

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : Sciences

DÉPARTEMENT: Chimie

N° :.....



**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par: BEN ABD ERREZAK Fayza  
MADANI Fatima Zohra**

Intitulé

**Etude des propriétés physico-chimiques des eaux de  
barrage du soubella**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Azeddine MELOUKI	MCA	Université de M'sila	Président
Ghania BENAICHE	MCA	Université de M'sila	Rapporteur
Abdelbaki REFFAS	MCB	Université de M'sila	Examineur

**Année universitaire : 2021 /2022**

*L'eau est le passé de l'homme*

*Les eaux sont l'avenir de l'humanité*

*(J. Rodier, 1978)*

# Dédicaces

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je dédie ce modeste travail :

***A l'homme de ma vie, mon chère papa ;***

Pour ton amour, pour tes sacrifices, pour ton soutien tout au long de mes études j'espère être la source de ta fierté que ce travail soit un modeste témoignage de mon éternelle reconnaissance.

Que dieu te garde pour nous ma source de joie et de bonheur

***A ma très chère maman ;***

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour moi instruction et mon bien-être .je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours Puisse Dieu, le très haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.je t'aime MAMA.

***A mes chères sœurs ;***

Qui m'ont toujours soutenu et encouragées

***A mes chers frères ;***

A ceux que j'aime beaucoup, qui m'ont toujours soutenu.

***A tous mes amies, mes proches et mes collègues.***

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci beaucoup.



# Remerciements

Nous remercions dieu tout puissant pour sa générosité alors qu'il a achevé ce travail pour nous, à lui d'abord et avant tout merci. Puis un grand merci aussi à nos enseignants des départements de chimie qui m'ont donnés la base de la science.

Puis je remercie ces bonnes personnes qui nous ont aidés pendant cette période, le plus important d'entre eux étant notre encadreur **Dr Ghania BENAICHE** pour terminer cette recherche. Nos remerciement sont adressés aux membres de jury : **Dr Nadir DAGHFEL** et **Dr Souad KADI** pour avoir accepté la discussion de ce travail et de le provoquer par des conseils et des instructions.

Chaleureux remerciements à tous ceux qui ont aidé, même un peu en mentionnant **Mme Zoubida HAMOU**, ingénieur d'état à l'ADE, pour la prise en charge et le soutien pendant le stage.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

## ملخص:

العمل المقدم في هذا البحث هو "دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لماء سد سوبلة المتواجد في مقرة ولاية المسيلة". للتحقق من نوعية المياه بواسطة معالجة المياه. حيث قمنا بجمع معلومات عامة عن المياه والسدود ثم تطرقنا الى الطرق والاجهزة المستعملة لتحليل المياه حيث تم اخذ عينات للدراسة من ثلاث محطات مختلفة من السد (المصب 1، الوسط 2، العمق 3) والنتائج التي تحصلنا عليها تمكننا من القول ان درجة الحموضة محايدة والتوصل الكهربائي متوسط بالإضافة الى ان مستويات الامونيوم والنيترات والنترت والمواد العضوية تعكس مستوى منخفض من التلوث.

## Résumé

Le travail présenté dans cette recherche consiste à étudier " les propriétés physiques et chimiques de l'eau du barrage de Soubella situé au siège de la commune du Magra wilaya du M'sila. Vérifier la qualité de l'eau traitée par la station d'épuration. Là où nous avons recueilli des informations générales et les barrages, puis nous avons abordé les méthodes et les dispositifs utilisés pour l'analyse de l'eau , où trois échantillons ont été prélevés pour l'étude à trois stations différentes du barrage (aval1, milieu 2, profondeur3) et les résultats que nous avons obtenus nous permettent de dire que le degré d'acidité est neutre et la conductivité électrique de plus, les niveaux d'ammoniac, de nitrates, de nitrites et de matières organiques traduisent un faible niveau de pollution.

## Abstract

The work presented in this research is to study the physical and the chemical properties of the water of Soubella dam located in the headquarters of the wilaya of M'sila. To check the quality of water treated by the water treatment plant. Where we collected general information about water and dams , then we touched on the methods and devices used for water analysis , where three samples were taken for study from three different stations of dam (downstream 1 , middle 2 , depth 3) and the results we obtained enable us to say that the PH is neutral and the electrical conductivity in addition , the levels of ammonia nitrates , nitrites and organic matter reflect a low level of pollution.

## Table des matières

Dédicaces	
<i>Remerciements</i>	
Résumé en arabe	
Résumé en français	
Liste des Abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale .....	2

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

Introduction .....	4
I. Généralité sur l'eau .....	5
1. Définition .....	5
2. Structure de l'eau.....	5
3. Paramètres de qualité et Caractéristiques physico-chimiques .....	5
3.1. Principaux paramètres de potabilité.....	6
3.2. Température (T).....	6
3.3. La dureté .....	6
3.4. Alcalinité unité °F (degré français).....	7
3.5. Salinité .....	7
3.6- Le pH.....	7
3.7. La turbidité .....	8
3.8. Conductivité électrique .....	8
3.9. Résidus secs.....	8
3.10. Potentiel d'oxydoréduction .....	9
3.11. Matières en suspension .....	9
3.12. Oxygène dissous .....	9
3.13. Charge en matières organiques .....	9
3.14. Les sulfates .....	10
3.15. Le Fer .....	10
3.16. Le Manganèse.....	10
3.17. Le Fluor.....	10
3.18. Couleur.....	11
3.19. Goût et odeur .....	11
4. Les différents types de l'eau .....	11

4.1. L'eau distribuée via les réseaux publics .....	11
4.2. Les eaux conditionnées .....	11
4.3. Les eaux de puits .....	11
5. La rareté de l'eau .....	12
6. L'eau et la Santé .....	12
7. Etude de la pollution des eaux.....	13
7.1. Les principales origines des pollutions .....	13
7.1.1. Origine domestique.....	13
7.1.2. Origine industrielle .....	13
7.1.3. Origine agricole .....	13
7.2. Les principales sources de pollution de l'eau.....	15
8. Les utilisations de l'eau .....	15
8.1. Définitions .....	15
II. Les barrages.....	16
1. Définition .....	16
2. Principaux éléments d'un barrage .....	16
2.1. Une digue ou barrage principal .....	16
2.2. Un évacuateur de crues .....	17
2.3. Un ou des ouvrages de prise».....	17
2.4.Un ouvrage de vidange .....	17
3. Classification des barrages.....	18
3.1. Selon leur rôle .....	18
3.1.1. Barrages de dérivation (déversoirs ou de rivières). .....	18
3.1.2. Barrages réservoirs .....	18
3.2. Selon leur type de construction .....	18
3.2.1. Barrages rigides (en béton) .....	18
3.2.2. Barrages souples (en matériaux locaux) .....	18
4. Principaux usages des eaux des barrages.....	18
5. Les avantages des barrages .....	19
6. Les inconvénients des barrages .....	19
7. Les problèmes connus par les barrages .....	19
8. Durée de vie des barrages .....	20
9. Impact environnemental .....	20
III. Barrage du soubella .....	21

1. Situation et accès .....	21
2. Caractéristiques climatiques .....	22
2.1. La température.....	22
2.2. L'évaporation .....	22
2.3. La pluviométrie .....	23
3. Le relief .....	23
4. Aperçu général sur la géologie .....	23
4.1. Le Quaternaire .....	23
4.2. Le Crétacé .....	24
4.3. Le Tertiaire .....	24
5. Topographie .....	26
6. Hydrologie .....	26
7. Les grands ensembles morphologiques .....	27
7.1. Le massif montagneux .....	27
7.2. La plaine de Magra .....	27
7.3. La vallée de l'oued Soubella .....	27
8. Le couvert végétal .....	28
9. Caractéristiques physiques de sous bassin versant d'Oued Soubella .....	28
10. Les objectifs à atteindre par ce barrage .....	29
Conclusion .....	30

## **Chapitre II : Matériels et méthodes**

Introduction .....	32
I. Méthodes d'analyses des paramètres .....	33
1. Paramètres physico-chimiques .....	33
1.1. pH unité pH à la température de mesure .....	33
1.2. Conductivité unité $\mu\text{S}/\text{cm}$ à une température de $25^\circ\text{C}$ .....	34
1.3. Turbidité unité FNU.....	35
2. Paramètres de pollution .....	36
2.1. Détermination de l'azote ammoniacal $\text{NH}_4$ .....	36
2.2. Dosage des nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	37
2.3. Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O ) .....	38
3. Minéralisation globale .....	40
3.1. Détermination de la dureté totale TH .....	40
3.2. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme .....	41

3.3 Détermination des chlorures ( Cl <sup>-</sup> ) .....	42
3.4. Détermination du titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet TA (F°) TAC (F°).42	
4. Éléments indésirables .....	43
4.1. Dosage du fer ( Fe <sup>++</sup> ).....	43
5. Paramètres bactériologiques.....	44
5.1. Numération des germes totaux .....	44
5.2. Recherche et dénombrement des coliformes (colimétrie).....	45
5.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	46
Conclusion .....	48

### **Chapitre III:Résultats et Discussions**

Introduction .....	50
1. Résultats des analyses physico-chimiques réduites .....	50
Discussion des résultats .....	50
1.1. Le pH .....	50
1.2. La turbidité .....	51
1.3. La conductivité .....	51
2. Résultats des paramètres de pollution .....	52
2.1. Discussion des résultats des paramètres de pollution .....	52
2.2. Le calcium Ca <sup>2+</sup> .....	52
2.3. Le magnésium Mg <sup>2+</sup> .....	53
2.4. La dureté .....	54
2.5. La salinité .....	54
2.6. L'ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	55
2.7. Les nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	55
2.8. Les nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	56
2.9. La matière organique .....	56
2.10. Les chlorures Cl <sup>-</sup> .....	57
2.11. Le TAC .....	58
2.12. Sodium Na <sup>+</sup> .....	58
2.13. Potassium K <sup>+</sup> .....	59
3. Résultats des paramètres indésirables .....	59
3.1. Fer (Fe <sup>++</sup> ) .....	59
4. Résultats de paramètres microbiologiques .....	60
4.1. Les résultats des germes totaux .....	60

4.2. Les résultats des coliformes totaux .....	61
4.3. Les résultats streptocoques fécaux .....	61
Conclusion .....	63
Conclusion générale .....	65
Références bibliographiques .....	67

## Liste des Abréviations

**AEP** : Alimentation en eau potable

**OMS** : l'Organisation Mondiale de la Santé TH : titre hydrométrique mg/l : milligramme /

**litre** °F : degré français

**TA** : titre alcalimétrique

**TAC** : titre alcalimétrique complet

**DBO** : demande biochimique en oxygène

**DCO** : demande chimique en oxygène

**Pt** : Platine

**m** : Mètre

**m<sup>3</sup>** : Mètre cube

**mm** : Millimètre

## Liste des figures

<i>Figure N° 1: Principales causes de pollution (SEGHIR, 2008)</i> .....	14
<i>Figure N° 2: Exemple d'une digue « barrage SMBT » (Brahimi,2016)</i> .....	17
<i>Figure N° 3: Localisation de la zone d'étude (Image satellitaire non traite)</i> .....	21
<i>Figure N° 4: Températures mensuelles moyennes</i> .....	22
<i>Figure N° 5: Evaporation sur plan d'eau – Répartition mensuelle</i> .....	22
<i>Figure N° 6: Carte géologique régionale</i> .....	26
<i>Figure N° 7: hydrologie de Oued Soubella</i> .....	27
<i>Figure N° 8: pH mètre de paillasse HACH</i> .....	34
<i>Figure N° 9: Conductimètre de paillasse Cond 3151, WTW.</i> .....	35
<i>Figure N° 10: Turbidimètre de paillasse HACH.</i> .....	36
<i>Figure N° 11: Les résultats du pH</i> .....	52
<i>Figure N° 12: Les résultats de la turbidité</i> .....	53
<i>Figure N° 13: Les résultats de la conductivité électrique</i> .....	53
<i>Figure N° 14: Les résultats de TDS</i> .....	54
<i>Figure N° 15: Les résultats du calcium</i> .....	55
<i>Figure N° 16: Les résultats du magnésium</i> .....	55
<i>Figure N° 17: Les résultats du la dureté</i> .....	56
<i>Figure N° 18: Les résultats du la salinité</i> .....	56
<i>Figure N° 19: Les résultats du l'ammonium</i> .....	57
<i>Figure N° 20: Les résultats des nitrites</i> .....	57
<i>Figure N° 21: Résultats des nitrates</i> .....	58
<i>Figure N° 22: Résultats de la matière organique.</i> .....	59
<i>Figure N° 23:Les résultats des chlorures.</i> .....	59
<i>Figure N° 24: Les résultats de la TAC.</i> .....	60
<i>Figure N° 25:Les résultats de Na<sup>+</sup></i> .....	60
<i>Figure N° 26:Les résultats de K<sup>+</sup></i> .....	61
<i>Figure N° 27:Les résultats du fer</i> .....	62
<i>Figure N° 28:Les coliformes totaux</i> .....	62
<i>Figure N° 29: Les coliformes fécaux</i> .....	63
<i>Figure N° 30:Les streptocoques fécaux</i> .....	63

## Liste des tableaux

<i>Tableau N° 1: Classement des eaux suivant leur durté</i> .....	7
---	---

<b>Tableau N° 2: Températures mensuelles moyennes .....</b>	<b>22</b>
<b>Tableau N° 3: Evaporation sur plan d'eau – Répartition mensuelle .....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau N° 4: Caractéristiques de la station pluviométrique de sidi Ouadah. 23</b>	
<b>Tableau N° 5: Les caractéristiques physiques de sous bassin versant de Oued Soubella .....</b>	<b>29</b>
<b>Tableau N°6: Les résultats du pH.....</b>	<b>52</b>
<b>Tableau N°7: Les résultats de la turbidité .....</b>	<b>53</b>
<b>Tableau N°8: Les résultats de la conductivité électrique. ....</b>	<b>53</b>
<b>Tableau N°9: Les résultats de TDS. ....</b>	<b>54</b>
<b>Tableau N°10: Les résultats du calcium. ....</b>	<b>54</b>
<b>Tableau N°11: Les résultats du magnésium. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau N°12: Les résultats du la duresité .....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau N°13: Les résultats du la salinité .....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau N°14: Les résultats du l'ammonium .....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau N°15: Les résultats des nitrites .....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau n°16: Résultats des nitrates. ....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau N°17: Résultats de la matière organique. ....</b>	<b>58</b>
<b>Tableau N°18: Les résultats des chlorures. ....</b>	<b>59</b>
<b>Tableau N°19: Les résultats de la TAC.....</b>	<b>60</b>
<b>Tableau N°20: Les résultats de Na<sup>+</sup> .....</b>	<b>60</b>
<b>Tableau N°21: Les résultats de K<sup>+</sup> .....</b>	<b>61</b>
<b>Tableau N°22: Les résultats du fer. ....</b>	<b>61</b>
<b>Tableau N°23: Les coliformes totaux : .....</b>	<b>62</b>
<b>Tableau N°24: Les coliformes fécaux : .....</b>	<b>63</b>
<b>Tableau N°25: Les streptocoques fécaux : .....</b>	<b>63</b>

***Introduction***

***générale***

## **Introduction générale :**

Dans notre environnement l'eau est un élément qui joue un rôle majeur aussi bien au point de vue biologique est une ressource essentielle dans la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. Il s'agit d'un facteur de production déterminant dans le développement durable.

Notre pays développer et suppose la maîtrise des ressources en eau, un facteur primordial dans la planification des budgets de l'état. Depuis la dernière décennie, L'édification des barrages présente une solution très largement utilisée pour combler les déficits en eau que plusieurs régions de l'Algérie souffrent.

La wilaya M'sila réaliser d'un aménagement hydraulique, c'est celui du barrage de «Soubella». Pour créer une nouvelle ressource hydraulique.

Afin de pouvoir étudier la qualité des eaux du barrage de soubella on s'est basé sur les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Il existe de nombreux paramètres qui permettent de quantifier les éléments physiques ou chimiques (température, PH, CE, oxygène dissous, DCO, DBO5, MES et les nutriments). Plusieurs indicateurs de la charge polluante, résultant des activités humaines rejetés dans les milieux aquatiques.

L'objectif de notre travail est le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage de soubella.

Les différentes parties de ce mémoire sont présentés comme suit :

- le premier chapitre sur généralité sur l'eau et les barrages
- Le deuxième chapitre est consacré à la description du matériel et méthodes rappelant les techniques d'analyses mises en œuvre.
- le troisième chapitre sur les résultats et discussions des analyses.

# *Chapitre I*

*Généralités sur l'eau*

## **Introduction**

L'eau demeure le principal constituant des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie.

Notre corps est constitué d'environ 60% d'eau. Cette quantité varie en fonction de l'âge, de la nature des tissus (reins 80% d'eau, les os seulement 10%), du sexe, ...

C'est dire toute son importance : une perte de 10 % entraîne des troubles graves, voire la mort, si ce pourcentage atteint 20 %.

La croissance démographique et l'agriculture sont les pressions les plus importantes sur la ressource en eau. La création des barrages est très nécessaire pour répondre à des objectifs divers : contrôler les débits (contrôle des crues), constituer des réserves en eau, produire de l'énergie, élever des poissons, faciliter la navigation, plus récemment créer des espaces de loisirs, Une meilleure mobilisation des ressources en eau ; Le contrôle des crues, etc. (**Chocat, 2014**).

Dans ce chapitre nous présentons l'eau on générale et le barrage de soubella afin de description de leur situation géographique et citez les caractéristiques de ce barrage afin de faciliter notre travail .

## **I. Généralité sur l'eau**

### **1. Définition**

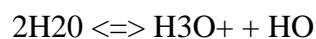
L'eau selon Larousse :

- Corps liquide à la température et à la pression ordinaire incolore, inodore, insipide dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.
- Ce corps liquide contenant en solution ou en suspension toutes sortes d'autre corps (sels, gaz, micro-organisme, etc...) (larousse ,wikipédia)

### **2. Structure de l'eau**

L'eau est une molécule polaire. La charge de la molécule est nulle mais les électrons des liaisons covalentes sont repartis de façon différente entre l'oxygène et l'hydrogène. Il existe une dissymétrie des charges internes d'où une charge ponctuelle, partielle notée, qui est positive pour l'H et négative pour l'O. La molécule d'eau est donc « un dipôle électrique ».

L'eau est une molécule qui est capable de se dissocier = ionisation faible. L'eau peut-être une base ou un acide ; C'est à dire, en solution :



L'eau est également une molécule qui participe à la création de liaisons hydrogènes (liaison faible). C'est une liaison des molécules neutres a charges partielles permanentes, avec mise en commun d'un atome d'Hydrogène en 2 atomes électronégatif (notamment O, N) qui attirent des e- = cela permet de former un réseau (laboratoire départemental d'analyse)

### **3. Paramètres de qualité et Caractéristiques physico-chimiques**

Malgré la pénurie, le gaspillage de l'eau est généralisé. Au village comme dans les grandes villes, à la ferme comme dans l'industrie

La qualité de l'eau superficielle se dégrade dans les bassins versants sous l'effet des rejets de déchets urbains et industriels. La demande en eau pour les usages domestiques est modérée par rapport aux usages agricoles et industriels, cependant les exigences de qualité sont élevées pour l'alimentation en eau potable (AEP).(anbt 2020)

Ces usages domestiques de l'eau se rapportent principalement à la consommation pour la boisson, le lavage, la préparation des aliments et les installations d'hygiène (Bhatia et Falkenmark, 1992).

### **3.1. Principaux paramètres de potabilité**

La qualité d'une eau souterraine est caractérisée par un certain nombre de paramètres physiques et chimiques (astm ,1974)

Les paramètres pris en compte sont :

- La dureté de l'eau correspondant à sa minéralisation en calcium et magnésium
- Le pH qui dépend de la teneur en ions H<sup>+</sup> ;
- La teneur en gaz dissous issus de l'atmosphère (O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>) ;
- La teneur en substances minérales dissoutes généralement sous forme ionique : anions (bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures) et cations (calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, manganèse, ammonium) ;
- La turbidité, produite par des matières en suspension (argiles) dans les aquifères karstiques.

A ces paramètres physico-chimiques s'ajoutent des paramètres microbiologiques souvent déterminants dans les aquifères calcaires.

### **3.2. Température (T)**

C'est l'une des caractéristiques physiques les plus importantes

Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit se situer entre 8 et 15°C ; entre 20 et 25°C, elle désaltère mal.

Les directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fixent 12°C le niveau guide de la température de l'eau destinée à la consommation humaine, et à 25°C, la température à ne pas dépasser (RODIER, 2009). 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

### **3.3. La dureté**

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium (Ca) et en magnésium (Mg). On parle de dureté totale d'une eau ou de titre hydrométrique (TH). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué.

On peut considérer qu'une eau ayant une teneur inférieure à 75mg/l de CaCO<sub>3</sub> ou à 30mg/l de Ca<sup>2+</sup> est une eau douce et qu'au-dessus il s'agit d'une eau dure. Les eaux provenant de terrains calcaires et surtout de terrains gypseux peuvent avoir des duretés élevées susceptibles d'atteindre 1g/l de CaCO<sub>3</sub>, par contre les eaux en provenance de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des duretés très faibles (RODIER, 2009).

La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en °F (degré français); 1 °F correspond à 10 mg de carbonate de Ca<sup>2+</sup> dans 1 litre d'eau.

La dureté de l'eau influe essentiellement sur l'état des canalisations et des appareils de chauffage.

En revanche, une eau trop douce est agressive vis-à-vis des canalisations; en particulier la corrosion des canalisations en plomb qui devient dangereuse pour la santé du consommateur.

Un traitement par reminéralisation est indiqué.

**Tableau N° 1: Classement des eaux suivant leur dureté**

<b>Eau</b>	<b>Concentration en CaCO<sub>3</sub></b>
<b>Très douce</b>	<30 mg/L
<b>Douce</b>	30 à 50 mg/L
<b>Dure</b>	150 à 300 mg/L
<b>Très dure</b>	> 300 mg/L

**3.4. Alcalinité : unité : °F (degré français)**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. Le titre alcalimétrique (TA) mesure la teneur de l'eau en hydroxydes libres et en carbonates. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en hydroxydes libres carbonates et hydrogénocarbonates. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué.

Il n'existe pas de normes européennes ni françaises concernant l'alcalinité. C'est un paramètre important car sa valeur peut donner à l'eau un caractère agressif ou incrustant.

**3.5. Salinité**

La salinité explique la chlorosité de l'eau qui est le pourcentage de chlorure dans l'eau.

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations très variables dont l'origine peut être une percolation à travers les terrains salés, des infiltrations des eaux marines dans les nappes phréatiques ou profondes, des rejets humains (urines), des industries extractives

(Industries pétrolières, houillères...) et surtout les industries de sel (saline), de la soude et de la potasse.

**3.6- Le pH**

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) ; à pH7 une eau est dite neutre, à pH inférieur à 7 une eau est dite acide et à pH supérieur à 7, elle est dite basique.

D'est cependant l'un des paramètres parmi les plus important de la qualité de l'eau, il est lié à la nature des terrains traverses, il varie habituellement entre 4 à 10. C'est à l'intérieure de ces deux valeurs que se situe généralement le pH des eaux distribuées aux collectivités (RODIER, 2009).

### **3.7. La turbidité**

La turbidité (unité : FNU) est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes Elle occasionne des désagréments dans l'aspect de l'eau et sa saveur (goût de terre). La mesure de la turbidité est très utile pour le contrôle d'un traitement mais ne donne pas d'indications sur les particules en suspension qui l'occasionne. La mesure se fait par comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise dans l'échantillon d'eau et par une gamme étalon (anrh .(2106))

### **3.8. Conductivité électrique**

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

Elle permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. La mesure de conductivité est réalisée en mesurant la conductance d'une eau entre 2 électrodes métalliques, elle est l'inverse de la résistivité électrique.

Les eaux naturelles servent comme solvant d'un nombre considérable de solutés, qui en solutions aqueuses sont soit complètement associées en ions ou partiellement ionisées. Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée (EL MORHIT, 2009). Unité :  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à une température de  $25^\circ\text{C}$

### **3.9. Résidus secs**

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles ; la mesure après filtration correspond aux matières dissoutes.

Ces valeurs peuvent être recoupées à partir de la mesure de la conductivité.

Les résultats analytiques sont influencés par la température et la durée de dessiccation. Les valeurs obtenues permettent d'apprécier la minéralisation de l'eau: pour des valeurs inférieures à  $600\text{mg}/\text{l}$ , l'acceptabilité par le consommateur est bonne, au-dessus de  $1200\text{mg}/\text{l}$ , l'eau devient désagréable. Pour des raisons de saveur, l'OMS recommande une valeur limite de  $1000\text{mg}/\text{l}$  dans l'eau destinée à la consommation humaine (RODIER, 2009). (laboratoire départementale d'analyse)

### **3.10. Potentiel d'oxydoréduction**

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox (ou disponibilité en électrons) affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand les concentrations d'oxygène diminuent, le milieu devient plus réducteur ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox.

Le potentiel redox se mesure en mV.

### **3.11. Matières en suspension**

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau.

La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse.

Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l.

### **3.12. Oxygène dissous**

Les concentrations en oxygène dissous, constituent l'un des plus importants paramètres de la qualité des eaux pour la vie aquatique. Sa concentration dans un milieu aquatique varie en fonction de la température de l'eau, de la profondeur, de l'heure de la journée, de la concentration de la matière organique et des nutriments

La présence dans les eaux de surface joue un rôle prépondérant dans l'autoépuration et le maintien de la vie aquatique.

L'oxygène est l'un des facteurs fondamentaux de la vie. Il représente 35% environ des gaz dissous dans l'eau à pression normale (EL MORHIT, 2009).

### **3.13. Charge en matières organiques :**

Demande biochimique en oxygène (DBO) et demande chimique en oxygène (DCO)

Deux méthodes permettant d'évaluer la quantité en matière organique présente dans l'eau sont généralement utilisées : la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO).

La demande biochimique en oxygène (DBO) (exprimée en mg/L) représente la quantité d'oxygène utilisée par les bactéries pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement les matières biochimiques oxydables présentes dans l'eau.

En ce qui concerne les eaux domestiques, environ 70% des composés organiques sont généralement dégradés après 5 jours et la dégradation est pratiquement complète au bout de 20 jours.

Il est admis qu'une DBO5 inférieure à 1 mg/l d'O<sub>2</sub> peut être considérée comme normale, entre 1 et 3 comme acceptable et au-delà de 3 comme douteuse ou anormale.

La demande chimique en oxygène (DCO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau, y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries.

Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

### **3.14. Les sulfates**

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse.

Le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui est faiblement soluble (7 g/l dans les conditions normales). Les nappes de l'Eocène ont des teneurs fréquentes comprises entre 25 et 100 mg/l mais qui peuvent localement dépasser 250 mg/l (valeur limite admissible) et même 1 g/l dans les formations à veines de gypse, valeurs qui rendent cette eau non potable. (y. olivaux)

### **3.15. Le Fer**

Le fer est un élément assez abondant dans les roches (quelques %) sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures. La craie contient des nodules de marcasite (Sulfure) ;

La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui se fixent sur les parois des canalisations et entraînent les phénomènes de corrosion avec formation de concrétions volumineuses et dures (RODIER, 2009).

### **3.16. Le Manganèse**

Le manganèse accompagne généralement le fer dans les roches. Comme le fer, sa solubilité dépend du potentiel d'oxydo-réduction (Eh).

### **3.17. Le Fluor**

La teneur en fluor dépend beaucoup du temps de contact de l'eau avec les minéraux fluorés de l'aquifère. Elle est plus élevée dans les nappes captives. Dans la nappe de la craie, l'ion F est fourni principalement par les minéraux phosphatés (apatites). Sa teneur ne doit pas excéder 1,5 mg/l. (**demien laagee**)

### **3.18. Couleur**

Cette analyse consiste en la détermination de l'intensité de la couleur brun jaunâtre d'un échantillon par comparaison visuelle avec une série de solutions étalons. La couleur est exprimée en mg/l de Pt (Platine) représentant l'intensité de la couleur produite par les solutions étalons. (albin michel 1994)

### **3.19. Goût et odeur**

L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Le goût est défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche (Rodier, 2009).

## **4. Les différents types de l'eau**

Les eaux, en s'infiltrant ou en ruisselant, entraînent certains éléments provenant des roches, ce sont les minéraux qui confèrent ses caractéristiques à l'eau (goût, odeur, couleur ...). Les plus courants sont le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, le fer, les sulfates, ...

### **4.1. L'eau distribuée via les réseaux publics**

Elle provient de ressources souterraines et / ou superficielles et subit un certain nombre de traitements avant sa livraison au robinet du consommateur. (marco pietteur ,2007)

### **4.2. Les eaux conditionnées :**

Une eau minérale est une eau d'origine souterraine, exempte de bactérie ou de virus et dotée, par les éléments minéraux ou les gaz qu'elle contient, de propriétés thérapeutiques ou de qualités hygiéniques utilisables. La plupart dépassent donc les exigences de qualité imposées aux eaux destinées à la consommation humaine et leur consommation doit correspondre à des préconisations médicales. L'eau minérale est soumise à une **réglementation spéciale**. Une **eau de source** est également une eau d'origine souterraine, exempte de bactérie ou virus, mais cette fois-ci peu chargée en minéraux. Elle est apte à la consommation humaine, en général sans traitement ni addition de produits. L'eau de source est soumise à la même réglementation que l'eau de distribution publique.

### **4.3. Les eaux de puits**

Dans certains secteurs, il existe des puits captant des eaux souterraines en général peu profondes. Lorsque l'on possède un puits dans son jardin, il faut éviter de l'utiliser à des fins

alimentaires car des pollutions ponctuelles sont toujours possibles. Elle peut en revanche être utilisée pour arroser le jardin, remplir la piscine, ... Cependant, des précautions doivent être prises afin d'éviter toute contamination du réseau public par des retours d'eau du puits. Pour cela, une séparation physique stricte des réseaux est nécessaire. Il est possible de connaître la qualité de l'eau de son puits en la faisant analyser .(ayers ,rs&westcott,d.w.1989)

## **5. La rareté de l'eau**

L'eau est l'une des ressources la plus abondante sur la Terre, mais il faut signaler également que seulement moins de 1% de cette ressource sont utilisables de façon fiable pour les besoins humains. L'eau se présente en majeure partie à l'état liquide mais elle est présente aussi à l'état solide et à l'état de vapeur [PNUE, 1991].

Donc l'eau douce disponible est une forme rare de l'eau, car 99 % de la masse totale de l'eau est soit salée (97% de l'eau est contenue dans les océans), soit à l'état solide (2% dans les calottes glaciaires et les glaciers). La majeure partie de l'eau restante (1%) est souterraine.

Malgré cette rareté de l'eau, l'être humain n'a pas encore compris ni reconnu que les disponibilités en eau sont finies. Tout le monde est pourtant d'accord pour reconnaître que la rareté croissante de l'eau douce et le mauvais usage que l'on en fait menacent gravement le développement durable.

La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et les villes pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau, aggrave d'ores et déjà les efforts de développement de nombreux pays. A mesure que les populations s'accroissent et que les économies se développent, la concurrence pour des ressources finies ne pourra que s'intensifier, et les conflits entre usagers de l'eau ne feront que s'amplifier [Bhatia et Falkenmark, 1992].

## **6. L'eau et la Santé**

Une bonne eau est nécessaire à la santé, indispensable à notre organisme. Elle est une composante majeure du sang, elle contribue au maintien de la tension artérielle, au transport des substances nutritives, intervient dans le bon fonctionnement de notre organisme, des hormones, elle assure le maintien de la température corporelle ; elle permet la digestion des aliments, l'absorption des substances nutritives et l'élimination des déchets ; également alliée d'une bonne hygiène. Donc l'eau est un collaborateur de santé par excellence [Bouhy et Thierry DENIES, 2007].

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue de manière directe ou indirecte la première cause de maladies et de mortalité au monde. Les maladies liées à l'eau

sont une tragédie humaine qui tue plus de deux millions de personnes chaque année dans le monde.

Ces maladies sont à la fois liées au manque d'eau et à l'utilisation d'une eau de mauvaise qualité.

La conséquence directe du manque d'eau dans le corps humain est la déshydratation qui est une diminution de la quantité de l'eau dans l'organisme. Cette diminution peut être totale, elle entraîne alors la mort, ou partielle ayant pour conséquence des problèmes digestifs, des difficultés fonctionnelles urinaires, des fatigues et des maux de tête.

Le manque d'eau conduit aussi aux mauvaises habitudes hygiéniques, causant ainsi ce qu'on appelle les maladies des mains sales ou maladies du péril fécal.

L'utilisation d'une eau de mauvaise qualité, soit pour la boisson, la préparation des aliments, soit aussi pour se laver, est à la base de plusieurs maladies.

## **7. Etude de la pollution des eaux**

### **7.1. Les principales origines des pollutions**

On distingue généralement **3** 'sources' principales de pollution : domestique, industrielle, agricole.

#### **7.1.1. Origine domestique**

Résulte des usages de l'eau par les ménages. Elle comprend les eaux vannes (toilettes) et les eaux ménagères et se compose surtout de pollution organique (matières fécales, urines, graisses, déchets organiques, papier, ...), microbiologique ('microbes' dans les eaux vannes principalement) et chimique (détergents, produits domestiques divers, ...).

#### **7.1.2. Origine industrielle**

Elle peut se composer principalement de déchets organiques (industrie agro-alimentaire, papeterie, sucrerie, brasserie,...), mais également de multiples polluants chimiques tels que hydrocarbures (e.a. pétro-chimie), métaux lourds (pétro-chimie, métallurgie, construction mécanique, teinturerie, tannerie,...), de dissolvants (e.a. phénols ...), de produits azotés (industrie des engrais, explosifs, ...), ...etc. les polluants sont exceptionnelles mais encore trop souvent chroniques (fuites de réservoirs, des canalisations, etc.)

#### **7.1.3. Origine agricole**

Engendrent des rejets de matières organiques (lisiers, purins et fumiers), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates) et de pesticides très divers, voire de pollution bactériologique (élevages).

Ces produits sont très rarement rejetés directement dans les eaux de surface, mais leur épandage en excès (pour des raisons d'agriculture intensive) entraîne leur lessivage par les eaux de pluie et une pollution diffuse (non concentrée en un point) des eaux de surface et des eaux souterraines.

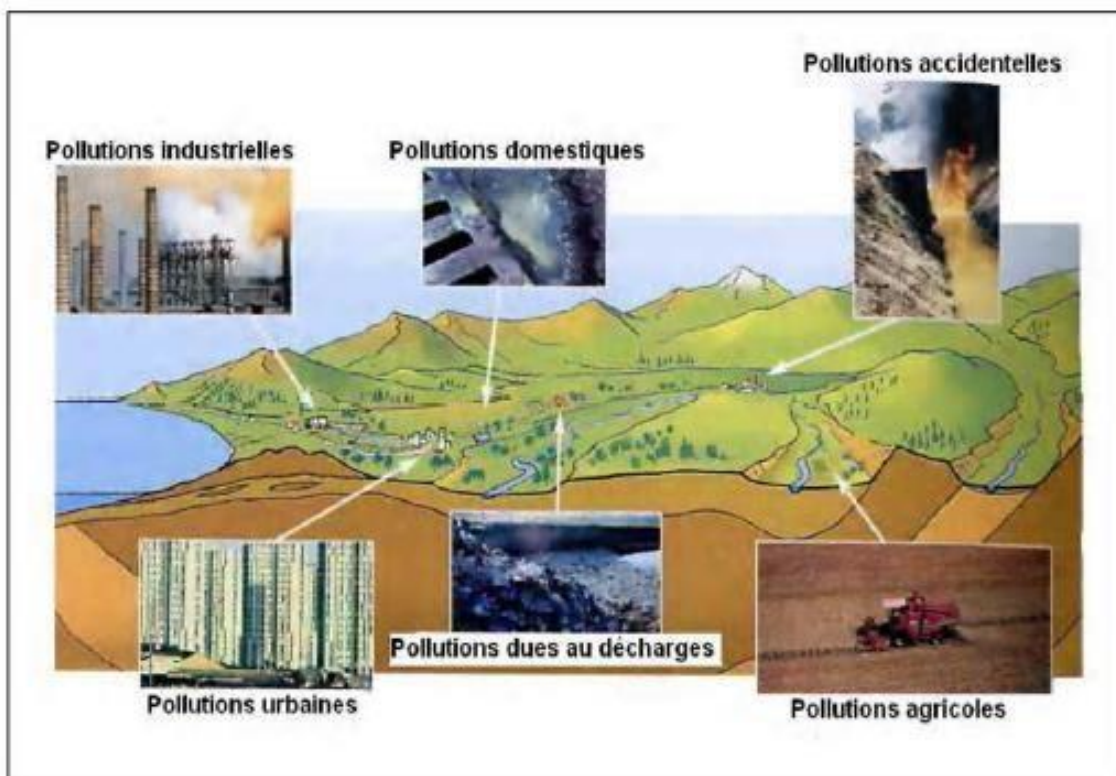
Également une part importante de la pollution des eaux provient de :

**✚ La pollution par voie atmosphérique**

Les fumées provenant de l'industrie, des transports ou des maisons peuvent véhiculer un très grand nombre de polluants tels que hydrocarbures (60% de la pollution des mers par les hydrocarbures est transportée par voie atmosphérique), métaux lourds, soufre et gaz carbonique (responsables notamment des pluies acides), ...

**✚ Les pollutions d'origine accidentelle**

Elles ne représentant qu'une part infime des rejets polluants, ont un impact local extrêmement fort. Il peut s'agir de déversements de produits divers suite à des accidents 'à l'usine' (ruptures ou mauvaise gestion de vannes, fuites de canalisations ou de citernes, incendies, ...) ou lors de leur transport (renversement de camions, naufrage, ...).(landwehr j.m,deininger ra 1976)



**Figure N° 1: Principales causes de pollution (SEGHIR, 2008)**

## **7.2. Les principales sources de pollution de l'eau**

La pollution des eaux est définie comme “ tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines ”. (DEJOUX C).

L'activité humaine passée ou présente et en particulier l'activité industrielle, mais aussi

Agricoles et domestiques, libèrent dans l'environnement des produits et des substances potentiellement dangereux, appelés polluants. Ces derniers sont rejetés vers les milieux naturels (eau et sol). Leur présence, notamment dans les eaux souterraines, pose un problème transdisciplinaire à l'interface des écosystèmes et des ressources en eau (GOUAIDIA, 2008).

Plus de 85% de l'eau consommée par l'industrie sont retournés à la nature sous forme d'eau usée [Gupta. 1992].

Les matières organiques ont longtemps été les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent des déchets domestiques (ordures ménagères, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...), lorsque ceux-ci sont rejetés sans traitement préalable.

## **8. Les utilisations de l'eau**

### **8.1. Définitions :**

Prélèvements, disponibilités et utilisations de l'eau.

Les prélèvements d'eau désignent le volume d'eau captée artificiellement dans les cours d'eau ou les nappes souterraines pour un usage agricole, industriel ou domestique.

Une partie de l'eau prélevée est rendue au milieu (production d'énergie en particulier, eaux domestiques via les eaux usées traitées)

Seule l'eau non restituée - ou restituée dans un état inutilisable – est considérée comme consommation d'eau (exemples : eau utilisée par les Plantes, évaporation)

La disponibilité en eau est relative à la quantité d'eau renouvelable et à la pression exercée par le nombre d'habitants.

- La disponibilité signifie aussi que l'eau est présente :
- Dans le temps (au moment souhaité)
- De qualité acceptable (salubre)

Selon les directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) la quantité disponible doit être suffisante (de 20 L par personne et par jour) et fournie de façon continue.

Les utilisations de l'eau correspondent à une mobilisation de la ressource en eau par les sociétés au service du développement et du bien-être (activités économiques, collectivités, individus). Certaines utilisations affectent une valeur économique à l'eau, d'autres une valeur symbolique, esthétique, ludique... non économique.

L'utilisation se distingue de l'usage, qui correspond à la finalité de l'utilisation. Ainsi, une même utilisation peut recouvrir plusieurs usages ; par exemple, l'utilisation domestique de l'eau par un ménage comprend l'usage « *boisson* », l'usage « *cuisson des aliments* », l'usage « *hygiène* », l'usage « *sanitaires* »...

Une utilisation peut s'opérer :

- *In situ* (baignade, loisirs nautiques, production d'énergie hydraulique...)
- Ou *ex situ* ; dans ce cas, des aménagements sont réalisés pour acheminer l'eau jusqu'à son lieu d'utilisation.

Une utilisation peut ne pas avoir d'impact sur la ressource (usage esthétique, symbolique). Plus généralement, les usages productifs et domestiques de l'eau entraînent des modifications plus ou moins sensibles de la ressource (débits du cours d'eau, niveau de la nappe, morphologie fluviale, température de l'eau, pollutions diverses... cf. grain 1). L'utilisation produit une eau « usée » lorsqu'il y a altération des qualités biochimiques. (delliou .p,2003)

## **II. Les barrages**

### **1. Définition**

Un barrage est un ouvrage artificiel construit en travers d'un cours d'eau, que celui-ci soit permanent ou non, généralement établi en travers d'une vallée, transformant en réservoir d'eau un site naturel approprié. Si sa hauteur est supérieure ou égale à 20 m et la retenue d'eau supérieure à 15 millions de m<sup>3</sup>, il est appelé grand barrage. Le terme barrage est souvent utilisé exclusivement pour les ouvrages qui barrent plus que le lit mineur du cours d'eau. (ayyoub ,a.d.j.a.b.i.(2016).

### **2. Principaux éléments d'un barrage**

#### **2.1. Une digue ou barrage principal**

Une digue est un ouvrage construit dans le lit majeur de la rivière en vue d'assurer une certaine protection contre les inondations (« empêche l'eau de venir quelque part »). Une digue est un ouvrage en élévation par rapport au niveau du terrain naturel. (Begic, 2015) (gramme .2006)



*Figure N° 2: Exemple d'une digue « barrage SMT » (Brahimi, 2016)*

## **2.2. Un évacuateur de crues**

Qui draine le surplus d'eau du réservoir lors d'une crue

L'évacuateur est composé de trois éléments : ouvrage d'entrée, ouvrage de transport et sortie. (Ayyoub, 2015/2016)

## **2.3. Un ou des ouvrages de prise»**

La prise d'eau est de forme circulaire, verticale immergée, elle comporte 4 prises gérées par des vannes papillons, chaque 2 prises sont au niveau différent. L'accès à la prise d'eau se fait par une galerie d'accès,

## **2.4. Un ouvrage de vidange :**

C'est le Galerie de vidange de fond, galerie d'injection et une galerie de drainage.

Il y a aussi :

- Les machines hydrauliques et hydroélectriques (vannes de fons, turbines....) ;
- Les ouvrages de dissipation d'énergie en amont.

### **3. Classification des barrages**

#### **3.1. Selon leur rôle**

##### **3.1.1. Barrages de dérivation (déversoirs ou de rivières).**

Ce type de barrage est employé lorsqu'on a besoin de maintenir un niveau constant sur un tronçon d'une rivière pour garantir un fonctionnement satisfaisant d'une prise d'eau ou rendre régulier son profil, afin de faciliter la navigation

Ils ont, en général des hauteurs réduites par rapport à leur longueur en crête.(anonyme .(2005).

##### **3.1.2. Barrages réservoirs**

Ils sont des ouvrages qui agissent sur les débits des cours d'eau en créant des réserves utilisables selon les besoins en eau.

Ils sont souvent plus hauts que leur longueur en crête

#### **3.2. Selon leur type de construction**

##### **3.2.1. Barrages rigides (en béton)**

On les considère, comme étant rigides car ils ont un degré de déformation très limité.

Et on trouve dans cette catégorie les types suivants :

- Barrage poids ou gravité.
- Barrage voute.
- Barrage à contre forts et évidé.
- Barrages à voutes multiples.

##### **3.2.2. Barrages souples (en matériaux locaux)**

Ces barrages peuvent suivre sans problème les mouvements de leurs fondations sans subir de dégâts importants, on peut avoir les types suivants :

- Barrage en terre homogène.
- Barrage en terre hétérogène.
- Barrage en enrochement.
- Barrage mixte, terre/ enrochement

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

- Approvisionnement en eau potable ;
- Approvisionnement en eau d'irrigation ;
- Production d'énergie électrique ;
- Navigation ;
- Tourisme aquatique.

- Alimentation en eau potable et industrielle.
- Abreuvement des animaux.
- Production halieutique.
- Protection contre les crues.
- Activités récréatives.
- Lagunage.
- Soutien d'étéage.
- Protection contre les remontées d'eau salée.
- Protection des barrages en aval pour réduire le transport solide. (Milogo, 2009) (demeure, y.2019).

### **5. Les avantages des barrages :**

Il a plusieurs avantages des barrages tel que :

- Cette énergie est très stable.(Fenohery, 2016) (benard chocat 2014)
- C'est une énergie propre (renouvelable) et donc illimitée sans émission de fumées et pollution.
- Il existe également un apport économique : le tourisme grâce aux lacs et aux stations balnéaires

### **6. Les inconvénients des barrages :**

- Cas de sécheresse, toute la centrale hydraulique sera dysfonctionnelle et donc aucune électricité ne sera produite.
- Coût des aménagements
- Risques de rupture du barrage
- Perturbation de l'écosystème
- Modification de l'aspect naturel du site (Fenohery, 2016)

### **7. Les problèmes connus par les barrages :**

Généralement les barrages connus plusieurs phénomènes et problèmes qui donnera à la suite des impacts.

- Fuites d'eau
- Evaporation des lacs des barrages
- Destruction de l'habitat terrien
- Destruction des forêts
- Sécurité des populations résidant à l'aval
- Incidence sur climat

- Effet sur la santé publique
- Faune et flore
- Effet sur les poissons

### **8. Durée de vie des barrages :**

La durée de vie d'un barrage est déterminée à partir le rapport entre la capacité du barrage et le volume d'envasement (volume mort), cette durée est variée d'un barrage à l'autre.

Le volume d'envasement dépend de plusieurs paramètres comme : la vitesse d'écoulement, la taille et la nature du bassin versant, précipitations, la pente et l'altitude du relief, etc. (Ayyoub, 2015/2016)

### **9. Impact environnemental :**

À cause des pratiques agricoles exacerbant les phénomènes d'érosion des sols, et sources de pollutions par les pesticides et des eutrophisants, de nombreux réservoirs de barrages se sont envasés et leurs sédiments peuvent être devenus toxiques ou impropres à une utilisation comme amendement agricole (ce qui était autrefois leur destination).

L'artificialisation des cours d'eau qu'ils induisent a des impacts forts sur les débits saisonniers, la circulation des poissons migrateurs, les volumes d'eau réservés (débit réservé) pour l'aval, mais aussi sur le taux d'oxygène et la température de l'eau dans le réservoir mais aussi en aval.

En comparant des cours d'eau très semblables, dont l'un possède un lac-réservoir de barrage et l'autre non, on a constaté qu'en été, la présence d'un lac de barrage modifiait de manière très complexe la température de l'eau en aval ; avec de fortes variations selon les conditions hydrométéorologiques, la façon dont le réservoir est utilisé pour réguler les flux en aval, la configuration du barrage et son volume d'eau , une éventuelle stratification thermique du réservoir et la profondeur de la prise de l'eau libérée en aval.

Certains barrages disposent d'équipements de déstratification L'effet sur la température varie selon l'heure, le jour, la saison et même selon les années.

Ceci a des conséquences sur la biologie de la rivière. Moins l'eau est fraîche, moins elle peut contenir d'oxygène dissous.

### III. Barrage du Soubella

#### 1. Situation et accès :

Le barrage Soubella est situé sur l'oued du même nom Magra, à 60 km à l'est du chef-lieu de la wilaya de M'Sila et approximativement à la même distance au Sud de la ville de Sétif. Ce barrage est destiné à l'irrigation et l'alimentation des communes proches par l'eau potable : Ain El-Khadra, Belaïba, Berhoum, Dehahna, Ouled Addi Guebala et Ouled Derradj. Le site du barrage est caractérisé par une topographie très étroite à l'amont d'une zone habitée. Les rives calcaires sont particulièrement dures voire subverti cales au droit du défilé. Cette gorge serrée s'ouvre sur une vaste plaine que l'oued Soubella traverse avant de se propulser dans le Chott el Hodna. Le site est situé à l'amont proche du pont accédant à la RN28, à 4 km au nord de la ville de Magra. (seddiki, ahmed et khmissa ,mohemed ).

Le sous bassin versant de Soubella est situé à environ 340 km au Sud-est d'Alger 55 km du chef-lieu de la wilaya de M'sila (Fig. I.1), il est limité :

- Au Nord par les monts du Hodna.
- Au Sud par Barika et chott El Hodna.
- A l'Est par Ras El Aioun et N'gouas.
- A l'Ouest par Ouled Derradj.

Le sous bassin de Soubella est délimité par les coordonnées géographiques suivantes :

$$X_{\min} = 35^{\circ} 23' 39'' \quad X_{\max} = 5^{\circ} 31' 13' \quad Y_{\min} = 4^{\circ} 48' 4'' \quad Y_{\max} = 35^{\circ} 51' 10''$$

Et pour coordonnées UTM :

$$X = 694\,499 \text{ m}$$

$$Y = 3\,952\,558 \text{ m}$$

$$Z = 725 \text{ m (fond de vallée)}$$



Figure N° 3: Localisation de la zone d'étude (Image satellitaire non traitée)

## 2. Caractéristiques climatiques :

### 2.1. La température

Un pic de chaleur en juillet/août (26°C).

Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec une température moyenne inférieure à 7 °C.

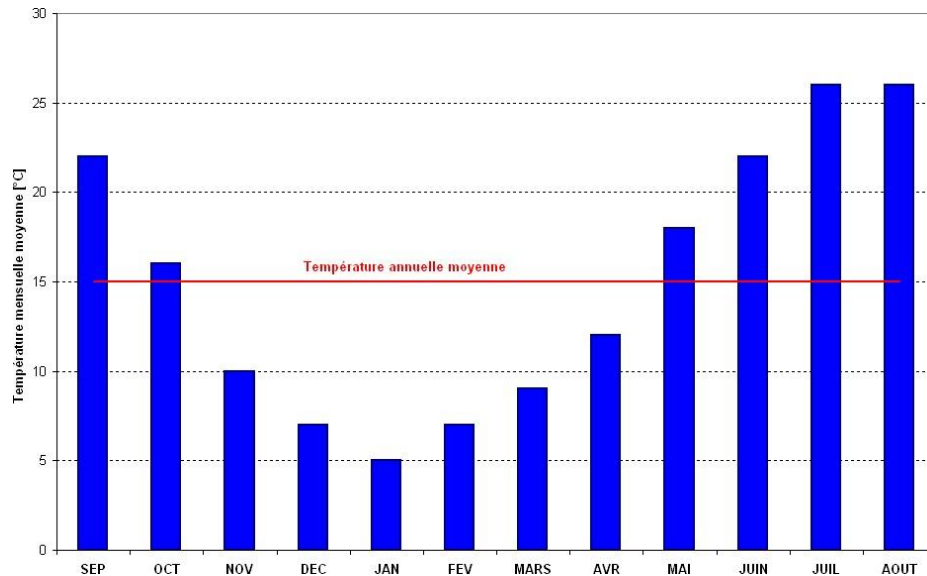


Figure N° 4: Températures mensuelles moyennes

Tableau N° 2: Températures mensuelles moyennes

(en °C)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
Température moyenne	22	16	10	7	5	7	9	12	18	22	26	26	15

### 2.2. L'évaporation

L'évaporation moyenne annuelle au site de Soubella est estimée à 1 650 mm,

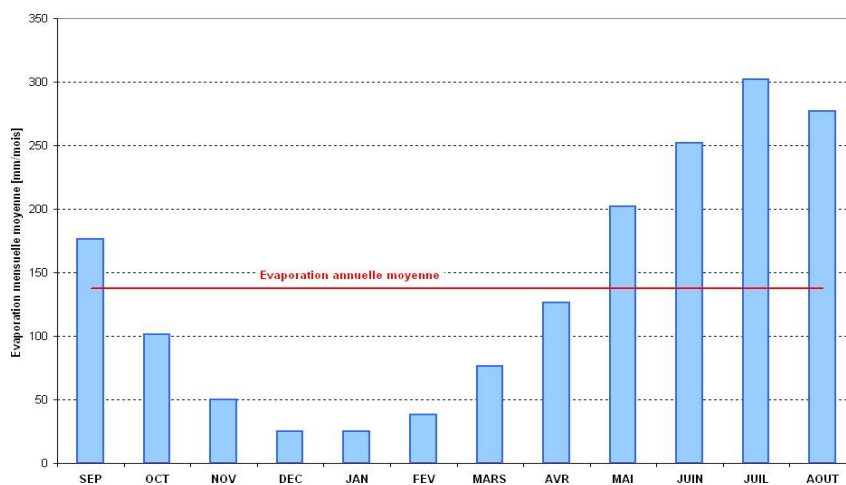


Figure N° 5: Evaporation sur plan d'eau – Répartition mensuelle

**Tableau N° 3: Evaporation sur plan d'eau – Répartition mensuelle**

(en mm)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
Evaporation moyenne	176	101	50	25	25	38	76	126	202	252	302	277	1650

### 2.3. La pluviométrie

Les données sur la pluviométrie moyenne sont tirées des valeurs observées à la station de Sidi Ouadah sur la période 1973-1999.

**Tableau N° 4: Caractéristiques de la station pluviométrique de sidi Ouadah.**

Poste pluviométrique	Code Station	Altitude [m NGA]	Période d'observation
Sidi Ouadah	05.11.11	720	1974 – 1999

La pluviométrie moyenne annuelle au site du barrage de Soubella est estimée à 289 mm.

### 3. Le relief :

Le relief est l'ensemble des irrégularités du sol qui se mesurent par rapport au niveau de la mer. Ces reliefs forment une barrière naturelle qui joue un rôle climatique et hydrologique important

En effet, plus la pente du terrain sera forte, plus le ruissellement sera important, induisant un temps de concentration des eaux plus court. Ce qui provoquera la formation des crues. ( dilmi belkheyer et mahdi brahim).

### 4. Aperçu général sur la géologie :

La lithologie joue un rôle important sur le ruissellement, l'infiltration, l'érosion et le transport solide. Les matériaux géologiques se distinguent en formations meubles (sables, argiles, marnes) ou en formations consolidées (grés, calcaires, dolomies, ...).

La nature des affleurements a une influence sur l'hydrologie de surface et le type du dépôt alluvionnaire. L'aspect actuel de notre région d'étude est d'une longue évolution géologie que où le rôle prépondérant des monts du Bou Taleb est apparu très tôt. (riadh bougerra 2019)

Selon le Plan d'aménagement de la wilaya de M'Sila élaboré par L'Agence Nationale Pour l'Aménagement du Territoire, la géologie de M'Sila se représente comme suit :

#### 4.1. Le Quaternaire :

Ce sont des alluvions anciennes constituées essentiellement par des sédiments fins.

**a- Alluvions :** Ce sont des limons à couleur grise, ces formations sont riches en matière sableuse, les graviers sont rares.

**b- cône de déjection :** Il existe d'important cône de déjection située sur le flanc de Nord-Ouest du Djebel Tsegna et sur le versant Sud-Est de Djebel Fernane. Ce sont les larges glacis caillouteux.

**c- les Alluvions actuelles :** Sont peu représentés, ils existent au niveau des lits des Oueds.

**d- les Dunes :** Localisées dans la région centrale au Sud et au Sud-Ouest du Chott El Hodna, au Sud du Zahrez El Chergui et vers Boussaâda elles sont formé de sable quartzeux fins parfois chargés de matériel argileux. Ces formations sont à l'origine de l'érosion des grés barrémiens.

**e- Chott :** Formé de limon gris à cristaux de gypse comme les roses des sables.

#### **4.2. Le Crétacé :**

**a- Crétacé supérieur :** Il est largement représenté, ce sont des dépôts marins représentés par des marnes et des calcaires. Il est largement répondu sur le territoire de la wilaya et présente toutes ses subdivisions stratigraphiques.

**b- le Turonien :** Il constitue les sommets de tous les synclinaux. Caractérisé par des calcaires sus lithographiques à sa base, par des calcaires argileux en plaquette et par des marnes à intercalation calcaire.

**c- Cénomaniens :** Il affleure largement, occupe une grande superficie dans sa partie inférieure, constitué par une série d'alternance de calcaire et marne. Dans sa partie supérieure au Sud de Bou-saâda, il est composé par une alternance de marne argileuse.

**d- Crétacé inférieur :** Ce sont des formations continentales et lagunaires.

#### **4.3. Le Tertiaire :**

**a- Eocène :** Les formations de l'Eocène varient suivant les zones, l'Eocène débute par des calcaires blancs à intercalations de marnes se terminant par un ensemble conglomératique. L'Eocène est représenté par des grés rouges, des argiles variées, viennent ensuite des calcaires et des conglomérats. Ils constituent les contreforts méridionaux des Monts du Hodna.

**b- Miocène :** Les séries continentales sont constituées d'une alternance d'argile sableuse, de Grés, de sables, de graviers et de conglomérats.

**c- Jurassique :** C'est formations peu représentées affleurent aux anticlinales ou des monoclinaux, il comprend des marnes et grés argileux, ensuite du calcaire

**d- Trias :** Les formations Triasiques apparaissent souvent à l'intersection de plusieurs failles. De nombreux sédiments tels que les marnes, les argiles, les gypses, les grés fins argileux et les dolomies. Il se montre très limité en affleurements à l'extrême Nord-Ouest.

Les formations superficielles (lithologie) jouent un rôle considérable dans l'appréciation de l'héritabilité du substratum de la Wilaya côté Nord. Les études qui sont faites par analyse de la carte lithologique établie à partir de la carte géologique et les observations de terrain a fait ressortir une mosaïque de roches. Ces dernières sont classées selon leur résistance à l'érosion comme suit : roches peu résistantes, moyennement résistantes et résistantes.

L'érosion se manifeste à travers les facteurs ci-après :

- La morphologie du terrain.
- L'agressivité du climat : (caractère torrentiel des pluies) marquée par l'intensité et l'irrégularité, ainsi que la longueur de la période sèche.
- Le faciès lithologique des roches : dominance relative des formations meubles à moyennement résistantes à l'érosion (alluvions, sable, marnes, argiles et calcaire friable) notamment sur les piémonts et sur glacis.
- La dégradation du couvert végétal : insuffisance d'une couverture végétale protectrice sur les sommets (dominance alfa).
- La pression humaine : exploitation non organisée et abusive des terres de parcours (surpâturage, défrichage, brûlis).

Les diverses formes d'érosion rencontrées sur terrain se répartissent par degré d'influence érosion hydrique, érosion éolienne, érosion anthropique.



nappes souterraines soit sous forme de source, soit par restitution continue le long du lit du cours d'eau.

Le régime hydrologique du bassin du Hodna est lié au régime pluviométrique caractérisé par de fortes irrégularités. La pérennité des écoulements de surface (oueds) est très relative. Oued El Ham à l'ouest, Oued Ksob au Nord, Oued Barika à l'Est et Oued M'sif au Sud sont des oueds pérennes ont des crues secondaires et fortes, les eaux se déversant dans le chotte du Hodna sont estimées à 150 hm<sup>3</sup> par an pour une année moyennement pluvieuse. (abderrezak, habitouche 2020)



**Figure N° 7: hydrologie de Oued Soubella**

## **7. Les grands ensembles morphologiques**

L'évaluation des caractéristiques physiques et morphologiques d'un bassin versant nous permet de mieux caractériser son comportement hydrologique et hydrogéologique, car la variation de ces paramètres influe sur les modalités des écoulements superficiels ce qui, Conséquent, influe sur les écoulements souterrains. Pour cela il est nécessaire d'analyser et de quantifier ces paramètres.

Le sous-bassin (05-11) est caractérisé par trois individualités morphologiques bien distinctes qui sont :

### **7.1. Le massif montagneux**

Le massif montagneux au Nord qui s'élève brusquement au-dessus du plateau steppique

du Magra et qui s'étend d'Est en Ouest est formé par Djebel Afghan qui culmine à 1 886 m,

Djebel Soubella, Djebel Bou-Ich, Djebel Bou-Hellal. Cet espace occupe environ 15 % de la Superficie totale. Ces reliefs sont marqués par de profondes traces de ravinement. Le sol est formé généralement d'une croute calcaire.

### **7.2. La plaine de Magra**

La plaine de Magra occupe environ 60 % de la superficie totale. Elle est limitée :

- Au Nord par le massif montagneux de Bou-Taleb
- Au Sud par chott El Hodna
- A l'Est par la commune de N'Garous
- A l'Ouest par la commune d' Ouled Derradj.

### **7.3. La vallée de l'oued Soubella**

La vallée de Soubella présente un tracé sinueux caractérisé par des méandres le long del'oued et un profil transversal en «V» créant ainsi des gorges étroites. La direction générale de cette vallée est Nord-Sud. Elle débouche vers le piémont par une gorge.

Le tracé de la vallée de l'Oued Soubella suit une zone du point de vue géologique faible. Il épouse le passage de la transversale d'Ain Oulmane-Guellalia en amont puis la forme de la terminaison periclinale de Djebel Soubella. Les affluents suivent généralement des tracés de failles d'Oued El Hammam. Ils sont donc en parfaite adaptation avec les axes de la tectonique cassante. **(riadh bougerra 2019)**

## 8. Le couvert végétal :

La répartition du couvert végétal dépend des caractéristiques physico-géographiques du bassin, des caractéristiques climatiques et de l'influence de l'action anthropique.

Le bassin versant de Soubella, présente une couverture végétale floristique plus importante, soit 60% de la surface bassin.

Cette prédominance s'explique par la présence de reliefs montagneux importants(Djebel Soubella, djebel Menadjel, djebel el Ketaf...).

D'autre part, les terres de cultivables représentent 24% et le reste soit 16% de la surface du bassin représente les surfaces mal protégées car les terrains sont très limités et les conditions

Pédoclimatiques (pente et épaisseur des sols, précipitation et températures) sont encore favorables aux pratiques de la céréaliculture traditionnelle (**riadh bougerra 2019**)

## 9.Caractéristiques physiques de sous bassin versant d'Oued Soubella

Les caractéristiques physiques de sous bassin versant sont tirées de la monographie des grands barrages (**nour nouiri et saadi badra el houda 2017**).

**Tableau N° 5: Les caractéristiques physiques de sous bassin versant de Oued Soubella**

Caractéristiques	valeur donnée
Surface de BV	177 km <sup>2</sup>
Périmètre de BV	76,18km
Longueur du talweg principal	34,45km
Longueur du rectangle équivalent	32,5
Largueur du rectangle équivalent	5,64km
Indice de compacité	1.33
Altitude maximale	1886m
Altitude moyenne	1318,2 m
Altitude minimale	720 m
Altitude correspondante à 5 % de surface du BV	1550m
Altitude correspondante à 50% de surface du BV	1160m
Altitude correspondante à 95% de surface du BV	970m
Pente moyenne de l'Oued	18,14%
Indice de pente globale	1,96%
Temps de concentration	6 heures
Densité de drainage	2,3 km/km
Vitesse de ruissellement	6,36 km/h
Vitesse de propagation de la crue	5,5 km/h

## **10. Les objectifs à atteindre par ce barrage :**

L'importance du barrage de Soubella représentée par l'irrigation et l'alimentation des communes proches par l'eau potables : Ain El-Khedra, Belaïba, Berhoum, Dehahna, Ouled Addi Guebala et Ouled Derradj (abd errezak ,habitouche 2020).

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté les propriétés physico chimique d'eau et le barrage de soubella

Donc dans ce chapitre nous pouvons déduire la complexité dans la structure géologique du barrage de soubella ou On distingue au niveau de cette zone trois unités morphologiques : le massif montagneux, la plaine et la vallée de Soubella. Le sous bassin versant de Soubella est de forme allongée. Et ce barrage distingue par ses potentialités en eau.

# **Chapitre II**

## **Matériels et méthodes**

**Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons décrire les principales méthodes de dosage et décrire les caractéristiques des différents réactifs et solutions utilisés ainsi que leurs modes de préparation. Et décrit les analyses qui sont faits, quotidiennement pour contrôler la potabilité de l'eau traitée.

## **I. Méthodes d'analyses des paramètres :**

### **1. Paramètres physico-chimiques**

#### **1.1. pH : unité pH à la température de mesure**

Le pH d'une eau permet de mettre en évidence les espèces chimiques présentes dans un échantillon. On parle alors de pH acide, de pH neutre ou de pH basique. La mesure du pH est réalisée par une méthode potentiométrique en mesurant la différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence

#### **\* Principe :**

Le pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre électrode de mesure (électrode de verre) et une électrode de référence à potentiel connu (électrode au calomel a concentration saturée)

#### **\* Matériels**

- pH mètre.
- Becher.



*Figure N° 8: pH mètre de paillasse HACH*

#### **\* Réactifs :**

- Tampon pH =4.
- Tampon pH =7.
- Tampon pH =9

#### **\* Mode opératoire :**

##### **\* Etalonnage de l'appareil :**

- Rincer l'électrode de pH mètre avec de l'eau distille.
- Placer l'électrode dans la solution tampon pH=7.

Attendre que la mesure se stabilise.

- Re-etalonner de la même manière avec les solutions tampon pH=9 et pH=4.

**\*Mesure du pH :**

Après avoir étalonné le pH-mètre avec trois solutions tampon de pH égal à 4, 7 et 9.

On introduit l'électrode de l'appareil dans un bécher qui contient de l'eau à analyser. La lecture se fait après stabilité de la valeur affichée.

**1.2. Conductivité : unité :  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à une température de  $25^\circ\text{C}$**

La conductivité permet d'évaluer rapidement et approximativement la minéralisation globale de l'eau. La mesure de conductivité est réalisée en mesurant la conductance d'une eau entre 2 électrodes métalliques, elle est l'inverse de la résistivité électrique

**Principe :**

La mesure est délimitée par deux électrodes de platine (Pt) maintenues parallèles.

**Matériels :**

- Conductimètre
- Becher (ou un flacon.)



**Figure N° 9: Conductimètre de paillasse Cond 3151, WTW.**

**Mode opératoire :**

- Rincer l'électrode de conductimètre avec de l'eau distillée.
- Prolonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur.

Les résultats s'expriment en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

### **1.3. Turbidité : unité : FNU**

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. La mesure de la turbidité est très utile pour le contrôle d'un traitement mais ne donne pas d'indications sur les particules en suspension qui l'occasionne. La mesure se fait par comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise dans l'échantillon d'eau et par une gamme étalon.

#### **Principe :**

La turbidimétrie ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption.

Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi.

#### **Matériels :**

- Turbidimètre



**Figure N° 10: Turbidimètre de paillasse HACH.**

#### **Mode opératoire :**

Avant d'effectuer les mesures on doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et de la propreté de la cuve :

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- Essuyer le tube de mesure.
- Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- Fermer la chambre.
- Lire directement le résultat.

## 2. Paramètres de pollution :

### 2.1. Détermination de l'azote ammoniacal $\text{NH}_4$ :

#### - Azote ammoniacal selon la norme : unité : $\text{mg/l NH}_4$

La présence d'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4$ ) dans une eau traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Une première méthode de détermination se fait par la mise en œuvre d'une réaction colorée et d'un dosage en spectrophotométrie d'absorption moléculaire. Elle permet de doser des concentrations faibles pour les eaux de consommation et les eaux de rivières

- **Principe** : Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

- **Réactifs**

#### Réactif I :

- Acide dichloroisocyanurique ..... 2 g.
- Hydroxyde de sodium (  $\text{NaOH}$  ) ..... 32 g.
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

#### Réactif II ( coloré ) :

- Trictrate de sodium ..... 130 g.
- Salicylate de sodium ..... 130 g.
- Nitropruciate de sodium..... 0.97 g.
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée ..... q.s.p 1000 ml

- **Mode opératoire :**

- A prendre 20 ml d'eau à analyser
- Ajouter 2 ml du réactif I
- Ajouter 2 ml du réactif II et ajuster à 20 ml avec  $\text{H}_2\text{O}$  distillée et attendre 1h.

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de :  $\text{NH}_4^+$

#### Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

#### Nitrites : unité : $\text{mg/l NO}_2$

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte. Pour connaître la méthode de détermination voir § "anions"

• **Réactif Mixte :**

- sulfanilamide ..... 40 g.
- Acide phosphorique ..... 100 ml.
- N-1- Naphtyl éthylène diamine ..... 2 g.
- H<sub>2</sub>O distillée q.s.p ..... 1000 ml.

• **Mode opératoire :**

- Prendre 25 ml d'eau à analyser
- Ajouter 0.5 ml du réactif mixte. Et ajuster à 25 ml avec H<sub>2</sub>O distillée

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

$$\lambda = 543 \text{ nm.}$$

**2.2. Dosage des nitrates NO<sub>3</sub>.**

**Méthode au salicylate de sodium.**

**- Nitrates : unité : mg/L NO<sub>3</sub>**

Toutes les formes d'azote sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Pour connaître la méthode de détermination voir § "anions".

Les composés carbonés : il existe différents indicateurs de pollution organique. Les composés carbonés peuvent avoir différentes origines liées aux activités humaines, industrielles, agricoles ainsi qu'aux activités naturelles.

• **Principe :**

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

• **Réactifs :**

\* Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h).

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

\* Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

\* H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.

\* Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH..... 400 g.

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

Eau distillée..... qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

\* Nitrate de potassium anhydre ..... 0.722 g.

Eau distillée..... 1000 ml.

Chloroforme ..... 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

• **Matériels**

Capsule de 60 ml.

Pipette de 2 ml.

Pipette de 10 ml.

Pipette de 15 ml.

Pipette de 1 ml.

• **Appareillage.**

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

• **Mode opératoire**

Prendre 0.5 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 0.5 ml de salicylate de sodium.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 1 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.

Ajouter 7.5 ml d'eau distillée.

Ajouter 7.5 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectre au 420 nm. Le résultat est donné en mg/l.

**2.3.Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O )**

• **Réactifs :**

\* **Solution d'acide oxalique à 0,1 N :**

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O ..... 6, 3033 g.

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1, 84)..... 50 ml.

-H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

\* **Solution d'acide oxalique à 0,01 N :**

- H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> à 0,1 N ..... 100 ml.

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré ..... 50 ml.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**\* Solution d'acide sulfurique diluée : (d=1,27).**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d = 1,84) ..... 1 volume
- H<sub>2</sub>O distillée ..... 3 volumes.

**\* Solution de KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> à 0,01N.**

- Solution de KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> à 0,1 N ..... 100 ml.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**• Mode opératoire :**

- Prendre 50ml d'eau à analyser
- Ajouter 2.5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué et porter à ébullition pendant 1 mn
- Ajouter 7.5 ml de KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> à 0,01N avec 10 mn d'ébullition régulière et douce.
- Ajouter 7.5 ml d'acide oxalique à 0,01 N.
- Titrer à chaud avec KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 secondes.

**N.B :** Un essai à blanc est nécessaire.

**• Expression des résultats :**

On indique les résultats comme oxydabilité (consommation de permanganate de potassium) en mg de KMnO<sub>4</sub> /l. aussi en mg d'O<sub>2</sub>/ l.. Sur la base des rapports stœchiométriques et selon lesquels :

**1 ml** de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N correspond à 0,316 mg de KMnO<sub>4</sub>

**Et 1 ml** de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N correspond à 0,08 mg d'O<sub>2</sub>.

Les valeurs d'oxydabilité sont calculées selon les formules suivantes :

$$mg \text{ KMnO}_4/\ell = \frac{(V_{Ech} - V_o) * F * 316}{PE}$$

$$mg \text{ O}_2/\ell = \frac{(V_{Ech} - V_o) * F * 80}{PE}$$

$$\text{Mg O}_2 / l = (V_{Ech} - V_o) \times F \times 0,8$$

d'où :

V<sub>ech</sub> : Volume KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N (échantillon).

V<sub>o</sub> : Volume KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N (blanc : H<sub>2</sub>O distillée).

F : facteur de correction de la solution de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N.

P.E : prise d'essai de l'échantillon (100 ml).

**\* Solution de permanganate de potassium à 0,1 N.**

- $KMnO_4$  ..... 3,1608 g.
- $H_2O$  distillée bouillante ..... q.s.p 1000 ml.

**3. Minéralisation globale :**

**3.1. Détermination de la dureté totale TH :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à pH compris entre 12 - 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

**• Réactifs :**

**\* Solution d'E.D.T.A N/50 ( $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ ) : (0,02N ou 0,01M)**

- EDTA ..... 3,725 g. après déshydratation à 80°C pendant 2 h.
- $H_2O$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**Mode opératoire :**

(V<sub>1</sub>)  $Ca^{2+}$ :- Prendre 25 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)
- Ajuster à 25 ml avec  $H_2O$  distillée

(V<sub>2</sub>)  $Ca^{2+}Mg^{2+}$  :- Prendre 25 ml d'eau à analyser.

- Ajouter 2 ml de  $NH_4OH$  (10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).
- Ajuster à 25 ml avec  $H_2O$  distillée

**• Expression des résultats :**

$$\frac{V_1 * C_{EDTA} * M_{Ca}^{2+} * 1000}{P.E}$$

d'où :

$V_{EDTA}$  : Volume.

$$\begin{aligned} * \text{Mg/l } Ca^{2+} &= \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{Ca}^{2+} \times 1000}{PE} \\ &= \frac{V_1 \times 0,01 \times F \times 40g \times 1000}{PE} \end{aligned}$$

$$50 \times 2$$

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 \times F \times 8$$

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

$C$  : molarité d'EDTA (0,01 M/l ).

$M_{\text{Ca}^{2+}}$  : masse molaire du calcium en g.

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

Donc : 
$$\text{mgCa}^{2+}/l = \frac{V_1 * 0,01 * 40,08 * 100}{50}$$

$$\text{Mg Ca}^{2+}/l = V_1 \times 8$$

### 3.2. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme :

#### Principe

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

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

#### Mode opératoire :

Appareil Dr LANGE (JENWAN)

Il faut le suivre étape par étape :

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power).
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton " fuel " jusqu'à que la couleur devienne bleu violacée.
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
- Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de  $\text{Na}^+$  ou du  $\text{K}^+$  à 10 mg/l.
- Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE"
- Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " $\text{Na}^+$ " ou de " $\text{K}^+$ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).

- Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de "Na<sup>+</sup>" ou de "K<sup>+</sup>" à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).

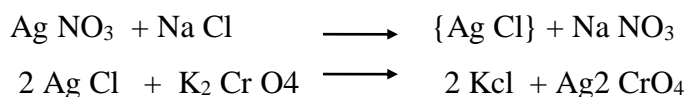
A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

### 3.3 Détermination des chlorures ( Cl<sup>-</sup> )

- **Principe :**

On fait agir en milieu neutre, pH = 6.7 ou 7, une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



- **Réactifs :**

\* Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.

1,6987 d'AgNO<sub>3</sub> → 1000 (10 g de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> → Q.S.P 100 ml d'H<sub>2</sub>O).

\* Solution de chlorures à 71 mg/l

\* Indicateur coloré K<sub>2</sub>CO<sub>4</sub> à 10 %.

- **Mode opératoire :**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (coloration jaunâtre).
- Titrer avec Ag NO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration

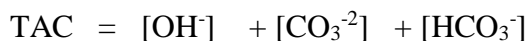
**Appareil :**

Spectrophotomètre DR/2000 de marque "HACH"

### 3.4. Détermination du titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet TA (F°) TAC (F°)

**PRINCIPE**

La détermination du TA et TAC est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.



- **REACTIFS**

- \* solution d'acide sulfurique (1/25N)
- \* solution alcoolique de phénolphtaléine à 0.5 %
  - phénolphtaléine .....5g
  - alcool éthylique.....500ml
  - eau distillée.....500ml

\* solution méthylorange

### **MODE OPERATION**

On prélève à l'aide d'une pipette, 20ml d'eau à analyser dans une fiole conique ajouter 3 à 6 gouttes de phénolphtaléine, une coloration rose doit en principe se développer, dans le cas contraire le TA est nul, ce qui produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8.3 le titrage se par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Le point équivalent est déterminé lorsque la coloration rose devient incolore

On ajoute on suit 3 à 6 gouttes de méthylorange, une coloration jaune doit en principe se développer.

Le point équivalent est déterminé lorsque la coloration jaune devient rose

### **• EXPRESSION DU RESULTATS**

$$\text{TA (F}^\circ) = V \times 4$$

$$\text{TAC (F}^\circ) = V \times 4$$

V : le volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> versé

## **4.Éléments indésirables**

### **4.1.Dosage du fer ( Fe<sup>++</sup> )**

#### **• Principe**

En milieu tamponné, le fer ferreux forme un complexe violet avec le 2,4,6 tri (2 pyridil) 5 triazine.

#### **• Réactifs**

- Tampon acétate.

Acétate de Na anhydre 60 g/l.

Ajuster à pH5 avec de l'acide acétique concentré.

- TPTZ

TPTZ                    120 mg

Hcl concentré        1 ml

Eau distillée        1000

- Solution mère de fer à 100 mg/l (0,7022 g de sel de Mohr + 20 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/1000.

- Solution fille à 0,005 mg/ml ( 5 ml de la solution mère à 1000 mg/l).

- **Mode opératoire**

Prendre 0,5 ml d'échantillon.

Ajouter 15 ml de tampon (pH5) agiter.

Ajouter 15 ml de TPTZ.

Compléter à 50 ml avec de l'eau distillée.

Agiter, laisser reposer 5 mns

Faire la lecture à 600 nm.

## **5.Paramètres bactériologiques**

### **5.1.Numération des germes totaux :**

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau.

- **Matériel :** - Gélose TGEA ( Gélose Tryptone glucose Agar )

- Boites de petri.

- Eau distillée stérile en tube de 9 ml.

- Pipettes stériles de 1 ml.

- Bain marie.

- **Méthode :**

- Exécution des dilutions décimales

- \* Dilution au 1/10 : dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau distillée stérile (ou de l'eau physiologique à 0,09%) ajouter 1 ml d'eau à analyser.

Agiter pour homogénéiser

- \* Dilution au 1/100 : dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau distillée stérile ajouter 1 ml de l'eau diluée au 1/10. Agiter pour homogénéiser.

- \* Dilutions suivantes :

Toujours de la même manière 1/1000, c'est à dire que l'on place 1 ml de la solution précédente dans 9 ml d'eau distillée, on obtient ainsi une nouvelle dilution.

- \* Le choix du nombre de dilution dépend de la nature et de la richesse microbienne de l'eau. Pour une eau de consommation, on peut se contenter des dilutions 1/10 et 1/100.

- Répartition des inoculum et de la gélose en boite de pétri.

- \* Deux boites de pétri d'un diamètre de 90 mm, reçoivent chacune 1 ml d'eau à analyser. Deux autres 1 ml de la dilution 1/10. D'autres séries de deux reçoivent éventuellement 1 ml. Des dilutions suivantes.

- \* Marquer sur chacune des boites de pétri le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser, la température d'incubation et la dilution.

\* Faire fendre la gélose (TGEA), lorsqu'elle est refroidie à 45° C, la couler aseptiquement dans les boîtes de pétri contenant les inoculés.

\* Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose sans faire des bulles. Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal.

\* Incuber une boîte de chaque dilution à 37° C et l'autre boîte à 22° C.

### **5.2. Recherche et dénombrement des coliformes (colimétrie)**

La colimétrie consiste à dénombrer les germes coliformes et parmi eux *Escherichia coli* dont seule l'origine fécale est certaine.

Elle comporte deux temps :

- La recherche présomptive.
- La recherche confirmative.

#### **• Matériel :**

- 1 flacon de BCPL (bouillon lactosé au bromocrésol pourpre) double concentration de 50 ml.
- 5 tubes de BCPL double concentration de 10 ml.
- 5 tubes de BCPL simple concentration de 10 ml.
- Milieu de Schubert muni d'une cloche.
- Réactif de KOVACS.
- Table NPP.
- Méthode

#### **• Méthode :**

##### **Recherche coliformes :**

Le dénombrement est effectué en utilisant le bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol. Tous les tubes sont munis de cloches de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.

##### **On ensemence :**

- 1 Flacon de 50 ml de bouillon BCPL à double concentration avec 50 ml d'eau.
- 5 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau.
- 5 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau.

#### **• Technique sur membrane filtrante :**

##### **Matériel :**

- Rampe de filtration.
- Pompe à vide ou trompe d'eau assurant au moins 50 KPA (0.5 Kgf/cm<sup>2</sup>).
- Un flacon aspirateur.

- Boite de pétri.
- Membrane filtrante (pore 0.45 µm).
- Pincés.
- Alcool.
- Bec de benzène
- Gélose Endo
- Gélose TSI.

• **Méthode :**

- Mettre en route la trompe à eau.
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (En ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
- Laissez refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie).
- La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.

**5.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

Deux techniques peuvent être utilisées pour la recherche des streptocoques fécaux :

- Technique des tubes multiples.
- Technique sur membrane filtrante.

• **Technique des tubes multiples :**

**Matériel :**

- 1 flacon de 50 ml de milieu de Roth (bouillon à l'azote de sodium double concentration).
- 5 Tubes de 10 ml de milieu de Roth double concentration.
- 5 Tubes de 10 ml de milieu de Roth simple concentration.
- Tubes de milieu de LITSKY (EVA) (bouillon à l'azote de sodium et à l'éthyle violet).

• **Méthode :**

Le test présomptif est effectué sur le milieu de Roth.

Le test confi natif sur le bouillon de listky.

L'ensemencement du milieu de Roth se fait selon la méthode du nombre le plus probable. On ensemence :

- \* 1 Flacon de 50 ml de milieu de Roth double concentration avec 50 ml d'eau.
- \* 5 Tubes de 10 ml de milieu de Roth double concentration avec 10 ml d'eau.
- \* 5 Tubes de 10 ml de milieu de Roth simple concentration avec 1 ml d'eau.

**Incubation à 37 ° C.**

La lecture se fait après 48 h. tous les tubes présentant un trouble sont retenues et confirmés.

La confirmation est réalisées sur milieu de Listky, quelques gouttes sont prélevées du milieu de Roth etensemencées dans le milieu de Listky, puis incubées à 37° C.

La lecture se fait après 24h. Les tubes présentant un trouble et ou l'apparition d'une pastille violette au fond du tube traduisent la présence de streptocoques fécaux.

On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et on se reporte au tableau NPP pour obtenir le nombre de streptocoques fécaux présents dans 100 ml d'eau.

**Conclusion :**

Ce chapitre permis d'identifier toutes les analyses physico-chimique et bactériologiques faits au niveau de laboratoire ainsi que les différents modes opératoires et les appareils de mesure.

# **Chapitre III**

## **Résultats et Discussions**

**Introduction :**

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux du Barrage soubella pour suivre et évaluer leur qualité. Les résultats présentés dans les tableaux suivantes.

**1. Résultats des analyses physico-chimiques réduites :**

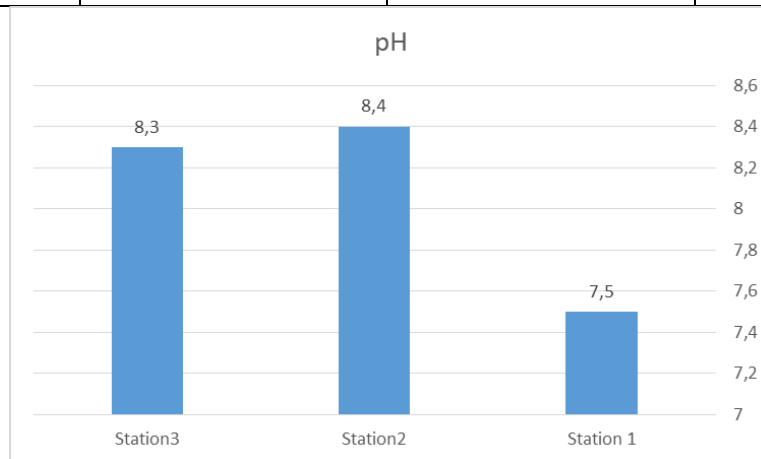
Les résultats des analyses physico-chimiques de l' eau du barrage de soubella de trois stations (1,2,3), les résultats obtenus sont représentés dans les tableaux ci-dessous.

**Discussion des résultats :**

**1.1) Le pH :**

*Tableau N°6: Les résultats du pH*

Paramètre	Station 1	Station2	Station3
pH	7.5	8.4	8.3



*Figure N° 11: Les résultats du pH*

Le tableau et le figure montrent que les eaux du barrage du soubella sont alcalines.

Le pH oscille entre une valeur minimale de 7.5 enregistrée dans la station 1 et une valeur maximale 8.4 enregistrée dans la station 2 et une valeur 8.3 dans la station 3.

On remarque que le pH de l'eau de trois échantillons est dans la plage admissible et convient aux réactions de traitement biologique.

1.2) La turbidité :

Tableau N°7: Les résultats de la turbidité

Paramètre	Station 1	Station2	Station3
Tur NTU	2. 1	1.84	4.67

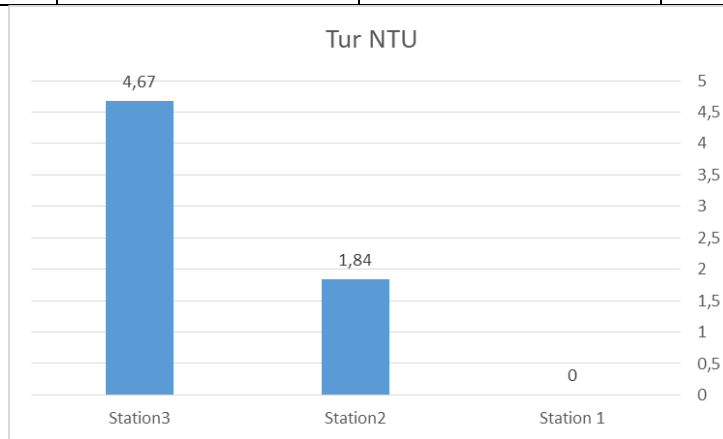


Figure N° 12: Les résultats de la turbidité

Les valeurs de la turbidité pour les prélèvements effectués varient entre 2. 1N.T.U Observée pour la station 1 et 1.84 N.T.U observée au niveau du station 2 et 4.67 N.T.U observée pour la station 3.

Les stations 1et 2 sont caractérisées par faible turbidité par contre la station 3.

1.3) La conductivité :

Tableau N°8: Les résultats de la conductivité électrique.

Paramètre	Station 1	Station2	Station
Cond(μS/cm)	3510	2570	2500

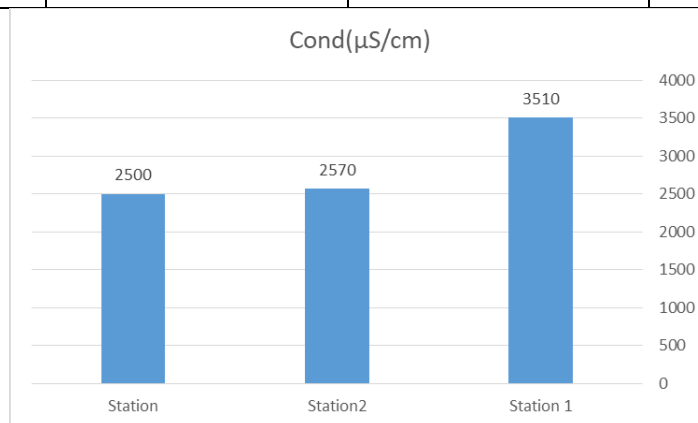


Figure N° 13: Les résultats de la conductivité électrique

Le tableau et le figure montrent que les valeurs de la conductivité pour les trois stations du barrage varient d'une station à une autre, elle a une valeur minimale de 2500 μS/cm pour

la station 3, et atteint une valeur maximale de 3510  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour la station 1 et une valeur moyenne 2570 pour la station 2.

A travers ces résultats on observe que la conductivité dans la station 1 est convenable par rapport à l'eau traitée, mais dans les stations 2 et 3 elle commence à diminuer.

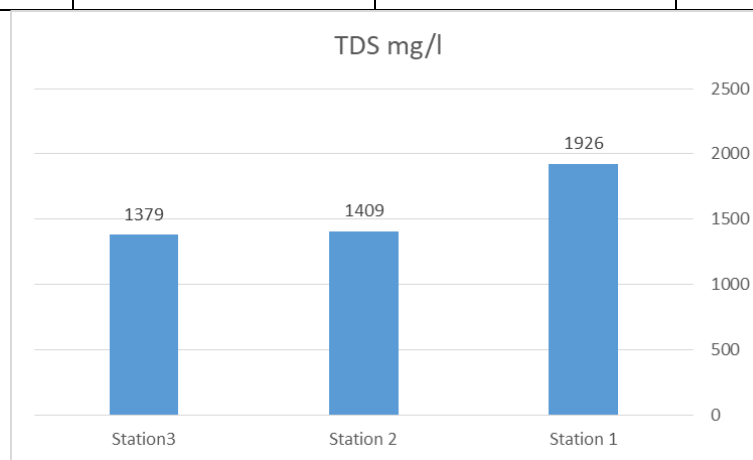
**2. Résultats des paramètres de pollution :**

**2.1. Discussion des résultats des paramètres de pollution :**

**2.1) Le taux des sels dissous :**

*Tableau N°9: Les résultats de TDS.*

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
TDS mg/l	1926	1409	1379



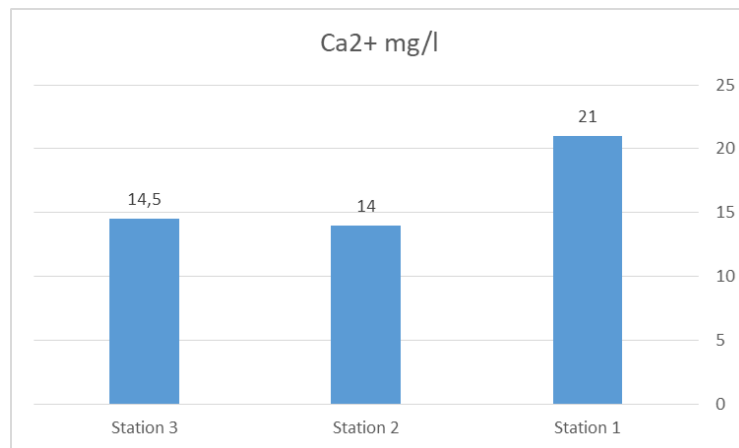
*Figure N° 14: Les résultats de TDS*

Le tableau et le figure montrent que le taux des sels dissous dans l'eau de barrage du Soubella varie d'une station à l'autre. Elle a une valeur minimale de 1379 mg/l pour la station 3 et atteint une valeur maximale de 1926 mg/l pour la station 1 et une valeur moyenne 1409 mg/l pour la station 2.

**2.2. Le calcium Ca<sup>2+</sup> :**

*Tableau N°10: Les résultats du calcium.*

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Ca <sup>2+</sup> mg/l	21	14	14.5



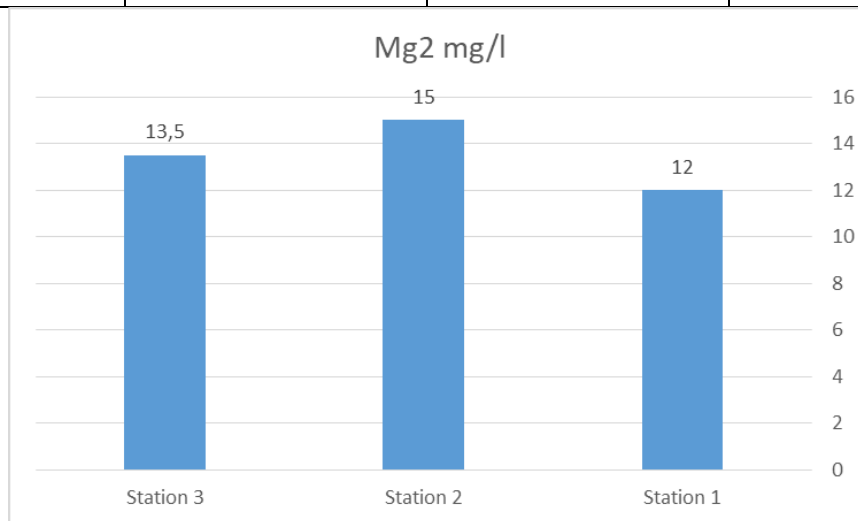
**Figure N° 15: Les résultats du calcium**

Le tableau et le figure montrent que la valeur la plus élevée pour nos échantillons est de 21mg/l est observée au niveau de la station 1, et la plus faible est de 14mg/l observée à la station 2, et une valeur moyenne de 14.5 mg/l au niveau de la station 3.

**2.3. Le magnésium Mg<sup>2+</sup> :**

**Tableau N°11: Les résultats du magnésium.**

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Mg <sup>2+</sup> mg/l	12	15	13.5



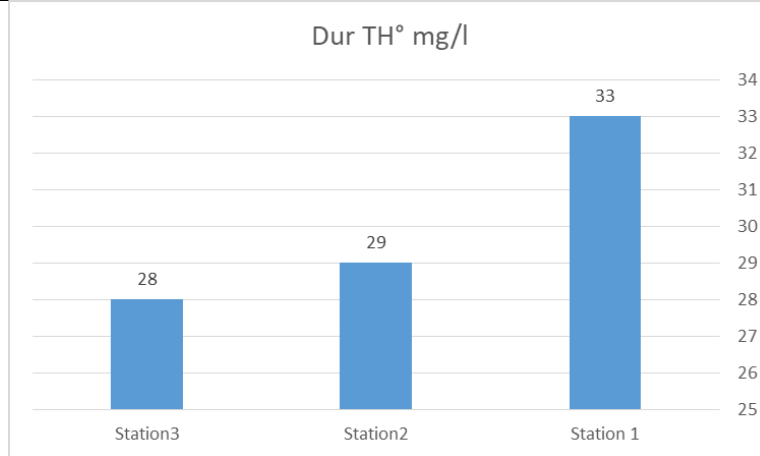
**Figure N° 16: Les résultats du magnésium**

Le tableau et le figure montrent que Les valeurs de magnésium observées pour les trois stations varient entre 15 mg/l comme valeur maximale observée dans la station 2, de 12 mg/l comme valeur minimale observée dans la station 1 et de 13.5 mg/l comme valeur moyenne observée dans la station 3.

**2.4. La dureté :**

**Tableau N°12: Les résultats du la dureté**

Paramètre	Station 1	Station2	Station3
Dur TH° mg/l	33	29	28



**Figure N° 17:Les résultats du la dureté**

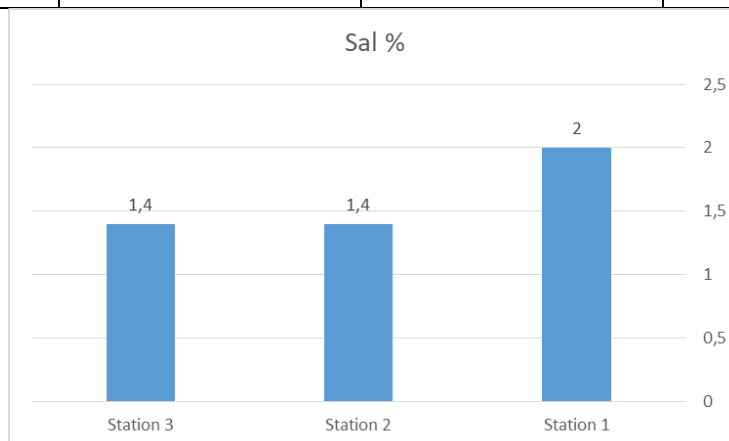
A travers les résultats obtenus indiqués dans le tableau, nous remarquons que les valeurs diminuent là où la valeur maximale observée dans la station1 de 33 mg/l

Et la valeur moyenne observée dans la station 2 de 29 mg/l, et la valeur minimale observée dans la station 3 de 28 mg/l. En remarque que notre eau a une dureté faible.

**2.5. La salinité :**

**Tableau N°13: Les résultats du la salinité**

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Sal %	2.0	1.4	1.4



**Figure N° 18:Les résultats du la salinité**

Les valeurs de la salinité pour les prélèvements effectués varient entre 2.0 % observée pour la station 1et 1.4 % observée au niveau de la station 2 et 1.4 % observée pour la station 3.

2.6. L'ammonium NH4+ :

Tableau N°14: Les résultats du l'ammonium

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
NH4+ ml	00	00	00

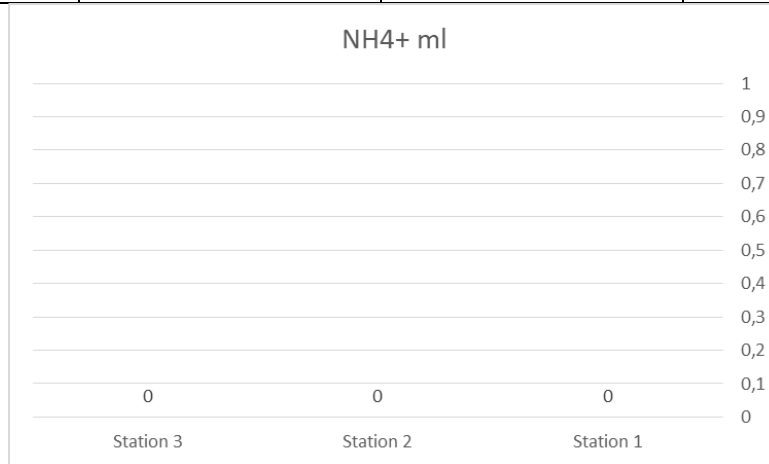


Figure N° 19: Les résultats du l'ammonium

Le tableau et le figure montrent que l'absence d'ammonium dans l'eau du barrage de soubella dans les trois stations traduits l'efficacité du traitement effectué

Les concentrations en azote ammoniacal au niveau du barrage révèlent une eau appartenant à une qualité des eaux très bonne selon les classes d'aptitude des eaux superficielles.

2.7. Les nitrites NO2- :

Tableau N°15: Les résultats des nitrites

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
NO2- mg/l	0.01	0.02	0.01

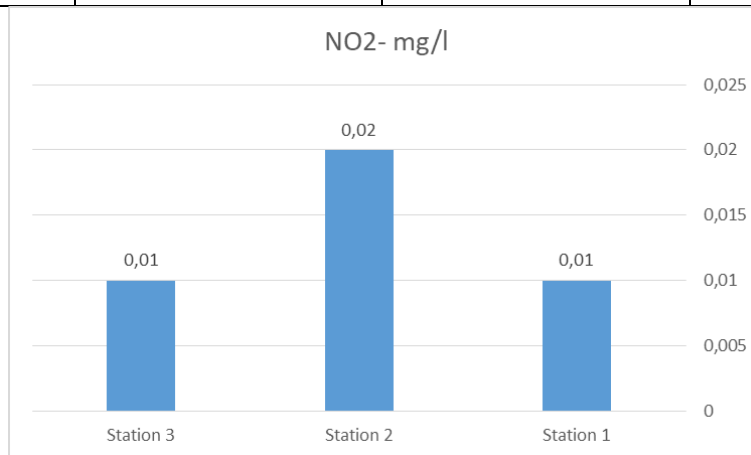


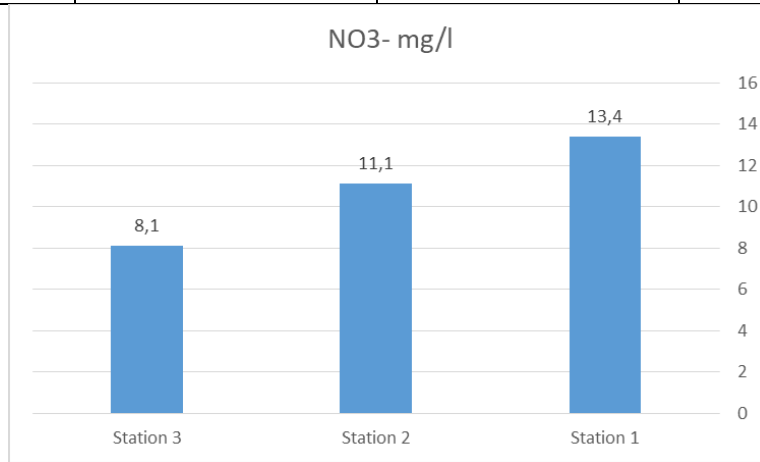
Figure N° 20: Les résultats des nitrites

Les teneurs en nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) au cours de notre étude sont relativement très faibles. Ces teneurs varient entre une valeur minimale de 0.01mg/l observée dans les stations (1,3) et une valeur maximale de 0.02 mg/l observée dans la station 2. qui sont issues soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac soit de la réduction des nitrates. Les eaux peuvent être considérés comme pure.

**2.8. Les nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> :**

**Tableau n°16: Résultats des nitrates.**

<b>Paramètre</b>	<b>Station 1</b>	<b>Station 2</b>	<b>Station 3</b>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	13.4	11.1	8.1



**Figure N° 21: Résultats des nitrates**

Le suivi des teneurs en nitrates a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans le tableau, et qui oscillent entre une teneur maximale de 13.4 mg/l enregistrée dans la station 1 et une valeur minimale de 8.1 mg/l observée dans la station 3, avec une valeur moyenne 11.1 mg/l dans la station 2. La présence des nitrates est due à l'oxydation d'ammoniac.

**2.9. La matière organique :**

**Tableau N°17: Résultats de la matière organique.**

<b>Paramètre</b>	<b>Station 1</b>	<b>Station 2</b>	<b>Station 3</b>
MO ml	2.16	1.36	1.76

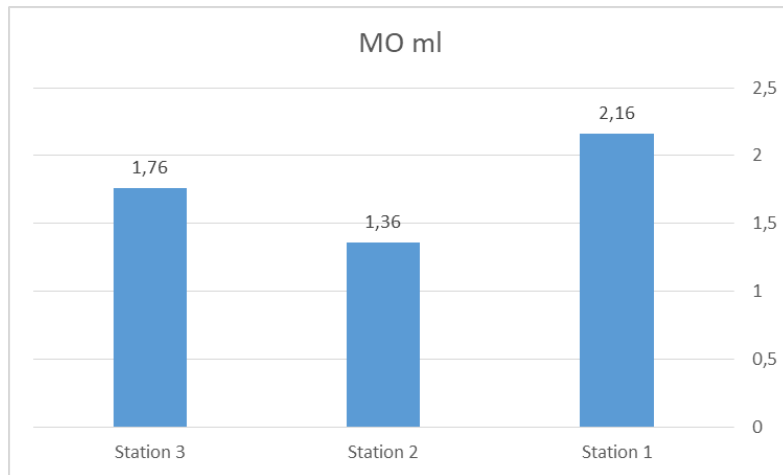


Figure N° 22: Résultats de la matière organique.

D’après les résultats de ce tableau, on voit que l’oxydabilité de l’eau de barrage de Soubella varie entre une valeur minimale de 1.36 ml observée dans la station 2 et une valeur maximale de 2.16 ml observée dans la station 1 et une valeur moyenne de 1.76 ml dans la station 3.

2.10. Les chlorures Cl- :

Tableau N°18: Les résultats des chlorures.

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Cl- mg/l	10.2	5.9	6

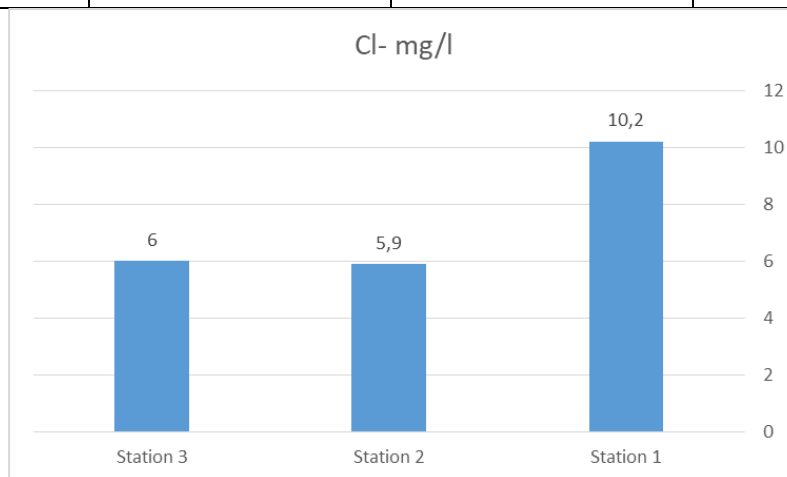


Figure N° 23: Les résultats des chlorures.

L’analyse effectuée montre que la concentration en chlorures a légèrement décroissée après traitement et elle varie entre 10.2 mg/l et 5.9 et 6. Généralement, les teneurs en chlorures varient d’une eau à une autre, cette variation est principalement liée à la nature des terrains traversés.

2.11. Le TAC :

Tableau N°19: Les résultats de la TAC.

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
TAC (F°)	20	18	15

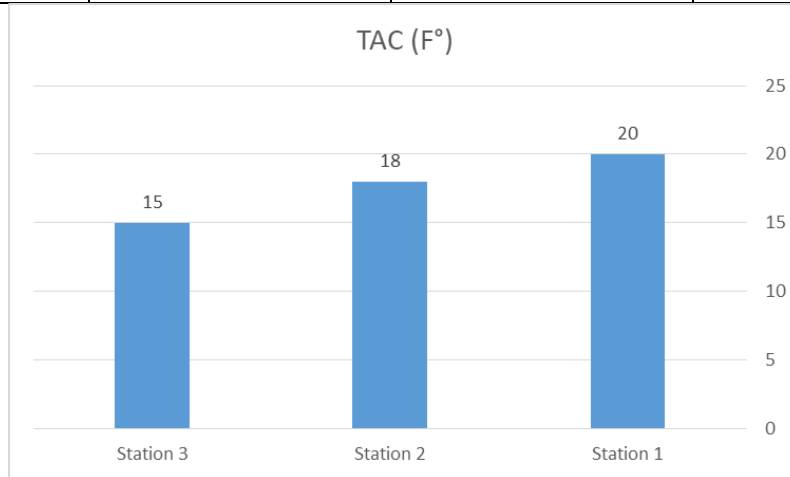


Figure N° 24: Les résultats de la TAC.

D'après les résultats obtenus, on remarque une différence entre les trois stations où on trouve une valeur minimale de 15°F observée dans la station 3 et une valeur maximale de 20 °F observée dans la station 1 et une valeur moyenne de 18 °F dans la station 2. ces teneurs est plus fortes.

2.12. Sodium Na<sup>+</sup> :

Tableau N°20: Les résultats de Na<sup>+</sup>

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Na <sup>+</sup>	375	195	194

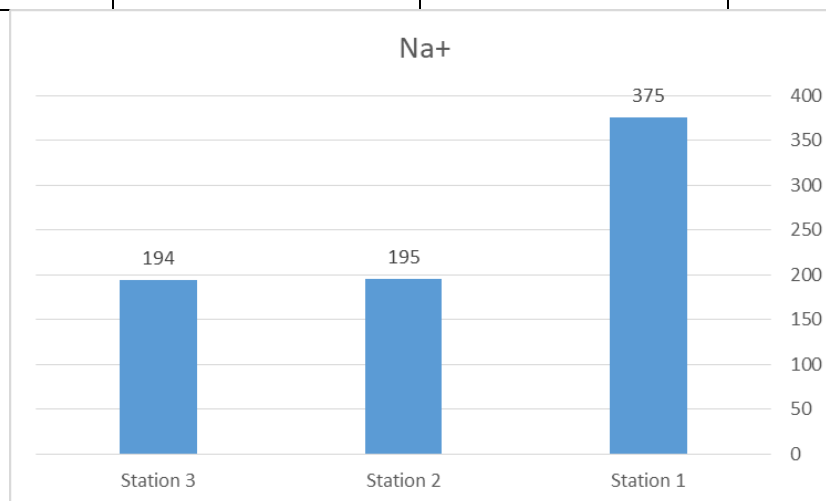


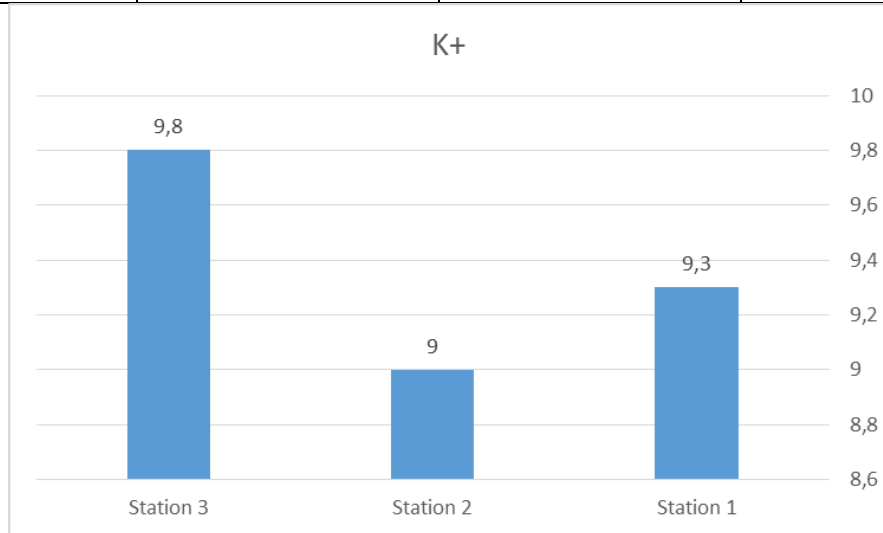
Figure N° 25: Les résultats de Na<sup>+</sup>

D'après les résultats obtenus, La valeur maximale de sodium est enregistrée au niveau de la station 1 et la valeur minimale est enregistrée au niveau de la station 3, et la valeur moyenne est enregistrée au niveau de la station 2.

**2.13. Potassium K<sup>+</sup>:**

*Tableau N°21: Les résultats de K<sup>+</sup>*

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
K <sup>+</sup>	9.3	9	9.8



*Figure N° 26: Les résultats de K<sup>+</sup>*

D'après les résultats obtenus la valeur maximale de potassium est enregistrée au niveau de la station 3 et la valeur minimale enregistrée de la station 2 et la valeur moyenne enregistrée de la station 1.

**3. Résultats des paramètres indésirables :**

Le tableau ci-dessous représente les résultats d'analyses de fer et d'aluminium durant la période d'étude :

**Discussions des résultats des paramètres indésirables :**

**3.1. Fer (Fe<sup>++</sup>) :**

*Tableau N°22: Les résultats du fer.*

Paramètre	Station 1	Station 2	Station 3
Fe <sup>++</sup> ml	00	00	00

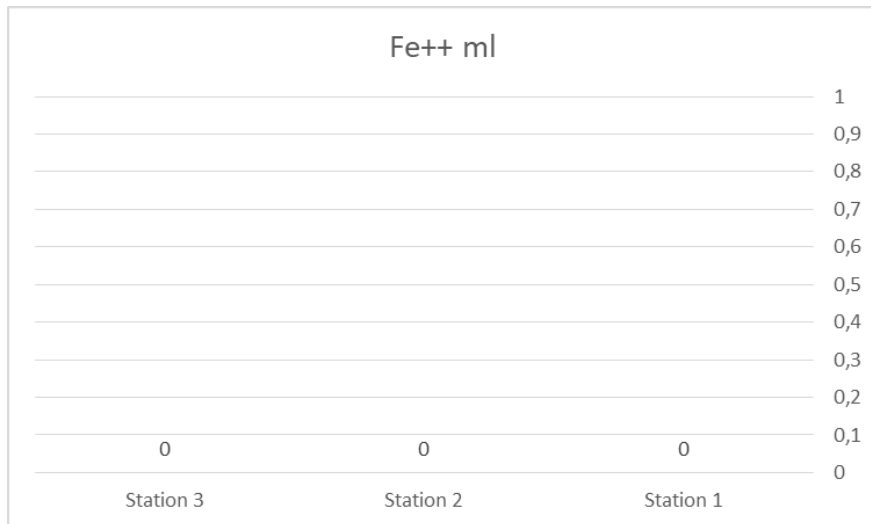


Figure N° 27: Les résultats du fer

Les résultats montrent l'absence du fer dans les trois stations de l'eau du barrage de soubella. Des taux très élevés de fer, pourraient augmenter les risques de maladies Cardiovasculaires et de cancers.

#### 4. Résultats de paramètres microbiologiques :

Les résultats des paramètres microbiologiques sont représentés dans les tableaux suivants :

##### 4.1. Les résultats des germes totaux :

Tableau N°23: Les coliformes totaux :

Germe	Station 1	Station 2	Station 3
Colif t	240	240	240

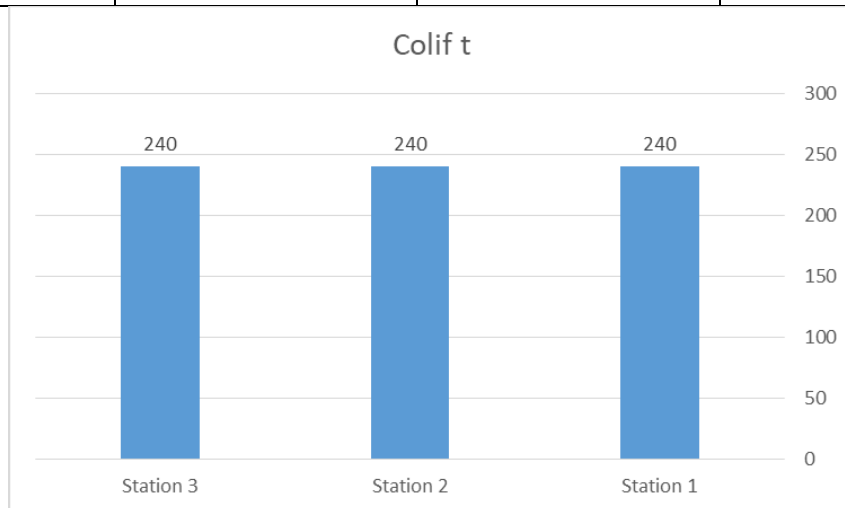


Figure N° 28: Les coliformes totaux

D'après les résultats obtenus on constate que l'eau de barrage de soubella dans les trois stations est une eau de qualité bactériologique satisfaisante et mauvaise nécessitant un traitement par chloration.

4.2. Les résultats des coliformes totaux :

Tableau N°24: Les coliformes fécaux :

Germe	Station 1	Station 2	Station 3
Colif f	200	240	240

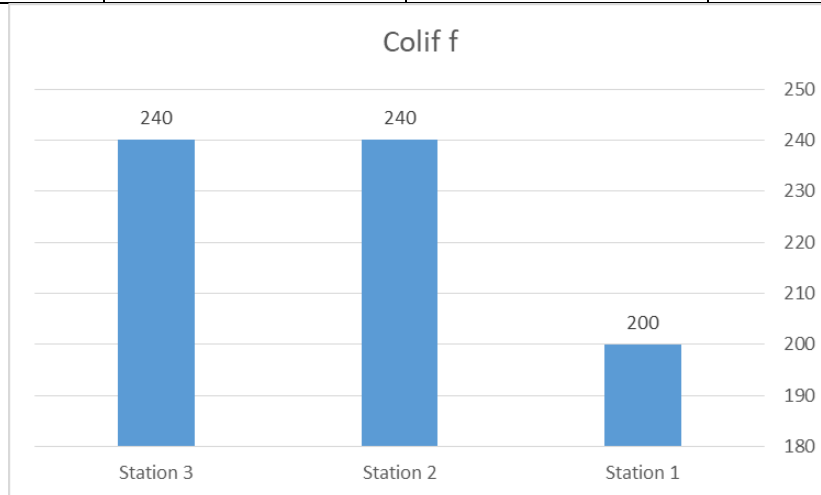


Figure N° 29:Les coliformes fécaux

D’après les résultats obtenus on ne constate que la présence des coliformes fécaux dans les trois stations par un taux croissant ce qui montre que l’eau est très mauvaise.

4.3.Les résultatsstreptocoques fécaux :

Tableau N°25: Les streptocoques fécaux :

Germe	Station 1	Station 2	Station 3
Strep f	240	35	00

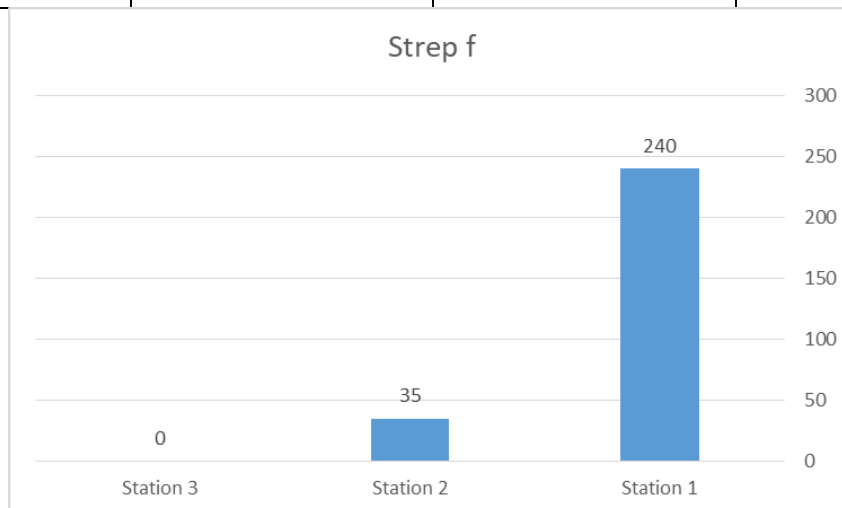


Figure N° 30:Les streptocoques fécaux

Le tableau et le figure montrent que les valeurs de les streptocoques fécaux observées pour les trois stations varient entre 240 comme valeur maximale observée dans la station 1, et

de 00 comme valeur minimale observée dans la station 3 et de 35 comme valeur moyenne observée dans la station 2.



# **Conclusion**

## **générale**

## **Conclusion générale**

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que le barrage de soubella le plus important ouvrage hydraulique à l'échelle de m'sila qui a une capacité de réservoir en eau plus haute.

L'objectif fondamental de notre étude est d'élaborer une carte de la potabilité des eaux de barrage soubella à partir d'analyse des propriétés physico –chimique et bactériologiques qui nous avons fait dans les laboratoires de la société algérienne des eaux (A, D, E).

Les résultats des analyses sur les trois échantillons prélevés de trois stations de barrage de soubella ont montré que les eaux du barrage sont caractérisé par :

- Un pH alcalin entre 7.5 à 8.4.
- Une moyenne de 2860  $\mu\text{s}/\text{cm}$  pour la conductivité électrique qui est élevée.
- Des teneurs en  $\text{Cl}^-$  très faible.
- L'absence d'ammonium profère une eau de qualité très bonne.
- Les teneurs en azote des nitrates et des nitrites, des eaux du barrage traduisent une eau de Qualité bonne.
- L'absence des éléments considérés comme indésirables le fer.

Ces résultats des analyses physico –chimiques étaient conformes que l'eau de barrage était de bonne qualité physico – chimique. Mais les résultats des analyses microbiologiques montrent que l'eau du barrage du soubella a une qualité très mauvaise.

Il est apparu que la qualité des eaux de cet ouvrage était globalement nécessite d'effectuer un traitement spécifique pour assurer que le barrage pourra satisfaire dans le futur les besoins en eau de la population soit dans l'irrigation ou bien dans l'alimentation en l'eau potable.



# **Références bibliographiques**

## **Références bibliographiques**

**A.N.B.T.12035-RP-0201-C-APD. (2008).** Etude hydrologique barrage Soubella.

**A.N.B.T.12035-RP-0501-B-APD. (2009).** Mémoire de synthèse barrage Soubella

**A.N.B.T.12035-RP-0502-B-APD. (2009).** Note de calcul barrage Soubella

**ABD ERREZAK, HABITOUCCHE,** MODELISATION NUMERIQUE DE l'effet des infiltration sur la stabilité du barrage en terre située à Magra.2020 thèse de doctorat. Faculté des sciences et technologies

**Ahmed Kettab, Ratiba Mitiche et Naoual Bennaçar** l'eau pour un développement durable : enjeux et stratégies/ Water for a sustainable development: challenges and strategies Revue des sciences de l'eau Journal of Water Science

**AICHOUCHE. Souad et AMROUN Loubna,** Etude comparative entre deux techniques d'irrigation asperion et Goutte à Goutte dans la région du M'sila 2020 thèse de doctorat université Mohamed Boudiaf, M'sila .

**Albin Michel(1994)** L'affaire de la mémoire de l'eau  
Algerie. Mémoire de Magistère. Univ Batna.

**AMARA Fatma(2018)** Optimisation de la largeur en crête des petits barrages et retenues collinaires MEMOIRE DE MASTER ECOLE NATIONALE SUPERIEURE

**ANBT. (2020).** Agence national des barrages et transfert.

**ANONYME. (2005).** – Plan de Gestion du site de Mergueb. Wilaya de M'sila,  
ARBAOUI Abdellah-

**ASTM, 1974.** Anal Book of American society for testing and material Standards. Water.

**ATHAMENA. M, (2006).** Etude des ressources thermales de l'ensemble Sud sétifien.

**ATTOU Khadidja (2020)** Etude d'impact environnementale du barrage Sidi M'Hamed Ben

**Ayers, R.S., & Westcott, D.W. 1989.** Water quality for agriculture. [FAO] Irrigation and

**Ayyoub, A. D. J. A. B. I. (2016).** Contribution à la vérification de la stabilité d'un barrage (cas du barrage de Soubella) (Doctoral dissertation).

**BARKA A. & MEBROUK F.(1989).** – Les risque de pollution dans le bassin versant du

**BELGHITL.M.L, CHAHLAOULA, BENGOUML.D, ELMOUQTAIN.R, (2013).** Etude

**BELHADJ. M. 2006** : Etude de la pollution du barrage de Zit-Emba Commune de Bekkouche Lakhdar Wilaya de Skikda Mémoire Magister, départ d'hydraulique –Univ Batna.

**BENHAMIDA Nour El Houda (2016)** Contribution à l'étude de la hauteur des vagues sous l'effet d'onde générée par les mouvements gravitaires rapides pour les barrages en remblai  
MEMOIRE DE MASTER ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -

**Références bibliographiques.....**

---

---

**Bernard Chocat(2014)** Les barrages sont-ils un bien pour l'environnement? LGCIE – INSA Lyon

**Chocat, B. (2014).** barrages sont-ils un bien pour l'environnement? . LGCIE –INSA Lyon

**Demeure, Y. (2019).** Quels sont les avantages et les inconvénients des barrages ? rédacteur scientifique

**Christian Lévêque** CONSÉQUENCES DES BARRAGES SUR L'ENVIRONNEMENT  
*ENVIRONMENTAL IMPACTS OF DAMS*

**D. V. et C. LUU :** Connaissance de l'eau  
D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

**Dalila ZIANI(2017)** *QUANTIFICATION DE LA POLLUTION ANTHROPIQUE DES EAUX*

**Damien Laage** L'eau ! Propriétés physiques, chimiques et biologiques UMR CNRS-ENS-  
de la quantité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-  
Quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larrhyss journal, n° 14, Juin 2013,

**Delliou. P, 2003.** *LES BARRAGES : CONCEPTION ET MAINTENANCE.* Presses  
universitaires de Lyon, Vaulx-en-Velin, vol. 1,

**DILMI Belkheyr etMAHDI BRAHIM** Gestion des sources en eau dans la commune de  
M'sila. 2020 thèse de doctorat. Université de M'sila.

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE PARIS VI  
Drainage Paper, No. 29

**E. Hellier** Taux de raccordement de la population au réseau d'eau potable

**E. Hellier. 2010** Usages domestiques de l'eau. IN Centre d'information sur l'eau.63

**Ell--Yamiine GUERGUEB (2016)** Importance des zones humides des hauts plateaux  
centraux de l'Algérie pour l'avifaune aquatique : cas du Chott El-Hodna (wilaya de M'sila).  
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

**EMMANUELLE HELLIER ET SANDRINE VAUCELLE(2011)** Les utilisations de l'eau  
et leurs gestions

**François de Dardel, 2009.** L'analyse d'eau en détail.

**GAAGAI AISSAM (2009)** ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDROCHIMIQUE DU  
BASSIN VERSANT DU BARRAGE DE BABAR SUR OUED EL ARAB REGION EST DE

**GRID-Arenda(2005)** Proportion of population with improved drinking water supply in 2002.

**HABITOUCHE Abderrazak(2019)** MODELISATION NUMERIQUE DE L'EFFET DES

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Barrage> : article wikipedia .

<http://www.lesagencesdeleau.fr/> : portail des sites des agences de l'eau.

**Références bibliographiques.....**

---

---

<http://www.onema.fr/>: informations scientifiques et techniques sur l'état de l'eau et le fonctionnement des milieux aquatiques <http://www.barrages-cfbr.eu/> : site du Comité Français des Barrages et Réservoirs.

HUMAINS À L'EAU ET À L'ASSAINISSEMENT

INFILTRATIONS SUR LA STABILITE D'UN BARRAGE EN TERRE SITUE A MAGRA  
MEMOIRE DE MASTER UNIVERSITE MOHAMED EI-BABOU-ARRERIDJ

**Isabelle Jalliffier-Verne, 2015.** DÉBORDEMENTS D'ÉGOUTS UNITAIRES ET

**J. BENVENISTE** : Ma vérité sur la mémoire de l'eau Albin Michel, 2005

**J. COLLIN** : L'Eau le miracle oublié

**J. G. WATERSONA** Model Linking Water and Protein Structures - Biosystems, 1988.

**J. G. WATERSONA** role for water in cell structure – Biochem. J., 1987.

**J. JANET** : La dynamique de la vie

**J. L. CARADEAU** : Eaux Dynamisées Éditions Trajectoires, 2008

**J. P. GAREL** : Le bon à boire Ed. Sang de la Terre

Journal Water Pollution Control Federation,

K'sob. Mémoire d'ingénieur, Univ de Constantine,

Khemis Miliana

**L. LORENZEN** The Resonant Field Theory : What Is Resonant Water?" 1989, Tokyo, in Food Technology.

L'ALGERIE mémoire DE MAGISTÈRE EN HYDRAULIQUE UNIVERSITE DE BATNA

**LABORATOIRE DÉPARTEMENTAL D 'ANALYSES** Analyses Physico-chimiques des eaux

**Lagnika et al. J. Appl. Biosci. 2014.** Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè, Benin

**Landwehr J.M., Deininger R.A., 1976.** A comparison of several water quality indexes.

**Léo Heller** LES DIFFÉRENTS TYPES ET NIVEAUX DE SERVICES ET LES DROITS

**M. EMOTO** : Nombreux ouvrages montrant les photos de cristaux

**M. SCHIFF** : Un cas de censure dans la science

**Marco Pietteur, 2007** Un ouvrage de référence sur l'eau

**Mathieu Sebilo** Utilisation du traçage isotopique naturel pour caractériser et quantifier les processus de nitrification et de dénitrification à l'échelle du réseau hydrographique de la Seine.

**Références bibliographiques.....**

---

---

**Mohamed Zine BELHADJ (2017)** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda Thèse de Doctorat en sciences Université Mohamed Khider Biskra

**NOUR NOURI ET SAADI BADRA EL HOUDA** , inventaire floristique d'une station humide cas c'Ouad Soubella 2017, thèse de doctorat. Université du M'sila

**P. PETIT 2006:** L'eau dans la lumière

PROTECTION DES SOURCES D'EAU POTABLE : INTÉGRATION DES CHANGEMENTS GLOBAUX UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**RIYADH, BOUGUERRA.** Estimation de l'apport solide et cartographie de l'érosion hydrique dans la sous bassin versant du Soubella dans la région du Hodna 2019, thèse de doctorat, université Mohamed Boudiaf, M'sila .

**SCHWENK 2003 :** Le Chaos sensible Triades

**Seddiki. Ahmed et Khmissa. Mohamed,** "Analyse des effets d'infiltrations sur la stabilité des barrages en terre (cas de barrage Soubella, Commune de Magra, wilaya de M'sila)

*SOUTERRAINES DE L'AQUIFERE DE AIN DJASSER. EST ALGERIEN* Thèse de Doctorat en sciences

Taïba « SMBT » de la Wilaya d'Ain Defla Mémoire de Master Université Djilali Bounaâma UPMC 8640 "PASTEUR" Ecole Normale Supérieure, Paris

**Wassila Hallouche(2009)** Evolution des grands barrages en régions arides : quelques exemples algériens Article de recherche

**Y. OLIVAUX :** La nature de l'eau