composition chimique qui en général est fonction de la nature des terrains traversés. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, ces eaux se chargent en gaz [1].

Par conséquent on note entre autres :

- )] la présence quasi générale de gaz dissous, en particulier l'O<sub>2</sub> ;
- )] Une concentration importante de matières en suspension, tout au moins pour les eaux courantes. Ces matières en suspension sont très diverses, allant des particules colloïdales aux éléments constitutifs entraînés par les rivières en cas d'augmentation du débit. Dans le cas des eaux de barrage, le temps de séjour provoque une décantation naturelle des éléments les plus grossiers : la turbidité résiduelle est alors colloïdale ;
- )] La présence de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux et animaux vivant à la surface du bassin versant ou dans la rivière et qui se décomposent après leurs morts ;
- )] La présence de plancton : les eaux de surface sont le siège d'un développement important de phytoplancton (algues...) et de zooplancton. Dans certaines conditions, une vie

aquatique intense peut se développer : développement de végétaux saprophytes, de poissons ;

- J Variations journalières (différence de température, d'ensoleillement) ou saisonnières : variations climatiques (température, fonte des neiges), de végétation (chute des feuilles). Elles peuvent être aléatoires : pluies soudaines, orages, pollutions accidentelles. Dans les retenues d'eau de surface, la qualité de l'eau varie de la surface de l'eau jusqu'au fond de la retenue(O<sub>2</sub>, Fe, Mn, Plancton). Le profil de chacun de ces paramètres varie lui-même en fonction des périodes de l'année [1] ;
- J La fragilité de la ressource, très vulnérable à la pollution urbaine, industrielle et agricole. On y rencontre par la suite très souvent une micropollution minérale (métaux lourds, sulfures) ou organiques (hydrocarbures, phénols, solvants, pesticides) pouvant avoir un caractère toxique ainsi que des substances azotées et phosphatées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation[1].

#### **IV. Les différents types d'eau de surface**

Ce sont des eaux circulantes stockées à la surface du continent. Elles sont exposées à de toute sorte de pollution que nous pouvons imaginer. Elles contiennent des matières en suspension, des micro-organismes provenant du sol, des déchets domestiques et industriels. De la façon dont sont réparties ces eaux dans la nature, on peut distinguer aisément :

##### **1. Les eaux de rivières**

Qui peuvent être subdivisées en deux parties : la partie amont et la partie aval. Les eaux de rivière partie amont sont souvent situées dans des régions montagneuses et sont caractérisée par des températures froides, une contamination bactérienne faible, une turbidité élevée car elle transporte une grande quantité de matière en suspension. La partie aval généralement située dans une région à forte population et agriculture développée se caractérise par une contamination bactérienne élevée ; une pollution organique et inorganique élevée ; un indice de couleur parfois élevé [6].

**Tableau n°01** :les caractéristiques des eaux de surface[1].

Caractéristiques	Eaux de surface
Température	Variable suivant les saisons.
Turbidité, MES (varies ou colloïdales)	Variable, parfois élevée.
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques).
Minéralisation globale	Variables en fonction des terrains.
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	Généralement absent sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.
CO <sub>2</sub> agressif	Généralement absent.
O <sub>2</sub> dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans les eaux très polluées.
H <sub>2</sub> S	Généralement absent.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Présent dans les eaux très polluées.
Nitrates	Peu abondant en général.
Silice	Teneur en général modérées.
Micropollutions minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés .mais susceptible de disparaître rapidement après suppression de la source.
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (animal et végétal).
Solvants	Rarement présents
Caractère eutrophie	Fréquent accentué par les températures élevées

## 2. Les eaux de lac

On peut considérer un lac comme un bassin de décantation naturelle. La turbidité de ces eaux est donc faible et une contamination peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. Durant ces périodes, la différence de température



### 3. Les eaux de barrage

Un barrage est un étendue d'eau plus ou moins profonde, dont la rétention des eaux est due à l'existence d'une contre-pente qui peut se remplir par ruissellement (ou par des apports d'eaux de sources), et qui ne subit pas l'influence des mers et océans du globe. La composition des eaux tient à la nature géologique des terrains du bassin versant et, à celle du fond de la retenue. Elle subit des variations grâce :

- ) Au régime des vents qui modifie la concentration en CO<sub>2</sub> (par agitation de l'eau) ;
- ) Aux pluies qui amènent surtout des matières en suspension ;
- ) A la température qui règle les cycles de recirculation de la masse d'eau [6].

La surface des barrages est en contact avec l'atmosphère et possède une température sensiblement identique. Les parties les plus profondes sont occupées par de l'eau à une densité supérieure à celle de surface. Cette densité peut atteindre le maximum au fond, pour une température de 4°C. Si l'on effectue des mesures de température en fonction de la profondeur, on trouve :

- ) Une zone où la température décroît faiblement,
- ) Une zone dite de saut thermique où la température baisse rapidement en quelques mètres,
- ) Une zone profonde dans laquelle la température décroît plus lentement et atteint 4°C si le barrage est assez profond [6].

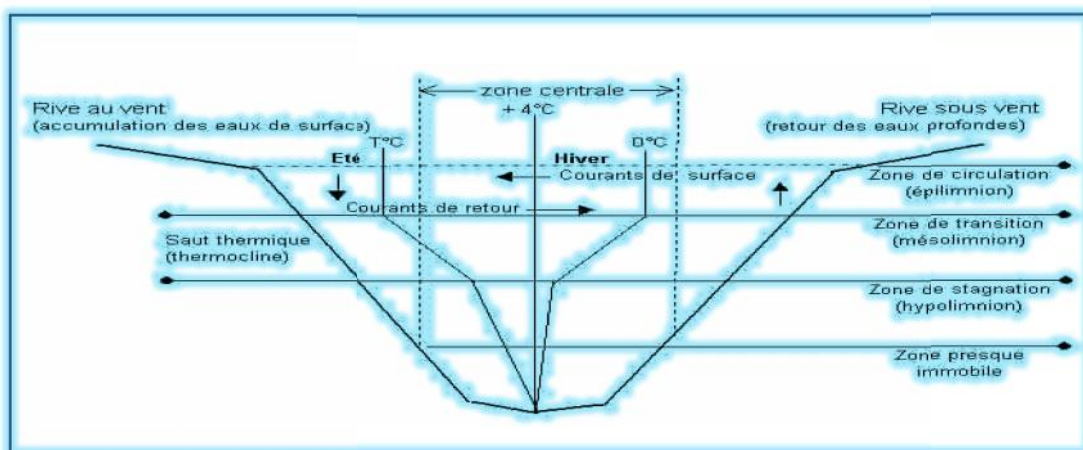


Figure n°01 : Coupe schématique d'un barrage [6].

Si le barrage est très profond, la température correspondant au maximum de densité règne sur une grande épaisseur. La circulation n'est alors que partielle et n'affecte pas le fond.

Ce phénomène explique les apparitions saisonnières de certains éléments gênants (manganèse en particulier), qui, remontant en surface, sont pompés avec l'eau.

C'est donc une bonne précaution, lorsque l'on doit utiliser l'eau d'un barrage pour alimenter une station de traitement d'eau, de prévoir une tour de prises étagées afin de pouvoir choisir la tranche d'eau la plus favorable selon la saison[6].

### **3.1. Principaux usages des eaux des barrages**

Les utilisateurs des eaux du barrage sont :

- ) Secteur irrigation ;
- ) Production d'énergie ;
- ) Alimentation en eau potable et industrielle ;
- ) Abreuvement des animaux ;
- ) Production halieutique ;
- ) Navigation [8].

### **3.2. Principaux éléments du barrage**

Un barrage est constitué par les ouvrages suivants:

- ) Une digue ou barrage principale ;
- ) Un évacuateur de crues ;
- ) Un ou des ouvrages de prise un ouvrages de vidange [8].

### **3.3. Les types des barrages**

#### **3.3.1 Barrage en poids**

Résistant à la poussée de l'eau par son seul poids. De profil triangulaire, il peut être en remplias (matériaux meubles ou semi rigides) ou en béton [8].

#### **3.3.2 Barrage en voute**

Dans lequel la plus grande partie de la poussée de l'eau est reportée sur rives par des effets d'art. De courbure converse tournée vers l'amont. Il est constitué exclusivement de béton. Un barrage béton est en plusieurs tranches verticales. Appelées plots [8].

### **3.3.3. Barrage en terre**

#### **A. Barrage homogène**

Il est constitué d'un massif de terre compactée homogène imperméable muni d'un dispositif de drains et de protection mécanique amont condition principale : disposer sur place et en quantité suffisante permettant d'obtenir après compactage, les conditions d'étanchéité et de potabilité suffisantes [8].

#### **B. Barrages à masque amont**

C'est un barrage homogène avec un masque amont qui est une paroi étanche plaquée sur le talus amont du barrage tel que le béton bitumineux, géotextile [8].

#### **C. Barrage à noyau**

Il est constitué d'un massif à zones dont chacune est constituée d'un matériau différent l'étanchéité est assurée par un noyau étanche en matériau argileux au centre ou à l'amont du barrage le noyau est maintenu en place (épaulé) par une ou plusieurs zones en matériaux grossiers relativement perméables qui assureront la stabilité. Entre les zones il est nécessaire d'interposer des couches filtrantes de transition en cas de discontinuité de granulométrie des matériaux [8].

### **V. Les paramètres de la qualité des eaux de surface**

#### **1. Qualité organoleptique**

##### **1.1. Couleur**

La couleur est un paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut : Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface). Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc. Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures). [4].

##### **1.2. Odeur et saveur**

L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être

mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les déceler. [4].

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous. Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer.

## 2. Paramètre physico-chimique

### 2.1. Qualité physique

#### A- Température

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond[3].

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit ; hypothermies, hyperthermies[4].

#### B-Dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer, strontium etc. présents dans l'eau, les deux premiers cations ( $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau[9].

Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dit « dure » dans le cas contraire il s'agit d'une « douce » [9].

**Tableau n°2:** Plage de valeurs du titre hydrotimétrique[9].

TH (F°)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+40
Eau	Très douce	Eau douce	plutôt dure	dure	Très dure

### C-Résidu sec

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux) suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l [10].

### D- Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs[10]. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU (NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique).

**Tableau n°03:** Plage de valeurs de la turbidité[9].

NTU	0 à 5	5 à 30	30 à 50	Plus de 50
Eau	Claire	Légèrement trouble	Trouble	Très trouble

### E-Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> et distantes l'une de l'autre de 1 cm.

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium (Ca<sup>2+</sup>), le magnésium (Mg<sup>2+</sup>), le sodium (Na<sup>+</sup>), le potassium (K<sup>+</sup>), le bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), le sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) et le chlorure (Cl<sup>-</sup>), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée [9].

**Tableau n°04:** La minéralisation totale à travers la conductivité électrique[9].

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation en $\text{mg}/\text{L}$
Conductivité < 50	Minéralisation =conductivité $\times 1.365079$
50 < Conductivité <166	Minéralisation =conductivité $\times 0.947658$
166<conductivité <333	Minéralisation =conductivité $\times 0.769574$
333 < conductivité < 833	Minéralisation =conductivité $\times 0.715920$
833 < conductivité < 1000	Minéralisation =conductivité $\times 0.758544$
Conductivité >1000	Minéralisation =conductivité $\times 0.850432$

## 2.2. Qualité chimique

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres »[11].

### A. Potentiel d'hydrogène pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène ( $\text{H}^+$ ), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de la signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous [1].

### B. Nitrates

Les nitrates  $\text{NO}_3^-$  présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote[12].

La dose journalière de nitrates admissible pour un homme de 70 kg est de l'ordre de 350 mg de nitrate de sodium par jour. Les valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) et (NA)[5].

### **C. Nitrites**

Les nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup> proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (supérieur à 1 mg/l d'eau)[13].

Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont de 0,1mg/l pour les pays de l'union européenne et Algérie et des doses inférieures à 1 mg/l pour l'OMS [13].

### **D. Fluorures**

On considère généralement qu'une faible teneur en Fluorure dans l'eau (0,4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'émail dentaire et protège les dents contre la carie [4].

Des doses supérieures à 2 mg/l risquent de faire apparaître des taches sur l'émail dentaire (fluorose) qui s'aggravent par des décalcifications et des chutes des dents [4].

### **E. Fer**

Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distribution, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'amenés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air [14].

Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur)[14].

### **F. Sodium**

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à une autre. Il n'existe pas de danger dans l'absorption des quantités relativement importantes de sodium sauf pour les malades hypertendus. Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau. Il faut qu'il ne dépasse pas 200 mg/l ; cependant les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtre et prennent un goût désagréable [15].

### **G. Sulfate**

Elles sont rencontrées sous forme de sulfates de magnésium et sous forme calcique dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable [15].

Les normes Algériennes préconisent pour les sulfates une concentration maximale acceptable de 200 mg/l (SO<sub>4</sub>-2) et une concentration maximale admissible de 400 mg/l (SO<sub>4</sub>-2)[16].




### **H. Calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure...etc....[11].

Les eaux de bonne qualité renferment de 200 à 250 mg en CaCO<sub>3</sub>/l.

### **I. Chlorures**

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

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

Les normes Algériennes préconisent pour les chlorures une concentration maximale acceptable de 200 mg/l et une concentration maximale admissible de 500 mg/l. Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution [10].

### **J. Potassium**



La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus. Le seuil de perception gustative est variable suivant le consommateur, se situe aux environs de 340 mg/l pour les chlorures de potassium [14].

### **K. Magnésium**

Le magnésium est un des éléments les plus rependus dans la nature. Il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre. Il est un élément indispensable pour la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les systèmes enzymatique et hormonaux. Le magnésium constitue un élément significatif de dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau potable [14].

### **L. Phosphates**

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) [14].

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante [14].

Concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l [14].

### **M. Matières organiques**

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l [10].

Selon la classification de « Rodier » :

- ✚ Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- ✚ Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- ✚ Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
- ✚ Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

### 3. Qualité Microbiologique

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactérie pathologique, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie[16].

Les dénombrements bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques[16].

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prise pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement[16].

### 4. Qualité Bactériologiques

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses :

#### A. Les germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes

Certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibron cholérique responsable du choléra[14].

#### B. Les Coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatifs (BGN) non sporulés oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température

comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels[14].

### **C. Les Coliformes Thermo-tolérants**

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de E. Coli qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermentent le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente[14].

### **D. Les Streptocoques Fécaux (37°C)**

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chaînettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène[14].

### **E. Les Clostridiums Sulfito-Réducteur :**

En dehors des streptocoques fécaux et E. coli qui sont des indices de contamination fécale récente, du fait que leur survie dans l'eau peut être très courte, les clostridiums sulfito-réducteurs représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, ils sont résistants aux conditions défavorables grâce à la sporulation, ils sont des bactéries anaérobies strictes, sporulés, Gram positif réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile[14] :

## **VI. Les étapes des traitements des eaux des surfaces**

Le traitement et la distribution d'eau potable se fait en majorité par le biais des stations de traitement d'eau qui sont alimentées par les multiples barrages au sein du territoire. Ces unités de traitement suivent le processus classique du traitement des eaux de surface. Bien que les eaux de barrage, du fait de leurs caractéristiques soient exemptes de certains traitements, nous allons sans détour suivre ce chemin classique souvent emprunté par les eaux de surface à des fins de traitement[17].

Pour éliminer ou corriger tous ces paramètres défavorables, le traiteur d'eau dispose d'un certain nombre d'outils qui doivent d'abord être passés en revue : décanteurs ; flotteurs ;

lits de matériaux granulaires à effet filtrant, adsorbants et/ou neutralisants, réacteur de floculation ou d'oxydation, échangeurs d'ions, etc. ces outils seront combinés dans des filières plus ou moins complexes de traitement des eaux[17].

Le tableau ci-après nous présente les principales étapes d'une filière de traitement des eaux de surface (tableau n°2)

**Tableau n°05:**Les principales filières de traitement des eaux de surface[17].

<b>Etape du traitement</b>	<b>Fonction</b>	<b>Commentaire</b>
Prise d'eau	Relier la rivière ou le lac au puits d'eau brute ; acheminer l'eau à la station	Aucun traitement de la vase et des matières flottantes vers le puits d'eau.
Dégrillage	Arrêter les impuretés grossières.	Installé dans le puits d'eau brute ; nettoyage manuel ou mécanique.
Micro tamisage	Arrêter les particules fines en suspension.	Inutile en cas de la coagulation-floculation et décantation
L'aération	Elimination du CO <sub>2</sub> dissous en excès, oxygénation, oxydation des ions ferreux et manganéux.	Cascade d'aération
Pré désinfection ou pré oxydation	Réduire la concentration des micro-organismes ; oxyder la matière organique, le fer et le manganèse.	Dioxyde de chlore, le chlore ou l'ozone.
Coagulation	Déstabiliser les particules en suspension ; amorcer la formation d'un floc.	Dans un mélangeur rapide.
Floculation	Augmenter la probabilité de rencontre des particules	Dans un mélangeur lent (floculateur).
Décantation	Eliminer les particules en floes.	Liquide surnageant acheminé vers les filtres. Boues formées par les particules de floc est évacuées vers l'élimination finale.
Filtration	Arrêter les petites particules de floes contenues dans l'effluent du décanteur.	Dernière étape permettant de réduire la turbidité et la couleur.
Désinfection	Détruire les micro-organismes nuisibles à la santé.	Chlore, dioxyde de chlore ou chlore.

Réservoir	Conserver l'eau traitée jusqu'à son utilisation.	/
-----------	--	---

## VII. Les normes de potabilités

Jusqu'au début du siècle, on déterminait si une eau était potable à partir des seuls sens. L'eau devait ainsi être agréable au goût, dépourvue d'odeur désagréable et limpide. Ce type sommaire d'évaluation a conduit dans plusieurs cas à des catastrophes. Aujourd'hui, on mesure plutôt les caractéristiques les plus appropriées et on les compare à des normes [18].

Il existe des normes nationales, européennes et émanant d'organisations multilatérales comme l'OMS (organisation mondiale de la santé), qui définissent la potabilité (annexe n°01), la minéralisation (annexe n°02) et les paramètres indésirables (annexe n° 03).

A decorative border consisting of a repeating pattern of small black asterisks surrounds the entire page content.

# Chapitre n°02

## Présentation de la zone d'étude

## Introduction

Dans ce chapitre, on essaye de présenter le barrage Bouroumi dans tous ses volets, tels que la situation géographique, la géologie de la région d'étude, un aperçu sur le climat ainsi que les caractéristiques générales du barrage.

### I. Situation géographique

Le barrage de Bouroumi, situé sur l'oued Bouroumi à environ 06 km à l'Est de la ville de Boumedfaa, a été mis en service en 1985. Avec une capacité de 182 millions m<sup>3</sup>, il est destiné essentiellement à l'alimentation en eau potable de Hammam Righa et Boumedfaa [19].

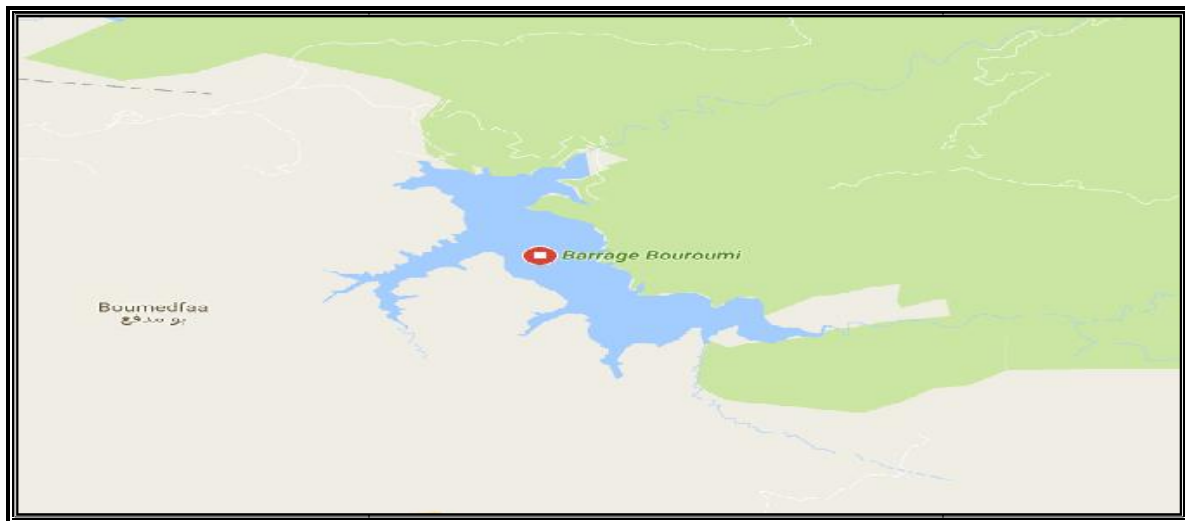


Figure n°2 : Image satellitaire (Google Earth, 2017).

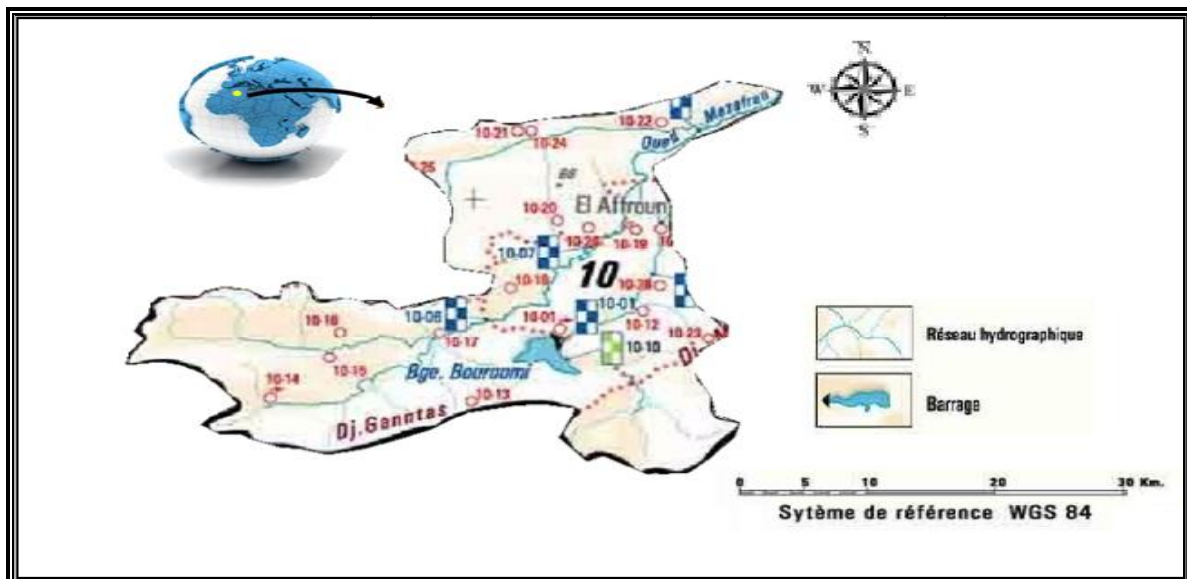


Figure n°3: le bassin versant de barrage bouroumi ( l'ANRHLiba,2017).

## II. Situation topographique

Le barrage est construit sur l'oued Bouroumi, à l'extrême ouest du massif de Blida, à 60 km au sud-ouest de la ville d'Alger, à vol d'oiseau. La localité la plus proche du barrage est Boumedfaa, situé à 8 km l'ouest du barrage, tandis qu'El Afroun se situe à 10 km au nord du barrage.

Le barrage de Bouroumi est un barrage remblai et sa retenue est destinée à l'irrigation de la région Mitidja-ouest. Dans la retenue de Bouroumi se fait le transfert des eaux de l'oued de Harbil, (qui appartient au bassin versant de Cheliff) et il est prévu le transfert des eaux provenant de l'oued Chiffa quand le barrage sur cet oued sera achevé[19].



Figure n°4: Image du barrage bouroumi, Alsat-2A, (ASAL2015).

## III. Cadre géologique et hydrogéologique

### 1. Cadre géologique de l'Algérie

L'axe principal du soulèvement des chaînes algériennes est celui du nord. Il a formé cette région montagneuse qui constitue le Tell de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc et a déterminé, suivant son propre alignement, la direction du rivage méditerranéen. La ligne suivant laquelle ont agi les forces internes du globe est jalonnée le long du littoral par une série d'îlots et de massifs de roches éruptives et de roches primordiales, sur lesquelles viennent s'appuyer les formations sédimentaires plus récentes[20].



## **2. Cadre géologique régionale**

Le site d'El mostakbal (site du barrage) est situé dans la gorge que l'oued bouroumi a entaillée dans un petit massif de terrains schisteux autochtones du crétacé supérieur (n'occamien). Ces schistes se raccordent à ceux de la gorge de la Chiffa en passant sous les nappes de charriage des unités telliennes. Le massif dans lequel est situé le site a une surface de 4km<sup>2</sup> environ.

La géologie du site est très irrégulière, il est bordé du nord et à l'est par les nappes de charriage, au sud et à l'ouest par du miocène autochtone. Les couches sont uniformément des schistes gris-noir légèrement métamorphique assez divisés par la stratification, les schistosités et les joints tectoniques.

Le contact sud avec le miocène est redressé par une faille importante, elle se situe à environ 250m au sud du site de direction E-W. C'est le seul accident majeur aux environs du site (les surfaces de charriage sont situées très haut et assez loin du site).

La rive droite présente de nombreux signes d'instabilité naturelle. La construction a d'ailleurs été marquée par un glissement important sur cette rive pendant les fouilles[19].

### **2.1. Succession et nature des couches du site**

Les couches qui constituent le massif du site sont uniformément des schistes. Légèrement métamorphique. Gris noir et gris bleutés.

Ils sont moyennement durs. Légèrement calcaires et contiennent parfois des petits bancs de grès de quelque centimètres, à 40cm d'épaisseur, discontinus.

Les lentilles de silex noir ne sont pas rares, leur débit en frites de 10 cm est caractéristique. Il est dû à la juxtaposition de la stratification et d'une schistosité sécante.

La roche affleure presque partout. Elle est bien dégagée sur les reliefs et les abrupts, surtout en bas de la vallée la rive droite exposée au nord et l'ouest a une couverture d'éboulis plus important[19].

### **2.2. Disposition des couches**

Les couches sont disposées très régulièrement dans l'ensemble de massif, suivant une direction E.W. avec un pendage vers le nord de 40° à 60° (sur l'horizontale). Sur la rive droite, le pendage des couches est de 55° à 60°. Sur la rive gauche, il est de 45° à 50°. A l'aval du site les couches ont un pendage moyen de 55°[19].

### 2.3.Fracturation des couches

Les schistes sont affectés de façon assez constante, par un certain nombre de failles et des joints ayant plus ou moins rejoué.

Les deux systèmes de schistosité accentuent la découpe des schistes de façon régulière[19].

#### A. Les failles

Les seules fractures du site pouvant répondre au nom de "faille" sont des plans parallèles à la stratification ou à plongement légèrement plus fort.

Ils se manifestent par :

- ) Des traces de mouvement sur les épontes.
- ) Un remplissage bréchiq ue argileux d'épaisseur variable quelque centimètre à quelque centimètre. L'épaisseur la plus fréquente étant de 10 cm.
- ) Un broyage des schistes à leur approche : parfois la faille ne se manifeste pas par un seul plan, mais par une série de petites cassures qui combinées avec d'autres joints donnent une assez grande fragilité à la roche.
- ) Une continuité irrégulière dans l'espace. Les failles peuvent disparaître quelques mètres et être relayées par des failles voisines[19].

#### B. Localisation et fréquence des failles

- © La rive droite du site a souffert de la proximité de la faille régionale. Les failles parallèles à la stratification sont nombreuses. On peut estimer que les failles se répètent tous les 5m, avec un important inégal.
- © La rive gauche est beaucoup plus homogène. Quelques failles ont été repérées dans les galeries, mais très difficilement en surface. les failles se répètent tous les 20m environ mais souvent avec un remplissage bréchiq ue argileux très réduit (quelque cm).
- © Dans les reconnaissances actuelles, il n'a pas été repéré de zone broyée importante[19].

#### C. Les joints et autres petites fractures

Les autres systèmes de discontinuité de la roche sont

La schistosité **S1** conforme à la stratification :

- Direction E.W. (N90°)
- Pendage 45° à 50° N

Elle accentue la découpe des bancs et tend à rendre les schistes plus fragiles suivant cette direction.

La schistosité **S2** conforme à la stratification :

- Direction N 25°
- Pendage 30° à 40° W

Elle donne aux schistes un débit en frites, en surface, sous l'effet de la décompression des terrains. En profondeur elle n'est que potentielle. Les joints N.S. perpendiculaires à la stratification. Ils se répartissent en deux familles :

- L'une : direction N 0° à 15°.

Pendage 60° à 90°.

- L'autre : direction N 135°

Pendage 50° W

Les joints ont parfois joué en léger cisaillement. Ils sont assez fermés. Les joints E.W perpendiculaires à la stratification :

- Direction N 76°
- Pendage 30° S

Ces joints sont moins fréquents.

Les joints subhorizontaux :

- Direction N 80°
- Pendage 20° N

Ce sont des joints affectés de légers cisaillements assez rares[19].

#### **D. Altération et décomposition des couches**

Les schistes altérés en surface ont un débit en frites marqué. Ils sont légèrement argileux et tendres, sur 5 à 6 m d'épaisseur. Les failles et les zones broyées contiennent une proportion en argile assez importante (argile plastique verte) même en profondeur.

La décomposition des schistes a été appréciée grâce aux essais de perméabilité de type lugeons effectués dans les sondages. Elle est sensible sur quelques dizaines de mètres de profondeur [19].

#### **E. Perméabilité des schistes**

Elle a été mesurée tout d'abord dans les quatre sondages de la campagne 1969 (S1 à S4). Puis dans sous diverse pression (essai type lugeons) réalisées à l'avancement généralement par tranche de 3 m de longueur.

Les résultats de ces essais illustrent la dissymétrie géologique entre les deux rives relevée ci-dessus.

- © La rive droite, plus desserrée, présente une perméabilité qui décroît très nettement avec la profondeur depuis environ 100 lugeons en surface (soit  $10^{-3}$  cm /s) jusque à moins de 1 lugeons à 40m de profondeur.
- © La rive gauche, plus fermée. N'offre qu'une perméabilité de quelques lugeons en surface et de moins de 1 lugeons à 40 m de profondeur [19].

#### **F. Séismicité du site**

Le site est proche de trois lignes tectoniques majeures du tell de la région algéroise.

- ❖ La bordure de la Mitidja.
- ❖ Le bassin plio-quaternaire du Chélif.
- ❖ Le couloir transversal reliant le Chélif à la Mitidja (voilée de l'oued Djer) au site le village de Boumedfaa.

Ces lignes se sont manifestées principalement au quaternaire et sont encore le lieu de séismes importants. Tous les travaux réalisés sur la séismicité de l'Algérie indiquent que l'aménagement se trouve dans une des zones de forte séismicité [19].

### **IV. Caractéristiques générales du climat**

#### **Introduction**

Les mécanismes météorologiques qui déterminent les régimes pluvieux dans notre pays sont complexes et liés, d'une part à la circulation atmosphérique des masses d'air et d'autre part, aux effets de contraste : Mer- Continent- Altitude.

En effet, par sa position géographique le bassin méditerranéen auquel notre région se rattache constitue un large couloir de circulation et d'affrontement entre les masses d'air d'origine polaire et celles d'affinité tropicale. Il est aujourd'hui admis que les masses d'air polaire, sous l'effet du jet Stream (courant atmosphérique très rapide en haute altitude) associé aux centres d'action à basse altitude, envahissant largement notre région en développement des aires de cyclogenèse responsables des perturbations que nous connaissons en hiver. En revanche, en été le retrait plus au nord du flux zonal déclenche l'avancée des masses d'air tropicales génératrices des pluies violentes et éphémères[21].

A cette influence directe, liée à la circulation atmosphérique, se conjuguent les effets convectifs provoqués par la méditerranée en tant que régulation thermique. En hiver, la mer étant plus chaude (12°) que les continents elle devient propice à la formation de nombreuses dépressions locales donnant lieu à des averses orageuses torrentielles [22].

Enfin à une échelle régionale, les chaînes de montagnes font obstacle à la circulation libre des nuages et par effet orographique interceptent une partie non négligeable des pluies. C'est ce phénomène qui explique pourquoi les plaines sont moins arrosées que les montagnes et les versants septentrionaux plus arrosés que les versants méridionaux.

### **1. Les facteurs climatiques**

Le bassin est soumis à un climat méditerranéen intermédiaire, entre le climat tellien de montagne pluvieux et à l'amplitude thermique faible, avec des chutes de neiges et le climat tellien de plaine plus sec relativement chaud et présentant des forts écarts de température. On peut distinguer deux principaux régimes pluvieux[23].

- A.** Le régime méditerranéen est le régime le plus important, il s'étale d'octobre à mai. Son efficacité se fait sentir entre octobre et mars. Les précipitations d'origine cyclonique représentent 60 % environ du total annuel dont une partie non négligeable provient des pluies orageuses (dus à la proximité de la mer) ou de l'effet orographique.
- B.** Le régime subtropical se caractérise par des pluies qui se manifestent le plus souvent en été ou à la fin du printemps.

Le climat algérien est un climat de transition entre le climat tempéré humide et le climat désertique. Il varie de manière contrastée, du type méditerranéen et semi-aride dans le

nord vers le type désertique dans le Sahara. Les bassins versants de l'Algérie sont sous l'influence de trois régimes climatiques : Climat tempéré littoral, Climat de l'atlas Tellien et Climat des hauts plateaux[23].

### **1.1 Précipitation**

Plus encore que les facteurs morphologiques, lithologiques et géographiques, les conditions climatiques du bassin versant jouent un rôle capital dans le comportement hydrologique des cours d'eau. Ce sont les précipitations, qui constituent le facteur essentiel intervenant par leur totale annuelle et leur répartition mensuelle qui influence directement les régimes hydrologiques.

Ces différents aspects des précipitations sont modifiés selon l'effet combiné des autres paramètres physiques et climatiques (température et évapotranspiration). Mais, contrairement aux paramètres physiques permettant une interprétation qualitative du comportement hydrologique du bassin, les précipitations et les facteurs climatiques, variables aléatoires dans le temps et l'espace, permet d'expliquer quantitativement les variations du régime hydrologique.

#### **A. Critique des données**

Dans le cadre de l'analyse pluviométrique, nous insisterons tout d'abord sur la critique des données, tâche primordiale pour pouvoir en tirer des conclusions fondées, cette opération est nécessaire pour envisager les possibilités d'améliorer les données. Un aperçu sur le tableau des données d'observations pluviométriques, nous permet de constater une insuffisance et parfois le manque de fiabilité de certaines données.

Les stations retenues pour cette étude présentent des lacunes d'observations généralement sur plusieurs mois et années. Étudier le régime climatique et assurer une bonne représentation de la zone afin d'obtenir des séries pluviométriques plus au moins homogènes, nous avons retenu les stations pluviométriques : OUED ZEBOUJ, BOUMEDFAA et SIDI BRAHIM BERKISSA. (Tableau n°8). Et qui se trouvent à une altitude proche du site du barrage et qu'on a les considérées comme stations représentatives.

**Tableau n°6** : Les stations pluviométriques (ANRH, 2017).

Code de la station	Nom de la station	X m	Y m	Z m
021014	OUED ZBOUDJ	468.05	334.8	400
021017	BOUMEDFAA	480.05	341.25	270
021001	SIDI BRAHIM BERKISSA	487.75	340.7	240

### B. Variation inter annuelle des précipitations

Aux variations spatiales des précipitations annuelles s'ajoutent des variations temporelles qui restent, toutefois, moins marquées qu'à l'échelle mensuelle. La pluviométrie moyenne sur l'ensemble du bassin a été estimée à environ 400 mm sur la base du postes pluviométriques irrégulièrement réparties sur le bassin. Les valeurs de la pluie annuelle diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte. En effet, les précipitations varient en moyenne entre 559 et 760 mm dans la région côtière et de 220 à 400 mm dans le sud [24].

Les caractéristiques statistiques des séries pluviométriques annuelles de la station Oued ZBOUDJ, sur une période de 33 ans (1980/1981 à 2013/2014) sont présentées à la figure n°5.

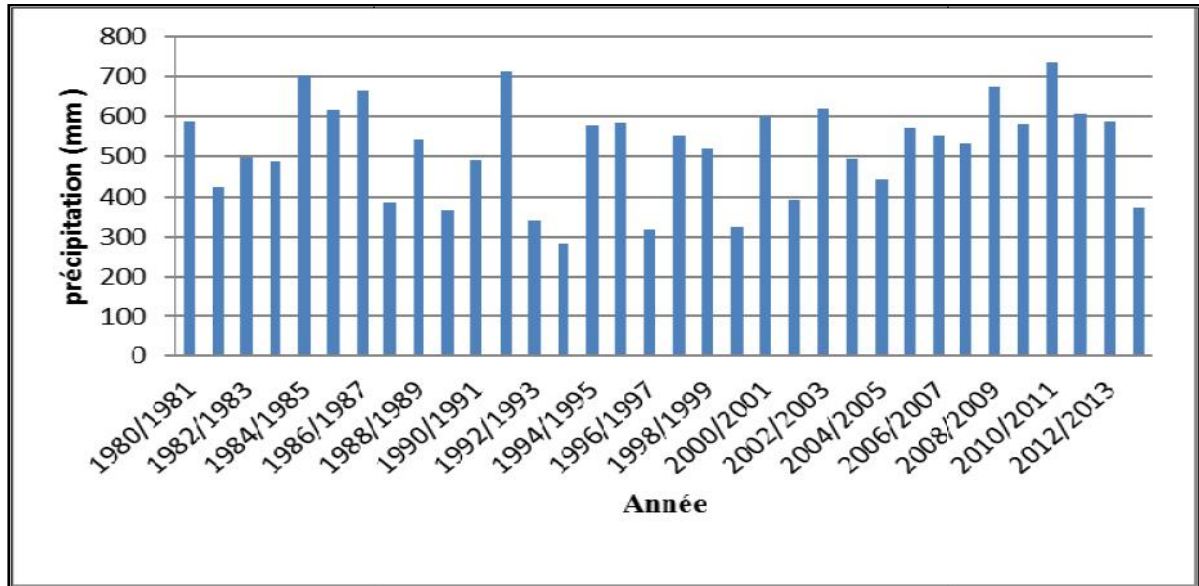


Figure n°5 : Précipitation moyenne annuelle de station OUED ZBOUDJ (ANRH, 2017).

Les caractéristiques statistiques des séries pluviométriques annuelles de la station Boumedfaa sur une période de 13 ans (2001/2002 à 2012/2013) sont présentées à la figure

n°6.

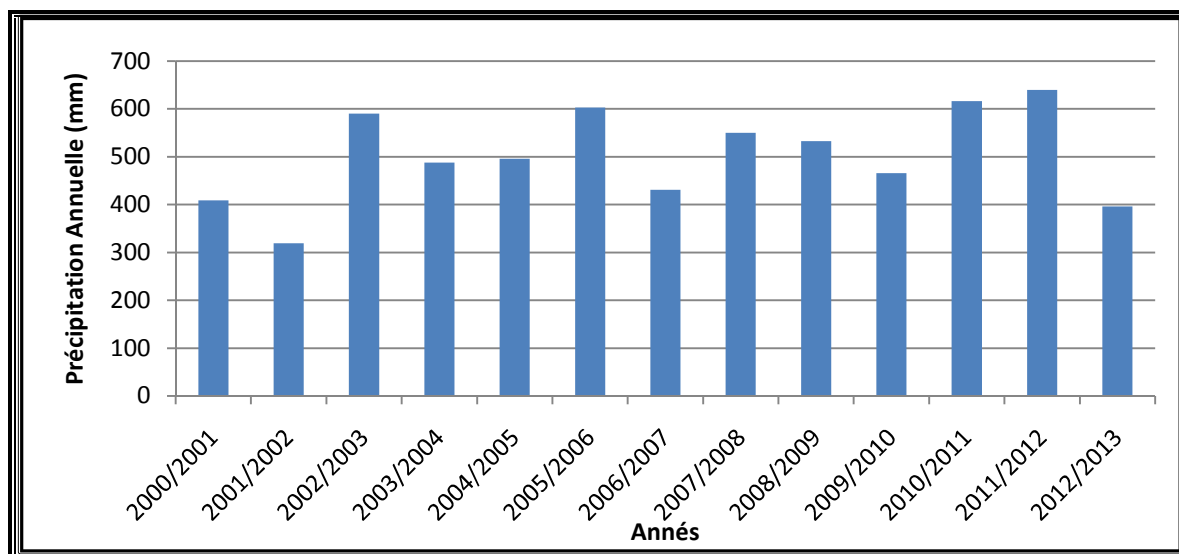


Figure n° 6 : Précipitation moyenne annuelle de station Boumedfaa (ANRH, 2017).

Les caractéristiques statistiques des séries pluviométriques annuelles de la station SIDI BRAHIM BERKISSA sur une période de 11 ans (1980/1981 à 1989/1990) sont présentées à la figure n°7.

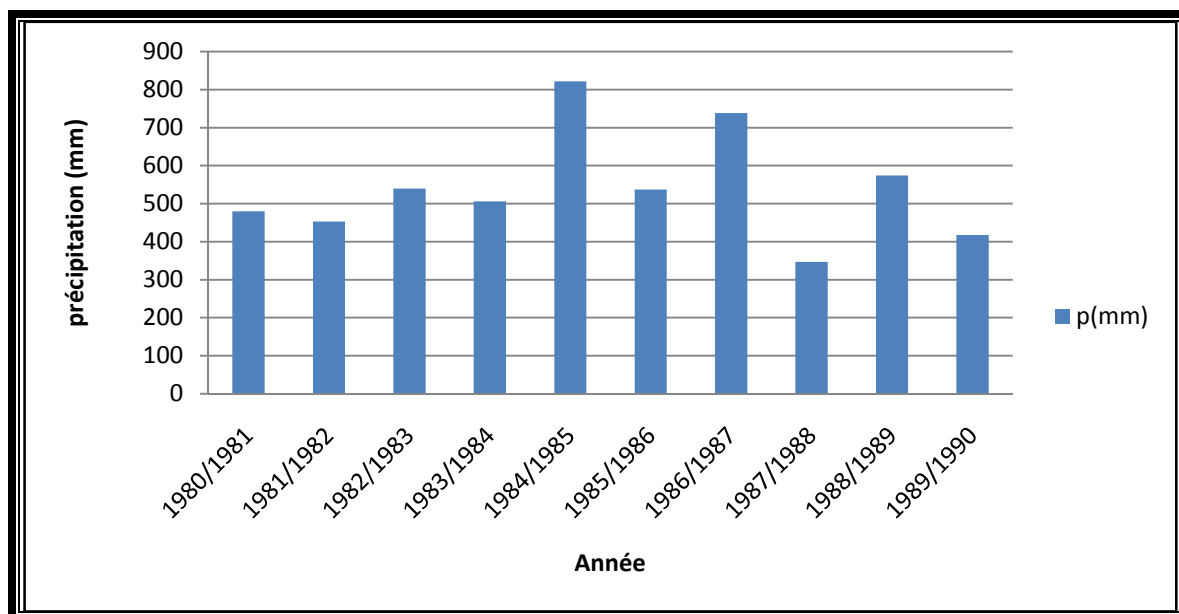


Figure n° 7 : Précipitation moyenne annuelle de station SIDI BRAHIM BERKISSA (ANRH, 2017).

Tableau n°07: Précipitations annuelles des stations pluviométriques[28].

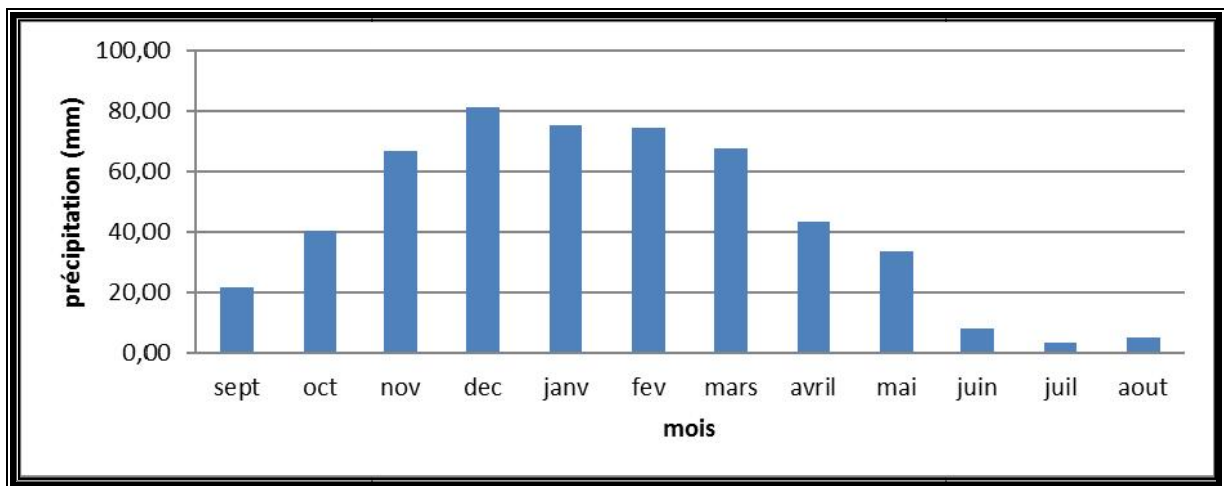


Station	OUED ZEBOU DJ	BOUMEDFAA	SIDI BRAHIM BERKISSA
Période observation	(1980/2014)	(2001/2013)	(1980/1990)
Moyenne (mm)	537,13	514,87	541,40

### C. Variation mensuelles des Précipitations

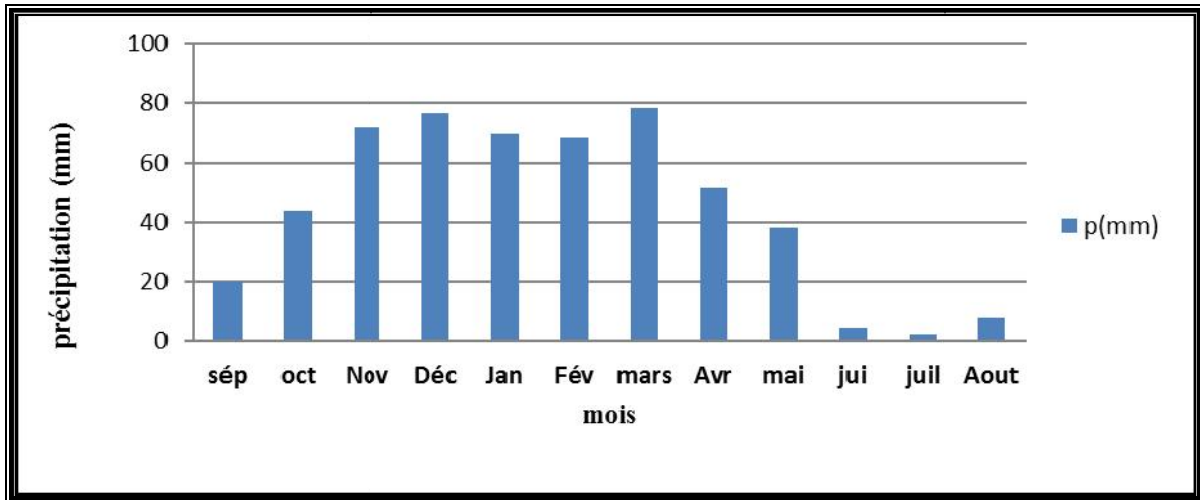
Les précipitations mensuelles sont très irrégulières. L'irrégularité des chutes mensuelles exerce une influence particulière à la fois sur la vie rurale et sur les principales ressources naturelles dont dépend la subsistance des masses paysannes : eau, sol et couvert végétal.

La fluctuation pluviométrique mensuelle durant la période (1980-2014) dans la station OUED ZEBOU DJ apparaissant dans la figure suit :



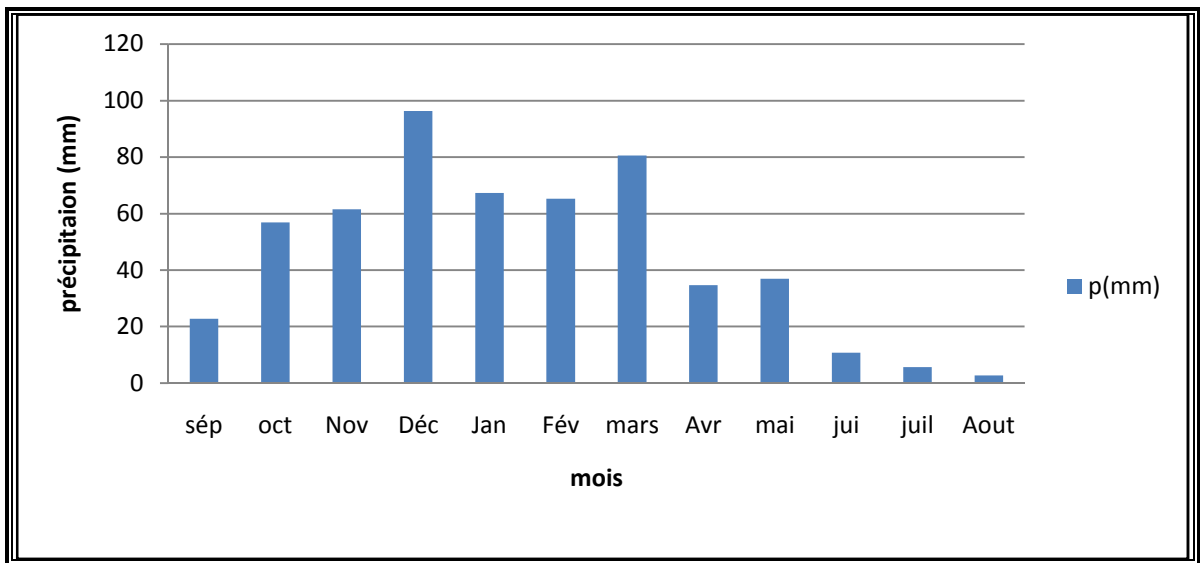
*Figure n°8 : précipitations mensuelles de station OUED ZEBOU DJ (1980-2014)(ANRH, 2017).*

La fluctuation pluviométrique mensuelle durant la période (2001-2013) dans la station BOUMEDFAA apparaissant dans la figure suit :



**Figure n°9** : précipitations mensuelles de la station BOUMEDFAA (2000-2013) (ANRH, 2017).

La fluctuation pluviométrique mensuelle durant la période (1980-1990) dans la station SIDI BRAHIM BERKISSA apparaissant dans la figure suit :



**Figure n°10** : précipitations mensuelles de station SIDI BRAHIM BERKISSA (1980-1990) (ANRH, 2017).

## 1.2 Evaporation

Pour le site du barrage de BOUROUMI, on ne dispose que de 3 années seulement de mesures hydrométrique. Les informations sur l'évaporation ne sont pas disponibles. Cependant on peut utiliser les valeurs enregistrées dans la région qui sont de 1454,9mm/an.

Pour la retenue du bouroumi qui présente une surface de 6.2 km<sup>2</sup> au niveau de la retenue normale, la perte par évaporation dans le cas de réservoir plein est d'environ 7,8h m<sup>3</sup>/an[19].

L'évaporation est un paramètre qui conditionne l'abondance ou la disette en eau pour la végétation. Cette connaissance est l'un des moyens fondamentaux d'intervention pour réussir l'aménagement, une pratique culturale, ou tout autre projet qui vise à protéger l'environnement et à accroître l'exploitation maximum du potentiel naturel. Le tableau n°... montre la variation mensuelle de l'évaporation potentielle (ETP) extraite des cartes d'évaporations établies par ANRH Blida en 2002.

**Tableau n° 08 : Répartition mensuelle de l'évaporation[28].**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Année
Evaporation	146.5	90.0	52.4	35.3	38.4	85.7	85.7	123.2	166.4	206.0	225.4	199.9	<b>1454,9</b>

## 1.3 Humidité

Les plus fortes valeurs de l'humidité en été s'expliquent par l'effet de température qui est plus élevé durant cette saison. Cependant si nous faisons le parallèle avec ce que HALIMI. A (1980) a relevé, à partir d'une coupe allant de Bousmail- Blida- Chréa- Médéa Et Djelfa, nous confirmons que l'humidité relative ne descend jamais en dessous de 50% (en moyenne annuelle) [23].

## 1.4 Les écoulements

En Algérie, l'année hydrologique adoptée par les services de l'ANRH correspond à l'année climatique (commence par mois de Septembre et se termine par le mois d'Août). Le

découpage de l'année hydrologique est rigide et ne tient pas en compte des nuances dues à l'existence de secteurs géographiques différenciés dans le bassin. Pour le nord de l'Algérie, le choix d'une année hydrologique comptée de Novembre à Octobre semble plus convenable ; cette année est assez bien adaptée au régime thermique qui se traduit par une saison froide d'Octobre à Avril et par une saison chaude de Mai à Septembre.

#### **A. L'irrégularité inter annuelle des modules**

L'irrégularité inter annuelle de l'écoulement peut être mesurée par les variations de l'hydraulicité, c'est à dire le rapport du débit d'une année particulière  $Q_i$  au débit moyen d'une série d'observation  $Q_{\text{moy}}$  elle peut être complétée par d'autres critères statistiques. Les séries hydrométriques étant dans l'ensemble assez brèves.

Les données hydrométrique (enregistrement des débits) disponibles ne portent que sur trois hivers, de 1969 à 1972, et seule la station de Tarzoult, située à l'aval du site permet de reconstituer les hydro grammes des crues de cette période.

C'est donc à partir des seules mesures réalisées à Tarzoult et des données pluviométriques que les crues au site ont été estimées les caractéristiques des deux bassines versants [19].

#### **Données sur le bassin versant**

Le bassin versant, à l'amont du site s'étend presque en totalité sur les schistes créacés, mais ces deux formation sont également imperméables, il n'existe pratiquement pas des réservoirs naturel et des sources y sont rares. [19].

**Tableau n°09 :Caractéristiques du bassin versant tarzoult [19].**

<b>Bassin</b>	<b>site</b>	<b>Tarzoult</b>
Surface	150 km <sup>2</sup>	215 km <sup>2</sup>
Périmètre	60km	75km
Altitude moyenne	600m	500m
Altitude maximale	1108m	1108 m
Altitude minimale	240 m	120m

## **B. Venues d'eau**

Aucune source d'eau douce liée à des nappes de versant ou de nappes profondes n'a été observée sur le site. Cette absence de circulation d'eau souterraine est due à l'étanchéité des schistes et au fait que le site n'est pas relié à un massif puissant perméable.

Des venues d'eau salée ont été notées sur la rive droite de la gorge. A l'approche de la grande faille, au moment de la réalisation des forages du site amont[19].

## **2. Source d'alimentation (cours d'eau)**

Selon les services de l'ANBT Bouroumi, la quantité d'eau de barrage de Bouroumi arrive par l'intermédiaire de quatre oueds principale sont :

- © Oued Chiffa : 50 Mm<sup>3</sup>/an ;
- © Oued Bouroumi : 20Mm<sup>3</sup>/an ;
- © Oued Djer : 20Mm<sup>3</sup>/an ;
- © Oued Harbil : 35Mm<sup>3</sup>/an. [19].

## **V. Les caractéristiquetechniques duBarrage**

### **1. Situation et objectif**

Le barrage de bouroumi se trouve à 6 km à l'est du village de Boumedfaa dans la wilaya de Blida. Il est implanté dans le défilé rocheux qui travers l'oued bouroumi avant de rejoindre la plaine de la Mitidja. Il offre une capacité totale de retenue de 220million de m<sup>3</sup>, permettant ainsi la régulation des eaux de son propre bassin versant augmentées par celles des trois autres oueds principaux de la région : Chiffa, Harbil, Djer. Il permet d'assurer l'irrigation de la partie occidentale de la plaine de la Mitidja et d'y développer une agriculture moderne et florissante[25].

### **2. Description de l'aménagement**

Le barrage du bouroumi comprend les ouvrages suivants :

- Une digue en terre de 100 m de hauteur avec une crête à la cote 330.
- Une tour de prise d'eau sur un plan incliné à 45° abritant également la vidange de fond.
- Une galerie de restitution et de vidange de fond de 6m de diamètre et de 860 m de longueur.

- Deux évacuateurs de crues constitués chacun d'une tour, d'une galerie de 6 m de diamètre, d'un coursier termine par une cuillère de dispersion[25].

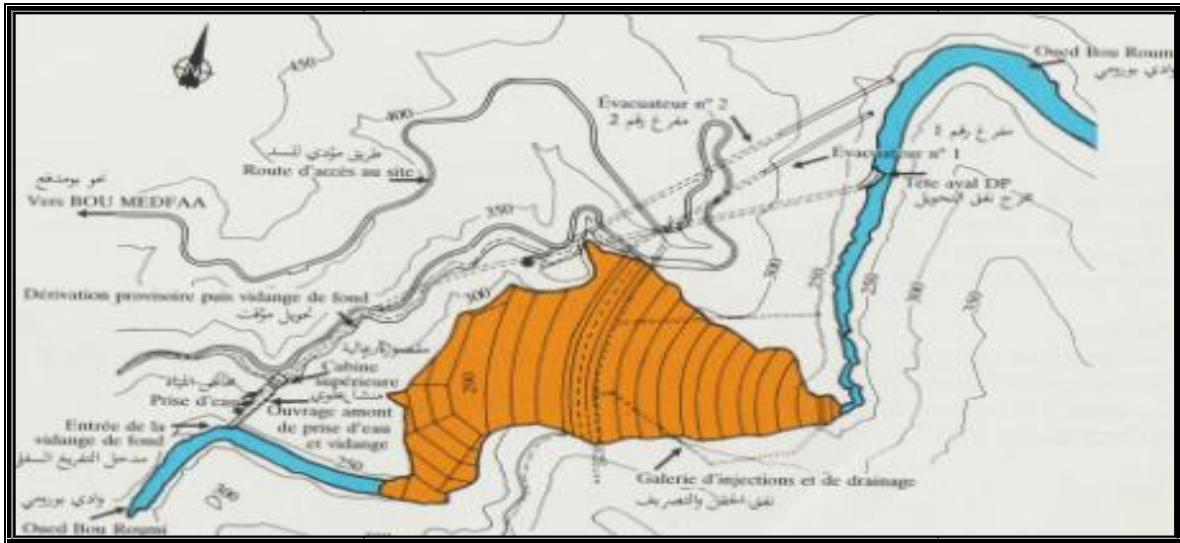


Figure n°11: vue en plan générale du barrage[25].

## 2.1 La digue

Elle représente un volume de remblais en matériaux argileux et argilo-graveleux de l'ordre de 400 000 m<sup>3</sup>.

Le noyau, en argile, est dit « épais » car sa largeur au niveau de l'oued est de l'ordre de la hauteur de l'ouvrage.

Le système drainant de l'aval de ce noyau et un filtre amont sont composés de matériaux criblés et lavés répondant à des critères granulométrique bien précis.

Les recharges amont et aval sont constitués d'argiles et d'alluvions graveleuses des emprunts situés dans la cuvette amont.

Une protection en enrochements habille le talus amont de la digue sous un tapis de graves lavées pour répondre aux conditions de vidange rapide de la retenue[25].



Figure n°12 :photo de la digue (2017).

### **Caractéristiques de la digue**

- Wilaya : Blida.
- Commune : bouroumi
- Type : digue en terre
- Oued:Oued Chiffa, OuedHarbil, Oued bouroumi ET Oued Djer.
- Capacité : **188** Million de m<sup>3</sup>
- Longueur en crête : 330 m
- Hauteurmaximale : 100 m
- Largeur en crête : 10 m
- Empattement de la base : 800 m
- Cote retenue normale : 323,30 m
- Cote des plus hautes eaux : 327,30 m
- Capacité à retenue normale : 188 million m<sup>3</sup>
- Surface de lac à RN : 660 ha

### **2.2 Les ouvrages de restitution**

1. La tour de prise : c'est le centre nerveux de barrage, sa partie inférieure abrite les vannes de vidange de fond et de pris d'eau et l'entrée de vidange du fond du niveau 242m. Le plan incliné à 45° comporte en parement trois entrées d'eau aux niveaux 270,290 et 310 se déversant dans un puits unique et des chemins de roulement pour les batardeaux.L'aménagement intérieur prévoit trois puits de descente, des vannes de garde, un puits d'accès avec un chariot ascenseur et un puits d'aération.La cabine supérieure est cerveau de commande et de contrôle des manœuvres fondamentales et d'enregistrement des informations hydrologiques. Elle assure également la réception, la distribution et la commande de l'énergie électrique.
2. La galerie de restitution de 6 m de diamètre et de 860 m de longueur, implantée au pied de la tour de pris, débouche à l'aval de la digue et assure la restitution ainsi que la vidange de fond du barrage. Au cours des travaux, elle a été comme dérivation provisoire[25].

### Caractéristiques

- ⊙ Ecoulement libre aéré en galerie.
- ⊙ Débit maximum de restitution par les prises d'eau de 20 m<sup>3</sup>/s avec une vitesse d'écoulement pouvant atteindre 20 m/s.
- ⊙ Débit maximum de vidange de fond de 160 m<sup>3</sup>/s pour le plan d'eau normal à la cote 323.30 avec une vitesse d'écoulement de l'ordre de 30 m/s.

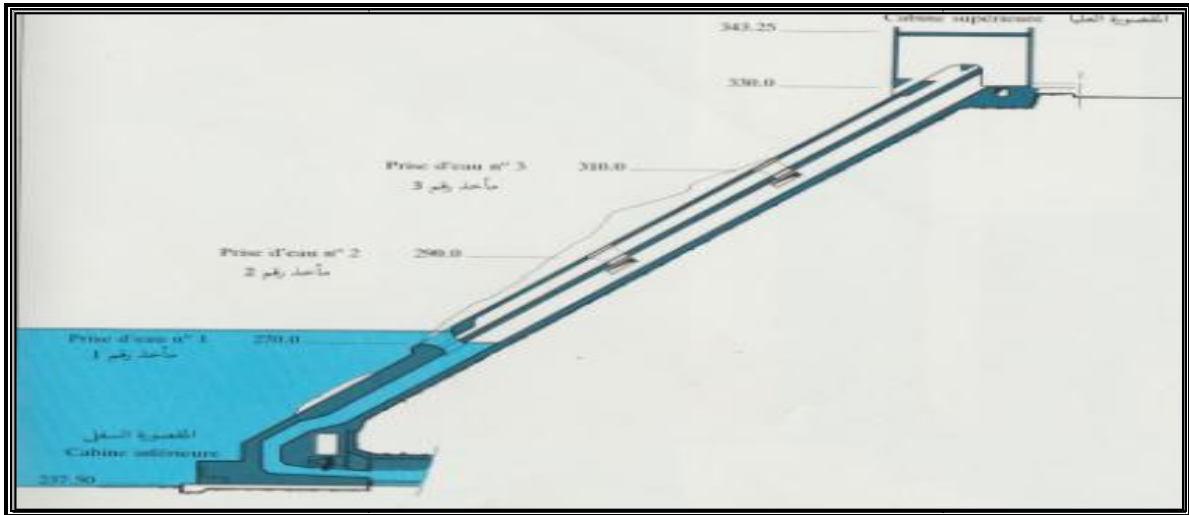


Figure n°13: tour de prise coupe longitudinale[25].

### 2.3 Les évacuateurs de crues

Chaque évacuateur comporte :

- ⊙ Une tour de 23 m de haut environ, de 6 m de diamètre, couronnée d'un déversant et surmontée d'un bloc reniflard qui doit dépasser les plus hautes eaux.
- ⊙ Une galerie bétonnée de 6 m de diamètre intérieur fini, de 220 m de longueur pour l'un et 260 m pour l'autre.
- ⊙ Un coursier de 130 m de longueur se présentant comme un canal rectangulaire et assurant avec une forte pente la chute du flot jusqu'à l'ouvrage disperser.
- ⊙ Une cuillère du type «saut de ski » permettant la projection du jet assez loin dans l'oued à l'aval et dans une certaine mesure sa dispersion [25].

### Caractéristiques

Chaque évacuateur de crues est capable d'absorber 400 m<sup>3</sup>/s sous les plus hautes eaux. la capacité de laminage entre la retenue normale et les plus hautes eaux représente 25 millions de m<sup>3</sup> et permet l'amortissement des crues correspondant à une période de retour de 10 000 ans[25].



## 2.4 Galeries de drainage et voile d'étanchéité

Les travaux d'injections et de forage de drains dans le fond de la fondation rocheuse ont été exécutés à partir de galeries en fer à cheval de 3 m de diamètre fini.

Deux galeries d'accès, l'une en rive gauche, l'autre en rive droite au niveau 240 m environ ont permis l'implantation d'un réseau ascendant de drainage dans les rives.

Une galerie inclinée avec des paliers, implantée transversalement de 20 à 40 m sous les remblais a servi à l'exécution d'un voile profond d'étanchéité et d'un traitement auréolaire superficiel au contact du noyau rocher[25].

### Caractéristiques

#### Galeries :

- © 1200 ml de galerie Ø 3 m représentant :
  - 85 000 m<sup>3</sup> d'excavation.
  - 37 000 m<sup>3</sup> de béton.

#### Injections :

- © L'ensemble de ces travaux correspond à :
  - 32 000 ml de forage.
  - 3 300 m<sup>3</sup> de coulis d'injection.
  - 100 t de bentonite.

## 2.5 Equipement hydromécanique

### a) Equipement de vidange de fond :

- ) Une vanne wagon de garde
- ) Une vanne secteur principale de réglage
- ) Un batardeau

### b) Equipement de prise d'eau :

- ) Trois vannes wagon de prise
- ) Une vanne secteur de réglage auxiliaire
- ) Trois batardeaux

### c) Equipement de télécommande à distance.

## Caractéristiques

### Vannes wagons :

) De vidange de fond :  $2 \times 2,6$  m au seuil 239,88 vitesse d'ouverture 0,19 m/mn, pression de service 115 kg / cm<sup>2</sup>.

) De prise d'eau :  $1 \times 2,83$  m aux seuils 270 – 290 – 310, vitesse d'ouverture 0,3 m /mn.

Vitesse de fermeture 3 m/mn, pression de service 125 kg/cm<sup>2</sup>.

### Vannes secteurs :

) De vidange de fond :  $2 \times 2,4$  m au seuil 239,69 vitesse d'ouverture 0,35 m/mn, vitesse de fermeture 0,27m/mn, pression de service 110 kg / cm<sup>2</sup>.

) De prise d'eau :  $0,8 \times 1,20$  m au seuil 239,67 vitesse d'ouverture 0,30 m/mn, vitesse de fermeture 0,20 m/mn, pression de service 115 kg/cm<sup>2</sup>[25].

## 2.6 Envasement de la cuvette

L'estimation des apports provient du rapport S.E.S./LICITRI du 3.1..70, corrigé en ce qui concerne la teneur des vases en matières solides.

On doit considérer en effet que 1 tonne de matériaux érodés ( $d=2.5$ , soit  $0.4\text{m}^3$ ) est en suspension dans l'eau ( $0.6 \text{ m}^3$ ) pour donner  $1 \text{ m}^3$  de vase dont le poids est de 1.6 t.

Les apports solide du Bouroumi et ceux proportionnels aux débits dérivés vers le réservoir du Bouroumi correspondent dans ces conditions aux volumes suivants :

) Oued Bouroumi	0.8 M.m <sup>3</sup> /an
) Oued Chiffa	0.3 M.m <sup>3</sup> /an
) Oued El Harbil	0.4 M.m <sup>3</sup> /an [19].

## 2.7 Végétation

La couverture végétale est aussi un facteur prépondérant qui influence les écoulements superficiels. Non seulement elle amortit les crues en réduisant et en freinant le ruissellement, mais aussi agit sur la qualité physique des eaux du cours d'eau qui seront moins chargées en matières solide.

La région de oued bouroumi est dominée par:

Les forêts qui correspondent à toute la surface couverte par un tapis végétal de type arborescent. Les variétés de forêt : Pin d'Alep, Acacia, Genévrier, Lentisque, Cypres, Arbousier, Saule, Olives, Amande, Fugues [26].

## 2.8 Alimentation d'eau potable

✓ Capacité de production de la station : 9500 M<sup>3</sup>/j

    ) Boumedfaa : 500 M<sup>3</sup>/j

    ) Hammam Righa : 3000 M<sup>3</sup>/j

    ) Ain Beniane : 1500 M<sup>3</sup>/j

- Communes desservies :

    ) Boumedfaa : 19 883 Hab.

    ) Hammam Righa : 9416 Hab.

    ) Ain Beniane : 6100 Hab.

- Fréquence de distribution :

    ) Boumedfaa :

        H 24 : 70%

        Quotidien : 30% (8h à 10h)

    ) Hammam Righa :

        Quotidien : 100% (8h à 10h) [27].

## VI. Station de traitement des eaux du barrage de Bouroumi

### 1. Description du système de traitement

Puisque l'eau brute captée en milieu naturel (barrage de Bouroumi) n'est pas propre à la consommation, elle doit être acheminée par une canalisation vers la station de traitement, qui la traitera afin de la rendre (potable), c'est-à-dire consommable sans danger sur la santé du consommateur.

Des échantillons d'eau sont analysés périodiquement pour faire en sorte que l'eau potable qui circule sur le réseau d'alimentation satisfasse toutes les normes des organismes qui régissent la qualité de l'eau et que la population desservie ait en tout temps accès à une eau qui est propre à la consommation.

### 1.1. Pré chloration

Les réactifs du pré chloration (le chlore, sulfate d'alumine) sont injectés afin de soulager la coagulation-floculation et la filtration ; ils agissent par oxydation des différents corps contenus dans l'eau sur

- ) La matière organique oxydable ;
- ) Les microorganismes : bactéries, algues, planctons, susceptibles de se développer dans les ouvrages et de provoquer par exemple des fermentations anaérobiques ;
- ) Le fer et le manganèse ;
- ) L'ammoniaque : par leur transformation en chlorémie (monochloramine et dichloramine)[27].

### 1.2. Cascade d'aération

Cette étape est très utilisée pour éliminer les gaz (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) et les odeurs désagréables. La cascade permet aussi l'augmentation de la teneur en oxygène afin de rendre l'eau agréable à boire et d'éviter les corrosions dans les conduites métalliques[27].

### 1.3. Coagulation-floculation

La coagulation-floculation est un procédé physicochimique de clarification des eaux, L'addition d'un coagulant comme le sulfate d'alumine [Al<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] avec une agitation rapide Pour leur homogénéisation et leur dispersion dans l'eau entraîne les déstabilisations des matières en suspension. La formation des floccs est obtenue par l'injection d'un flocculant nommé polymère (polyacrylamide) avec une agitation lente qui permet l'augmentation de la taille des floccs et la non destruction de ces derniers[27].

### 1.4. Décantation

Au niveau de la décantation l'eau arrive du fond vers le haut à travers des plaques lamellaires, les particules décantées s'accumulent au fond du bassin de décantation à l'aide de leurs propres poids[27].

### 1.5. Filtration

A la sortie du décanteur, l'eau se présente sous un aspect déjà relativement limpide, mais contient encore quelques particules en suspension qui n'ont pas été décantées. La filtration consiste à faire passer l'eau à travers une matière poreuse (filtre), qui est composée de trois couches :

- ) Sable: d'une épaisseur de 40 à 50 cm;
- ) Gravier: d'une épaisseur de 10cm.

Le filtre s'encrasse peu à peu jusqu'au moment où il est nécessaire de le nettoyer, l'opération se fait par un retour d'eau et d'air[27].

### **1.6. Désinfection**

A ce stade l'eau est parfaitement limpide, mais elle risque de contenir des bactéries qui peuvent être pathogènes, la désinfection a pour but d'éliminer et d'empêcher la prolifération des bactéries pendant le passage de l'eau de la station de traitement jusqu'au consommateur [27].

A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# **Chapitre n°03**

## **méthodes et matériels**

## I. Analyse de l'eau de barrage Bouroumi

L'étude expérimentale est un outil d'évaluation de la qualité des eaux, on commence par l'échantillonnage qui est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser. Les échantillons doivent être prélevés par des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau et stérile, puis fermé hermétiquement. Pour cette étude, nous avons pris des échantillons de l'eau brute. Nous avons choisie quelques paramètres physico-chimiques (le choix est lié à la disponibilité des moyens de nos laboratoires).

Pour faire une bonne étude de la qualité des eaux, trois étapes principales doivent être suivies :



## II. Echantillonnage et Analyse physico-chimique des eaux du barrage

### 1- Technique d'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui sera donné. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico- chimiques de l'eau, vu que, dans la plupart des cas, le préleveur n'est pas l'analyste (ce dernier a des connaissances précise que le premier car il s'intéresse beaucoup aux résultats contrairement au préleveur).

### 2 - Prélèvement

Une étape de concentration-extraction est nécessaire pour la mesure de micropolluants organiques; elle peut être mise en œuvre au laboratoire, mais à partir d'un faible volume ou, directement sur le site, au moyen d'appareils automatiques continus; dans ce cas, l'échantillon peut correspondre à la concentration de plusieurs centaines de litres prélevés sur plusieurs jours.

Pour pouvoir prendre différents échantillons d'eau brute sur plusieurs points du barrage nous avons utilisé une bouteille échantillonneuse qui permet de collecter des prélèvements de 1.7 L à 12 L aux profondeurs souhaité



*Figure n°14 : Échantillonneuse de l'eau (bouteille d'échantillonnage).*

Dans notre cas, nous avons choisi, plusieurs points de prélèvement avec le principe de faire une grille (des prélèvements en chaque point et en plusieurs échantillons à différents profondeurs pour tenir compte de l'hétérogénéité verticale et horizontale). En assurant les conditions de transport qui se fait à une température de 4°C et à l'obscurité dans les emballages isothermes qui assure une conservation satisfaisante.



*Figure n°15 : Prélèvement des flacons des échantillons.*



### III. Les méthodes d'analyse

Les paramètres tels que le fer, matières organiques, ammonium, nitrites, les nitrates, sulfates, chlorures, la minéralisation globale, sont contrôlés sous une fréquence hebdomadaire. Par contre il existe aussi des paramètres qui sont contrôlés quotidiennement tel que le pH, la conductivité, la salinité, le TDS, l'oxygène dissous, et les goûts et odeurs sont évalués au laboratoire central à Kouba sur une fréquence de chaque deux mois.

Afin de faciliter les dosages, plusieurs méthodes d'analyse ont été utilisées à savoir :

- La méthode spectrophotométrique;
- La méthode potentiométrique;
- La méthode néphélométrique;
- La méthode titrimétrique;
- La méthode colorimétrique.

Le mode opératoire de chaque analyse est présenté en annexe

#### 1-Détermination des paramètres organoleptiques

##### 1-1 La mesure de la Turbidité

###### A. But

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. On détermine la turbidité dans le laboratoire à l'aide d'un turbidimètre.

###### B. Principe

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

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

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



Figure n°16 : Turbidimètre et cuve de turbidimètre

## 2-Détermination des paramètres physico-chimiques

### 2.1 Mesure de pH

#### A. But

Surveiller les variations du potentiel hydrogène des échantillons par méthode potentiométrique avec électrode de verre.

#### B. Principe

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[H^+]$  présents dans l'eau ou les solutions. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du  $\log$  de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .



Figure n°17 : pH mètre.

## 2.2 La température

Elle a été déterminée au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé au pH-mètre, étalonné chaque semaine. On lit directement la température exprimée en degré Celsius.

## 2.3 La conductivité électrique, la salinité, le TDS.

### A. La conductivité

#### a. But

Déterminer l'activité ionique des échantillons à analyser en utilisant un conductimètre électrique METTLER TOLEDO MC226.

#### b. Principe

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses.

La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau et dépend :

- De la concentration des ions,
- De la nature des ions,
- De la température de la solution,
- De la viscosité de la solution.

### B. Détermination de la salinité

Elle a été déterminée au laboratoire à l'aide d'une électrode incorporée au conductimètre étalonné. On lit directement la salinité exprimée en mg/l

### C. Détermination de TDS

Elle a été déterminée au laboratoire à l'aide d'une électrode incorporé au conductimètre étalonné. On lit directement la salinité exprimée en mg/l.



Figure n°18 : pH mètre et conductimètre.

## 2.4 Dosage de Calcium et de Magnésium

### A. But

Cette analyse a pour but, la détermination du dosage de calcium et de magnésium par méthode titrimétrique à l'EDTA.

### B. Principe

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH 10. Le noir ériochrome T, qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

### Expression des résultats

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

$$Ca^{2+} = \frac{V_1 \times C_{EDTA} \times M_{Ca^{2+}}}{PE} \times 1000$$

D'où :

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C: Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Ca^{2+}}$  : Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$$Mg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) \times C_{EDTA} \times M(Mg^{2+})}{PE}$$

$M_{Mg^{2+}}$  : Masse molaire du Magnésium en g.

V2: Volume total d'E.D.T.A

Mode opératoire (voir annexe)

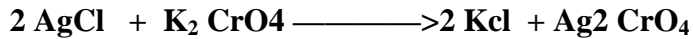
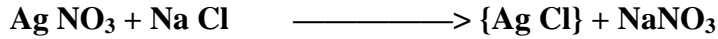
## 2.5 Dosage des chlorures (Cl<sup>-</sup>) méthode de Mohr

### A. But

Déterminer la concentration des chlorures en mg/l de l'eau à analyser par titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur coloré.

## B. Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.



## Expression des résultats

La concentration en chlorure est exprimée en mg/l et est donnée par la relation :

$$[\text{CL}] = \frac{(V_s - V_B) \cdot C \cdot F}{V_a}$$

VS : volume de la solution de nitrate d'argent versé pour l'échantillon,

VB : volume de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le titrage du blanc,

VA : volume de prise d'essai,

C : concentration de la solution de nitrate d'argent en mol/L,

F : 35453 (masse molaire du Cl x 1000)

## 2.6. Dosage de l'oxygène dissous

### A. But

Déterminer la teneur en oxygène dissous de l'eau à analyser par méthode électrochimique à la sonde senION156HACH.

### B. Principe

Immersion d'une sonde constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective et contenant l'électrolyte et deux électrodes métalliques dans l'eau à analyser.

La membrane est pratiquement imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissoutes, elle est perméable à l'oxygène et à un certain nombre d'autres gaz.



Figure n°19 : L'oxymètre

## 2.7 Dosage de l'alcalinité

### A. But

Déterminer l'alcalinité de l'eau à analyser par mesure du titre alcalimétrie (TA) et titre alcalimétrie complet (TAC).

### B. Principe

Détermination des concentrations en ions bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ) par mesure de l'acide chlorhydrique nécessaire pour amener à pH 8,3 et 4,5 l'échantillon à analyser.

La première détermination (pH 8,3) sert à calculer le titre alcalimétrie simple TA et la seconde (pH 4,5) sert à calculer le TAC.

### Calcul et expression des résultats

Le TA et le TAC sont exprimés en °f et sont donnés respectivement par des expressions suivantes :

$$[\text{CO}_3] = \frac{(V_1 \times N \times 1000)M_1}{V} \text{ (mg/L)} ; \quad [\text{HCO}_3] = \frac{(V_2 \times N \times 1000)M_2}{V} \text{ (mg/L)}$$

$$\text{TA} = V_1 \times 10 \text{ (°f)}$$

$$\text{TAC} = V_2 \times 5 \text{ (°f)}$$

- ) M1 : masse molaire de carbonates 60g
- ) M2 : masse molaire de bicarbonates 61g
- ) V : volume de prise d'essai (100ml)

- J V1 : volume de l'acide chlorhydrique versé pour amener le pH à 8,3
- J V2 : volume total de l'acide chlorhydrique lu au dosimat
- J N : la normalité de la solution d'HCl

## 2.8 Dosage des sulfates

### A. But

Cette analyse a pour but de déterminer la concentration en sulfate de l'eau à analyser par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

### B. Principe

Les ions de sulfate, en présence de chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ ), précipitent à l'état de sulfate de baryum.



Figure n°20 : Spectrophotomètre.

## 2.9 Détermination du résidu sec

### A. But

Détermination de la teneur en résidus secs dans l'échantillon à analyser à 105°C dans une étuve.

### B. Principe

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination des résidus sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

### **Expression des résultats**

$$(PP - PV) \times 1000 = \text{mg/l de résidus secs}$$

D'où PP: est le poids plein de la capsule.

PV: est le poids vide de la capsule.

Mode opératoire (voir annexe)

## **3. Détermination des paramètres de pollution**

### **3.1. Dosage de L'Ammonium**

#### **A. But**

Dosage de la teneur en ammonium dans l'échantillon à analyser par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

#### **B. Principe**

Mesurage spectrophotométrique du composé bleu forme par réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Les ions hypochlorites sont générés in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichoroisocyanurate de sodium.

### **3.2. Dosage des nitrites**

#### **A. But**

Déterminer la teneur en nitrite dans l'échantillon à analyser par méthode spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

#### **B. Principe**

La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le déchlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique.



### 3.3. Dosage des nitrates

#### A. But

Déterminer la teneur en nitrate dans l'eau à analyser par spectrophotométrie par la méthode au salicylate de sodium.

#### B. Principe

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

Mode opératoire (voir annexe)

### 3.4. Dosage des ortho phosphates

#### A. But

Déterminer la concentration des ortho phosphates dans l'échantillon à analyser par spectrophotométrie en utilisant la méthode au molybdates d'ammonium.

#### B. Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho phosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

Mode opératoire (voir annexe)

### 3.5. Dosage de la matière organique

#### A. But

Détermination de l'indice de permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ), ou oxydabilité, permettent d'évaluer la contamination en matière organique et matière inorganique oxydables dans l'eau peu ou moyennement polluée.

#### B. Principe

Chauffage de l'échantillon en présence d'une quantité connue de permanganate de potassium et d'acide sulfure pendant une période donnée (10 mn).

Réduction d'une partie de permanganate de potassium par les matières oxydables présentes dans l'échantillon.

Détermination de l'excès de permanganate par addition d'une solution d'oxalate, suivi par un titrage de l'oxalate en excès par le permanganate.

Mode opératoire (voire en annexe)

### Exploitation des résultats

$$\mathbf{IMn} = \frac{(V_1 - V_0)}{V_2} \times F$$

Avec :

- )  $V_0$  = volume de la solution de permanganate consommée dans le dosage du blanc en ml.
- )  $V_1$  = volume de la solution de permanganate consommée dans le dosage de la prise d'essai.
- )  $V_2$  = volume de la solution de permanganate consommée lors de la vérification de la solution titrant
- ) F= le facteur correctif utilisé compte tenu des unités pour exprimer le résultat en mg d'oxygène par litre.

## 4- Détermination des paramètres indésirables

### 4.1. Dosage du fer

#### A. But

Déterminer la teneur en fer de l'échantillon à analyser par méthode spectrophotométrique à la phénanthroline.

#### B. Principe

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

## **4.2. Dosage de l'Aluminium**

### **A. But**

Surveiller dans l'échantillon à analyser, la teneur en aluminium résiduel par la méthode spectrophotométrique.

### **B. Principe**

La réaction de l'aluminium avec l'ériochrome cyanine en présence d'acétate d'ammonium donne l'apparition d'une coloration rouge susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# Chapitre n°04

## Résultats et interprétation

## **I. Résultats des analyses**

### **1. Echantillonnage**

Les prélèvements sont effectués au centre du barrage en collaboration des services d'ANBT et service de l'entreprise SEAAL.

La position des points de prélèvements se trouve à 10m de la Toure de prise pour le 1<sup>er</sup> point et au centre du barrage pour la 2<sup>eme</sup> point.

### **2. Présentation des résultats d'analyse**

Les analyses physico-chimiques sont effectuées au sein du laboratoire chimie de l'eau de station MAZAFRON (SEAAL de Douira). Les résultats sont présentés au tableau n°13. On compare les résultats d'analyse avec celle de l'ANRH (tableau n°14 et tableau n°15).

## Chapitre n°04 : Résultats et interprétation

**Tableau n°10 : Résultats d'analyses au point d'eau barrage Bouroumi ( SEAAL , le 24/04/2017).**

		PARAMETRES																								
Point d'eau	Profondeur m	T°	pH	Ce	Tur	Sal	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	TA	TH	Hco3	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	TDS	CO3	O2	NO3 <sup>-</sup>	NO2 <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	MES	R,S	Fer	Alim
		C°		μS/cm	NTU	%	mg/l	mg/l	F°	F°	Mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Mg/l	mg/	Mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Mg/l
1	15	19	7,9	1 012,0	13	0,4	104,0	106	15	70	183	75	11	57	575	506	0	7	7	0	<0,02	0,11	9	886	<0,05	0
	30	19	8,3	1 024,0	5	0,4	113,6	114	20	76	244	98	8	85	389	512	8	7	6	0	0	0,5	4	966	<0,05	0
2	15	19	7,9	1 010,0	6	0,4	110,4	87	19	64	232	74	12	53	488	505	0	7	5	0	<0,02	0,09	4	910	<0,05	0
	30	20	7,9	790,0	4	0,4	96,0	89	17	73	207	83	7	43	405	485	0	7	5	0	<0,02	0,62	3	810	<0,05	0

## Chapitre n°04 : Résultats et interprétation

**Tableau n°11 : Résultats d'analyses au point d'eau barrage Bouroumi(ANRH ,2015).**

PARAMETRES																						
Code	Date	Volume hm3	T° C°	pH	Ce µS/cm	Tur NTU	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	TH F°	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> mg/l	M,O mg/l	R,S mg/l	DCO mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l
021510	21/01/2015	41	10	8,3	1 460	/	116	43	47	74	7	113	305	244	7,5	0,254	0,18	0	5,2	901	38	1
021510	16/02/2015	58	12	8,1	1 370	/	115	42	46	80	7	125	337	214	5,6	0,593	0,44	0	4,3	849	37	2
021510	09/03/2015	86	12	8	1 311	/	110	33	41	65	7	118	270	183	8,4	0,542	0,12	0	5,4	825	10	2
021510	13/04/2015	95	16	8,3	1 360	/	115	41	46	83	6	86	276	214	7,8	0,23	0,02	0,184	3,8	812	29	3
021510	20/05/2015	89	18	8,3	1 300	/	105	31	39	52	5	79	241	229	9	0,161	0	0,122	4,7	797	27	3
021510	15/06/2015	81	15	8,3	1 380	/	103	38	42	75	7	82	264	198	9	0	0,009	0,061	3,5	896	9	3
021510	21/07/2015	67	21	8,1	1 397	/	102	29	38	55	4	77	247	201	10,8	0	0	0,061	5	925	5	1
021510	20/08/2015	57	23	8,2	1 430	/	107	38	43	52	7	78	241	183	9	0	0,095	0	7,2	931	19	8
021510	28/09/2015	47	22	7,7	1 194	/	94	43	41	130	10	93	369	204	10,8	<0,01	0,06	0,07	5,5	941	22	7
021510	21/10/2015	41	15,5	8,3	1 394	/	105	35	41	67	6	87	245	153	9,3	0,264	0	0,061	3,5	821	5	2
021510	15/11/2015	38	19	8,3	1 391	/	107	32	40	69	2	92	293	183	11,8	0,185	0,04	0	4,2	901	20	2
021510	14/12/2015	39	14	8,3	1 400	/	107	42	44	71	3	109	329	198	6	0,058	0	0,184	2,5	1 014	21	1

*Chapitre n°04 : Résultats et interprétation*

**Tableau n°12 : Résultats d'analyses au point d'eau barrage Bouroumi ( ANRH ,2016).**

Code	Date	Volume hm3	PARAMETRES																			
			T° C°	pH	Ce µS/cm	Tur NTU	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	TH F°	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	HCO3 mg/	NO3 <sup>-</sup> mg/l	NO2 <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3</sup> mg/l	M,O mg/l	R,S mg/l	DCO mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l
021510	18/01/2016	33	13,0	8,3	1 420	/	121	48	51	72	5	92	360	198	0	0,377	0,190	0,061	5,0	1 104	10	2,0
021510	15/02/2016	33	12,0	8,3	1 420	/	99	41	42	78	6	104	346	183	0	0,041	0,050	0,009	4,5	819	9	2,0
021510	07/03/2016	34	12,0	8,3	1 526	/	96	48	44	75	5	88	346	214	0	0,082	0,176	0,089	5,4	961	10	6,0
021510	12/04/2016	53	16,0	8,3	1 348	/	94	42	41	74	11	81	324	153	0	0,720	0,360	0,018	4,3	831	9	2,0
021510	11/05/2016	53	20,0	8,1	1 445	/	87	40	38	76	10	82	323	153	0	0,343	0,090	0,040	2,7	856	20	3,0
021510	06/06/2016	50	24,0	8,0	1 250	/	77	57	43	77	10	88	328	229	0	0,377	0,070	0,024	3,7	795	27	3,0
021510	12/07/2016	40	17,0	8,2	1 512	/	93	55	46	78	8	97	278	198	0	0,000	0,080	0,003	7,5	908	37	3,0
021510	10/08/2016	32	25,0	8,1	1 385	/	84	46	40	116	8	99	354	116	0	0,172	0,035	0,040	2,8	828	7	3,0
021510	07/09/2016	26	25,0	8,4	1 452	/	92	58	47	108	10	110	357	116	3	0,172	0,040	0,073	5,5	858	20	7,0
021510	11/10/2016	21	20,0	8,3	1 282	/	82	31	33	120	7	111	338	177	0	0,926	0,025	0,018	2,0	1 001	20	1,0
21 510	07/11/2016	19	18,0	8,1	1 250	/	112	44	46	118	10	106	412	204	0	0,010	0,060	0,050	4,0	994	33	1,0
21 510	07/12/2016	18,63	16,0	7,0	1 220	/	105	47	46	109	7	124	375	122	0	0,090	0,120	<0,01	4,5	980	41	1,0



## II. Discussions des résultats

### 1- Variation des paramètres physico-chimique au cours du temps (histogrammes)

Il est nécessaire de présenter la variation des différents éléments analysés au cours du temps afin de constater leur évolution temporelle et faire sortir les périodes où ils sont susceptibles de connaître une modification quantitative importante et prendre des décisions en conséquence.

Les histogrammes qui suivent démontrent clairement la variation des différents paramètres au cours de l'année 2015 et 2016.

#### ) Température

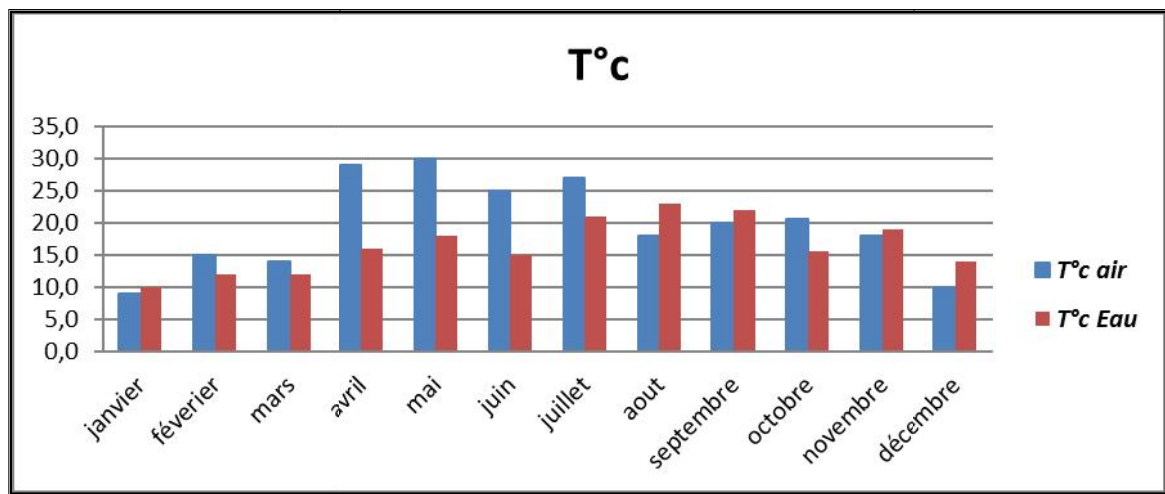


Figure n°21 : évolution de la température au cours du temps durant l'année 2015.

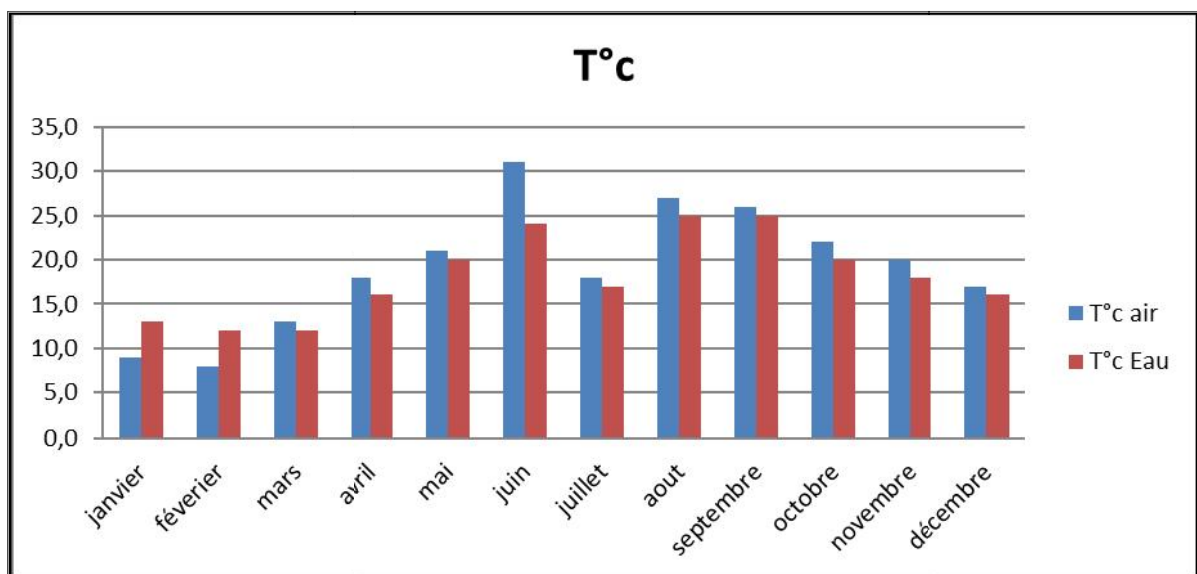


Figure n°22 : évolution de la température au cours du temps durant l'année 2016.

) PH

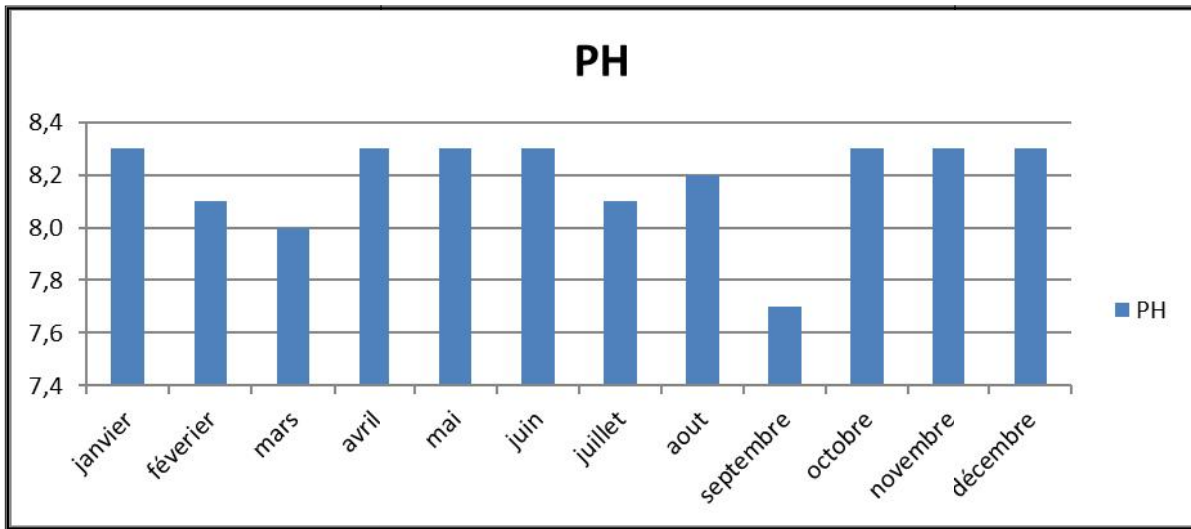


Figure n°23 : évolution de Ph au cours du temps durant l'année 2015.

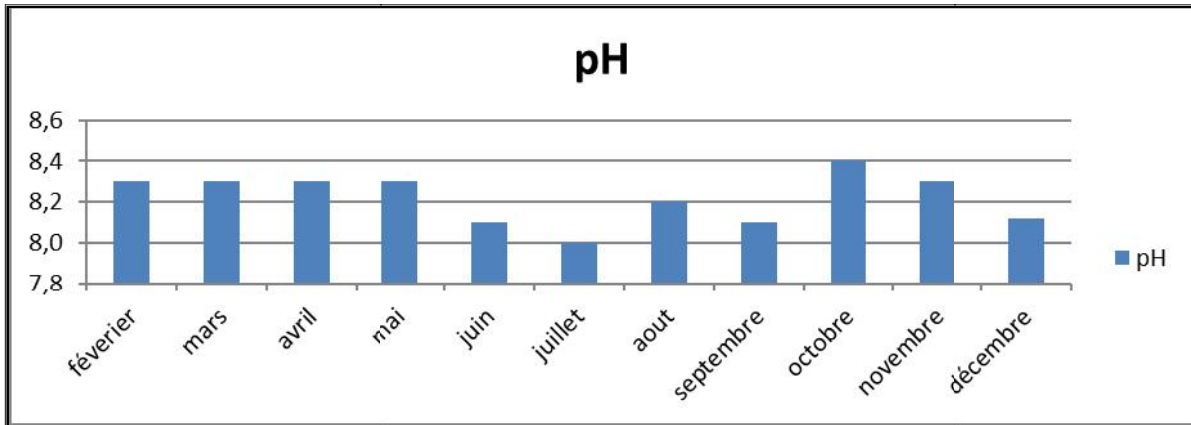


Figure n°24 : évolution de Ph au cours du temps durant l'année 2016.

) La conductivité

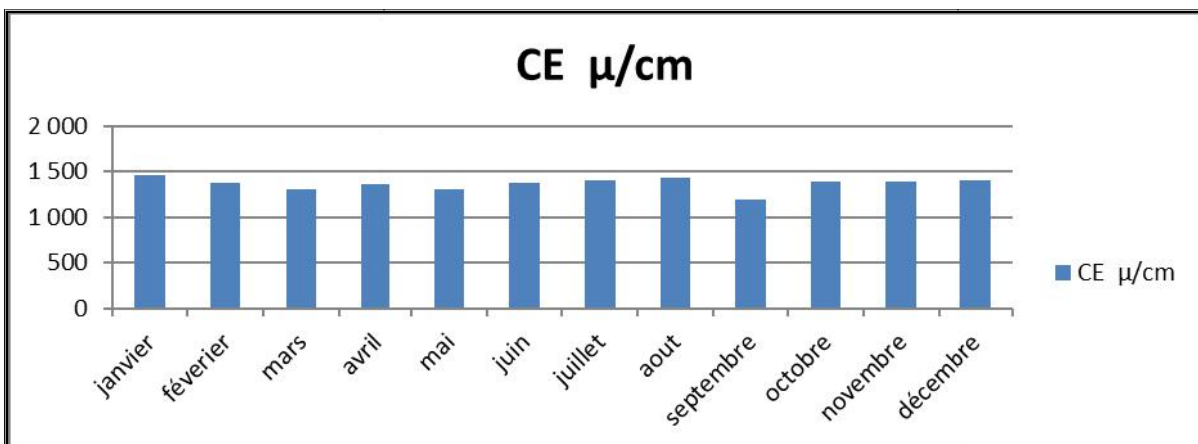


Figure n°25 : évolution de la conductivité au cours du temps durant l'année 2015.

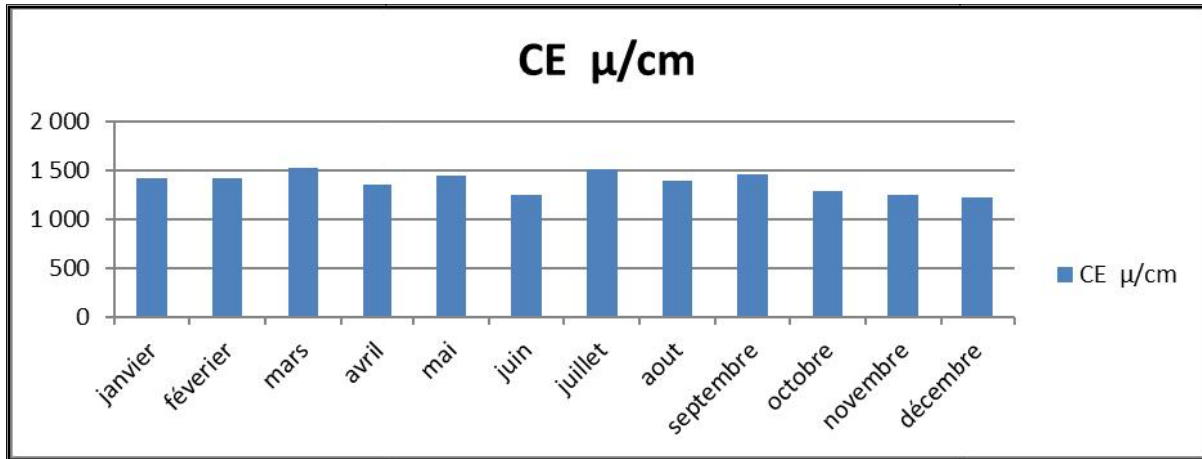


Figure n°26 : évolution de la conductivité au cours du temps durant l'année 2016.

### ) Magnésium

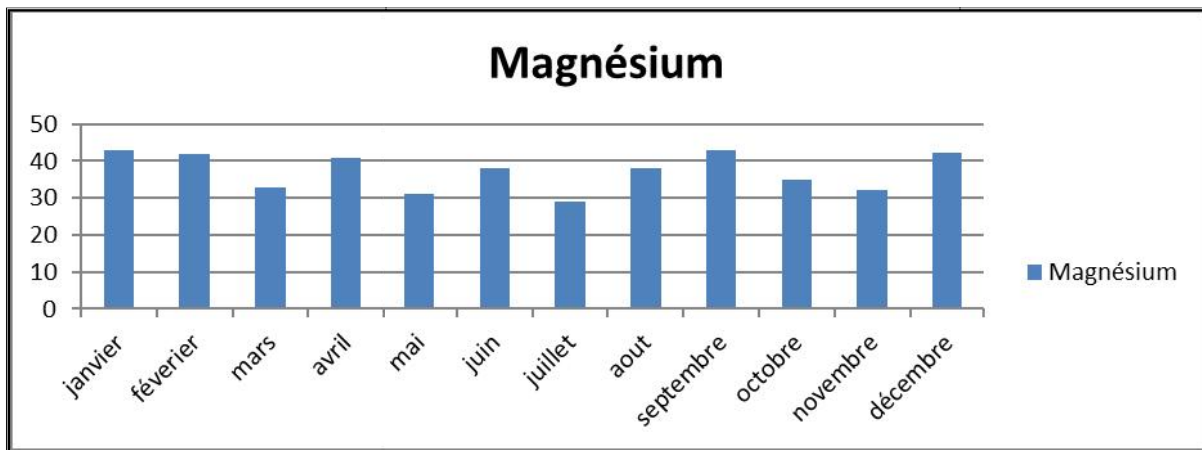


Figure n°27: évolution du magnésium (Mg++) au cours du temps durant l'année 2015.

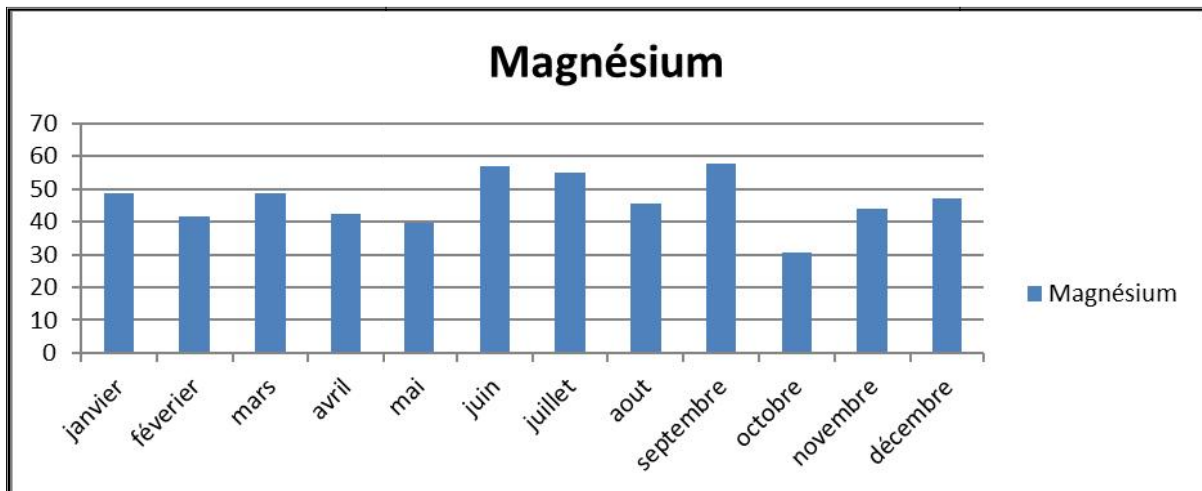


Figure n°28: évolution du magnésium (Mg++) au cours du temps durant l'année 2016.

) TH et TAC

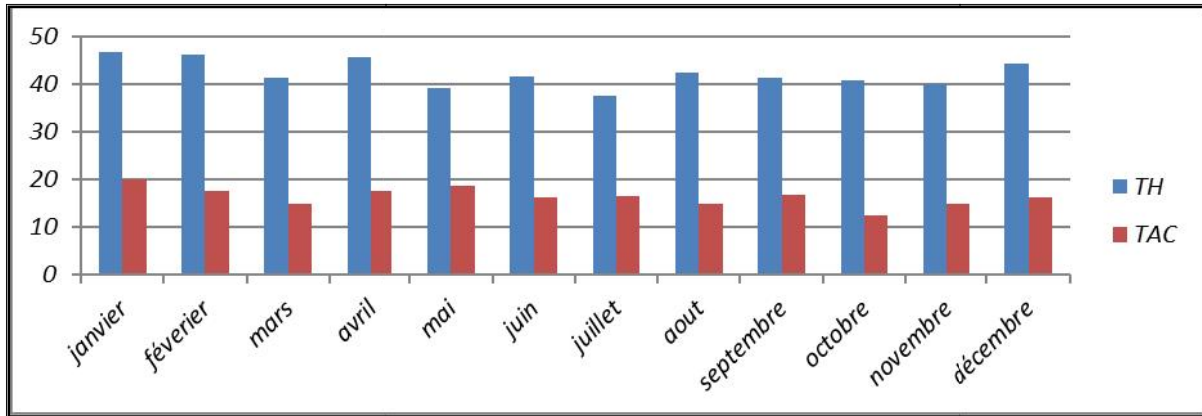


Figure n°29: évolution du TH et de TAC au cours du temps durant l'année 2015.

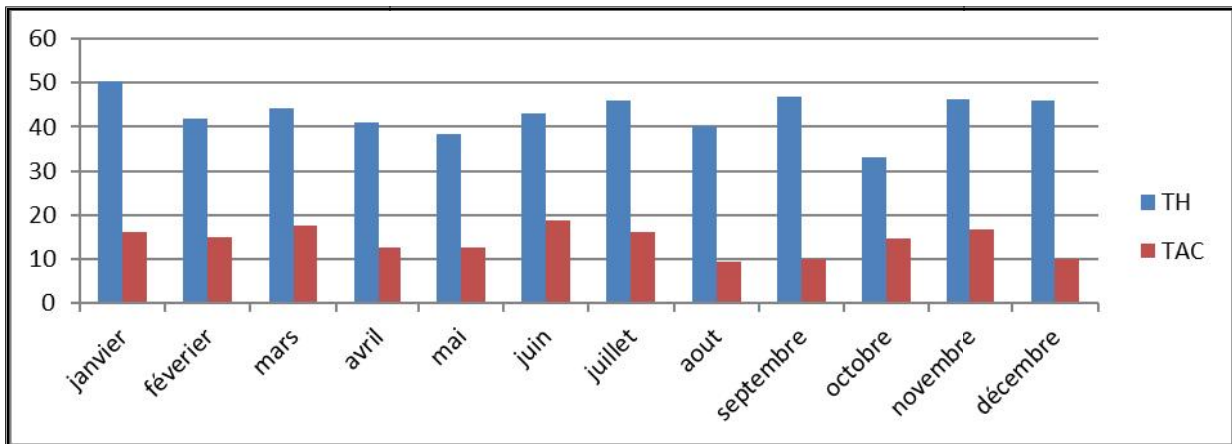


Figure n°30: évolution du TH et de TAC au cours du temps durant l'année 2016.

) Sodium

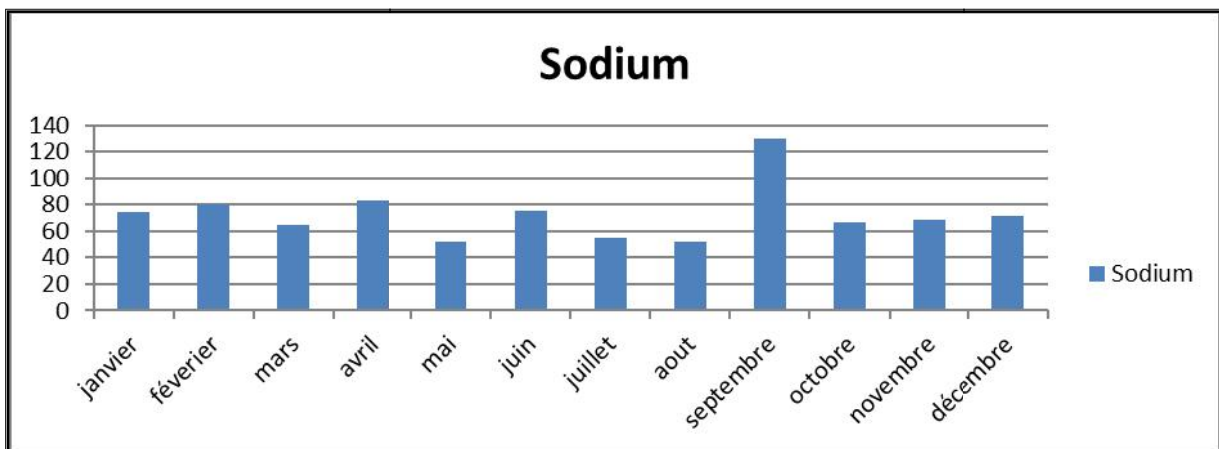


Figure n°31 : évolution du Sodium (Na+) au cours du temps durant l'année 2015.

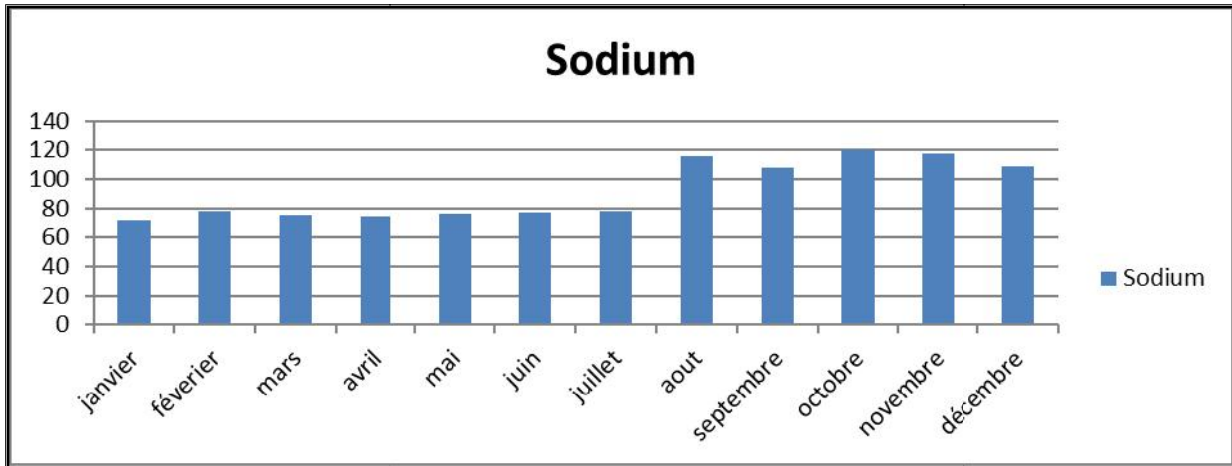


Figure n°32 : évolution du Sodium ( $Na^+$ ) au cours du temps durant l'année 2016.

) Potassium

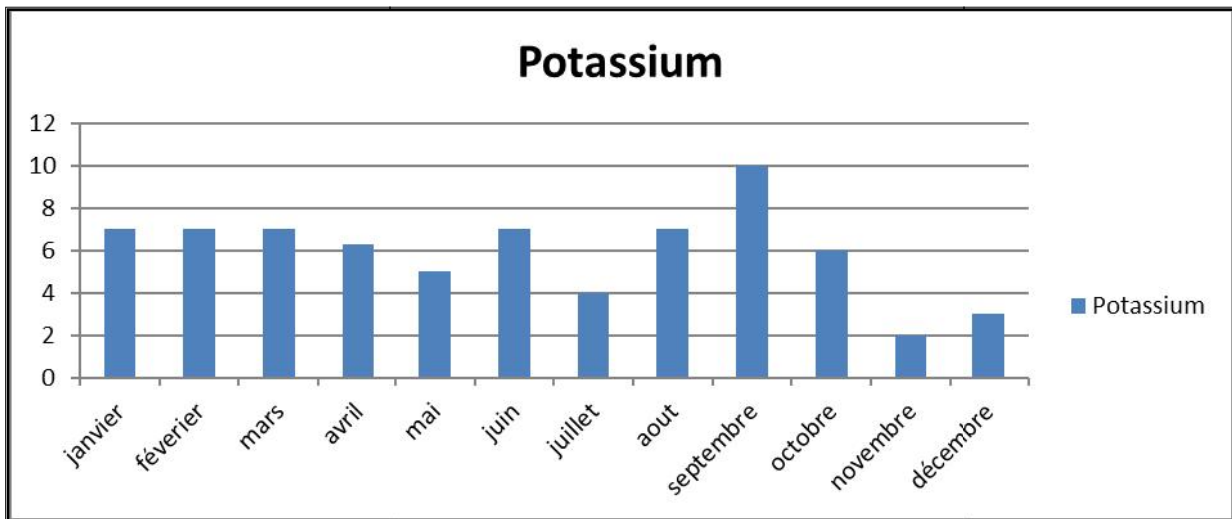


Figure n°33 : évolution du Potassium ( $k^+$ ) au cours du temps durant l'année 2015.

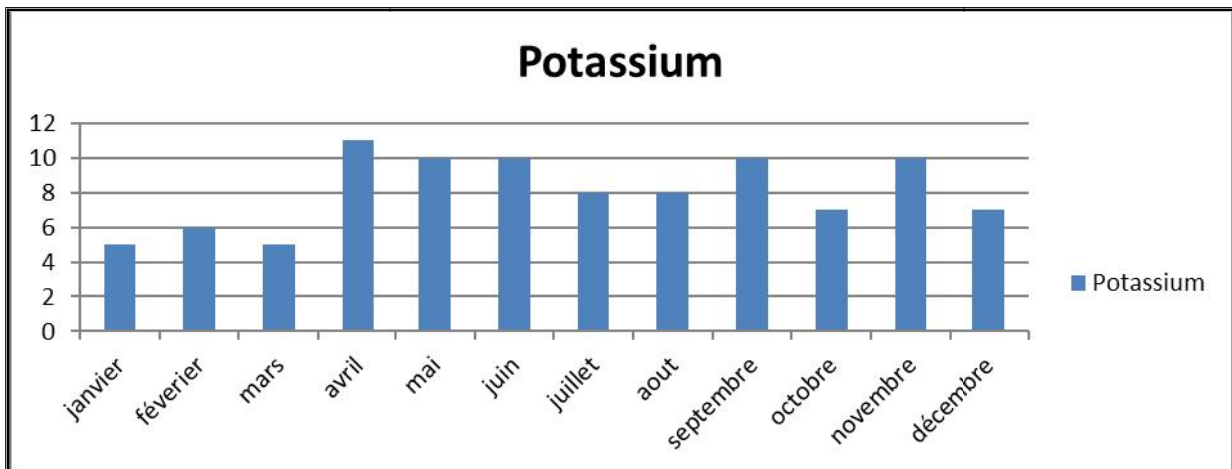


Figure n°34 : évolution du Potassium ( $k^+$ ) au cours du temps durant l'année 2016.

) Chlorures

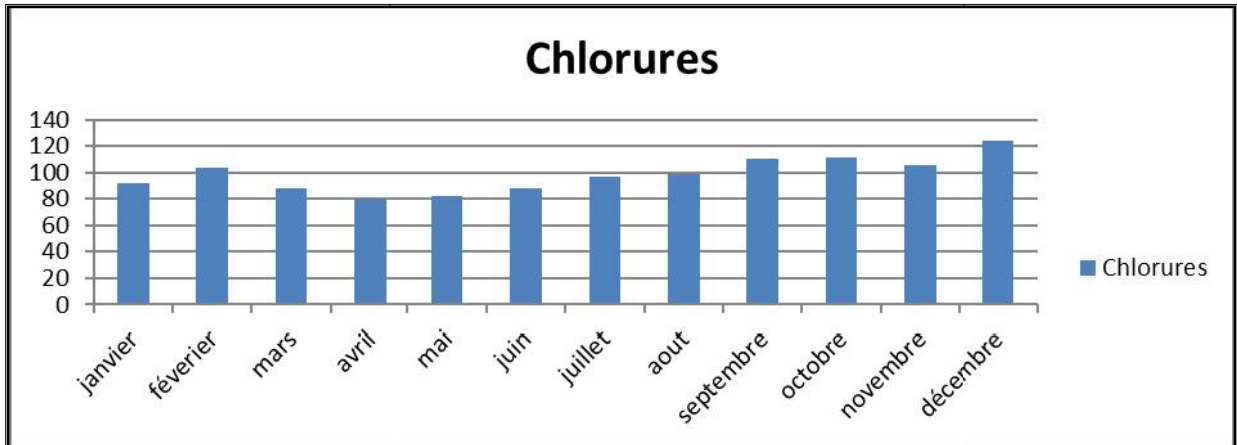


Figure n°35: évolution des Chlorures (Cl-) au cours du temps durant l'année 2015.

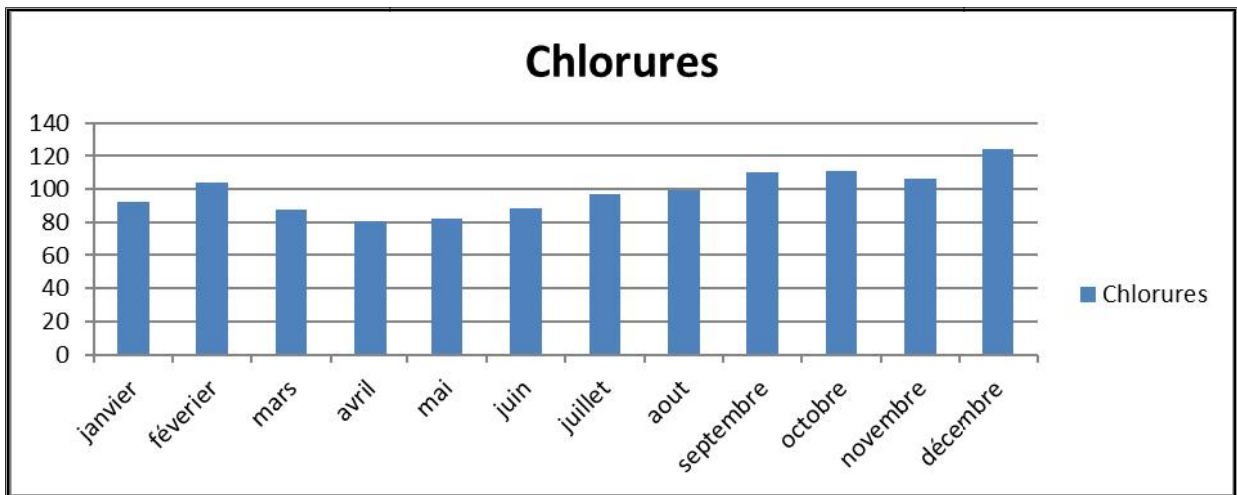


Figure n°36: évolution des Chlorures (Cl-) au cours du temps durant l'année 2016.

) Sulfates

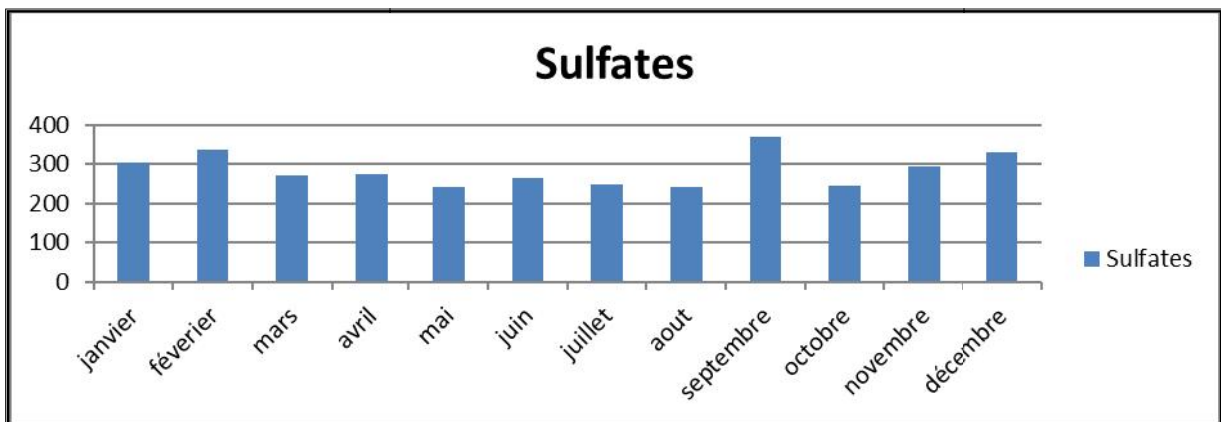


Figure n°37: évolution des Sulfates (SO4-) au cours du temps durant l'année 2015.

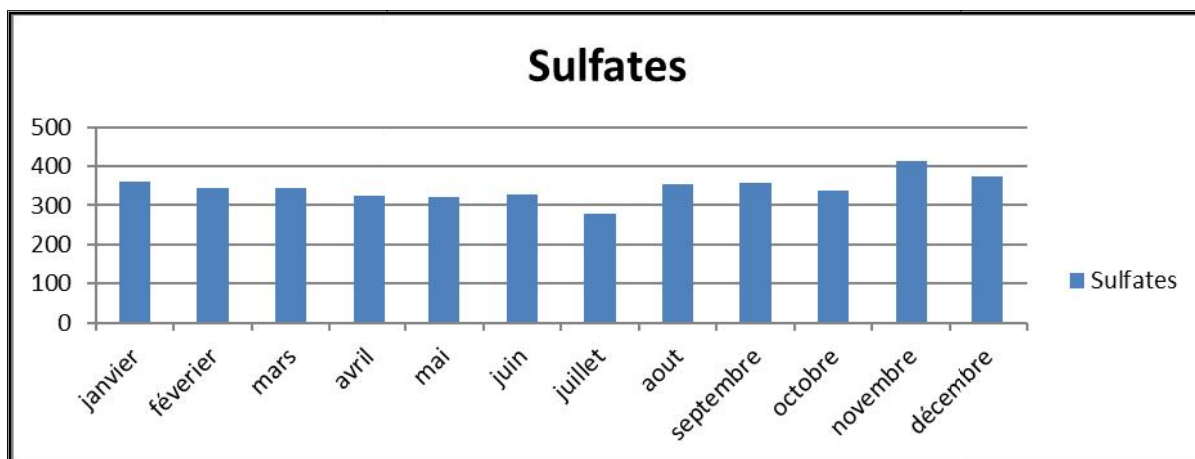


Figure n°38: évolution des Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) au cours du temps durant l'année 2016.

) **Bicarbonates**

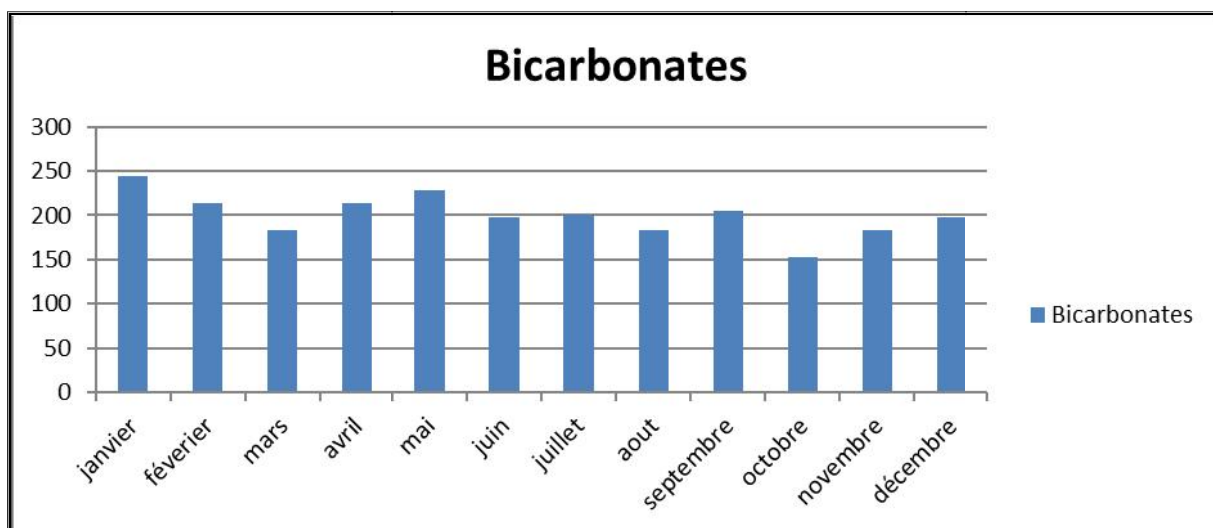


Figure n°39: évolution des Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) au cours du temps durant l'année 2015.

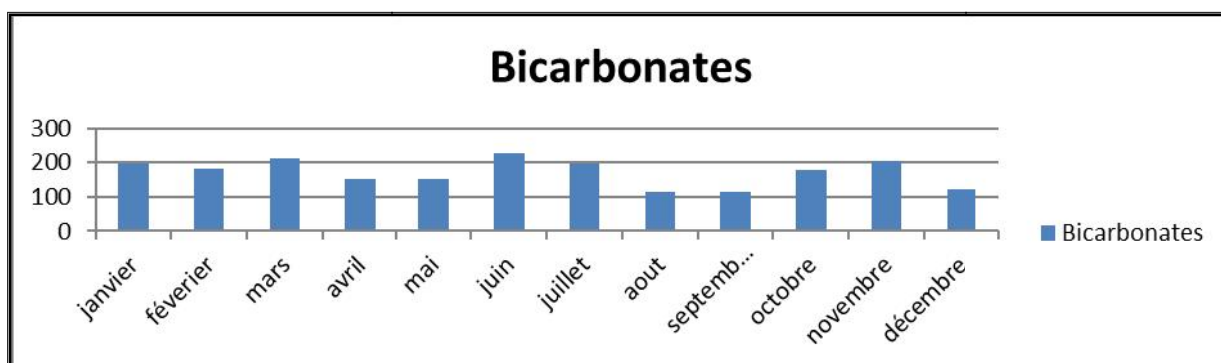


Figure n°40:.

) Nitrates

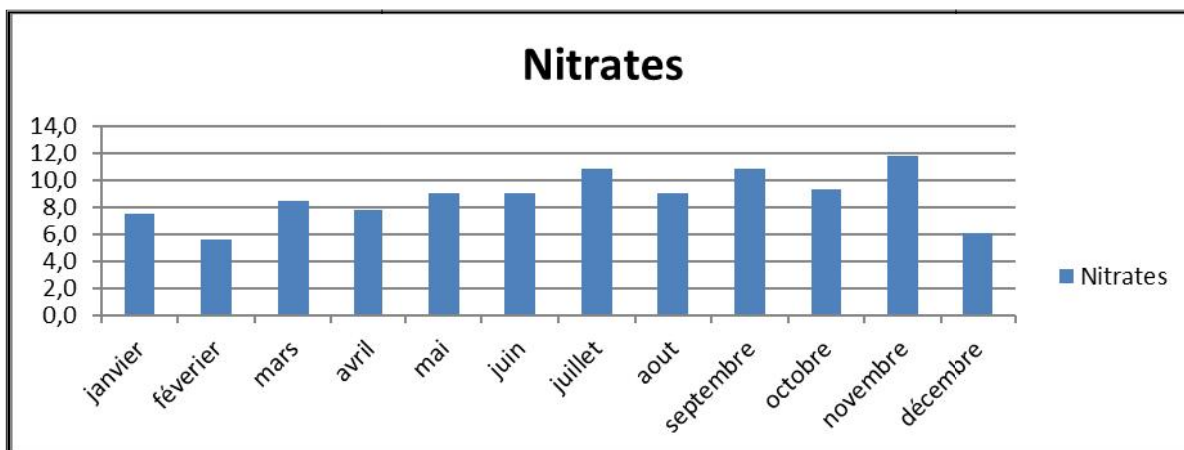


Figure n°41 : évolution des Nitrates ( $NO_3^-$ ) au cours du temps durant l'année 2015.

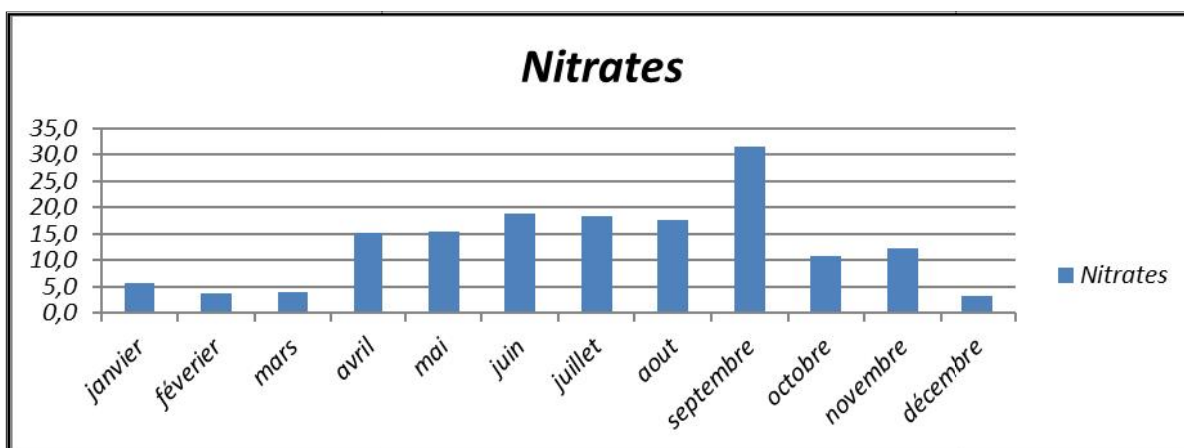


Figure n° 42: évolution des Nitrates ( $NO_3^-$ ) au cours du temps durant l'année 2016.

) Nitrites

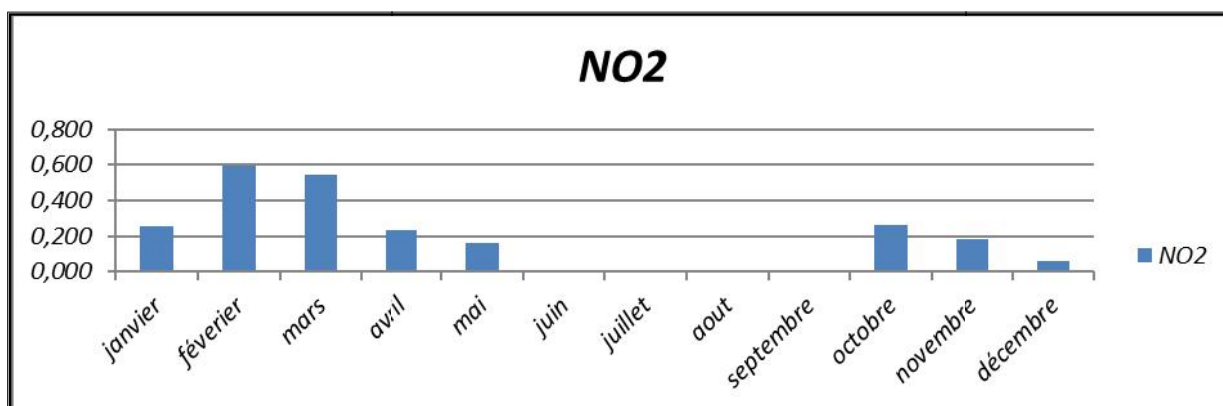


Figure n°43 : évolution des Nitrites ( $NO_2$ ) au cours du temps durant l'année 2015.



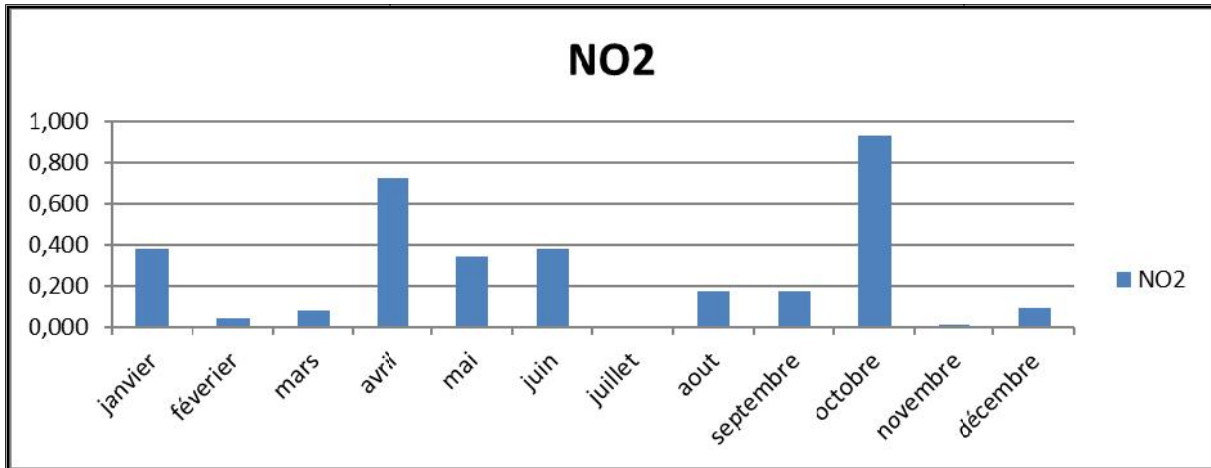


Figure n° 44: évolution des Nitrites(NO<sub>2</sub>) au cours du temps durant l'année 2016.

### ) l'Ammonium

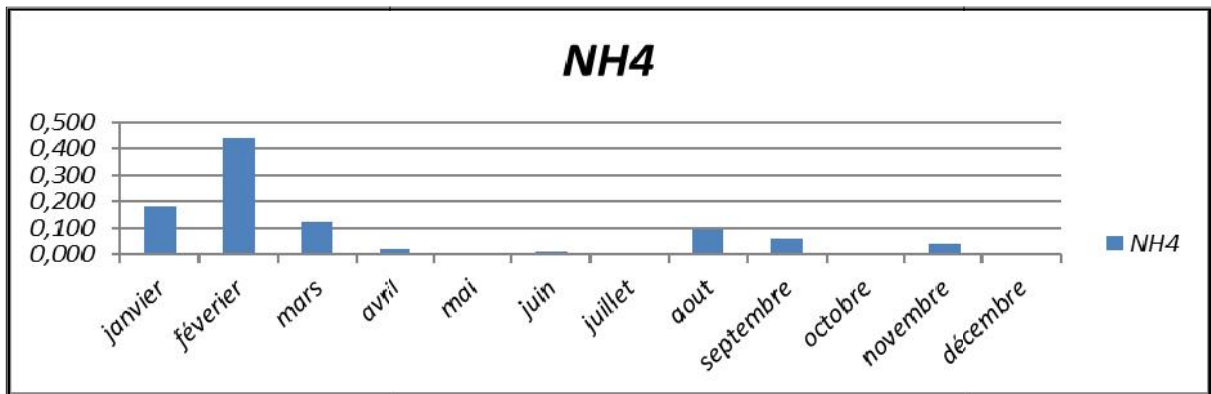


Figure n°45: évolution de l'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) au cours du temps durant l'année 2015.

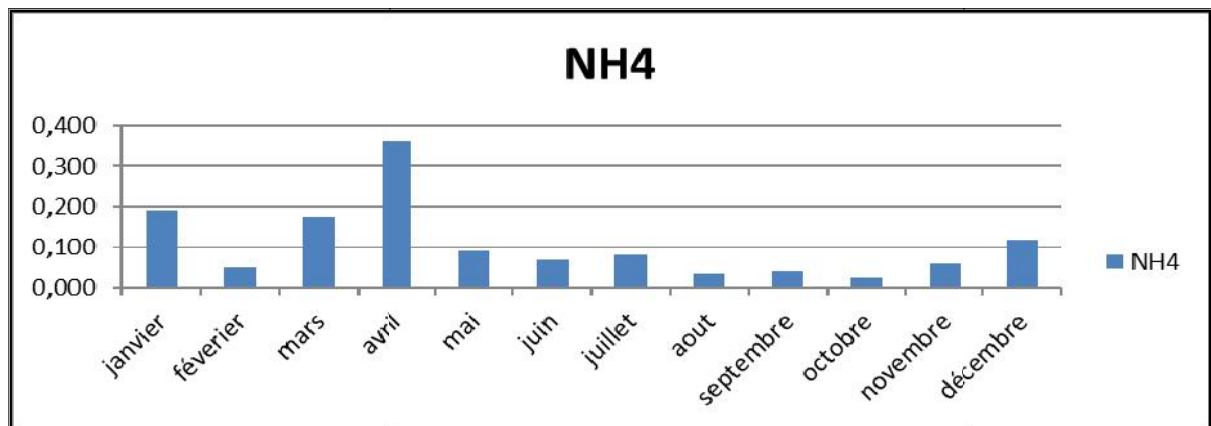


Figure n°46: évolution de l'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) au cours du temps durant l'année 2016.

) **Phosphates**

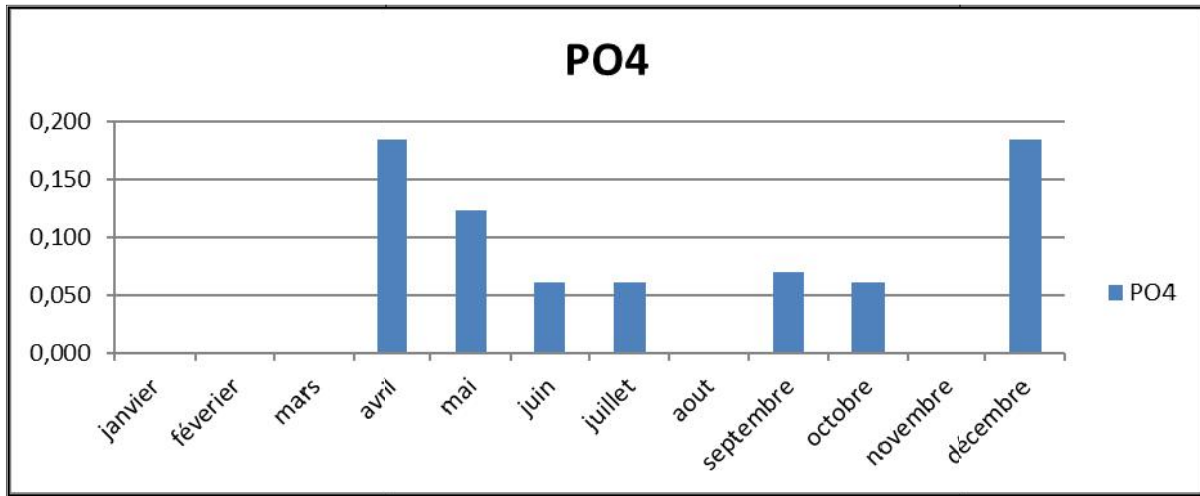


Figure n°47 : évolution des Phosphates (PO4<sup>3-</sup>) au cours du temps durant l'année 2015.

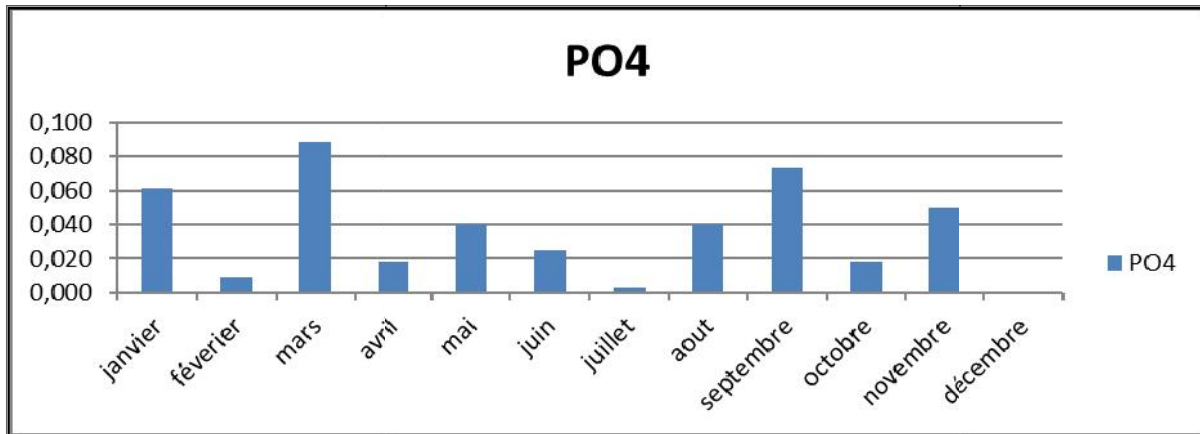


Figure n° 48: évolution des Phosphates (PO4<sup>3-</sup>) au cours du temps durant l'année 2016.

) **Matière organique**

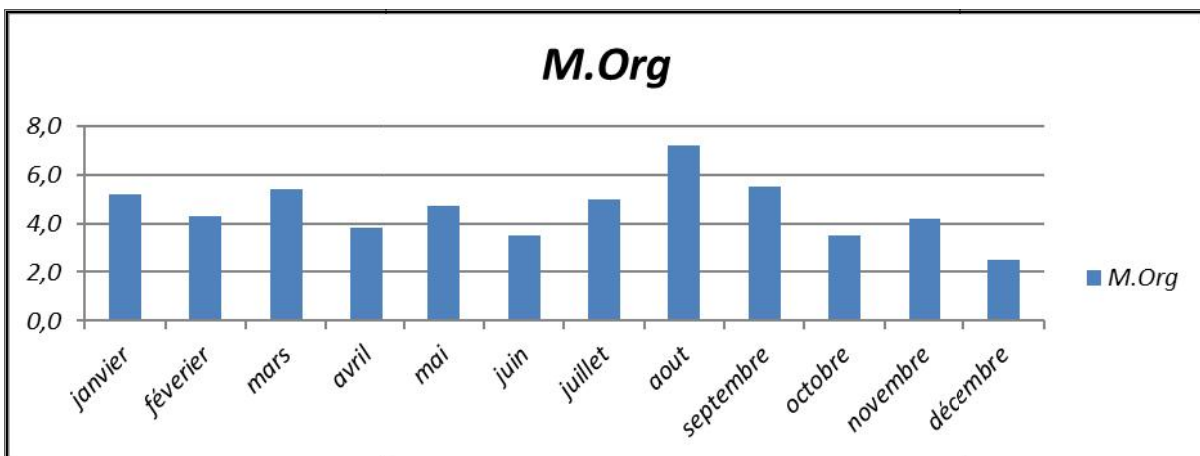


Figure n° 49: évolution de la matière organique au cours du temps durant l'année 2015.

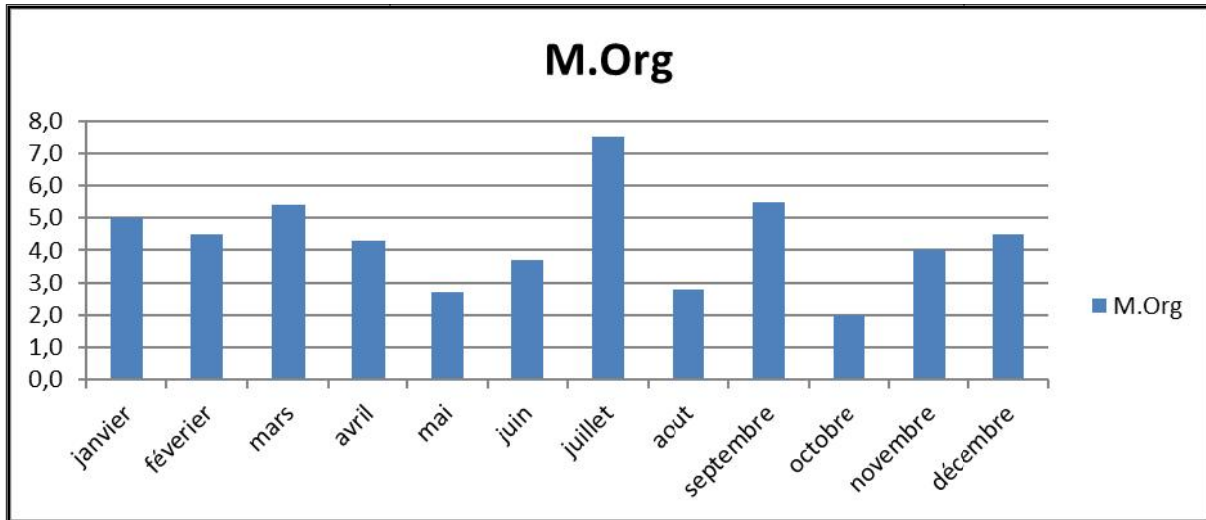


Figure n° 50: évolution de la matière organique au cours du temps durant l'année 2016.

) Résidu Sec

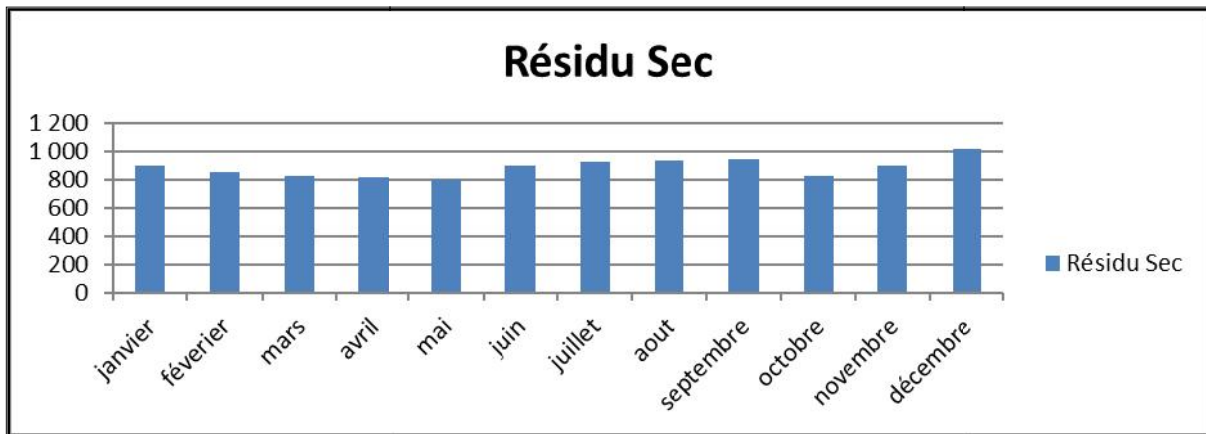


Figure n°51: évolution des résidus secs au cours du temps durant l'année 2015.

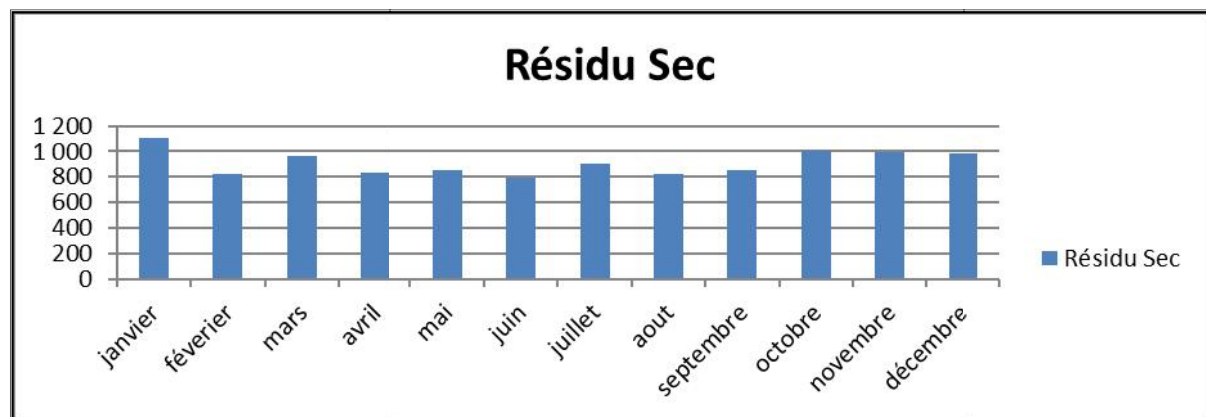


Figure n°52: évolution des résidus secs au cours du temps durant l'année 2016.

)] DBO5 et DCO

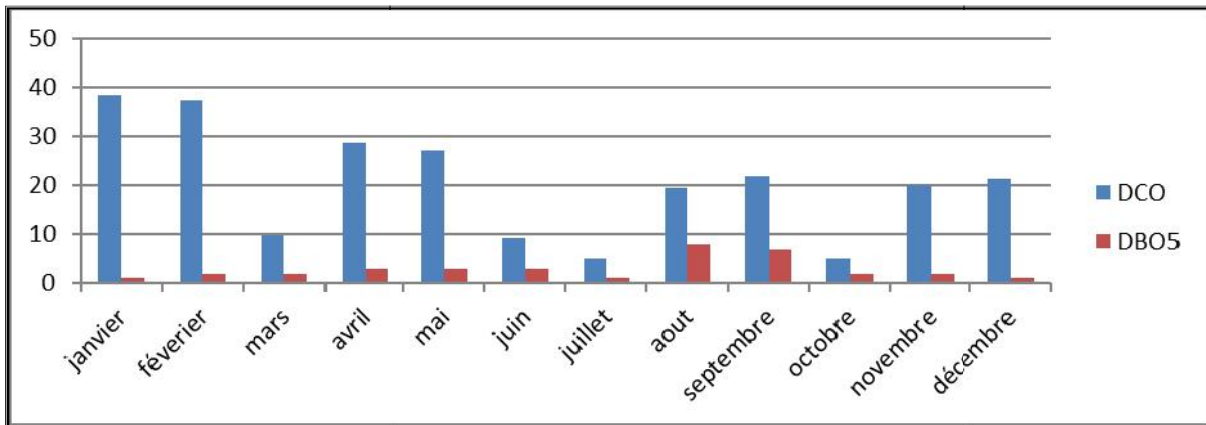


Figure n°53 : évolution de DBO5 et DCO au cours du temps durant l'année 2015.

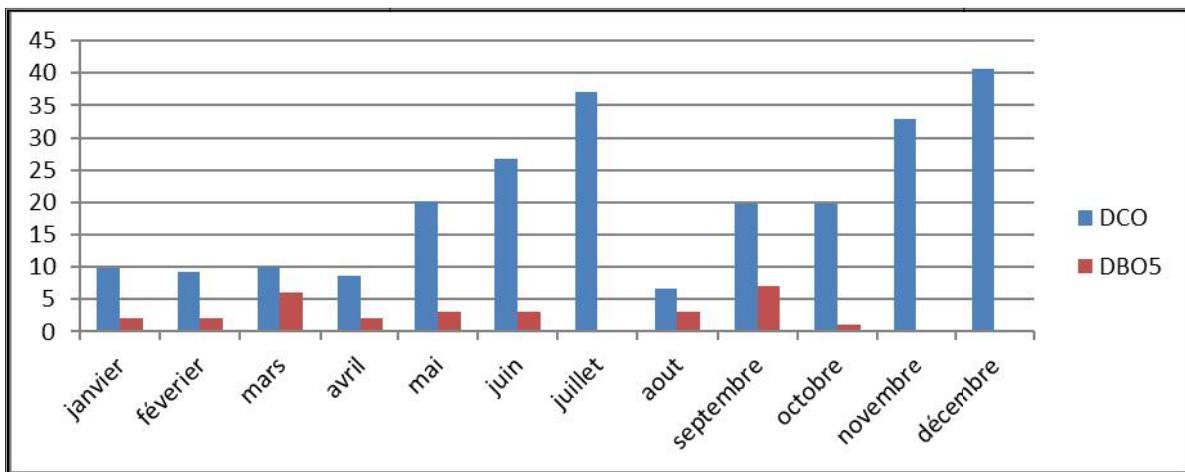


Figure n°54 : évolution de DBO5 et DCO au cours du temps durant l'année 2016.

**Interprétations**

➤ **pH**

Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau ; la réglementation algérienne (journal officiel de la république algérienne n°3517- Aoul Safar 1419/ correspond au 27 mai 1998), indique que le pH doit être compris entre :  $6,5 < \text{pH} < 8,5$ . Les résultats de notre analyse donnent des valeurs de pH dans les normes.

➤ **Conductivité**

La mesure de la conductivité permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. L'Algérienne indique une valeur limite de  $2800 \mu\text{s}/\text{cm}$ . Bien que dans notre résultat, les valeurs sont bien inférieures aux normes..

➤ **Chlorure**

L'OMS recommande pour la teneur en chlorures dans les eaux destinée à la consommation humaine une valeur guide de 200 mg/L. La réglementation Algérienne indique un niveau guide de 200 mg/L et une valeur maximal de 500 mg/L. Alors que la teneur en chlorure de nos échantillons reste dans les normes.

➤ **Calcium :**

Pour qu'une eau soit propre à la consommation la teneur en Calcium ne doit pas dépasser une valeur de 200 mg/L d'après la norme Algérienne. D'après les résultats de nos analyses la proportion du Calcium dans l'eau brute du barrage Bouroumi est conforme aux normes.

➤ **Dureté totale :**

Pour l'eau destinée à la consommation humaine. L'OMS indique qu'une dureté élevée peut provoquer la formation des dépôts tandis qu'une faible dureté peut engendrer des problèmes de corrosion. La réglementation Algérienne précise une valeur comprise entre 100-500 mg/L (10-50 °F). Donc la valeur qu'on a trouvée pour notre échantillon se trouve dans les normes.

## **2- Faciès chimiques (diagrammes de PIPER et Schoeller - Berkloff)**

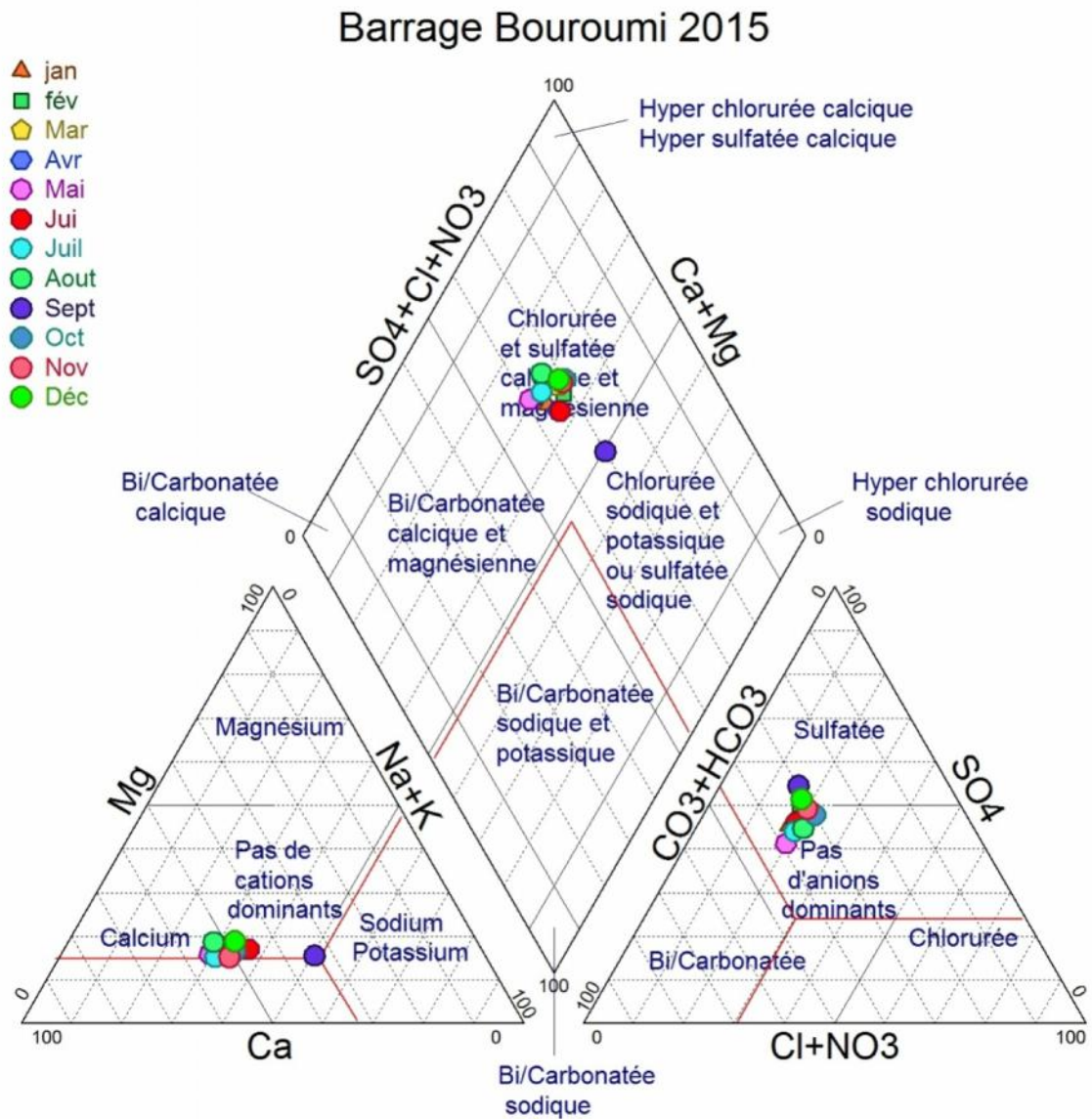
### **Introduction**

Les analyses ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de barrage. Les analyses des paramètres physico – chimiques, ont pour but d'établir la genèse et l'origine des éléments chimiques et d'identifier d'éventuels problèmes de salinité (Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, la Conductivité.).

### **Détermination des principaux faciès hydro chimiques**

Les faciès hydro chimiques sont fréquemment utilisés dans les eaux surfaces pour décrire la composition des eaux naturelles. On le détermine par le calcul des quantités en réaction (conversion des concentrations en meq/l), et en tenant compte de la classification des ions (formule ionique). La représentation graphique des résultats d'analyse est un outil incontournable (Touhari, 2015), pour cela et pour atteindre cet objectif, les données hydro chimiques ont été traitées par les diagrammes n°56, n°57, n°58, n°59, n°60 et n°61

Des diagrammes ont été développés (diagramme de PIPER, de Schoeller Berkloff) ce qui nous permet de reconnaître les faciès d'une eau analysée. Ces diagrammes n'utilisent pas à la fois, tous les éléments. Les figures qui suivent représentent les faciès d'après la classification par les diagrammes (Piper et scholler) des prélèvements faites le 24/04/2017 au site du barrage et analyser par le laboratoire de SEAAL et celle de l'ANRH.



**Figure n° 55:** Diagramme de PIPER pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2015).

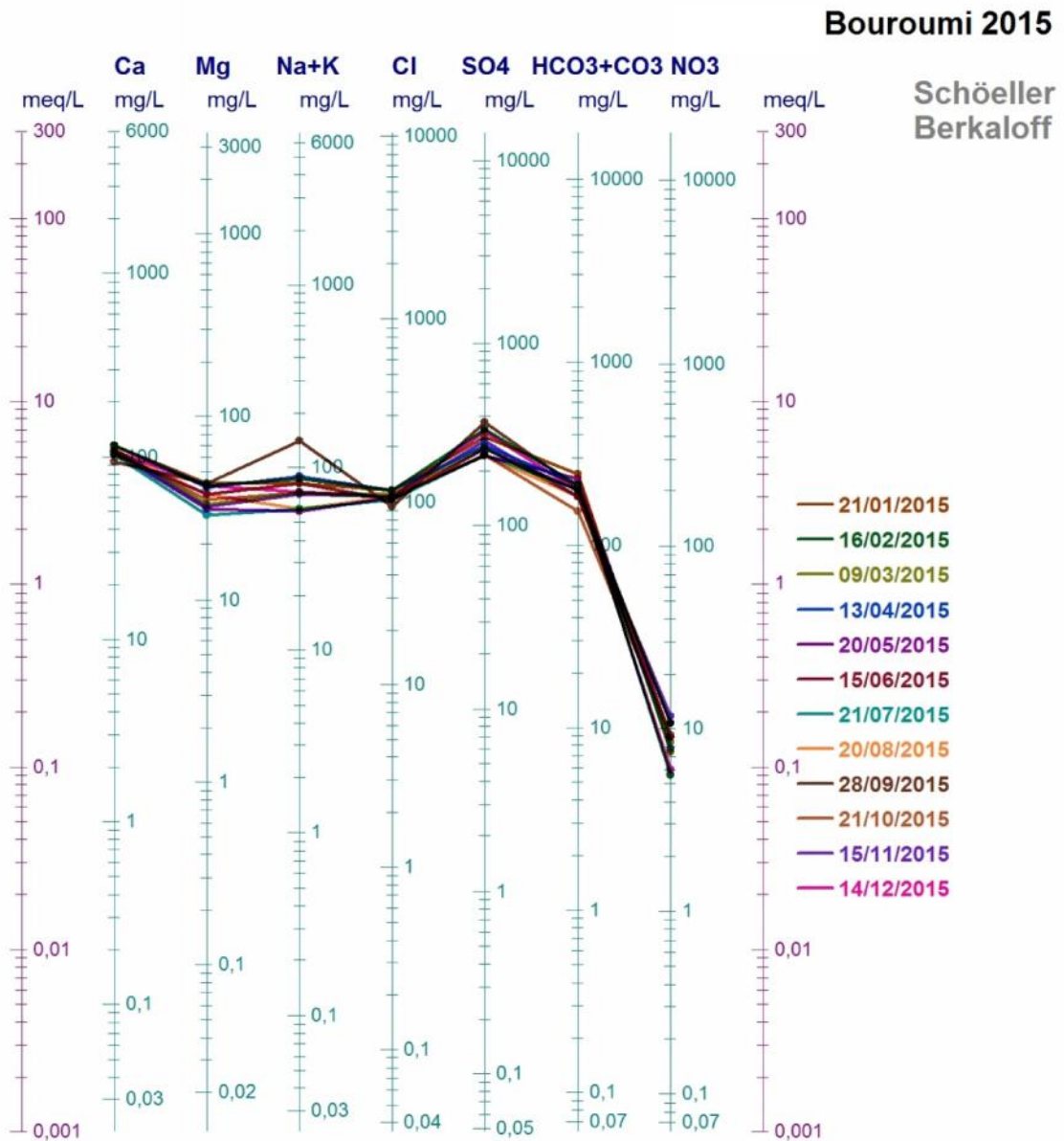
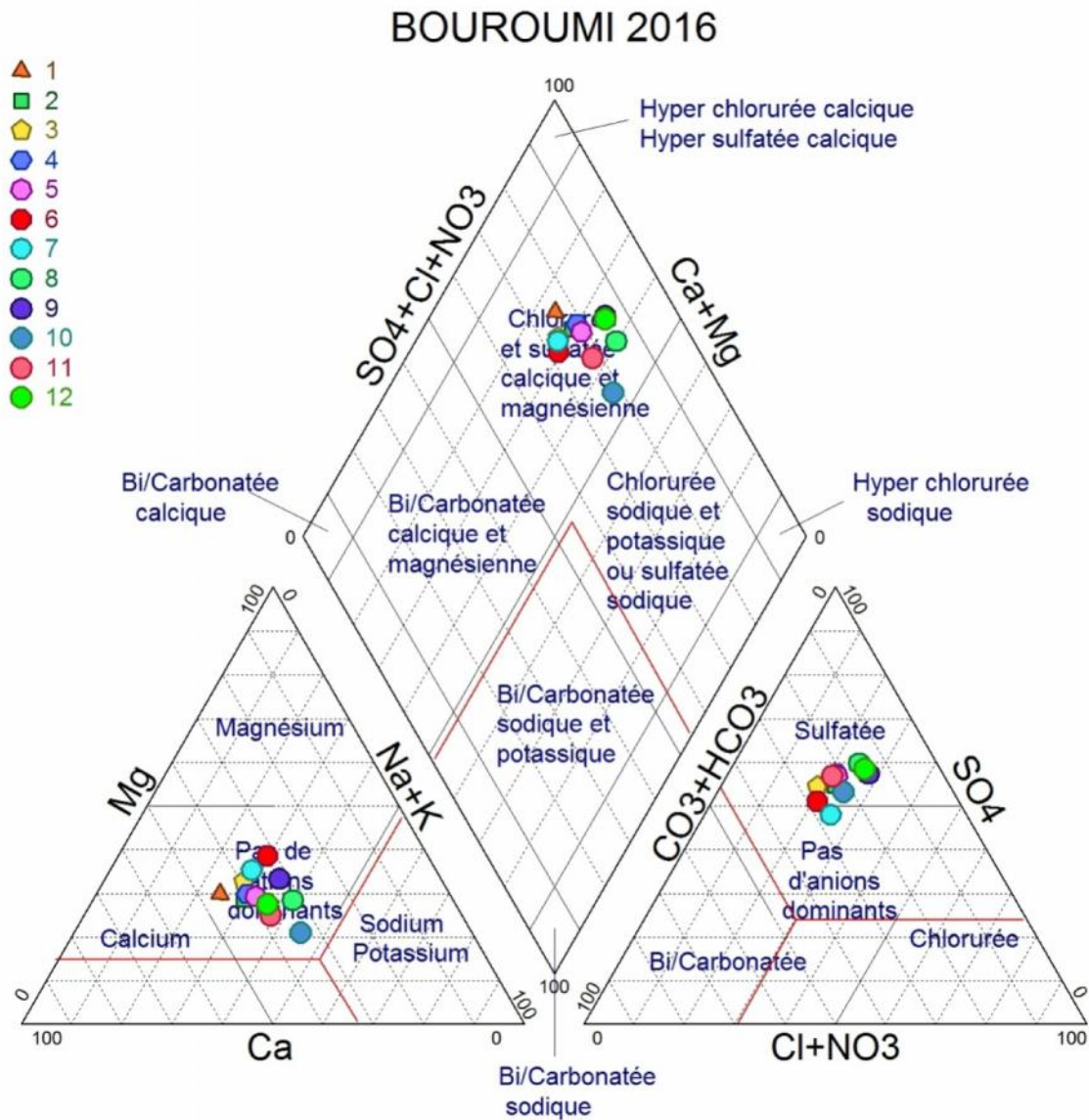


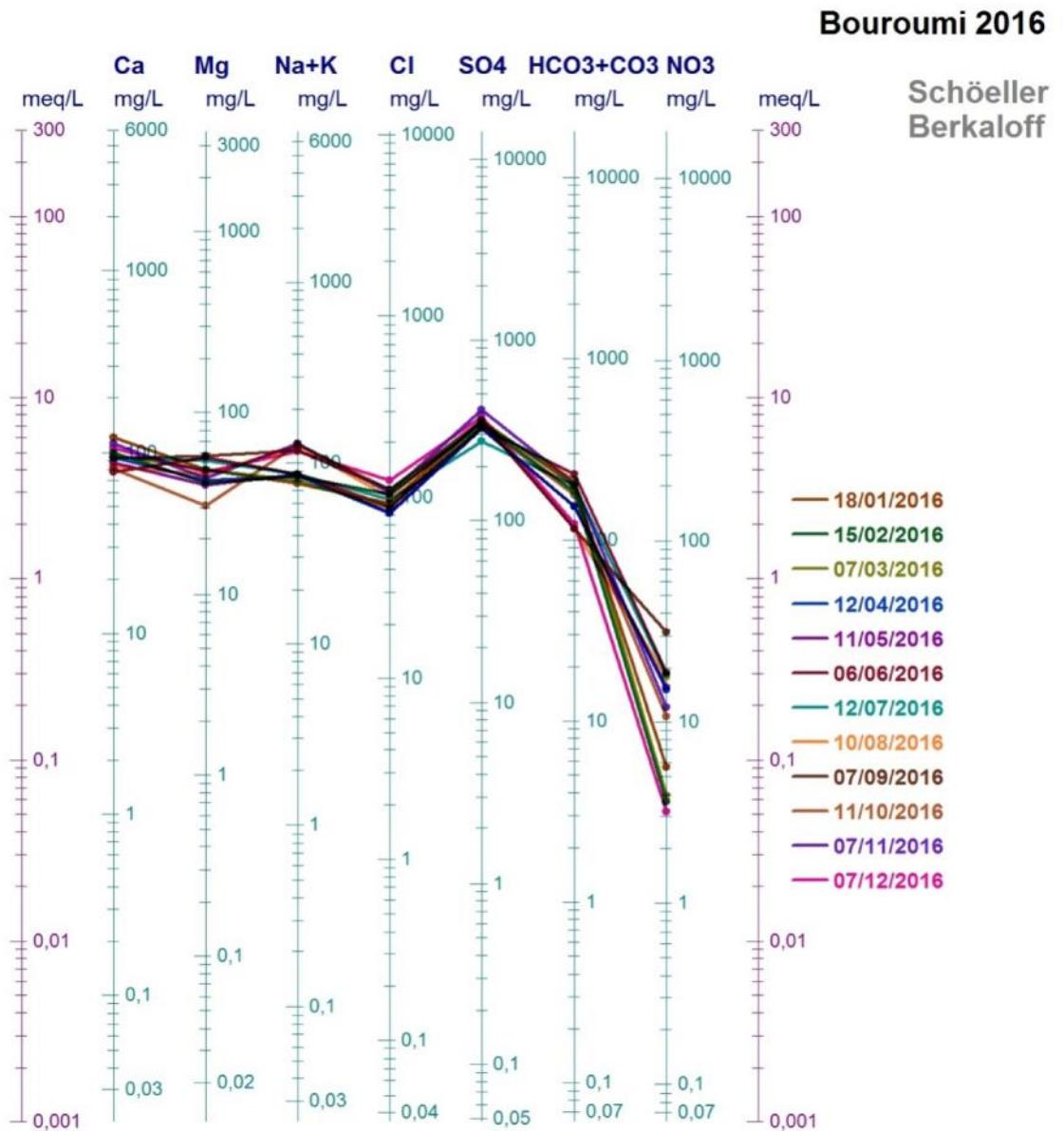
Figure n°56: diagramme de Schoeller - Berkaloff pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2015).



*Figure n° 57: diagramme de PIPER pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2016).*

D'après les diagrammes de Piper (Figure n°... et n°...), que les eaux Appartiennent principalement au faciès chlorurée et sulfatée, calcique et magnésienne.





**Figure n°58 : diagramme de Schoeller - Berkaloff pour les prélèvements (données de l'ANRH l'année 2016).**

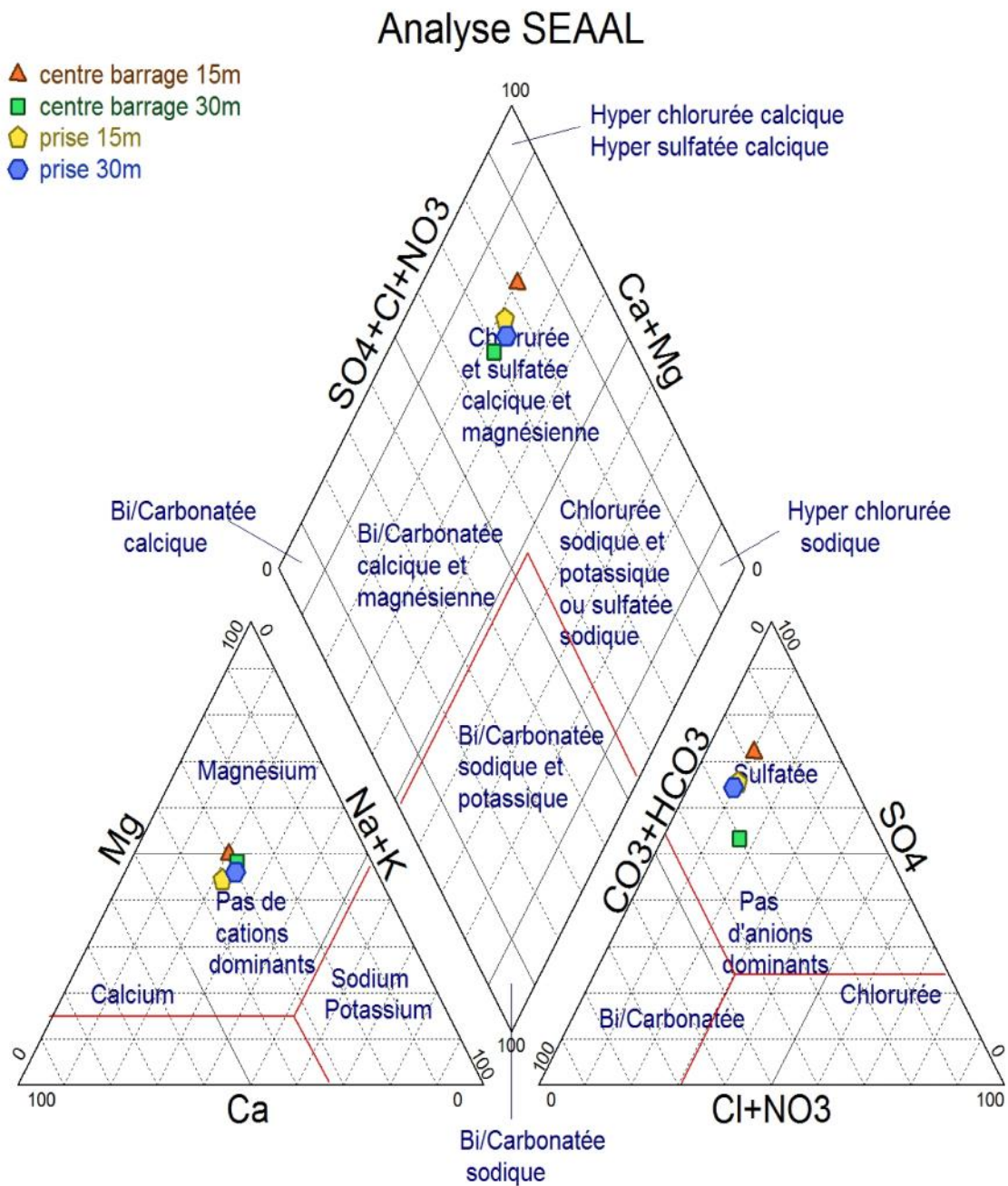


Figure n°59 : Diagramme de piper pour les prélèvements

(données de SEAAI, 2017).

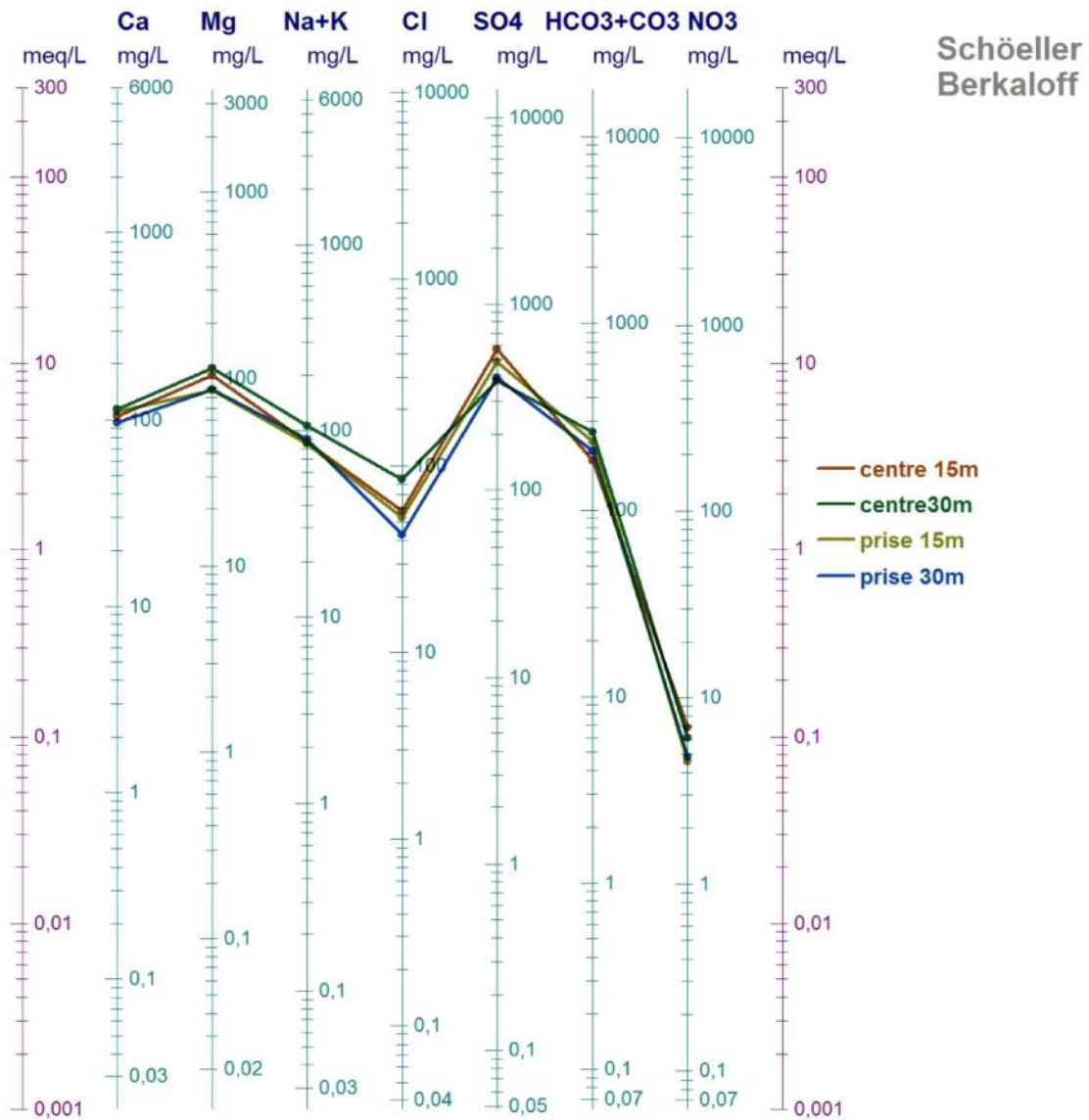


Figure n°60 : diagramme de Schoeler Berkaloff pour les prélèvements

(données de SEAAI, 2017).

Le diagramme Schoeller-Berkaloff (Figure n° 60et 61) pour les 2 ans, montre que tous les échantillons présentent le même type de minéralisation.

### 3- Relations binaires des paramètres physico - chimiques (matrices)

- ) Pour mieux comprendre les relations entre les unes et les autres des paramètres physico-chimiques et de voir la tendance, on doit procéder à l'étude des relations qui existent entre ces paramètres tels que :
- ) Rapport Na/cl
- ) Rapport ca /hco3, ca/so4 et ca/mg
- ) Rapport mg/Hco3
- ) Mg/so4

**Tableau n°12:** matrices de corrélation entre les paramètres physico chimique d'analyse (SEAAL 2017).

	TDS	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	Al	Hco3	Co3	Cl <sup>-</sup>	So4	Po4
TDS	1												
pH	0.05	1											
CE	<b>0.82</b>	0.61	1										
Ca	0.61	0.73	<b>0.92</b>	1									
Mg	0.39	0.72	0.69	0.50	1								
Na	-0.34	<b>0.90</b>	0.23	0.35	0.64	1							
K	0.84	-0.39	0.45	0.32	-0.17	-0.76	1						
Al	-0.13	-0.19	-0.15	0.16	-0.76	-0.34	0.28	1					
Hco3	-0.14	0.76	0.36	0.69	0.11	0.60	-0.25	0.49	1				
Co3	0.01	<b>0.99</b>	0.57	0.65	0.78	<b>0.93</b>	-0.47	-0.30	0.68	1			
Cl <sup>-</sup>	0.34	<b>0.95</b>	<b>0.80</b>	<b>0.81</b>	<b>0.87</b>	0.77	-0.17	-0.34	0.58	<b>0.94</b>	1		
SO4	0.76	0.26	0.68	-0.05	-0.03	-0.78	<b>0.85</b>	-0.17	-0.70	-0.59	-0.30	1	
PO4	<b>-0.88</b>	0.35	-0.51	-0.35	0.72	-0.72	<b>-0.88</b>	-0.20	0.27	0.42	0.10	<b>-0.87</b>	1

**Tableau n°13 :** matrices de corrélation entre les paramètres physico chimique (année 2015) :

	TDS	T° C	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	Hco3	Cl <sup>-</sup>	SO4	PO4
TDS	1											
T° C	-0.30	1										
pH	-0.40	-0.31	1									
CE	-0.32	-0.29	0.74	1								
Ca	0.15	-0.69	0.51	0.57	1							
Mg	<b>0.79</b>	-0.32	-0.15	-0.01	0.25	1						
Na	<b>0.78</b>	0.06	-0.66	-0.64	-0.34	0.63	1					
K	0.40	-0.02	-0.61	-0.46	-0.15	0.51	0.59	1				
Hco3	0.59	-0.27	0.03	-0.03	0.33	0.34	0.14	0.15	1			
Cl <sup>-</sup>	0.15	-0.69	0.51	0.57	<b>0.99</b>	0.25	-0.34	-0.15	0.33	1		
SO4	<b>0.92</b>	-0.19	-0.52	-0.38	-0.05	0.70	<b>0.81</b>	0.28	0.29	-0.05	1	
PO4	0.08	0.05	-0.23	-0.19	-0.09	0.16	0.11	-0.22	0.16	-0.09	0.03	1

**Tableau n°14** : matrices de corrélation entre les paramètres physico chimique (année 2016) :

	TDS	T° C	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	Hco3	Cl <sup>-</sup>	SO4	PO4
TDS	1											
T °C	-006	1										
pH	-0.13	0.01	1									
CE	-0.46	-0.25	0.56	1								
Ca	0.51	-0.64	-0.14	0.+01	1							
Mg	0.10	0.24	-0.05	0.25	0.05	1						
Na	0.48	0.49	-0.26	-0.51	-0.09	-0.25	1					
K	-0.13	0.63	0.04	-0.29	-0.39	0.14	0.13	1				
Hco3	0.33	-0.39	0.30	0.04	0.12	0.10	-0.46	-0.23	1			
Cl <sup>-</sup>	0.49	0.10	-0.51	-0.42	0.19	-0.06	<b>0.75</b>	-0.22	-0.38	1		
SO4	<b>0.80</b>	-0.03	-0.27	-0.50	0.53	-0.14	0.57	-0.07	-0.14	0.48	1	
PO4	0.30	0.02	0.37	0.39	0.24	0.26	0	-0.16	0.06	-0.20	0.39	1

L'analyse des tableaux n°16, n°17 et n°18 montre que la liaison existant entre toutes les variables prises deux à deux et les coefficients de corrélation entre ces différentes variables sont donnés par la matrice de corrélation .On note de nombreuses corrélations faibles et négatives, faibles, fortes et positives entre certaines variables. Ainsi, la TDS présent de fortes corrélation avec le Mg (0.79) , et Na (0.78) et CE (0.82) .Les corrélations sont également importantes entre Cl<sup>-</sup> et Ca (0.99) , ph (0.95), CE (0.80), Ca (0.80), Mg (0.87) et entre SO4 et Na (0.81), k (0.85).Les très faibles corrélations s'observent entre le PO4 et TDS (-0.88), K(-0.88), SO4 (-0.87).

A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# Conclusion Générale

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATION**

Dans notre région et dans toutes les régions du monde la quantité d'eau utilisée s'accroît en raison de développement de la population et de l'amélioration des modes de vie. En conséquence, cette ressource est victime d'une surexploitation et une dégradation significative. Pour cela il est nécessaire et même vital de protéger cet élément essentiel à la vie dans et cela dans le cadre du développement durable en optimisant son utilisation et en limitant sa pollution.

Les conclusions retenues au terme du chapitre III des paramètres physico-chimiques de l'eau, nous ont permis d'établir dans un premier temps un constat de la qualité des eaux superficielles de barrage de BOUROUMI, par le suivi et l'analyse d'un certains nombres de paramètres physicochimiques. Les valeurs moyennes s'étendent sur deux années 2015-2016. Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau des échantillons prélevés au site du barrage et celles de l'ANRH qui sont exposé dans le chapitre IV nous ont permis d'évaluer la qualité des eaux.. Ces résultats ont montré globalement que les paramètres de salinité enregistrés au niveau des prélèvements sont d'une minéralisation forte avec des teneurs élevées en chlorures si on tient compte des normes internationales (OMS et CE). Pour les MES, nous remarquons que la teneur en eau augmente dans les sédiments lorsque ces matières augmentent. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau présentent des variations saisonnières assez marquées.

Par défaut des moyens, La comparaison des teneurs métalliques (métaux lourds) et L'évolution spatiale pour montrer les teneurs les plus élevées pour tous les métaux restent une préoccupation scientifique qui constitue un outil précieux dans l'interprétation objective des résultats analytiques car La connaissance actuelle de la contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux lourds révèle une complexité écotoxicologique. Cette situation plus complexe ce qui peut favoriser la mise en suspension de ces éléments métalliques et par conséquent constitue un danger certains pour les organismes aquatiques par leur biodisponibilité.

Les processus d'accumulation des métaux lourds (Cr, du Cu, du Zn et le Pb) dans les sédiments sont assez importants par rapport à ceux relatifs à l'eau. S'ajoute à ceci d'autres phénomènes, un support biologique qui est représenté par les poissons, permet d'estimer la fraction bio- disponible en métaux dans le milieu, qui mettent en évidence la contamination (bio- indicateurs) et un support géologique qui est représenté par les sédiments et les eaux (origine géologique).

Dans le but de compléter cette étude sur la qualité des eaux de barrage, d'autres études peuvent être envisagées qui permettent une approche analytique susceptible d'accroître la compréhension du phénomène de pollution et les zones qui sont sérieusement perturbé par les divers rejets domestiques, industriels et agricoles et de montrer le danger de cette pollution sur le milieu aquatique réside dans le risque toxicologique qui peut être induit lors de la consommation de ces produits, d'où son impact directe sur la santé humaine sur le plan écologique.

## *Conclusion générale*

---

Pour ces raisons, et pour mieux expliquer le comportement des eaux de barrage, il devient donc nécessaire d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution et de leur effet sur l'environnement obligeant les divers industriels existants à se doter de système de traitement de leurs eaux résiduelles, ainsi que le recyclage et la réutilisation des déchets. Cette stratégie de protection de l'environnement doit s'appuyer sur une réglementation nationale et une volonté de l'appliquer par l'élaboration des lois et des normes nationales régissant les rejets d'origine industrielles et urbaine et la qualité du milieu récepteur.

Dans l'ensemble, notre étude nous a permis de mettre en évidence la présence des éléments majeurs (paramètres physico- chimiques) dans les eaux de barrage de BOUROUMI destinées essentiellement à l'alimentation des villes.

Enfin, il devrait prévoir la construction et l'optimisation des stations de traitement qui constitue la seule réponse possible et nécessaire contre la dégradation de cette ressource.



A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# Références Bibliographiques

- [1] **ABDESSELEM.A**,1999 suivre la qualité microbiologique et physico-chimique de trois serres alimentant de la région de Tlemcen, mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen., pp2-18.
- [2] **BERTRAND.G**,2008 utiliser l'eau de pluie, éditions eyrolles, ,130p.
- [3] **MEBARKI. A** 2005 Hydrologie des bassins de l'est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, thèse de doctorat d'Etat, Université M'entouré de Constantine, faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, 360 p.
- [4] **MEBARKI A.** 1982. Le bassin de Kabîr Rimmel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie thèse doctorat 3eme cycle, Université de Nancy 2 ,303p.
- [5] AMINISTERE DE DEVELOPPEMENT DURABLE, environnement et parcs.2012 critères de qualité de l'eau de surface. Québec. canada.230 p.
- [6] Mémento technique de l'eau Dégréement 1984 ,9e édition Tome 1.
- [7]**AOUBED. A**, 2007 les différents procédés des traitements des eaux, l'université BLIDA, 80 p.
- [8]**TADJ. Z, MOUSSAOUI. N**, 2007 **BENOTHMANE. A**, Etude de transfert d'eau a partir du barrage DJORF-TORBA, Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, centre universitaire de Bechar, 208 p.
- [9]**J.M. Durand** et al,1999. Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatorial, cemagref éditions- ISBN 2-85362-511-7.
- [10]**BERN.F, JEAN.C**,1991 traitement des eaux, Edition TCHNIP, ,306p.
- [11]**CATHERINE.G**,2009 la qualité chimique de l'eau, 3eme Édition, paris, , p10.
- [12]**SCHUDDDEBOOM.J**,1993 nitrates et nitrites dans les denrées alimentaires, Edition conseil de l'Europe, Strasbourg, p 11.
- [13]**BOUALEM.R**, 2009contributions à l'étude de la qualité des eaux des barrages, article de recherche, p20-33.

- [14]**RODIER.J**,1996 l'analyse de l'eau, eaux naturelles, Eaux Résiduaire, 8eme Edition Dunod, paris, p 1335.
- [15]**TARDAT HENRY.M**, 1992chimies des eaux, 2eme Edition, les éditions du griffon d'argile 213-215.
- [16]**PAUL. R**, 1998Eaux d'égout et eaux résiduaire industrielles: Epuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, 192 p.
- [17]**Pierre Mouchet** ; Traitement des eaux avant utilisation matières particulaires.
- [18]**OMS**, 1980 Nitrates, nitrites et composés N-nitroso.OMS .Série critique d'hygiène de l'environnement, Genève.
- [19]**ANBT** ;1989 agence national des barrages et transporte, monographie de barrage BOUROUMI, monographie.
- [20]**PERON.A**, description géologique de l'Algérie, article N°4.
- [21]**DELANNOY.H et labord.p**1978.
- [22]**MAYENCON.R et DRISE** ,1983.
- [23]**HALIMI 1980**.
- [24]ANNUAIRE DES OBSERVATIONS HYDROCLIMATIQUE 1996.
- [25]**OUFAR.F**,2017direction des ressources hydrique AIN DEFLA.
- [26]**HACHMAOUI.A**,2017direction des forets DJENDEL.
- [27]**Abdellah Haretsi.M**, 2017 algériens des eaux BOUMEDFAA.
- [28]**ANRH**, 2017agence national des ressources en eaux et environnement.

A decorative border of small black asterisks surrounds the entire page, forming a rectangular frame.

# **ANNEXE**

## ANNEXE

**Tableau n°01 :Les normes Algériennes de l'eau potable**

Paramètre	Algérienne	OMS
Couleur	/	5 unités
Goût et odeur	/	Acceptable
Température °c	12	12
Turbidité (NTU)	5	5
PH	6.5-8.5	7-8.5
Dureté total (°f)	50	20
Conductivité (µs/cm)	2800	400
Résidu sec (mg/l)	2000	/
Calcium (mg/l)	75	75
Magnésium (mg/l)	50	30
Sodium (mg/l)	5-20	12-30
Potassium (mg/l)	< 200	/
Sulfate (mg/l)	500	200
Chlorure (mg/l)	200	200
Nitrate (mg/l)	<50	10
Nitrite (mg/l)	0.1	/
Ammonium (mg/l)	0.05	/
Phosphate	0.5	/
Oxydabilité (mg/l) K <sub>mno</sub> <sub>4</sub>	3	/
Oxygène dissous	5	/
Aluminium	<0.2	/
Mo	/	< 0.2
Fer	<0.3	/
Fluorure	1.5	0.3
Cuivre	1	0.05
Chrome	0.05	/
Cyanure	0.05	0.05
Baryum	0.1	/
Arsenic	0.05	<0.05
Argent	0.005	/
Manganèse	<0.1	<0.1
Mercure	0.001	0.001
Plomb	< 0.05	0.1
Sulfure	0.02	0.05
Zinc	<5	3
Coliformes totaux /100ml.	0-10	0
Streptocoques fécaux	0	0

## ANNEXE

**Tableau n°02 : Les normes et recommandations pour la minéralisation globale des eaux potable**

Minéralisation	Norme	OMS	Algérienne	
			Unité	-
Ca <sup>+2</sup>	mg/l	75	75	200
Mg <sup>+2</sup>	mg/l	30 125	50	150
So <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	250	200	400
Cl <sup>-</sup>	mg/l	200 600	200	500
K <sup>+</sup>	mg/l	10	-	20
Na <sup>+</sup>	mg/l	-	-	200

## ANNEXE

*Tableau n°03 : Normes et recommandations pour les paramètres indésirables (toxique)*

Paramètres indésirables	Unité	OMS	Algérienne	
			NG	CMA
Al <sup>3+</sup>	mg/l	-	-	0.2
Fe <sup>2+</sup>	mg/l	0.1	-	0.3
Zn <sup>2+</sup>	mg/l	5	-	5
Cu <sup>2+</sup>	mg/l	0.05	0.05	1.5
	mg/l	0.05	-	0.05
Hg <sup>2+</sup>	mg/l	10 <sup>-3</sup>	-	10 <sup>-3</sup>
Pd <sup>2+</sup>	mg/l	0.01	-	0.05
CN <sup>-</sup>	mg/l	0.05	-	0.05
Se	mg/l	0.01	-	0.01
AS	mg/l	0.05	-	0.05
Ag <sup>++</sup>	mg/l	-	-	0.05
NI <sup>2+</sup>	mg/l	-	-	-
Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0.05	-	0.5
Cd <sup>2+</sup>	mg/l	0.01	-	0.01

## ANNEXE

### Les paramètres organoleptiques

#### La turbidité

##### Étalonnage mensuel de l'appareil :

)] L'étalonnage est réalisé selon les instructions du fournisseur à partir des étalons STABCAL de ACH de valeurs : <0,1 à 4000NTU.

)] Vérifier que les boutons « **AUTO** », « **signale AVG** » sont bien allumés.

)] Homogénéiser soigneusement les cuves du kit par retournements successifs en évitant de créer des bulles.

)] Appuyer sur « cal zéro » (l'appareil se met en mode ratio automatiquement de calibration automatique).

)] Insérer la cuve N°1 <0,1 (NTU).

)] Fermer le capot et appuyer sur « Enter Attendre le décompte de 60 secs ».

)] Procéder de la même façon pour les autres étalons.

)] Lorsque l'appareil demande la cuve de 4000NTU

)] Appuyer sur « Cal zéro » (l'appareil indique un trait après avoir fait sa ligne de base)

)] Appuyer sur « Cal zéro » une 2 fois (l'appareil revient au mode mesure et la calibration prend fin).

##### Mode opératoire

Z L'échantillon doit être remis à température ambiante et être homogénéisée doucement avant la mesure.

Z La cuve de mesure doit être propre et essuyée à chaque utilisation, elle doit être rincée avec l'échantillon avant mesure.

Z La mesure de la turbidité s'effectue de la manière suivante :

)] Remplir la cuve sans faire de bulle, visser le bouchon et sécher la cuve.

)] Insérer la cuve dans le puits de mesure en plaçant la flèche de la cuve face à la flèche du point.

)] Fermer le capot.

)] Attendre l'affichage d'une valeur, appuyer sur (ENTER) et lire valeur affichée en NTU.



*Figure n°61 : turbidimètre*



## ANNEXE

---

### Les paramètres physico-chimiques :

#### Mesure de pH

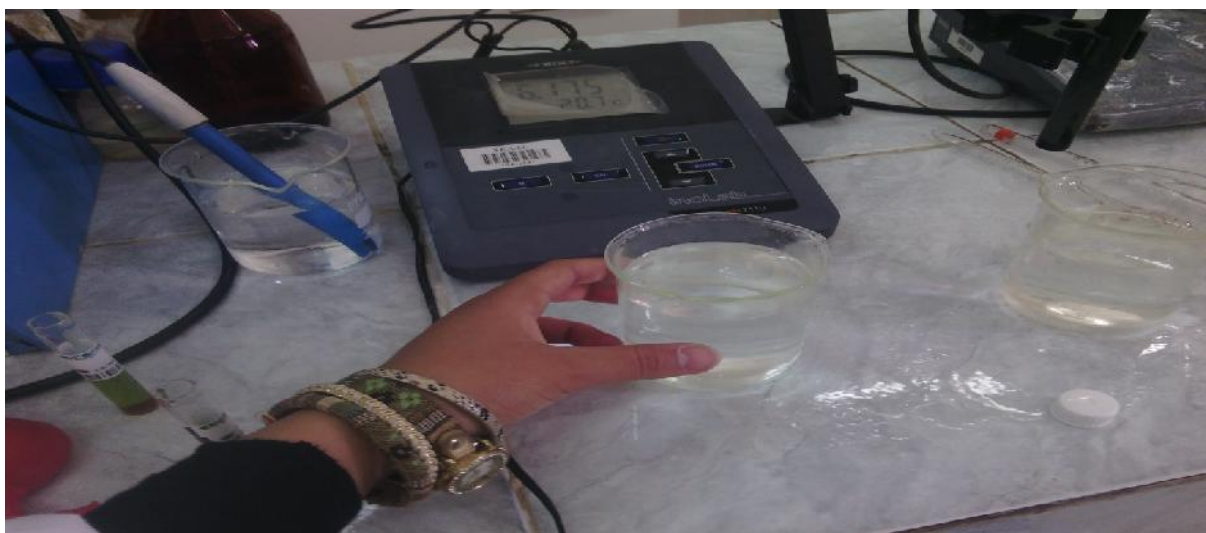
##### Etalonnage de l'appareil :

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

Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

##### Mode opératoire

- ) Prendre environ 100 ml d'eau à analyser la transvaser dans bécher.
- ) Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- ) Tremper l'électrode dans le bêcheur contenant l'échantillon à analyser.
  
- ) Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation. Puis noter le pH.



*Figure n°62 : pH mètre*

## ANNEXE

---

### Détermination de la conductivité

#### Mode opératoire:

Préparer l'appareillage selon les instructions du fabricant et S'assurer qu'il est équipé d'une cellule de mesure en platine.

Prendre un échantillon conservé dans de bonnes conditions (température ambiante - hygiène).

- ✓ On remplit un bêcher avec une quantité d'eau.
- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée avant et après chaque utilisation et bien l'égoutter.
- ✓ Mettre l'électrode dans le bêcher, puis appuyer sur la touche READ, la valeur de la Conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro siemens par Centimètre. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ou bien Ms/cm) milli siemens par centimètre. (idem pour la salinité et le TDS)

### Le chlore résiduel

#### Mode opératoire

- Dans un tube 10 ml introduit un volume d'eau à analysées ;
- Ajouter immédiatement un comprimé de DPD ;
- Agiter rapidement jusqu'à la dissolution totale de comprimé (DPD) ;
- Effectuer la lecture avec le disque coloré (comparateur en lumière de jour

Les résultats sont directement exprimés en mg/l.

### Dosage du calcium et de magnésium

#### Mode opératoire

- (V1)  $\text{Ca}^{2+}$  :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
  - Ajouter du Murexide.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).
  - noter le volume d'EDTA versé.
- (V2)  $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$  :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  (10,1).
  - Ajouter noir Eriochrome.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).
  - noter le volume d'EDTA versé.

## ANNEXE

---

### Dosage des chlorures

#### Mode opératoire

- )] Introduire, au moyen d'une fiole, 100ml de l'échantillon, dans un bécher conique placé sur un fond blanc.

Si le pH de l'échantillon n'est pas compris entre 5 et 9,5 il faut ajuster le pH en utilisant, soit une solution d'acide nitrique soit une solution d'hydroxyde de sodium et noter le volume de réactif requis.

S'il ya des ions d'ammonium dans l'échantillon à des concentrations supérieures à 10mg/l, il faut ajuster le pH entre 6,5 et 7 et noter le volume de réactif requis.

- )] Ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une coloration brune rougeâtre. Noter le volume S de nitrate d'argent versé.

Essai à blanc : effectuer la même opération de titrage avec 100ml d'eau distillée à la place de l'échantillon et noter le volume de nitrate d'argent versé .

### Dosage de l'oxygène dissous

#### Application :

#### Calibration de l'électrode de l'oxygène :

L'électrode doit être connectée au sens ion de 30 à 50mn avant une calibration ou une mesure, cela permet à l'électrode de se polariser et à la mesure de se stabiliser. Si l'électrode est déconnectée du sens ion durant moins d'une heure, la durée de polarisation est de 5 à 25 mn.

La calibration doit être réalisée dans l'air saturé en eau.

- )] Fixer le réservoir de calibration et de stockage sur le câble de l'électrode.
- )] Presser le réservoir de calibration et de stockage plusieurs fois sous l'eau afin qu'un peu d'eau reste à la base du récipient. Sinon imbiber l'eau d'une petite éponge.
- )] Placer le récipient dans le réservoir de calibration et de stockage, la tête ne doit pas être immergée dans l'eau.
- )] L'atmosphère du récipient se stabilise au bout de 10mn environ
- )] Appeler le mode oxygène en pressant sur la touche DO
- )] Presser sur la touche CAL, l'écran affiche 100%.

## ANNEXE

---

- ) Confirmer la valeur en appuyant sur la touche ENTER. La calibration est achevée lorsque le message stabilise...de l'écran. Et le mode de mesure est automatiquement activé. La valeur du DO est affichée sur l'écran en mg/l.
- ) La calibration peut être interrompue par pression sur la touche EXIT.

NB : il ne faut pas toucher la sonde température durant la mesure de calibration. Cette dernière est erronée lorsque la température de la sonde ne correspond pas à celle de la membrane.

Lorsque le message CAL et ? Clignote à l'écran, la calibration est erronée et doit être recommencée

### **Mode opératoire**

- ) Placer l'électrode dans l'échantillon, la sonde de la température doit être immergée.
- ) Agiter correctement l'échantillon ou remuer l'électrode dans l'échantillon afin de retirer toute bulle d'air de la membrane.
- ) Le résultat de la mesure s'affiche lorsque la valeur de mesure est stabilisée. Noter ou enregistrer la.
- ) Commuter entre concentration en mg/l et % de la saturation par pression sur la touche D0.

### **Détermination de l'alcalinité**

#### **Mode opératoire :**

- ) Prendre 100ml d'eau à analyser et mesurer le pH.
- ) Si le pH est supérieur à 8,3 versé lentement de l'acide chlorhydrique 0,01N pour obtenir pH 8,3. Noter le volume V1 d'HCL versé. Continue à verser doucement de l'acide chlorhydrique 0,01N jusqu'à obtenir un pH 4,5. Noter le volume d'HCl versé V2.

Si le pH est inférieur à 8,3, versé lentement de HCL 0,01N pour obtenir 4,5 et noter le volume d'HCL versé V2.

## ANNEXE

---

### Dosage de l'anhydride carbonique libre

#### Mode opératoire

- ) Introduire 10ml de la solution de NaOH N/40 dans une fiole de 200ml.
- ) Ajouter 6 à 8 gouttes de phénolphtaléine
- ) Compléter au trait de jauge avec de l'eau à analyser (v=190ml) sans agitation ni barbotage d'air
- ) Fermer la fiole avec un bouchon en caoutchouc bien propre ; la retourner sans homogénéiser. La solution devient rose, sinon opérer avec une plus grande quantité d'hydroxyde de sodium N/40
- ) Poser la fiole sur l'agitateur après avoir au préalable placé une feuille blanche sur ce dernier (pour une meilleure vision de la décoloration)
- ) Titrer en utilisant une burette remplie avec la solution acide chlorhydrique jusqu'à la disparition de la couleur rose
- ) Noter le volume A de HCL (N/10) consommé

Faire un essai à blanc avec l'hydroxyde de sodium N/40 en opérant dans les mêmes conditions que pour le dosage. Noter le volume B de l'acide chlorhydrique versé.

### Dosage des sulfates

#### Mode opératoire

- Prendre 20 ml échantillon à analyser, transvaser la dans les erlenmeyers (EB, ED, EF, ET) et ajouter 5ml de la solution stabilisante, agiter quelque secondes (agitation mécanique lente)
- Ajouter 2ml de chlorure de baryum
- Compléter avec 100ml de l'eau distillée
- Laisser pendant 1min sous agitation mécanique rapide
- Remplir rapidement la cuve avec l'échantillon à analyser, insérer sans perdre le temps dans le spectrophotomètre puis appuyer sur Start
- La concentration des SO<sub>4</sub><sup>-</sup> est affichée sur l'écran en mg/l

## ANNEXE

---

### Dosage des résidus sec

#### Mode opératoire

- ) Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillé et desséchée
- ) Prélever 100 ml d'eau à analyser dans fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- ) Porter cette dernière à l'étuve à 105°C ou 180°C pendant 24 heures.
- ) Laisser refroidir pendant  $\frac{1}{4}$  d'heure au dessiccateur.

Peser immédiatement et rapidement

### Détermination des paramètres de pollution

#### Dosage de l'ammonium

##### Mode opératoire

Prélever 40ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

- 4 ml du réactif coloré, homogénéisé.
- 4 ml du réactif du dichoroisocyanurate de sodium et homogénéisé,

Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur.

Effectuer la mesure spectrophotométrique. Les résultats sont exprimés en mg/l.

#### Dosage des nitrites

##### Mode opératoire

Prélever 40ml de chaque échantillon à analyser (eau brute ; eau décantée ; eau filtrée ; eau traiter), ajouter dans l'ordre 1ml de réactif coloré. Homogénéiser immédiatement, le pH doit être à ce stade 1,9.

Laisser au repos au moins 20mn, effectuer la mesure spectrophotométrique à la longueur d'onde 540nm.

## ANNEXE

---

### **Dosage des nitrates :**

#### **Mode opératoire**

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en azote nitrique supérieures à 5mg/l, opérer une dilution). Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium, ajouter 1ml de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Préparer de la même façon un témoin avec 10 ml d'eau permutée.

- ) Evaporer à sec dans une étuve portée à 75-80°C (ne pas surchauffer ni chauffer trop longtemps)
- ) Laisser refroidir
- ) Reprendre les résidus par 2ml d'acide sulfurique concentré
- ) Attendre 1mn, ajouter 15 ml d'eau distillée, puis 15ml de la solution de tartre double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin.

Le résultat est donné directement en mg/l de nitrate.

### **Dosage des orthophosphates**

#### **Mode opératoire**

Prélever 40ml d'échantillon à analyser et ajouter sans attendre à chaque :

- 1ml d'acide ascorbique à 100mg/l, 2ml d'heptomolybdate d'ammonium.
- Agiter quelques secondes. Après un temps compris entre 10 et 30mn (temps nécessaire au développement de la couleur).

Si aucune couleur n'est apparue, alors il n'y a pas de phosphate,

Indiquer comme résultat < 0,09 mg/l de phosphate.

Si une coloration bleue est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre.

Les sont exprimés en mg/l.

## ANNEXE

---

### Détermination de la matière organique

#### Mode opératoire

- ) Transférer 100 ml d'échantillon dans un bécher de 250ml. Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2mols/l et mélangé en agitant doucement,
- ) Placer le bécher sur une plaque chauffante et porté à l'ébullition
- ) Ajouter 20 ml de la solution étalon 2millimols/l de permanganate de potassium,
- ) Démarrer le chronomètre et maintenir l'ébullition pendant 12 munîtes.

Remarque : le permanganate de potassium (violet) ne doit pas changer de couleur. La superposition d'une couleur marron dans le violet ou l'apparition d'un précipité marron (échantillon chargé en matière organique) indique de recommencer l'analyse avec une dilution ou changer la méthode d'analyse.

- ) Après 10 mn, ajouter à l'aide d'une pipette 20 ml de la solution d'étalon d'oxalate de sodium 5 milli moles/l et attendre que la solution se décolore.
- ) Retirer alors le bécher de la plaque et le poser sur un agitateur après avoir au préalable placé une feuille sur ce dernier
- ) Titrer pendant que la solution est encore chaude avec la solution titrant de permanganate de potassium 2 milli moles/l jusqu'à une coloration rose pâle persistante environ 30secondes.
- ) Effectuer le même mode opératoire sur 100ml d'eau distillée (essai à blanc).
- ) Noter le volume  $V_0$  de la solution permanganate consommée
- ) Conserver le blanc titré pour la vérification du permanganate de potassium :
  - Au blanc titré, ajouter 20 ml de la solution d'oxalate de sodium 5millimoles/l. réchauffer la solution pendant 2mn et retirer avec le permanganate de potassium 2millimoles/l jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistante 30s

Noter le volume 2 de la solution de permanganate consommée, qui devrait être entre 19 et 21 ml. Dans le cas contraire, préparer une solution de permanganate de concentration 2 milli moles/l et refaire l'analyse. Si le problème persiste, refaire la solution mère de permanganate 20millimoles/l.



# ANNEXE

---

## Détermination des paramètres indésirables

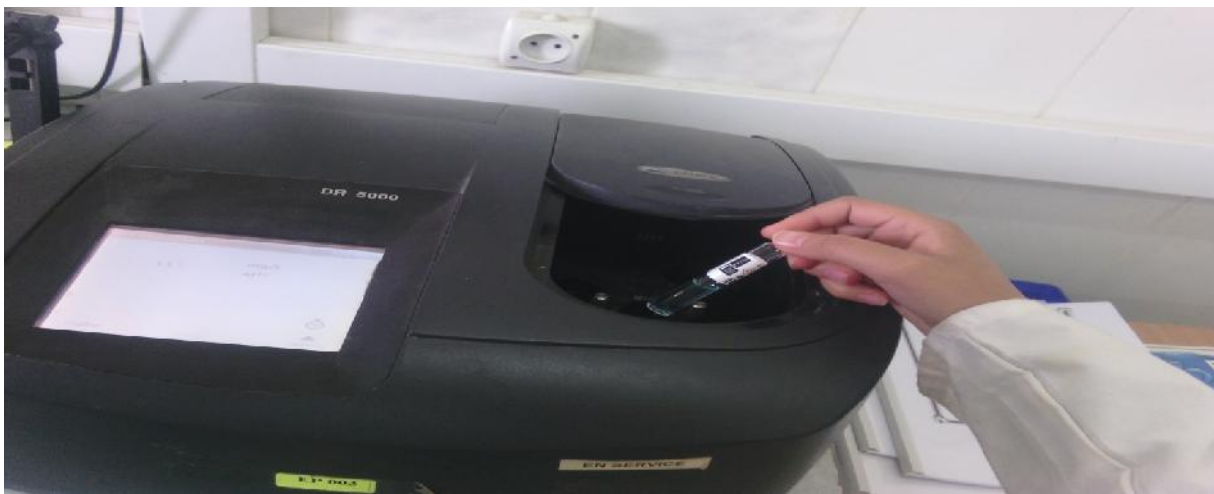
### Dosage de l'aluminium

#### Mode opératoire

- ) Verser 25 ml de l'échantillon à analyser dans une fiole de 50ml
- ) Ajouter à chaque les réactifs dans l'ordre suivant :
  - 0,5ml de thiosulfate de sodium et agité
  - 1ml d'acide ascorbique
  - 1ml d'acide sulfurique
  - 10ml de la solution tampon
  - 5ml de la solution fille d'ériochrome cyanine
  - Compléter chaque fiole à 50ml avec de l'eau distillée et homogénéiser
  - Laisser reposer 10mn avant la mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 535nm.
  - Les résultats sont exprimés en milligramme par litre.

#### Etalonnage du spectrophotomètre

- Allumer l'appareil
- Appuyer sur programme utilisé
- Introduire le numéro du programme (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Fe<sup>3+</sup> etc.)
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée) et appuyer sur zéro
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur lire
- La concentration est affichée sur l'écran en mg/l.



*Figure n°63 : spectrophotomètre*