



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche



UNIVERSITE ABBES LAGHROUR-KHENCHELA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

**MEMOIRE**

*Présenté pour l'obtention du diplôme de  
Master Académique*

**Domaine : Science de la Nature et de la Vie**

**Filière : Ecologie et Environnement**

**Option : Protection des écosystèmes**

***Thème***

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique  
des eaux de surface du barrage de BABAR wilaya de  
khenchela Est algérienne**

**Présenté par :**

**Bouali Sebti**

Soutenu le :07 Juillet 2019

**Devant le jury:**

Président: Mr. Larbaa

M.C.B.Université Abbas Laghrour Khenchela

Encadreur: Mme. MEZHOUD

M.A.A. Université Abbas Laghrour Khenchela

Examinatrice : Mme OUANES

M.A.A. Université Abbas Laghrour Khenchela

Promotion Juillet 2019

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donnée la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mme **MEZHOUD AMEL** mon encadreur, pour sa bienveillance, ces précieux conseils et ces encouragements incessants durant toute la période de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier très vivement **MmeLakhdari Soumia** qui nous acceptée notre invitation.

Je tiens à exprimer ma gratitude au **Mr LARBAA** l'université Abbess Laghrour Khenchela de m'avoir fait honneur de présider le jury de soutenance. Je remercie vivement **Mme OUANES**, à l'université Abbess Laghrour Khenchela d'avoir accepté de juger mon mémoire de master.

Un grand remerciement à mes professeurs de l'institut des sciences de la nature et de la vie et de mes professeurs de département d'écologie et l'environnement

J'adresse également mes plus vifs remerciements à tous mes collègues de promotion (master protection des écosystèmes 2019) pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Nos derniers remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère

**TOUTA** Que Dieu ait pitié d'elle

A mon cher père **SAID** qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements.

A mes frères : Abdelbaset, abdelaziz, raid, sajid

A mes sœurs : chahrazed, zerfa, soujoud

À mes chers frères, **Abedel basset, Abdelaziz, raid, Sajid** pour leur appui et leur encouragement.

À mes chères sœurs, **Chahrazed, zerfa, soujoud** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

Et à toute ma famille, qui me soutient dans le monde et ne les compte pas en faveur.

À tous mes amis : **Ouchenetarek, OuendjeliBrahim, AbdelkaderMohamed Cherif, HimeurSami, BoualiBachir, AchiHamza, Bakhouche Omaret** proches sans exception.

À mes professeurs estimés, à tous mes camarades et tous ceux qui m'estiment.

A tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Et dans ce dernier cas, je demande à Allah de faire de notre travail un avantage qui profite tous.

**Bouali Sebti**

# Tables des matières

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures et tableaux**

**Introduction**

## **Chapitre I : Généralité sur Les Eaux de Surface**

I .1.-Introduction .....	3
I .2. Les eaux de surface .....	3
I .2.1.Définition.....	3
I.2.2. L'origine .....	3
I.2.3..Les caractéristiques générales des eaux de surface .....	3
I.2.4. Les ressource en eaux superficielles .....	4
I.2.5. La potabilité des eaux de surface .....	5
I.3. Les principaux paramètres physico-chimiques et chimiques mesurables.....	5
I.3.1. Les Paramètres organoleptiques.....	5
I.3.1.1. La Turbidité.....	5
I.3.1.2. La Couleur .....	5
I.3.1.3. Le Goût et L'Odeur .....	6
I.3.2. Les Paramètres physiques .....	6
I.3.2.1. La Conductivité électrique .....	6
I.3.2.2. Le Potentiel d'hydrogène .....	7
I.3.2.3. Le Taux alcalimétrique complet .....	7
I.3.2.4. La dureté .....	7
I.3.2.5. Les Matières en suspensions (MES) .....	7
I.3.2.6. L'Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène .....	8
I.3.2.7. Le Résidu sec .....	8
I.3.2.8. Le potentiel redox (Eh) .....	8
I.3.2.9. La résistivité électrique.....	8

I.3.2.10. La Minéralisation globale.....	8
I.3.3. Les paramètres chimiques .....	9
I.3.3.1. Les Cations .....	9
I.3.3.1.1. Le Calcium .....	9
I.3.3.1.2. Le Magnésium .....	9
I.3.3.1.3. Le Sodium .....	9
I.3.3.1.4. Le Potassium.....	10
I.3.3.2 Les anions.....	10
I.3.3.2.1 Les Chlorures .....	10
I.3.3.2.2 Les sulfates.....	10
I.3.3.2.3. Les Nitrates.....	10
I.3.3.2.4. Les Nitrites .....	10
I.3.3.2.5. Les Phosphates .....	10
I.3.4. Les paramètres indésirables .....	11
I.3.4.1. Le Fer .....	11
I.3.4.2. Le Manganèse .....	11
I.3.4.3. Les Métaux lourds .....	11
I.3.5. La matière organique dans les eaux de surface .....	12
II. Généralité sur les barrages .....	12
II.1. L’Historique des barrages en Algérie.....	12
II.2. La Définition .....	13
II.3. Les Différents types de barrage .....	13
II.3.1. Le Barrage en béton.....	13
a. Le Barrage-poids .....	13
b. Les Barrages voûte .....	14
c. Les Barrages à contreforts .....	15
II.3.2. Les barrages en remblai .....	16
a. Les Barrages en enrochements.....	16
b. Les Barrages en terre.....	16

## CHAPITRE II: Matériel et méthodes

PARTIE I : Description de la zone d'étude (barrage de oued Charef).....	17
I.1. Description et localisation de la zone d'étude .....	17
I.1.1. Situation géographique .....	17
I.1.2. Le Cadre administratif .....	18
I.1.3. Cadre socio-économique .....	18
I.1.4. L'industrie et Agriculture.....	19
I.1.5. L'industrie et Agriculture.....	19
I.1.6. Le Climat .....	19
I.1.7. La Géomorphologie formé des bassins de la région .....	20
I.1.8. Le Réseau Hydrographique.....	20
a. Oueds permanents.....	21
b.Oued Temporaires. ....	22
I.2. Climatologie.....	22
I.2.1. Choix de la station référence.....	22
I.2.2. Les facteurs climatiques .....	22
I.2.2.1. Les précipitations .....	22
I.2.2.2. Les températures.....	25
I.2.2.3.Le vent .....	26
I.2.2.4.Le neige .....	27
a. Relation température-précipitation. ....	27
a.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS. ....	27
I.3. Barrage de Babar. ....	28
I.3.1. Caractéristique du barrage de Babar .....	32
Partie II : Partie expérimentale .....	32
II.1. Matériel et méthodes.....	32
II.1.1. Les Objectifs .....	32
II.1.2. Fréquence d'échantillonnage.....	33
A. Les méthodes d'étude pour les analyses physico-chimiques.....	33
A.1.L'échantillonnage.....	33

A.2. Le prélèvement.....	34
2.a . Le mode de prélèvement.....	34
2.b . Le transport et la conservation des échantillons.....	34
A.3. Les paramètres physico-chimiques analysés au terrain.....	35
3.a. Le mode opératoire de température.....	35
A.4. Les paramètres physico-chimiques analysés.....	35

### **CHAPITRE III: Résultats et discussions**

III. Résultats et discussions.....	37
3.1. Les Paramètres physiques.....	37
3.1.1. La température.....	37
3.1.2. La salinité (S‰).....	37
3.1.3. La conductivité électrique (CE).....	38
3.1.4. Le total des sels dissous (TDS).....	39
3.1.5. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	39
3.2. Les nutriments.....	40
3.2.1. L'azote.....	40
3.2.1.1. L'azote total (NT).....	40
3.2.1.2. L'azote total dissous (NTD).....	40
3.2.1.3. L'azote organique dissous (NOD).....	41
3.2.1.4. L'azote inorganique dissous (NID).....	41
3.2.1.5. L'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> ).....	42
3.2.1.6. L'azote nitreux (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	42
3.2.1.7. L'azote nitrique (NO <sub>3</sub> ).....	43
3.2.2. Le phosphore.....	44
3.2.2.1. Les ortho phosphates (PO <sub>4</sub> ).....	44
3.3. Les élément majeur.....	44
3.3.1. Les silicium (SiOH <sub>4</sub> ).....	44
3.3.2. Les sulfates (SO <sub>4</sub> ).....	45
3.3.3. Les chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	45

3.3.4 Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) .....	46
3.3.5. Le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) .....	47
3.3.6. Les carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) .....	47
3.4. Les éléments organiques .....	48
3.4.1. La Matière en suspensions .....	48
3.4.2. Le Résidu sec (RS) .....	49
3.4.3. Le carbone organique particulaire (COP) .....	49

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

# Liste des figures

N°	Titres	Page
01	Les différents types de barrage en béton	13
02	Barrage poids à contreforts de Plan d'Amont (Aussois)	14
03	: Exemple d'un Barrage voûte (barrage de St-Pierre Cognet)	15
04	Barrage à contre fort (Grandval)	15
05	Les différents types de barrage en remblai	16
06	Carte administrative de la wilaya de Khenchela.	17
07	Carte de réseau hydrographique de la wilaya de Khenchela (d'après D.H.W ,2008)	21
08	Précipitation moyenne mensuelle pour une période de 10ans (1994-2013).	24
09	Précipitation moyenne annuelle pour une période de 10 ans (2008/2018).	24
10	Température moyenne mensuelle pour une période de 10 ans (2008/2018).	25
11	la vitesse moyenne des vents (m/s) durant la période de 10 ans (2008/2018)	26
12	Diagramme Ombrothèrmique de la station d'ElHamma (2008/2018)	27
13	localité du site d'échantillonnage	28
14	Situation géographique du barrage de Babar (wilaya de Khenchela)	29
15	Variation spatiotemporelle de la température des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (°C) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.	37
16	Variation spatiotemporelle de la salinité des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en ( <b>Psu ou g. l<sup>-1</sup></b> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.	38
17	Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique (CE) des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en ( <b>µs. cm<sup>-2</sup></b> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.	38
18	Variation spatiotemporelle des total des sels dissous des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (mg. l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.	39
19	<b>Figure 19</b> : Variation spatiotemporelle des potentiels d'hydrogène (pH) des eaux de surface du Barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (mg. l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril)2019	39
20	Variation spatiotemporelle des teneurs en azote total (NT) des eaux de surface du barrage de Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	40
21	Variation spatiotemporelle des teneurs en azote total dissous (NTD) des eaux de surface du barrage de Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-	41

## Liste des figures

	avril) 2019	
<b>22</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en azote organique dissous (NOD) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>41</b>
<b>23</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote inorganique dissous (NID) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>42</b>
<b>24</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>42</b>
<b>25</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote nitreux (NO <sub>2</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>43</b>
<b>26</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote nitrique (NO <sub>3</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>43</b>
<b>27</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en ortho phosphates (PO <sub>4</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>44</b>
<b>28</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en en silicates (SiOH <sub>4</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>45</b>
<b>29</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en phosphore minéral (SO <sub>4</sub> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>45</b>
<b>30</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en chlorures (Cl <sup>-</sup> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>46</b>
<b>31</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en calcium (Ca <sup>2+</sup> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>46</b>
<b>32</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en magnésium (Mg <sup>+2</sup> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>47</b>
<b>33</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs en carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>48</b>
<b>34</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs de Maitres en suspensions (MES) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>48</b>
<b>35</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs de Résidu sec (RS) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019	<b>49</b>
<b>36</b>	Variation spatiotemporelle des teneurs de carbone organique particulaire (COP)des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l <sup>-1</sup> ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.	<b>50</b>

# Liste des tableaux

N°	Titres	Page
01	Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface	4
02	Rapport entre la conductivité et la minéralisation	6
03	Qualité de l'eau en fonction de la valeur du TH	7
04	Valeurs du facteur permettant d'évaluer la minéralisation globale d'une eau à partir de la conductivité	9
05	Division administrative de la Wilaya de Khenchela	18
06	Les coordonnées de station météorologique	22
07	répartition des précipitations mensuelles et saisonnières (en mm) dans la station d'El Hamma (2008/2018).	23
08	Précipitations moyennes mensuelles à la station d'El Hamma(2008/2018)	23
09	Températures moyennes mensuelles à la station d'El Hamma (2008/2018)	25
10	température moyenne Max et Min station d'El Hamma (2008-2018)	26
11	la vitesse moyenne des vents (m/s) durant la periode de 10 ans (2008/2018)	26
12	nombre des jours de chute de neige (2018)	27
13	Principales caractéristiques du barrage Babar (W .Khenchela)	32
14	Les différents Stations d'études du barrage Babar exprimée par des cordonnées GPS	33
15	Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques	36

## *Liste des abréviations (acronymes)*

<b>ABH</b>	Agence du Bassin Hydrographique
<b>ADE</b>	Algérienne Des Eaux
<b>ADN</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>ADEME</b>	Agence De l'Environnement de Maîtrise de l'Energie
<b>ANBT</b>	Agence Nationale du Barrage et Transfert
<b>ANRH</b>	Agence Nationale des Hydraulique Ressources
<b>C°</b>	Degré Celsius
<b>Cm</b>	Centimètre
<b>CE</b>	Conductivité électrique
<b>Cl-</b>	Chlorure
<b>COP</b>	Carbone Organique Particulaire.
<b>DBO5</b>	Demande biochimique en oxygène.
<b>EDTA</b>	sel sodique à double substitution de l'acide Ethylène Diamine Tétra Acétique
<b>Fig</b>	Figure
<b>K°</b>	Kalven
<b>Km 2</b>	Kilomètre carré
<b>L</b>	Litre
<b>M</b>	Mitre
<b>m/s</b>	Mètre par second
<b>MES</b>	Matières En Suspension
<b>Mg .l-1</b>	Milligramme par litre
<b>ml</b>	Millilitre
<b>Mm</b>	Millimètre
<b>Mg</b>	Milligramme
<b>N</b>	Azote
<b>NT</b>	Azote Totale

<b>NTD</b>	Azote Totale Dissous
<b>NOD</b>	Azote Organique Dissous
<b>NID</b>	Azote inorganique dissous
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Ammonium
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	Nitrate
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	Nitrite
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de Santé
<b>ONM</b>	Office Nationale de la Météo
<b>P</b>	Précipitation
<b>PT</b>	phosphore total
<b>PTD</b>	phosphore total dissous
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène.
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	Ortho-Phosphate
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	Poly-Phosphate
<b>PSU</b>	PracticalSalinity Unit.
<b>Q2</b>	Quotient d'Emberger
<b>S</b>	Salinité
<b>Si</b>	Silicium réactif dissous
<b>SEQ</b>	Systèmes d'Évaluation de la Qualité

# **INTRODUCTION**

### INTRODUCTION GENERALE

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs, les étangs à cause de leurs utilisations multiples, ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines: pour les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, pour les activités agricoles et halieutiques et pour les activités industrielles (**Gleick, 1993 et Costanza et al. 1997**).

La pollution de cette ressource représente un problème majeur. En effet les ressources en eau contiennent souvent des excès de nitrates, de phosphore, de matières organiques, d'hydrocarbures, de produits phytosanitaires et de métaux lourds qui doivent être mieux contrôlés car ils peuvent avoir des conséquences néfastes sur la qualité de vie des milieux aquatiques. Elles contiennent aussi des charges microbiennes élevées qui peuvent être pathogènes engendrant des problèmes graves pour l'environnement et par la santé publique (**Gérard, 1999**).

L'étude de paramètres physico-chimiques est plus importante pour la dynamique des milieux aquatiques, les facteurs physico-chimiques d'eau et les agents atmosphériques et la possibilité d'eau pour la solubilité des quantités d O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> donne des conditions très favorables pour la croissance des êtres vivants dans le milieu aquatique telle que le phytoplancton. (**Salhi, 2006**)

L'eau est une ressource naturelle indispensable à la vie dans tout écosystème. Le maintien de sa qualité est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus important et ce tant du point de vue quantitatif que qualitatif (**Haouchine, 2011**).

Les eaux souterraines représentent 97% des eaux douces continentales liquides (**Bosca, 2002**) et l'homme dépend, dans plusieurs régions du globe, de l'existence et de la qualité de cette ressource limitée et fragile : 75 à 90 % de la population mondiale utilise une eau d'origine souterraine. (**Danielopolet al., 2004**).

Les écosystèmes d'eau courante se présentent sous la forme de systèmes hiérarchisés. Chaque niveau y agit comme un "filtre" vis-à-vis des espèces en fonction de leurs aptitudes écologiques et de leurs caractéristiques biologiques (**Poff, 1997**). Une espèce, pour être présente en un certain point (échelle locale), doit présenter toutes les caractéristiques nécessaires pour passer les filtres des échelles supérieures correspondant aux régions, bassins, Vallées et faciès.

C'est dans cette optique que nous avons abordé cette étude lors de trois campagnes de suivi

durant la période Printemps 2019 qui a pour objectifs :

- ✓ La mesure des paramètres physicochimiques de l'eau de Barrage. Et estimation des paramètres de pollution des eaux de barrage de Babar
- ✓ Avoir une idée sur l'état la qualité des eaux du barrage

Le présent manuscrit de notre modeste travail est structuré en trois parties sous forme de chapitre :

**Le Chapitre I** Une synthèse bibliographique, elle consacré à la présentation générale de les eaux de surfaces, ainsi que des différents paramètres que peuvent avoir une influence sur ce dernier.

**Le Chapitre II** exprime la description générale du site d'étude et décrira les principes, les méthodes et les protocoles utilisés dans ce travail.

**Le Chapitre III** présente les résultats et leurs interprétations pour l'ensemble des paramètres de la pollution mesurées et analysée au sein de notre période de suivi.

**La Conclusion** une synthèse récapitulative de l'essentiel des résultats capitalisés à l'issue de cette étude ainsi quelques perspectives et suggestions.

# **Chapitre *I* :**

## **I.1-Introduction**

Une eau de surface est un milieu très dilué et complexe, contenant des matières minérales et organiques diverses en suspension ou en solution. Les matières dissoutes et colloïdales constituent à elles seules 60 à 80% de la charge organique d'une eau : à côté des argiles et des hydroxydes métalliques, on trouve des acides humiques, fulviques, lignosulfoniques(**Hama et Handa, 1983**). Cette composition de l'eau que nous venons de décrire brièvement n'est pas stable mais varie qualitativement et quantitativement dans l'espace et dans le temps.

## **I.2 Les eaux de surface**

### **I.2.1.Définition**

L'eau de surface précise qu'une eau, telle que le ruissellement, qui reste à la surface du sol et qui peut être stockée en étangs ou autres ouvrages de retenue. Elle résume la collecte de l'eau souterraine ou d'eau atmosphérique. (**Guay et Rossel ,2003**).

### **I.2.2. L'origine**

Elles sont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit de ruissellement. Ces eaux se ressemblent en cours d'eau, caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (Lacs) ou artificielles (retenues, barrages), caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjours appréciable (**Monod, 1989**)

### **I.2.3. Les caractéristiques générales des eaux de surface**

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Par échange à la surface eau-atmosphère, ces eaux se chargent en gaz dissous (oxygène, Azote, gaz carbonique).concentration importante en matière en suspension, tout au moins pour les eaux courantes.

- ❖ La Présence de matière organique d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux vivant à la surface du bassin versant ou dans la rivière .
- ❖ La Présence de plancton : Les eaux de surface sont le siège d'un développement important de phytoplancton.
- ❖ La Variation journalières (différence de température, d'ensoleillement) au saisonnières : variation climatiques (température, fonte des neiges) de végétation (chute des

feuilles) .Dans les retenues d'eau de surface, la qualité de l'eau varie de la surface de l'eau jusqu'au fond de la retenue (O<sub>2</sub>, Fe, Mn, Oxydabilité et Plancton).

- ❖ La Pollution organique conduisant souvent à l'eutrophisation des eaux. (**Monod, 1994**).

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère en mouvement et une vitesse de circulation appréciable, (Tab.01) elles peuvent se trouver stockées en réservoirs naturelles (étang, lac) ou artificielles (retenues, barrage) (**vilagineuse, 2003**).

**Tableau 01** : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface D'après (**Monde ,1989**).

•Caractéristique	Eaux de surface
Température	Variable suivant saisons
Turbidité, matières en suspension(MES).	Variable, parfois élevée
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues) sauf dans Les eaux très douces et acides (acides humiques)
Minéralisation totale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets liquides.
Oxygène dissous(O <sub>2</sub> )	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluée
Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Présent seulement dans les eaux polluées
Azote nitrique « Nitrate » NO <sub>3</sub> )	Peu abondante en général
Silice (SiOH <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	Teneur en général modérée
Organismes vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, Plancton (animal et végétal)
Le fer (Fe) et le manganèse (Mn) Divalents (à l'état dissous)	Généralement absent, sauf en profondeur des plans d'eau en état d'eutrophisation

#### I.2.4. Les ressource en eaux superficielles

Outre leur faible quantité, les ressources hydriques superficielles sont soumises à des contraintes liées à la nature des terrains et à la fréquence des précipitations. Durant les

périodes de pluies, les oueds qui drainent généralement des régions de collines et de quantités de boues. Il en résulte avec le ruissellement d'eau de pluie qui génère une érosion sévère des sols, un envasement rapide des barrages (**Monod, 1994**).

#### **I.2.4. La potabilité des eaux de surface**

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (Ph, taux de calcium,...) (**Encyclopédie médical, 1997**).

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (**Hubert et Marin, 2001**).

### **I.3 .Les principaux paramètres physico-chimiques et chimiques mesurables**

#### **I.3.1.Les Paramètres organoleptiques**

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la turbidité (inverse de la transparence). Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution.

##### **I.3.1.1.La Turbidité**

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (**Rejsek, 2002**)

##### **I.3.1.2.La Couleur**

Une eau pure observée avec une faible épaisseur semble transparente à l'œil. Par contre, observée avec une profondeur de plusieurs mètres, elle a une couleur bleu clair. Ceci s'explique par une absorption de certaines longueurs d'ondes de la lumière.

Les molécules à la base de la coloration peuvent interférer avec les procédés de traitement des eaux (ex : substances minérales interférants avec procédé d'échangeur ionique). La couleur d'une eau est un paramètre réglementé pour les eaux destinées à la consommation humaine. Les normes distinguent 2 types de couleur d'eau (**SquilbinetYourassowsky, 2005**)

-La couleur apparente est la couleur due aux MES (particules solides dont la taille est >10 µm dispersées dans l'eau) ;

-La couleur vraie est la couleur due aux substances dissoutes.

Les normes proposent deux techniques pour analyser la couleur d'une eau:

- ❖ Une technique rapide, utilisable sur le terrain qui permet de déterminer la couleur apparente d'une eau.
- ❖ Une technique en laboratoire, qui permet de déterminer la couleur vraie d'une eau.

### **I.3.1.3.Le Goût et L'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**).

## **I.3.2. Les Paramètres physiques**

### **I.3.2.1.La Conductivité électrique**

La conductivité, caractéristique physico-chimique de l'eau liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Les matières organiques et colloïdes ne présentent qu'une faible conductivité. Elle varie avec la température.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. La conductivité électrique s'exprime en micro siemens/cm.

La mesure de la conductivité permet d'avoir très rapidement une idée sur la concentration des sels dissous dans l'eau. (Tab.02) Une conductivité élevée traduit soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée (**Rodier, 2009 ; Rejsek, 2002**).

**Tableau02:**Rapport entre la conductivité et la minéralisation (**Rodier, 2009**).

<b>Conductivité</b>	<b>Minéralisation</b>
0 – 100 mS/cm	Minéralisation très faible
100 – 200 mS/cm	Minéralisation faible
200 – 333 mS/cm	Minéralisation moyenne accentuée
333 – 666 mS/cm	Minéralisation accentuée
666 – 1 000 mS/cm	Minéralisation importante
> 1 000 mS/cm	Minéralisation élevée

### I.3.2.2. Le Potentiel d'hydrogène

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique, Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (IBGE, 2005). On admet généralement qu'un pH naturel situé entre 6,5 et 8,5 caractérise des eaux où la vie se développe de manière optimale.

### I.3.2.3. Le Taux alcalimétrique complet

Le taux alcalimétrique complet traduit l'alcalinité d'une eau. Il permet de connaître la quantité d'hydroxydes, de carbonates ou, d'hydrogencarbonates. La connaissance de la valeur de ce paramètre est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau. Le TAC d'une eau potable ne doit pas être inférieur à 2,5° F (Rodier, 2009).

### I.3.2.4. La dureté

On appelle dureté totale d'une eau ou titre hydrotimétrique totale (TH) la somme des concentrations en  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  (dureté calcique et dureté magnésienne). (Tab.03) Souvent méthode complexométrique à l'EDTA. La dureté s'exprime en ppm (ou mg/L) de  $CaCO_3$  ou en degré français (symbole °F). 1 degré français correspond à 10<sup>-4</sup> mol/l de calcium ou /et de magnésium. (Squilbin et Yourassowsky, 2005).

**Tableau03** : Qualité de l'eau en fonction de la valeur du TH (ADE, 2005).

Eau	Eau douce	Eau calcaire	Eau dure
TH (°F)	0 à 15	15 à 25	Au-delà de 25

### I.3.2.5. Les Matières en suspensions (MES)

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. 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. (Squilbin et Yourassowsky, 2005).

#### **I.3.2.6.L'Oxygène dissous (OD) et % de saturation en oxygène**

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière. Cette concentration en oxygène dissous est également fonction de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. **(Squilbin et Yourassowsky, 2005).**

#### **I.3.2.7.Le Résidu sec**

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l. **(Berne et Jean, 1991).**

#### **I.3.2.8. Le potentiel redox (Eh)**

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. Dans les eaux naturelles, des comparaisons relatives de l'évolution du potentiel redox peuvent être utiles pour suivre les degrés de changement du système aquatique. Le potentiel redox se mesure en mV **(IBGE, 2005).**

#### **I.3.2.9. La résistivité électrique**

La résistivité est l'inverse de la conductivité et permet de mesurer la minéralisation globale de l'eau **(Coinl, 1981).**

#### **I.3.2.10.LaMinéralisation globale**

La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que carbonates, bicarbonates, chlorures, sulfates, calcium, sodium, potassium, magnésium. Une minéralisation excessive donne un goût salé et peut avoir des effets laxatifs **(Bonnin, 1982).**

**Tableau04** : Valeurs du facteur permettant d'évaluer la minéralisation globale d'une eau à partir de la conductivité (**Rodier, 2009**).

Conductivité $\mu\text{S/cm}$	Minéralisation $\text{Mg/l}$
$c < 50$	1,365079.c
$50 < c < 166$	0,947658.c
$166 < c < 333$	0,769574.c
$333 < c < 833$	0,715920.c
$833 < c < 10\ 000$	0,758544.c
$c > 10\ 000$	0,850432.c

### **I.3.3. Les paramètres chimiques**

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » (**Catherine, 2009**).

#### **I.3.3.1. Les Cations**

##### **I.3.3.1.1. Le Calcium**

Dans l'organisme, le calcium de l'eau est peu absorbé, l'apport en calcium nécessaire à l'organisme est surtout apporté par l'alimentation : lait viande poisson, légumes verts. Dans l'eau, le calcium est un composant majeur de la dureté (**Besbes, 2000**).

##### **I.3.3.1.2. Le Magnésium**

C'est aussi un élément de la dureté de l'eau dont la teneur dépend des terrains traversés. Indispensable pour la croissance, il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les synthèses enzymatiques et hormonales. Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc le magnésium n'est pas utilisé comme indicateur de stress lié à la pollution. Son apport journalier nécessaire à l'adulte est de 200 à 300mg. Toutefois, à partir de certaines teneurs, il donne à l'eau une amertume désagréable (**Rodier, 1975**).

##### **I.3.3.1.3. Le Sodium**

Le sodium est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région du globe une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant du chlorure de sodium et de la décomposition des sels minéraux (**Besbes, 2000**).

Dans l'organisme, le sodium assure un équilibre entre les différents compartiments cellulaires, sous l'influence du métabolisme de régulation endocrinien et cardio-vasculaire.

Les corrélations entre la consommation journalière du sodium par l'homme et l'hypertension artérielle ont été démontrées (**Besbes, 2010**).

#### **I.3.3.1.4.Le Potassium**

Le potassium se trouve dans la croûte terrestre surtout dans les roches ignées (granite, rhyolite, syénite). Il est à peu près constant dans les eaux naturelles (10 à 15 mg/L) et n'a pas d'effet sur la santé des populations. Certains rejets industriels (mines de potasse) et d'usines d'engrais peuvent entraîner des quantités de potassium relativement importantes dans l'eau (**Rodier, 1975**).

#### **I.3.3.2.Les anions**

##### **I.3.3.2.1.Les Chlorures**

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieure à 25 mg/L, mais dans certaines régions, la traversée de marnes salifères peut conduire à des teneurs exceptionnelles de 1 000 mg/l (**Rodier, 2009**).

##### **I.3.3.2.2.Les Sulfates**

La teneur en sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dans l'eau est liée aux composés alcalins de la minéralisation. Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux (**Besbes, 2010**).

##### **I.3.3.2.3 .Les Nitrates**

Les nitrates  $\text{NO}_3^-$  présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schuddeboom, 1993**).

Les valeurs limitent des nitrates dans l'eau, varient de 25mg/l (CEE) à 50 mg/l(OMS) et (NA) (**Bouziani, 2000**).

##### **I.3.3.2.4.Les Nitrites**

Les nitrites  $\text{NO}_2^-$  proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites (Supérieur à 1 mg/l d'eau).

##### **I.3.3.2.5.Les Phosphates**

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

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

Concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l (**Tardat, 1992**).

#### **I.3.4. Les paramètres indésirables**

Sont dites indésirables certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût et odeur (matières organiques, phénols, fer...), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor...). On surveille donc prioritairement la contamination des eaux par des matières organiques (mesurée par l'oxydabilité au permanganate de potassium), la concentration en ammonium, la présence de nitrites et de nitrates et la concentration en fer (**Lounnas, 2009**).

##### **I.3.4.1.Le Fer**

Dans l'eau, il peut provenir, des terrains où se trouve l'eau, de rejets industriels, de la corrosion des conduites non protégées, des réactifs utilisés pour la production d'eau potable (**Rejsek, 2002**).

##### **I.3.4.2.Le Manganèse**

Le Manganèse est un élément existant dans la nature notamment dans les sols. La métallurgie, l'industrie électrique, l'industrie du verre et de la céramique, l'industrie chimique et pétrolière en sont les principaux utilisateurs. Dans l'eau, le manganèse se retrouve à l'état dissous, en suspension, ou sous forme de complexes, mais jamais à l'état libre. Son élimination dans l'eau est délicate. Elle fait appel à des traitements d'oxydation, suivis d'une filtration sur sable (**Rejsek, 2002**).

##### **I.3.4.3.Les Métaux lourds**

Le suivi des concentrations en métaux lourds (densité  $> 5 \text{ g/cm}^3$ ) est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation le long des chaînes alimentaires. Contrairement aux polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement.

Les concentrations en cuivre, nickel, chrome, plomb, zinc, cadmium, arsenic, cyanure, mercure, antimoine et sélénium, sont régulièrement mesurées. (**Squilbin et Yourassowsky, 2005**).

### **I.3.5. La matière organique dans les eaux de surface**

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration.

Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ) en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (**Berne et Jean, 1991**).

Selon la classification de « Rodier, 2009 »:

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

## **II. Généralités sur les barrages**

### **II.1. Historique des barrages en Algérie**

A l'indépendance (1962), le pays hérite de 17 barrages construits par la colonisation, dotés d'une capacité de stockage modeste (864 hm<sup>3</sup> au total) (**Arrus, 1985**). Du fait de l'envasement rapide, ces retenues ont beaucoup perdu de leur capacité initiale, à raison de 2 à 3 % par an en moyenne (**Remini, 2001**).

La construction de barrages a été relancée au début des années 1980, pour faire face aux tensions aiguës sur l'eau, entre la ville, l'industrie et l'agriculture. Après les interruptions de chantiers de barrages le long des années 1990 (crise sécuritaire et financière), l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT), a soutenu l'effort de réalisation pour ramener la capacité de stockage à 5,8 km<sup>3</sup>, et le volume régularisé annuel à environ 3 km<sup>3</sup> (situation de 2007). Avec la mise en eau et le parachèvement en cours de 13 barrages (dont 8 faisant partie intégrante des systèmes de transfert), la capacité installée est en voie de totaliser 6,6 km<sup>3</sup> permettant d'assurer un volume régularisé annuel de l'ordre de 4 km<sup>3</sup>. Au titre du Plan quinquennal (2010-2014), 19 nouveaux barrages sont en voie de lancement. Le volume régularisé global escompté est de 5 km<sup>3</sup> par an (soit la moitié de l'apport total des oueds), pour une capacité installée de l'ordre de 10 km<sup>3</sup>. Il s'agit d'un seuil maximum de mobilisation, compte tenu des contraintes technico-économiques liées aux sites de barrages. (**Mebarki, 2010**).

## II.2. La Définition

Un barrage est un ouvrage d'Art placé en travers d'un cours d'eau, destiné à retenir et stocker de l'eau ou à la dériver.

Les barrages peuvent être classés en deux groupes :

- Les barrages rigides, en béton ou en maçonnerie,
- Les barrages souples, en enrochement ou en terre,

Les premiers font l'objet de nombreuses méthodes de calcul basées sur la résistance des matériaux et la théorie de l'élasticité notamment.

Les seconds, et surtout les barrages en terre, sont un des principaux champs d'application de la mécanique des sols. (Durand, 1999).

## II.3. Les Différents types de barrage

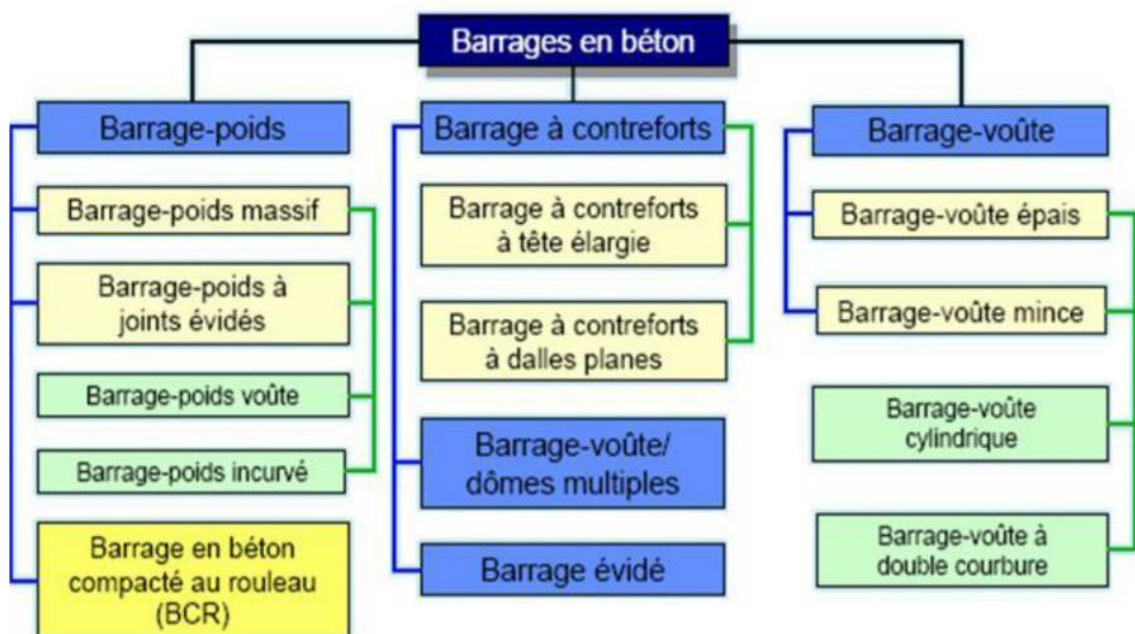


Figure01 : Les différents types de barrage en béton

### II.3.1. Le Barrage en béton

Les barrages en béton se partagent en trois groupes [1] (Figure 01)

#### a. Le Barrage-poids

Les barrages poids en béton sont très proches mécaniquement des barrages en maçonnerie. Seul le poids en effet résiste, à la poussée hydrostatique, à la poussée des sédiments et aux sous-pressions. Celles-ci ont une action déstabilisatrice très importante et il conviendra de les diminuer à l'aide de dispositifs tels que rideaux d'injection et galeries de

drainage. Quoi qu'il en soit, le calcul de l'ouvrage, par ailleurs peu complexe, devra les prendre Soigneusement en compte (Djmili, L. 2006).



**Figure02** : Barrage poids à contreforts de Plan d'Amont (Aussois)

### **b.Les Barragesvoûte**

Il est généralement en béton dont la forme courbe permet le report des efforts de poussée de l'eau sur les rives rocheuses de la vallée [1].

Ce type de barrage convient bien lorsque la topographie permet de fermer la vallée par une forme arquée de longueur réduite (figure 02).

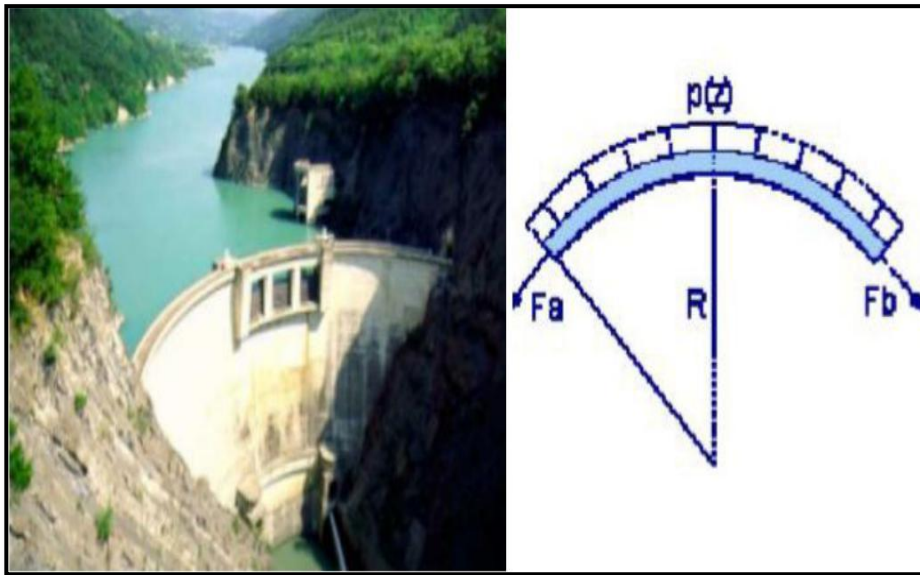
Les barrages-voutes sont en effet peu employés pour les retenues de petite hauteur. Les conditions pour adopter une telle solution sont par ailleurs assez strictes. Nous n'envisageons en effet la construction d'un barrage-voûte que lorsque la vallée est étroite et rocheuse.

La qualité mécanique de la fondation est à vérifier scrupuleusement. Sa rigidité doit être suffisante pour que les arcs trouvent leurs appuis en première approximation, nous devons nous assurer que le module de déformation du rocher dépasse 4 ou 5 GPa. Mais elle devra également ne pas se rompre sous l'effet des contraintes élevées transmises par la voûte.

Le choix d'un barrage-voûte est donc à réserver à des situations géomorphologiques bien particulières (figure 03).

Cependant, lorsqu'elles sont réunies, c'est une solution qui peut être économiquement viable en regard des quantités de matériaux nécessaires à la réalisation d'un ouvrage poids [1].

En outre, face aux incertitudes hydrologiques, ce type de construction supporte bien des submersions.



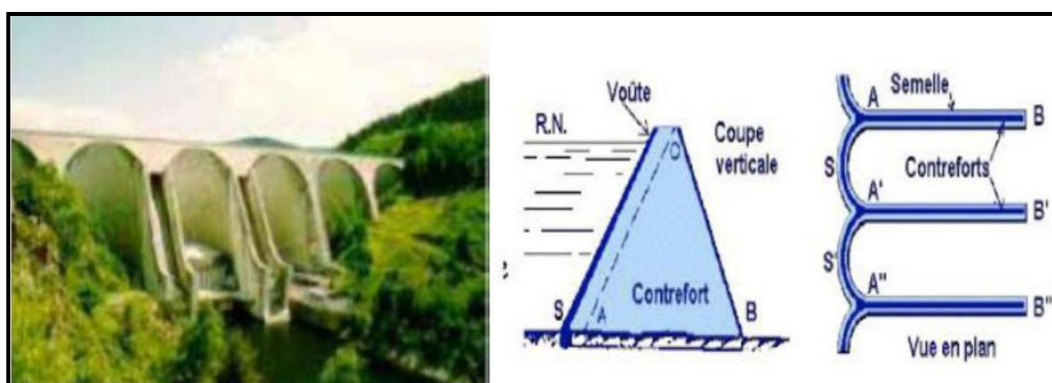
**Figure03** : Exemple d'un Barrage voûte (barrage de St-Pierre Cognet)

### C .Les Barrages à contreforts

Il est constitué :

- D'une série de murs parallèles, généralement de forme triangulaire, plus ou moins épais et plus ou moins espacés (les contreforts) ;
- D'une bouchure entre les contreforts transmettant à ceux-ci la poussée de l'eau. Il est bien adapté aux larges avec une fondation rocheuse de bonne qualité.

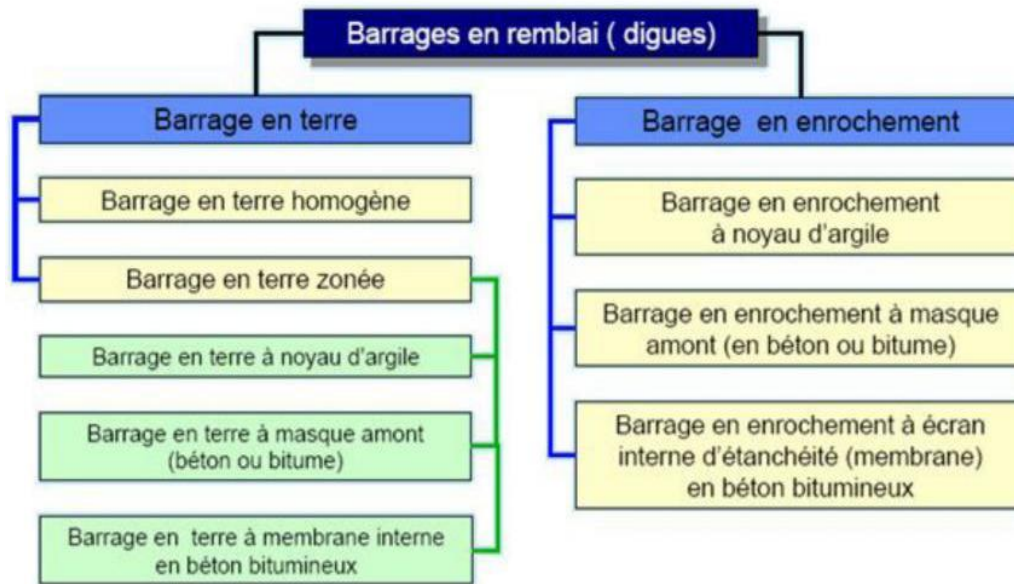
Ils sont composés d'un voile en béton armé et d'une série de contreforts destinés à reprendre la poussée de l'eau et à la transmettre à la fondation (**Durand, 1999**).



**Figure04** : Barrage à contre fort (Grandval)

### II.3.2. Les barrages en remblai

Les barrages en remblai se partagent en deux groupes :



**Figure05:** Les différents types de barrage en remblai(Durand, 1999).

#### a. Les Barrages en enrochements

Un barrage en enrochement n'est pas autre chose qu'un tas de cailloux à grande échelle, qui résiste par sa masse aux efforts auxquels il est soumis (Djmili, 2006).

#### b. Les Barrages en terre

Les barrages en terre peuvent être constitués par des matériaux de caractéristiques divers, à la différence des barrages en béton ou même en enrochement dont les matériaux constitutifs restent contenus dans des fourchettes beaucoup plus étroites (Djmili, 2006).

# **Chapitre *II* :**

## **Matériel et méthodes**

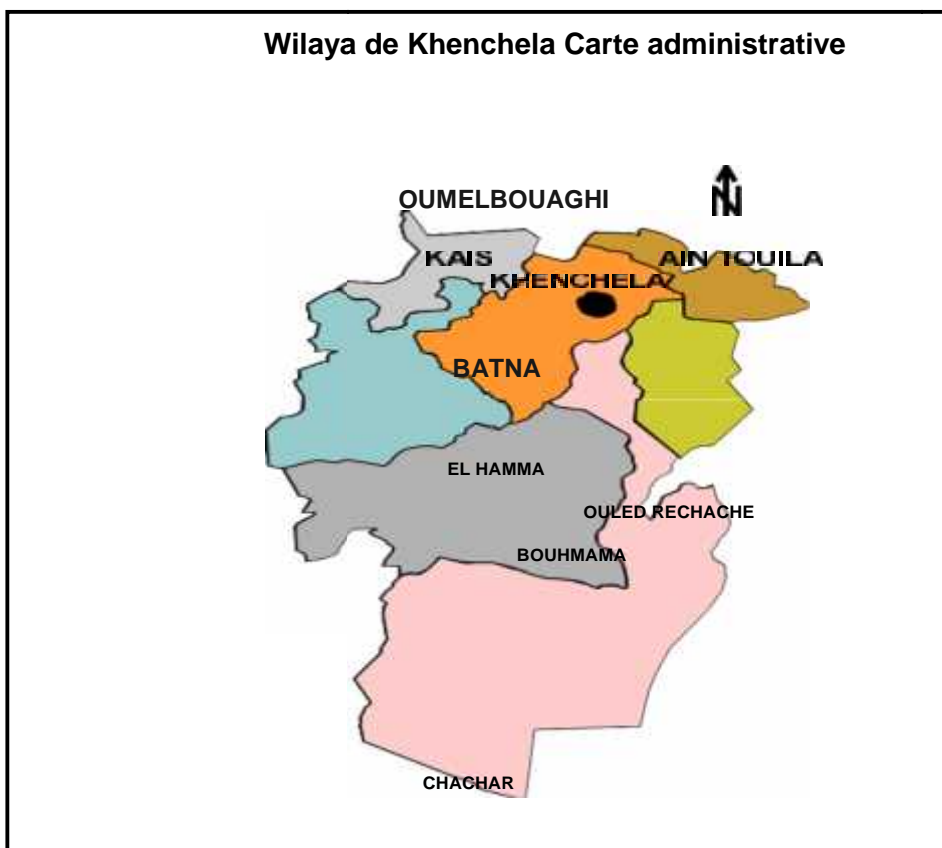
**PARTIE I : Description de la zone d'étude (barrage Babar)**

**I .1.Description et localisation de la zone d'étude**

**I.1.1. Situation géographique**

La région de Khenchela est située à l'Est à l'extrémité du massif des Aurès à 120 Km au S.E de Constantine.Et confine avec les wilayas de:

- Au Nord par la wilaya d'Oumel Bouaghi ;
- Au Nord-West par la wilaya deBatna ;
- Au Sud-West par la wilaya deBiskra ;
- A l'Est par la wilaya deTebessa ;
- Au Sud par la wilaya d'ElOued.



**Figure 06:**Carte administrative de la wilaya de Khenchela. (Bouafia ; 2015)

### **I.1.2. Le Cadre administratif**

Actuellement le territoire de la wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit Daïra (dont 05 Daïra créées en 1990).

**Tableau 05:** Division administrative de la Wilaya de Khenchela.

<b>Daïra</b>	<b>Communes</b>
Khenchela	Khenchela
El-Hamma	EL-Hamma, N'sigha, Tamza, Baghai
Ain-Touila	Ain-Touila, M'Toussa
Kais	Kais, Taouzient, R'Mila
Bouhmama	Bouhmama, Chelia, M'Sara, Yabous
Babar	Babar
Chechar	Chechar, djellal, Kheirane, Ouldja
O-Rechache	Ouled Rechache, Mahmel

### **I.1.3. Cadre socio-économique**

La région de Khenchela a été depuis toujours une zone à vocation agro-sylvo-pastorale l'activité principale au niveau de la région demeure l'agriculture avec une superficie de 231 768ha. Les terres à haute valeurs agricole sont de 39 000 ha, les terres improductives sont de 150 155 ha (terres improductives 78 900 ha, terres urbanisés 7 236 ha).

Le secteur de l'industrie est faiblement représenté dans la wilaya. Il se constitue de deux unités de production de secteur public et trente et un de la petite et moyenne entreprise privée.

La population de la wilaya a évolué au rythme de la croissance nationale, avec une population estimée à 384 268 habitants en 2008, dont 30% en milieu rurale. **(Bouafia, 2015)**

#### **I.1.4.L'industrie et Agriculture**

Pour l'industrie le secteur est faiblement représenté et les entreprises publiques sont quasiment inexistantes, le recensement fait état de 04 entreprises publiques dont 02 seulement en activité et 30 unités privées dont 16 en activité avec 766 emplois.

Le secteur de l'agriculture est considéré comme étant la principale activité économique de la wilaya. la superficie agricole utile représente 232.395 has soit 24.10% de la superficie agricole totale de la wilaya, la superficie irriguée est de 196.104 ,l'arboriculture est prédominante se propage au niveau de la zone des Hauts- plateaux et des plaines, la production arboricole connaît une nette évolution due au programme de reconversion de la céréaliculture en arboriculture fruitière.( **Bouafia , 2015**)

Le potentiel de développement dans ce secteur se situe dans :

- L'élevage ovin et bovin.
- Les petits élevages.
- L'aliment de bétail.
- L'arboriculture.
- Les pépinières agricoles.

#### **I.1.5. L'industrie et Agriculture**

Le couvert végétal présente des variations liées à des facteurs écologiques, les hautes plaines (de Kais et de Baghai) on a composée de trois strates : arbres, arbustes et plantes pérennes, La végétation varie selon les différentes régions naturelles. Ainsi au niveau des hautes plaines du nord, on rencontre essentiellement des types de végétation basse, armoise ou Chih (*Artemisia Helba*), Guetaf (*Atriplex*), Salsola, Jujubier(*Zizyphus*).

La zone centrale peut être divisée en deux parties : la partie ouest boisée et la partie est (monts des Nementcha) a forêt dégradée, parmi les espèces rencontrées, en plus de la strate arbre (Pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert, Pin noir, Cyprès, Frêne), on rencontre également l'Alfa, l'Armoise, Jujubier, Genévrier de Phénicie.

Dans la région sud, formée par les parcours steppiques et sahariens, les principales espèces rencontrées sont: Tarfa (*Tamarix*), Ratama, Salsola, Accacia, Guetaf (*Atriplex*) et Sparth.

#### **I.1.6. Le Climat**

La région de Khenchela se spécifie par un climat continental, chaud et sec en été froid et pluvieux en hiver. La moyenne de la pluviométrie au nord se situe entre 400 et 600 mm /an, temps que la moyenne au sud est de 200 mm / an, les régions montagneuses sont

couvertes de neige en hiver, on a caractérisé cinq sous étage bioclimatique :

- **Semi- aride inferieur:** de 350 mm à 450 mm, est composé d'une zone naturelle au nord-ouestmontagneux.
- **Aride supérieur:** à partir de 250 mm à 350 mm, représentée par les hautes plaines du nord de fèves habituellement occupé avec un faible rendement, avec des inclinaiis d'adaptation des systèmes deproduction.
- **Aride moyen:** de 200 mm à 300 mm dans la région montagneuse, représentée par centrale (monts des Nememecha), a vocation steppique.
- **Aride inférieur:** de 100 mm à 200 mm est composé de la région présaharienne ou dominant les parcoureprésahariens.
- **Plus sec:** moins de 100 mm et est compose d'une partie de l'Atlas saharien, qui représente la pierre angulaire de la remise en état des terres désertiques de larégion.

### I.1.7. La Géomorphologie formé des bassins de la région

La structure physique de la Wilaya est très hétérogène. Elle fait partie des hauts plateaux et se caractérise par quatre régions distinctes:

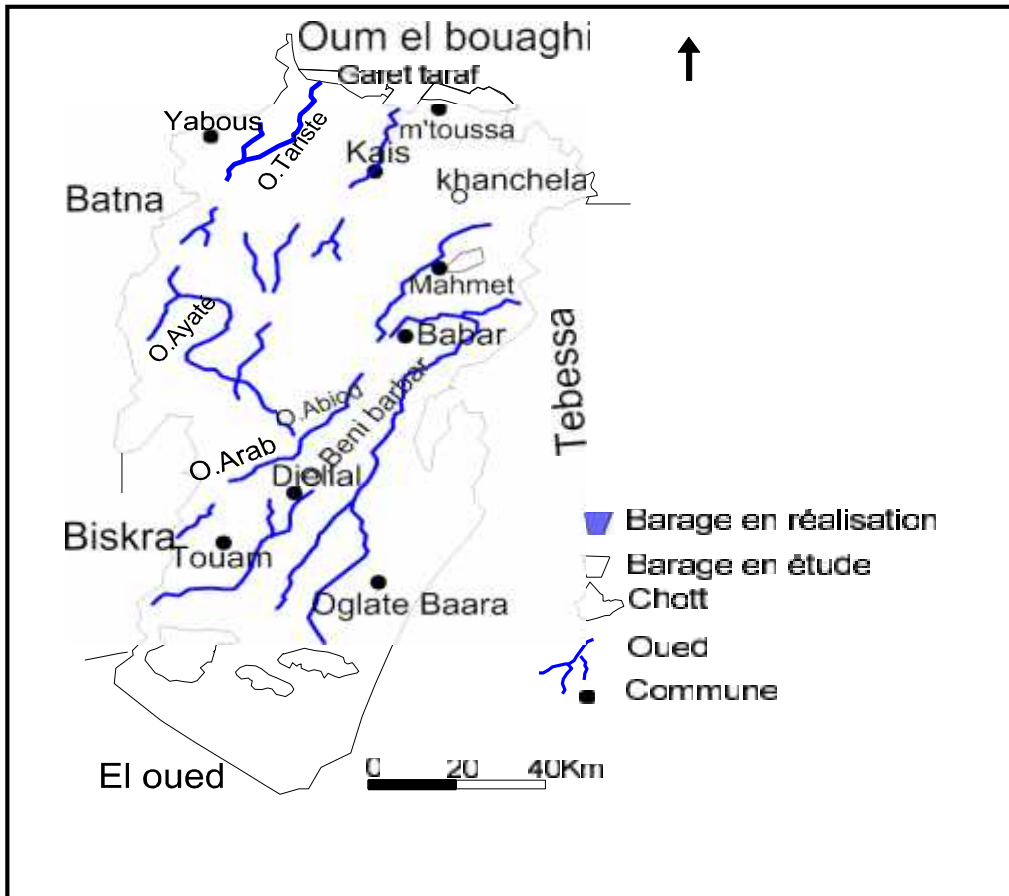
- Les hautes plaines au Nord : Couvrent 15% du territoire, c'est une région de plaines à fortes potentialités hydriques qui offrent de grandes possibilités pour le développementagricole.
- La zone montagneuse : Occupe les parties centrale et Ouest de la Wilaya avec 36% du territoire (les massifs des Aurès et les Monts des Nememcha).
- Les parcours steppiques et sahariens : Couvrent la moitié Sud de la Wilaya avec 49% de la superficie totale (région à vocation pastorale).(Bouafia , 2015)

### I.1.8. Le Réseau Hydrographique

La région connaît un réseau hydrographique assez dense, avec un régime hydraulique moins permanent.Il est caractérisé par deux principaux drainages:

- Au Nord vers le Chott de Geraet-Tarf : le réseau hydrographique du Nord est moins étendu et influe faiblement dans la vie économique de larégion.
- Au Sud vers le Chott Melrhir : le réseau de la partie Sud est composé de trois bassins essentiels:
  - ✓ Bassin d'Oued El-Maa.
  - ✓ Bassin d'OuedEl-Arab.

- ✓ Bassin d'Oued Beni Barbar.



**Figure 07:** Carte de réseau hydrographique de la wilaya de Khenchela (d'après D.H.W ,2008)

La région se caractérise par un réseau hydrographique bien développé, par un certain nombre d'oueds dont les caractéristiques sont différentes à savoir un écoulement permanent et écoulement temporaire parmi les oueds constituant ce réseau, on peut citer les oueds suivants:

**a. Oueds permanents**

Ce sont des oueds caractérisés par un écoulement connait, dont l'alimentation se fait par la couverture neigeuse et les sources, sans oublier l'alimentation par les eaux des pluies, ainsi que les échanges nappes d'eau souterraine rivières.

- **Oued El-Hamma :** Ce dernier prend naissance a partir du Djebel Ras Serdoun (1700m), il est alimenté par les sources thermales du hammam Salihin, et par des affluents qui fonctionnent principalement a la suite de fortes précipitations, et la couverture neigeuse, tout le potentiel de ce oued va alimenter les chottes environnantes surtout le chott du Garat-Tarf.

- **Oued Baghai:** L'Oued Baghai débute du Djebel Kallel et va se jeter à son tour vers le chott du Garat- Tarf. il est de direction générale sud nord le long de son trajet et reçoit quelques Oueds de moindre importance, tel que oued Boukhagel.

**b. Oued Temporaires:** Ils constituent presque la quasi -totalité du réseau hydrographique, ils sont donc caractérisés par un écoulement temporaire, ils sont secs durant une grande période de l'année et sont soumis en hiver et en automne à des crues irrégulières survenant après de fortes averses. Parmi ces oueds, on cite oued Mouilah, en plus, on distingue d'autres qui sont nombreux, de moindre importance et de direction.

Tout le potentiel des oueds et des chotts va influencer sur le régime des eaux souterraines à savoir les réserves et la qualité chimique ce qui concerne l'habitat, cette dernière se concentre en groupe assez nombreux elles sont installées là où il y a de l'eau en quantité suffisante pour répondre à leur besoins.( **Bouafia , 2015**)

## **I.2. Climatologie**

### **I.2.1. Choix de la station référence**

Pour étudier le climat de la zone d'étude, nous avons exploité des données recueillies au niveau de la station météorologique d'El Hamma gérée par l'office national de la météorologie, et dont la période d'observation va de 2008 à 2018 pour la station d'ElHamma, a servi pour l'évaluation des facteurs du bilan. Cette station est située selon les coordonnées suivantes :

**Tableau 01 :** Les coordonnées de station météorologique

Coordonnées Stations	Latitude	Longitude	Altitude	Periode d'observation
D'El Hamma	7°05'E	35°28'N	928.5 m	2008-2018

### **I.2.2. Les facteurs climatiques**

#### **I.2.2.1. Les précipitations**

Les précipitations constituent une composante essentielle du cycle d'eau. Elles permettent le renouvellement total ou partiel des nappes par le biais des infiltrations et elles

conditionnent l'écoulement saisonnier et le régime des cours d'eaux. En général, quatre aspects sont discutés ; Il s'agit du coefficient pluviométrique et des répartitions saisonnières, mensuelles et annuelles.

- **Répartition mensuelle et saisonnière des précipitations**

- La pluviométrie moyenne annuelle dans ce tableau est de l'ordre de 468.05 mm.
- On observe deux périodes, une pluvieuse s'étendant de septembre jusque mai, une autre sèche de juin à août.
- Mois correspondant aux plus fortes précipitations : Mai 60.90mm.
- Mois correspondant aux plus basses précipitations : Juillet 16.63mm.

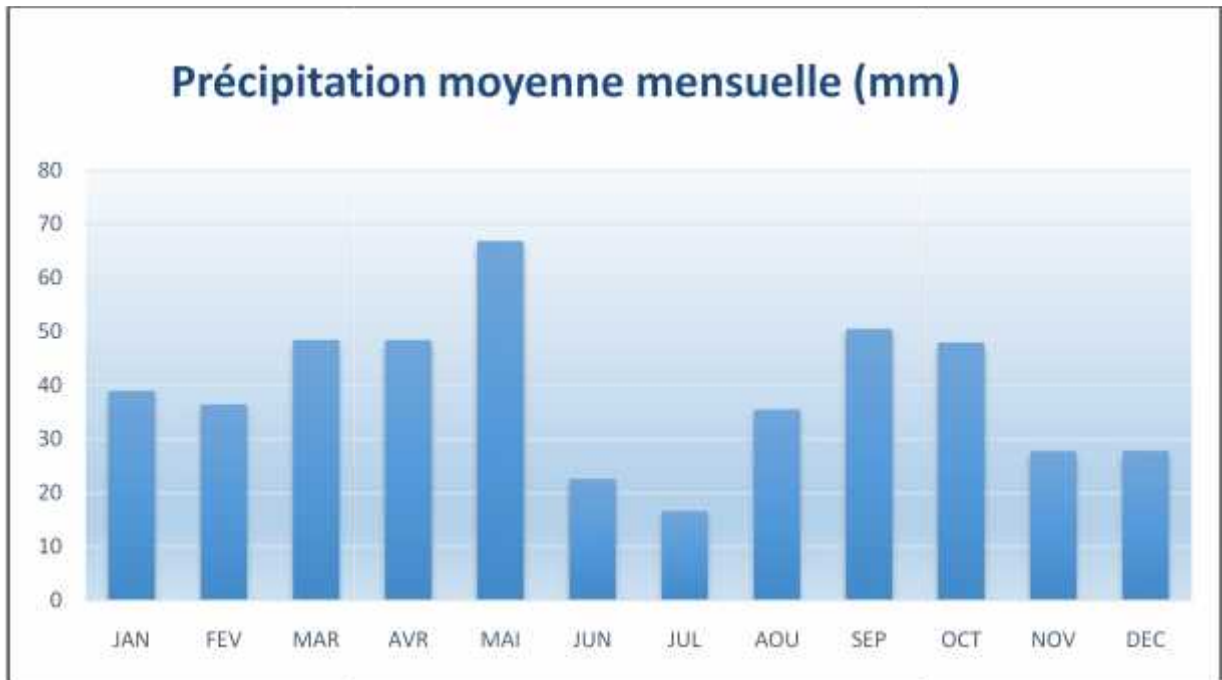
**Tableau 02** : répartition des précipitations mensuelles et saisonnières (en mm) dans la station d'El Hamma (2008/2018).

Saison	Automne			Hiver			printemps			Eté			Moyenne mensuelle
	Mois	sept	Oct	Nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jult	
Pluvio m-étrie	50.47	47.96	27.75	27.84	38.96	36.48	48.4	48.45	60.90	22.58	16.63	35.55	468.05
%	26.95			22.06			33.70			15.97			100

**Tableau 03** : Précipitations moyennes mensuelles à la station d'El Hamma (2008/2018)

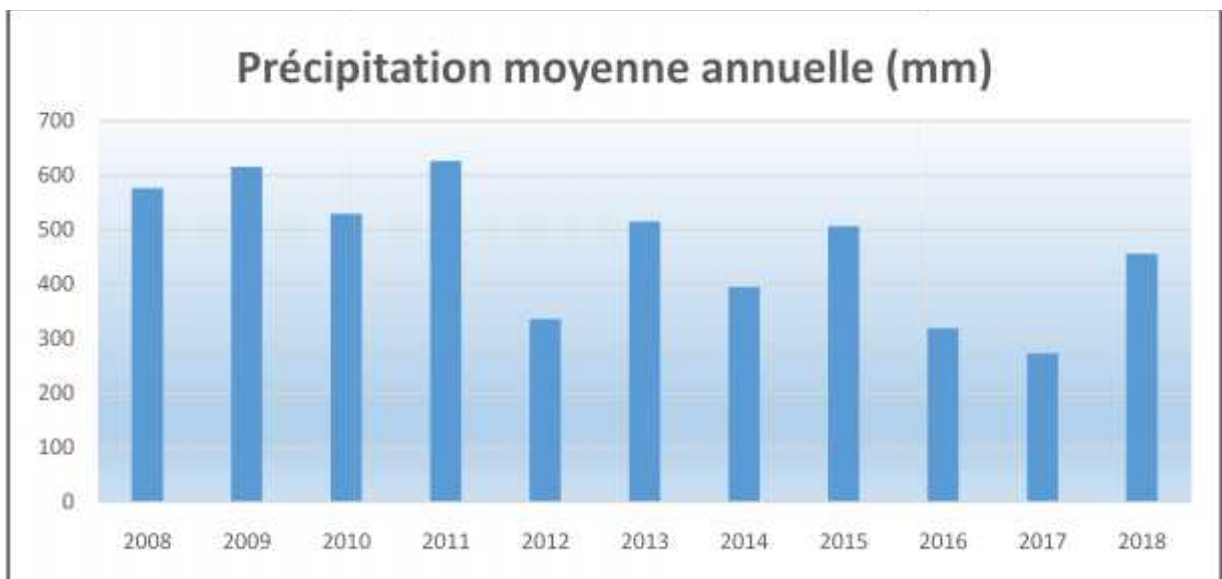
Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Ma	Juin	Jlt	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
P (mm)	38.96	36.48	48.44	48.45	66.90	22.58	16.63	35.55	50.47	47.96	27.75	27.84

La représentation en histogramme des précipitations moyennes mensuelles de la station d'ElHamma montre une hétérogénéité importante des précipitations d'un mois à un autre, avec une valeur maximale qui atteint **66.90** mm au mois de Mai et un minimum de l'ordre de **16,63**mm au mois de Juillet.



**Figure 01:** Précipitation moyenne mensuelle pour une période de 10ans (1994-2013).

Le mois de Mai est le plus arrosé avec une moyenne de 66.90mm. Juillet étant le mois le plus sec avec une moyenne de 16.63mm.



**Figure 02 :** Précipitation moyenne annuelle pour une période de 10 ans (2008/2018).

L'année la plus pluvieuse étant **2011**, avec une moyenne annuelle de **626.3mm**. L'année **2017** étant la plus sèche avec une moyenne annuelle de **273mm**.

I.2.2.2. Les températures

La température est un facteur très important dans l'évolution du déficit d'écoulement qui entre dans l'estimation hydrologique, ce paramètre est indispensable à la climatologie, vu son pouvoir évaporateur qu'il exerce sur les surfaces mouillées, et qu'il est à l'origine du bon fonctionnement du cycle de l'eau. Il est généralement admis que la température baisse avec l'altitude, SELTZER (1946) préconise les valeurs suivantes pour la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maximal du mois le plus chaud (M) :

- M = -0.45°C pour 100m d'altitude.
- M = -0.70°C pour 100m d'altitude.

L'analyse des températures est basée sur des observations effectuées au niveau du station suivante : la station D'El Hamma.

Tableau 04 : Températures moyennes mensuelles à la station d'El Hamma (2008/2018)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
T (°C)	7.2	6.8	10,1	18,0	18,0	22,0	27,3	26,0	21,6	16,8	10,8	7,4

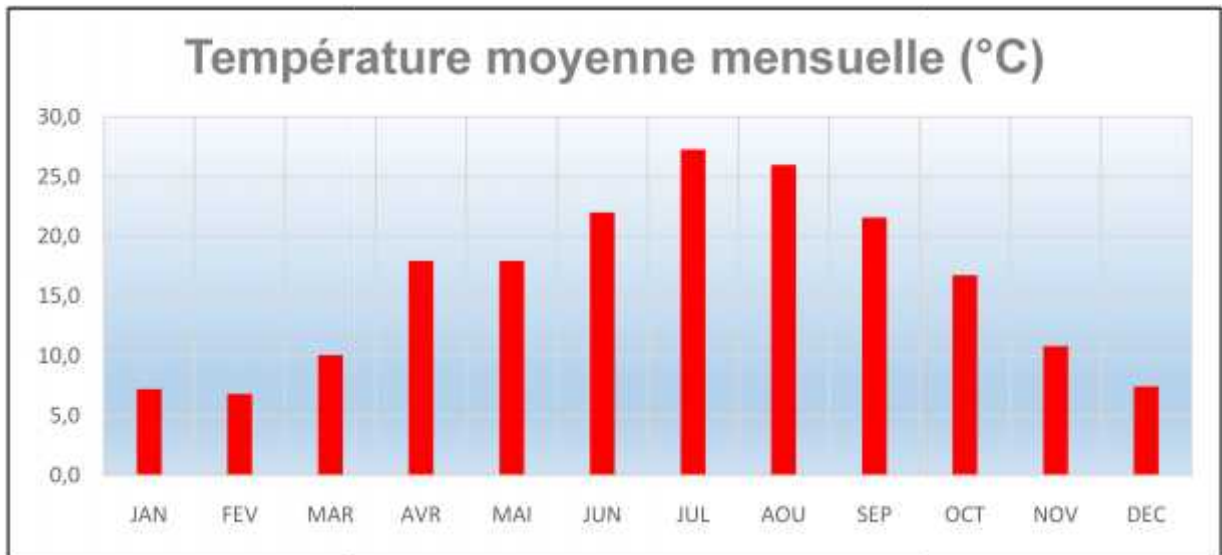


Figure 3 : Température moyenne mensuelle pour une période de 10 ans (2008/2018).

La courbe des variations des températures moyennes mensuelles (Fig. 03) montre que le mois de Février est le mois le plus froid avec **6.8 °C** et le mois de Juillet est le plus chaud avec **27.3 °C**.

**Tableau 5 :** température moyenne Max et Min station d’El Hamma (2008-2018)

Mois	Sep	Oct.	Nov	Déc	Jan	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Jlt	Aou	Moyenne
T°Max(C°)	27.9	20.9	16.0	12.5	11.6	11.6	16.0	20.5	24.7	30.6	35.3	33.5	21.8
T°min(C°)	15.4	10.2	6.2	3.0	2.2	2.1	4.9	7.8	11.1	15.1	20.1	18.4	9.7
M+m/2(C°)	21,62	15,5	11,0	7,7	6,89	6,87	10,49	14,13	17,89	22,85	27,7	25,96	15,7
M-m(C°)	12.5	10.7	9.8	9.5	9.4	9.5	11.1	12.7	13.6	15.5	15.2	15.1	

### I .2.2.3.Le vent

Généralement, les vents chargés de pluie soufflent du Nord-Ouest pendant l’automne, l’hiver et une partie du printemps. Le sirocco, vent sec et chaud souffle du Sud avec un maximum de fréquence chute en juillet août et provoque une augmentation notable de la température et une brutale de l’humidité atmosphérique (ABDESSEMED ,1982).

**Tableau 6 :** la vitesse moyenne des vents (m/s) durant le période de 10 ans (2008/2018)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jlt	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
Vitesse (m/s)	3.4	3.6	4.2	3.8	3.5	3.1	3	2.7	2.8	2.8	3.2	3.1

Le tableau 11 montre que la vitesse minimale de vent est de 2.7m/s en mois d’Aout et maximale 4.2 m/s en mois de Mars.



**Figure 4 :** la vitesse moyenne des vents (m/s) durant la période de 10 ans (2008/2018)

#### I.2.2.4. Le neige

**Tableau 7 :** nombre des jours de chute de neige (2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec	total
Nbre de Jrs	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	04

Le tableau 12 montre les jours de chute de neige pendant l'année 2018 est 04 jours, répartis comme suit : 02 jours en mois de février et 02 jours en mois de mars.

#### a. Relation température-précipitation

##### a.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Ombrothermique de **GAUSSEN et BAGNOULS** est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (**P**) et les températures (**T**), avec  $P=2T$ .

D'après ce diagramme, on peut déterminer deux périodes bien distinctes :

- Une saison sèche et chaude qui s'étend du début du mois de Juin jusqu'au mois d'Octobre.
- Une saison humide et froide qui s'étale du mois d'Octobre jusqu'au mois de Juin.

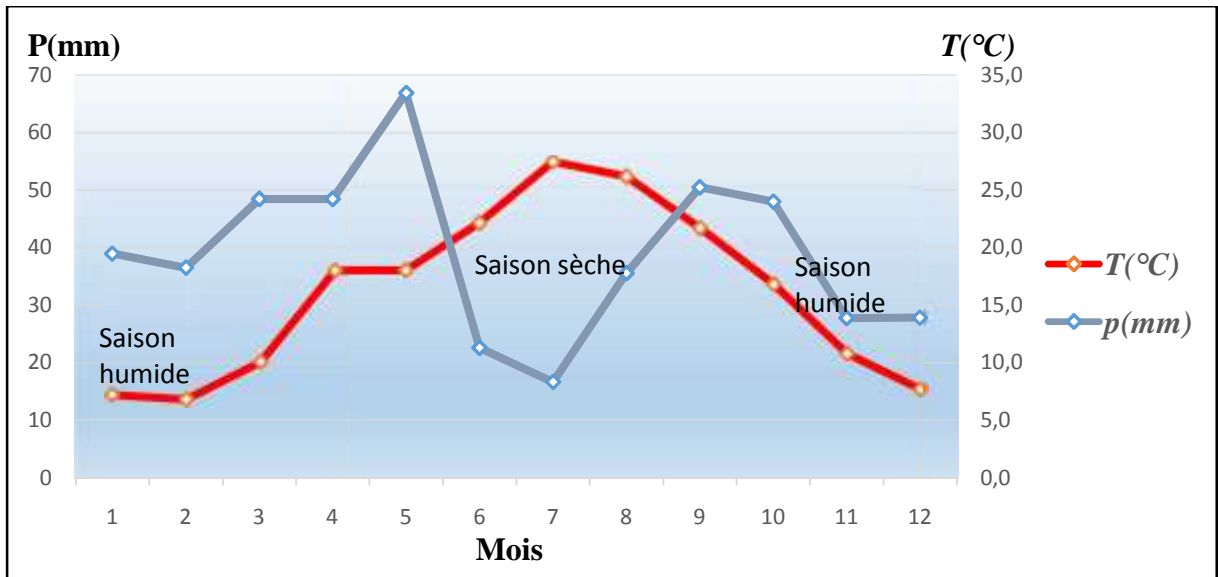


Figure 5 : Diagramme Ombrothèrmique de la station d'ElHamma (2008/2018)

L'analyse du diagramme nous permet de distinguer :

Que la région de kenchela présente une période humide débutant au mois de septembre et qui se termine au mois de mai et une période sèche qui s'étend de début de mois de Mai au début de mois de Septembre.

### I.3. Barrage de Babar

L'échantillonnage a été fait dans les eaux du Barrage de Babar qui se situe à 28 km du chef-lieu de la wilaya de kenchela. Les coordonnées géologiques : X : 892 Y : 216 Z : 930m Le barrage a été construit en 1995, sur Oued El Arabe et son bassin versant a une surface de 567km<sup>2</sup> environ qui fait partie du grand bassin versant de Chott Melghir. Il est délimité par : les montagnes des Aurès (dont les principaux sont Dj-Chentgomma et Dj-Aidel au Nord-Ouest. Dj-Tadliste et Dj-Bougendag à l'Est et Sud-Est). La plaine de kenchela au Nord et au Nord- Est. Entre les deux ensemble physique des montagnes s'intercale une vaste plaine appelée haute plaine de Djahfa, qui est drainée par des Oueds secondaires (Oued Tamagra et Oued El Htiba) qui se rejoignant pour former Oued El-Arab juste avant le site de barrage (Aouaigjia, 2012)



Figure 13: localité du site d'échantillonnage (Aouaigjia, 2012)

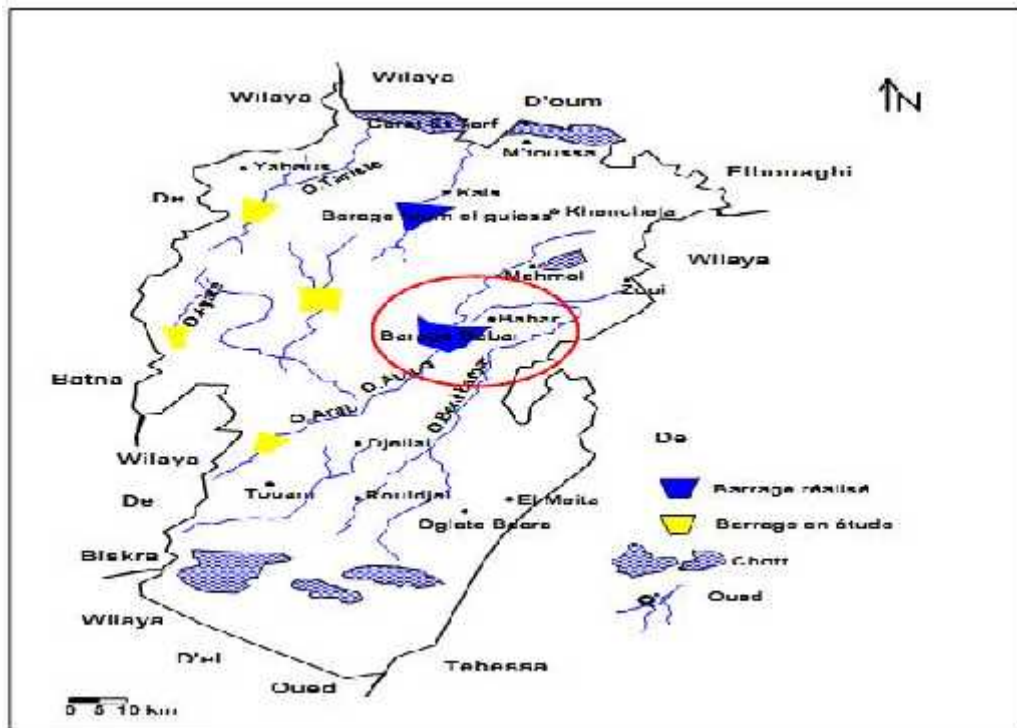


Figure14: Situation géographique du barrage de Babar (wilaya de Khenchela)

**I.3.1. Caractéristique du barrage de Babar**

**Tableau13:** Principales caractéristiques du barrage Babar (W .Khenchela)

La capacité de retenue	41,33hm <sup>3</sup>
Apport moyen annuel	20 hm <sup>3</sup>
Volume régularisable	12,33 hm <sup>3</sup>
Cote de la prise	925 m
Hauteur du barrage	37 m
Longueur en crête du barrage	673 m
Longueur du barrage au pied	235 m
Superficie de la retenue	378 Has
Profondeur moyenne de la retenue	10,9 m
Longueur maximal du plan d'eau	2 km
Longueur moyenne du plan d'eau	0,76 km
Longueur de la retenue	5 km
Longueur de la ligne côtière	22,3 km

**Source:(Fiche technique du barrage)**

**Partie II : Partie expérimentale**

**II.1 Matériel et méthodes**

**II.1.1. Les Objectifs**

Le but de ce travail est de faire une analyse géochimique de l'eau dans le barragede Babar à partir des compagnes de suivi de la pollution, des activités anthropiquesavoisinantes surtout l'urbanisation et l'activité agricole intense.

**II.1.2.Fréquence d'échantillonnage**

L'échantillonnage a été choisi (échantillonnage à chois raisonnée dans le plan d'eau artificiel selon des méthodes standards universelles, et vis-à-vis l'accessibilité au terrain. Ce qui nous a permis de réaliser une couverture totale de 05 stations représentatives du sous

bassin d'oued l'Arab. Pendant une période de trois mois une fois par mois les stations ont été repérées à l'aide d'un GPS suivant un plan établi en avance et répertorié.

**Tableau 14:** Les différents Stations d'études du barrage Babar exprimée par des coordonnées GPS

Stations	Altitude	Cordonnées GPS	
		X : Latitude	Y : Longitude
S 01	905	35° 09' 46,3''	007° 01' 40,9''
S 02	930	35° 09' 47,8''	007° 01' 16,8''
S03	907	35° 10' 00,7''	007° 00' 59,1''
S 04	910	35° 10' 30,5''	007° 01' 01,0''
S 05	914	35° 10'52,6''	007° 02'42,4''

### A. Les méthodes d'étude pour les analyses physico-chimiques

Les paramètres physico chimiques sont mesurés soit sur site ou au niveau du laboratoire de département des sciences de la nature et de la vie (écologie) d'université OUM EL-BOUAGHI selon des méthodes normalisées.

Les échantillons d'eau sont prélevés et analysés pour déterminer les paramètres physiques de milieu : pH, la température, Turbidité, Conductivité électronique, d'une part et des paramètres chimiques de milieu à partir des teneurs des nutriments clés : Nitrate, Nitrite, Phosphate, silicate qui contribue dans le fonctionnement géochimique de milieu.

Les mesures sont accompagnées par la prise des coordonnées géographiques de chaque point prélevé en utilisant un GPS.

-Les résultats sont notés sur fiche de terrain.

#### A.1.L'échantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée (Rodier et al, 2009).

Des précautions doivent être présentées à plusieurs niveaux : le matériel de prélèvement, mode de prélèvement, transport, conservation et étiquetage des échantillons.

#### A.2.Le prélèvement

Pour l'analyse physico-chimique des flacons en plastiques sont suffisant et le volume du prélèvement est d'un litre pour une analyse complète, les flacons seront rincés 3 fois avec de l'eau à analyser puis remplis jusqu' au bord (**Rodier, 1996**).

### **2. a. Le mode de prélèvement**

Dans le cas d'une rivière, la bouteille sera plongée à une certaine distance du fond (50 cm) et de la surface assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels.

Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'à bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (**Rodier, 1996**).

- Il faut éviter de prélever avec l'échantillon de grosses particules, comme les feuilles ou détritiques (au besoin, reprendre un autre échantillon).
- Il ne faut pas toucher le fond du cours d'eau avec l'échantillonneur ou les bouteilles, afin d'éviter de mettre en suspension des particules de sédiments qui risquent de contaminer l'échantillon.
- Il faut toujours immerger les bouteilles sous la surface de l'eau et éviter de prélever la couche superficielle.
- Lorsque l'on échantillonne à partir d'un pont, selon la direction du vent et du courant, il faut se placer en amont ou en aval de celui-ci de façon à réduire au minimum les risques de contamination des échantillons par la poussière et les débris.
- Il faut particulièrement s'assurer que la corde de l'échantillonneur ne frotte pas sur le rebord du pont.

Il ne faut jamais laisser les échantillons exposés au soleil, mais les mettre le plus rapidement possible dans des glacières.

### **2. b. Le transport et la conservation des échantillons**

Le prélèvement subira obligatoirement un certain temps de transport et une éventuelle attente au laboratoire avant la mise en route analytique. Ces temps devront être réduits au minimum. Pendant cette période, des phénomènes chimiques et bactériologiques peuvent conduire à plusieurs types de changement. D'une façon générale, le transport à la température de 4 C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante (**Rodier et al, 2009**).

### **A.3 .Les paramètres physico-chimiques analysés au terrain**

#### **3. a. Le mode opératoire de température**

La mesure de la température est effectuée sur le terrain, on utilise souvent dans ce but un thermomètre ou un multi paramètres. La lecture est faite après une immersion de 10 minutes (Rodier, 1996).

### **A.4. Les paramètres physico-chimiques analysés**

Les protocoles d'analyses suivis sont celles d'Aminot et Chausse pied (1983) Parsons et al(1989) et Rodier (2009), les méthodes sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 15 :** Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques

	Paramètres	Le principe de la méthode	Références
Eléments majeurs	Sulfate (SO <sub>4</sub> )	Dosage spectrophotomètre ( = 650nm)	Rodier (2009)
Eléments nutritifs	Azote total (NT)	Dosage spectrophotomètre ( = 543nm)	Parsons et al. (1989)
	Azote inorganique dissous (NTD)	Dosage spectrophotomètre ( = 543nm)	Parsons et al. (1989)
	Azote organique dissous (NOD)	Dosage spectrophotomètre ( = 543nm)	Parsons et al. (1989)
	Azote Nitreux (NO <sub>2</sub> -)	Dosage spectrophotomètre ( = 543nm)	Parsons et al. (1989)
	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Dosage spectrophotomètre ( = 543nm)	Parsons et al. (1989)
	Azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Dosage spectrophotomètre (méthode de Nessler) ( = 630 nm)	Parsons et al. (1989)
	Poly-Phosphates(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Digestion pendant 30 min et dosage spectrophotomètre ( = 885 nm)	Rodier (2009)
	Ortho-Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	Dosage spectrophotomètre ( = 885 nm)	Aminot et Chaussepied (1983)
	Silicium réactif dissous (Si)	Dosage spectrophotomètre ( = 810nm)	Aminot et Chaussepied (1983)
Matières organiques	Matières en suspensions (MES)	Double pesées	Rodier (2009)
	Résidus sec (RS)	Double pesées	Rodier (2009)
	Carbone organique particulaire (COP)	Méthode Titrimétrie (oxydation et dosage du carbone en équivalent glucose)	Parsons et al. (1989)

# **Chapitre *III* :**

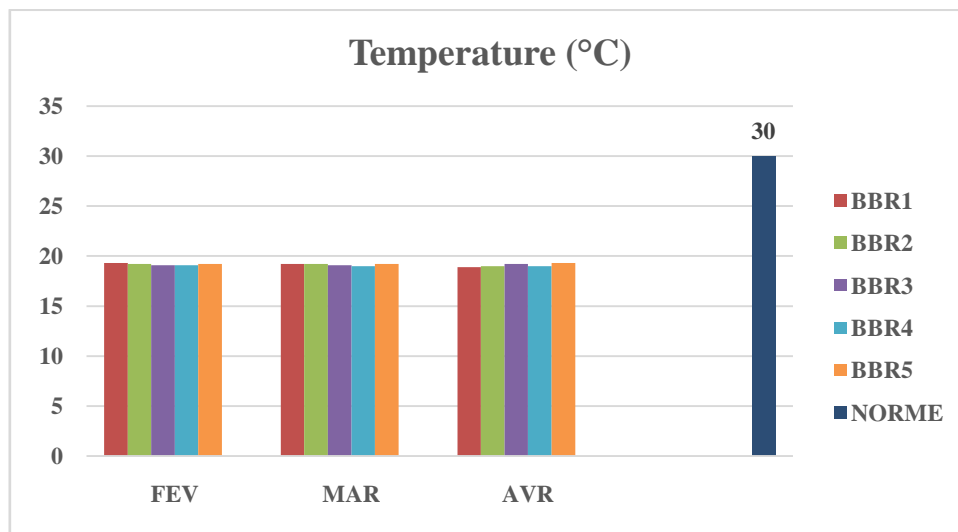
## **Résultats et discussion**

**III- Résultats et discussions**

**3.1. Les Paramètres physiques**

**3.1.1. La température**

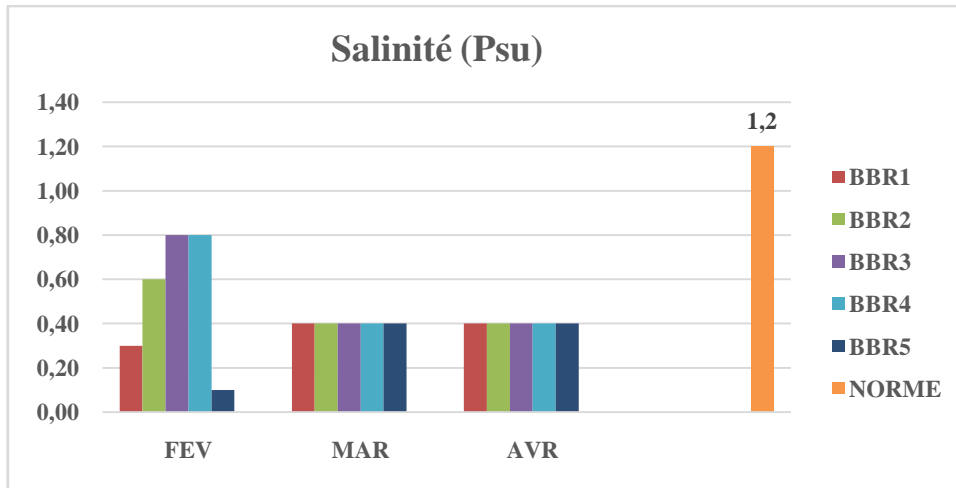
Selon la figure (15) on remarque que les valeurs de la Température se varient entre (18,90°C et 19,30°C), la valeur maximale (19,30°C) observée dans les deux mois Février dans la station (01) et Avril dans la station (05), avec une valeur minimale (18,90°C) dans la station (01) pendant le mois d'Avril. On général les Températures des eaux de barrage du BABAR présente des valeurs des eaux de surface inférieurs à la norme (30°C).



**Figure 15:** Variation spatiotemporelle de la température des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (°C) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.

**3.1.2. La salinité (S%)**

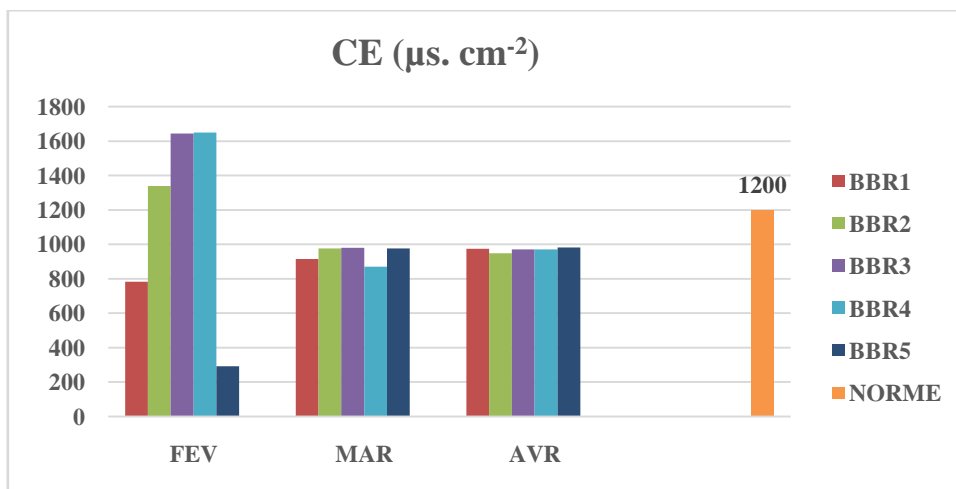
Les eaux du barrage de BABAR pendant les deux mois Mars et Avril présente des eaux homogènes en termes de salinité. Selon la figure on remarque que les valeurs sont très baissées par rapport à la norme avec une valeur maximale (0,40 Psu) dans les 10 stations. Tandis que les eaux du barrage de BABAR pendant le mois de Février présente des valeurs variables en terme de la salinité avec une valeur maximale (0,80 Psu) dans les deux stations (03) et (04) et une valeur minimale (0,10 Psu) dans la station (05). Ces valeurs indiquent que les eaux sont des eaux douces parce que tous les résultats sont moins que la norme (1,2 Psu). Avec une valeur moyenne de (0,40 Psu).



**Figure 16 :** Variation spatiotemporelle de la salinité des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (Psu ou  $g. l^{-1}$ ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.

### 3.1.3. La conductivité électrique (CE)

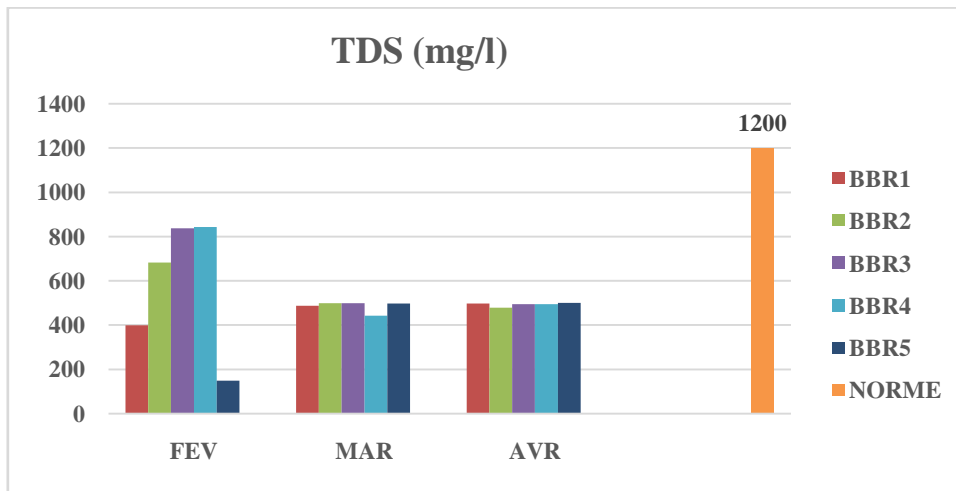
La figure (17) montre une forte minéralisation, la conductivité électrique des échantillons prélevés durant la période de Février dépasse le seuil dans les stations (02) (03) et (04), donc la conductivité électrique de ces échantillons présente des concentrations supérieure à la norme. Tandis que les valeurs observées pendant Mars et Avril montrent une faible minéralisation, donc la conductivité électrique de ces échantillons présente des concentrations inférieures à la norme. Selon la figure dans le mois de Février la station (04) on observe la valeur maximale ( $1649 \mu s.cm^{-2}$ ) et dans le même mois on observe la valeur minimale ( $292 \mu s.cm^{-1}$ ) qui représente la station (05).



**Figure 17:** Variation spatiotemporelle de la conductivité électrique (CE) des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en ( $\mu s.cm^{-2}$ ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.

### 3.1.4. Le total des sels dissous (TDS)

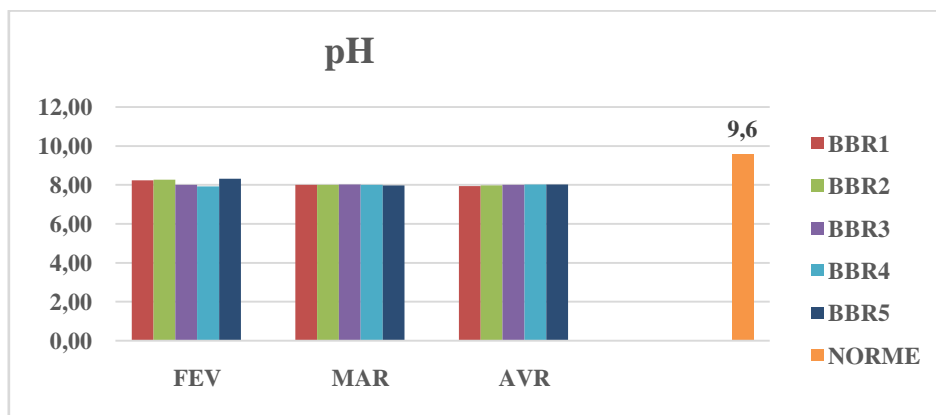
Selon la figure (18) on observe que les valeurs de TDS varient entre (843 mg. l<sup>-1</sup> et 148,60 mg. l<sup>-1</sup>).La valeur maximal observée pendant Février station (04) avec une valeur de (843 mg. l<sup>-1</sup>), tandis que la valeur minimal est observée dans le même mois avec une valeur de (148.60 mg. l<sup>-1</sup>).On remarque que les valeurs de la TDS variées à des colonnes graphiques inférieures à la norme.



**Figure 18:** Variation spatiotemporelle des total des sels dissous des eaux de surface du barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (mg. l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.

### 3.1.5. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Selon la figure (19) on observe que les valeurs du pH varient entre (7,93 et 8,31), la valeur maximale observée dans le mois du Février dans la station (05) avec une valeur de (8.31), et la valeur minimale est observée dans le même mois dans la station (04) avec une valeur de (7,93).On général les pH des eaux du barrage de BABAR présente des valeurs inférieures à la norme.



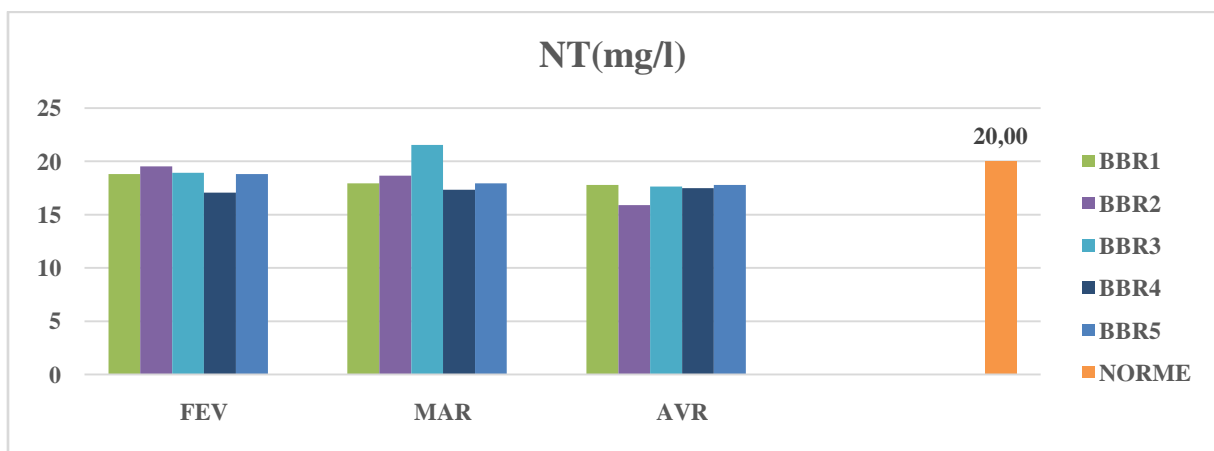
**Figure 19 :** Variation spatiotemporelle des potentiels d'hydrogène (pH) des eaux de surface du Barrage de Babar des sites étudiées exprimé en (mg. l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2. Les nutriments

#### 3.2.1. L'azote

##### 3.2.1.1 L'azote total (NT)

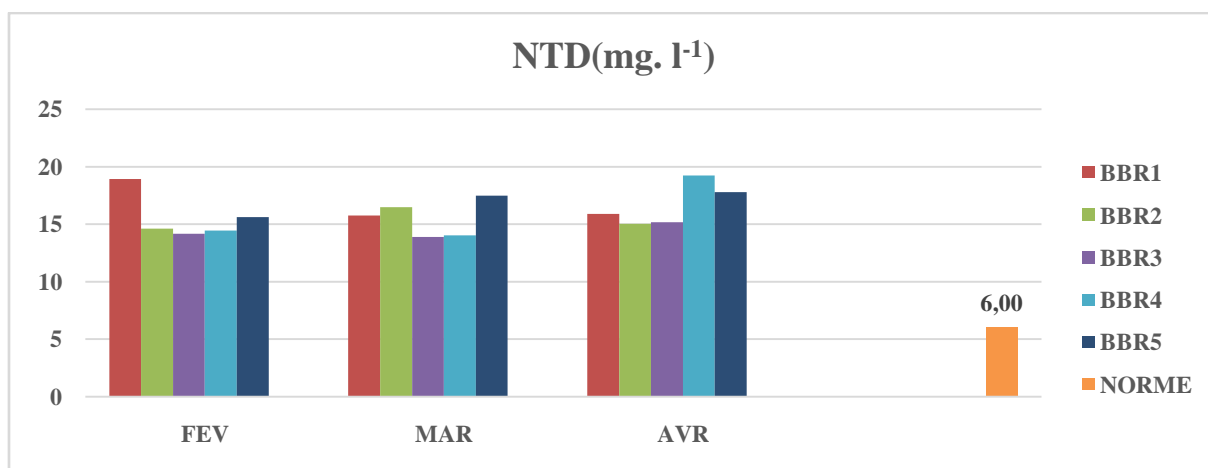
Selon la figure (20) on remarque que les valeurs de l'azote total sont baissées par rapport aux normes sauf la valeur de la station (03) mois de Mars supérieure à la norme, ce dernier représentée la valeur maximale (21,54 mg. l<sup>-1</sup>) dans la station (03) mois de Mars et une valeur minimale (15,91 mg.l<sup>-1</sup>) dans la station (02) mois d'Avril. Selon les valeurs établies nous concluons qu'il n'y a une forte teneur en azote totale dans les eaux de Babar. Cela est dû aux activités agricoles des parcelles avoisinantes



**Figure 20 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en azote total (NT) des eaux de surface du barrage de Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

##### 3.2.1.2 L'azote total dissous (NTD)

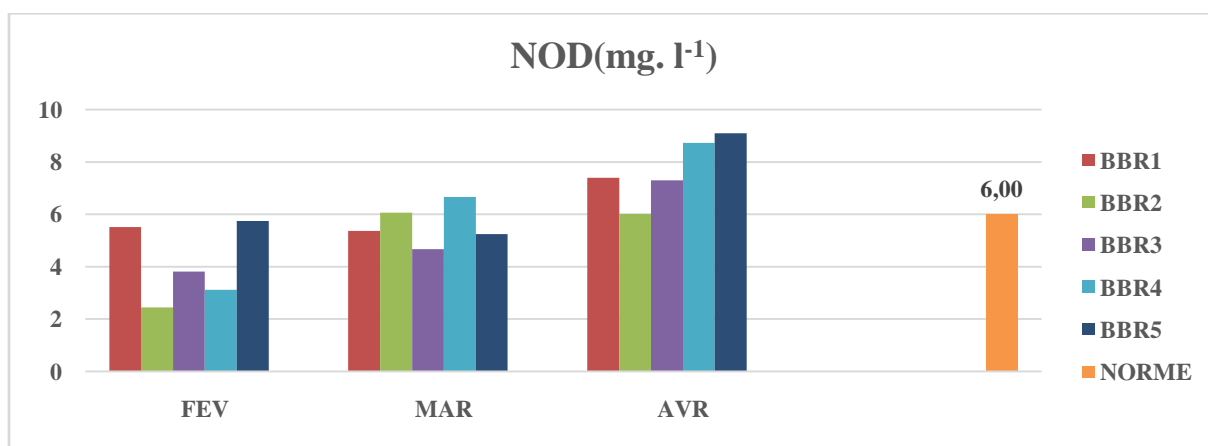
Les résultats d'analyses des eaux de sites étudiés montrent que les teneurs de L'azote total dissous ont présentées une forte concentration dans la station (1) sortie (1) et aussi dans la station (4) sortie (3) avec une valeur (19,23 mg .l<sup>-1</sup>). Et de valeur faible dans les stations (3) et (4) sortie (2) avec une valeur (13,88 mg .l<sup>-1</sup>). Et n'observe pas une variation des teneurs dans les différentes stations de barrage Babar, et mais dépasse la valeur norme (6 mg.l<sup>-1</sup>).la valeur moyenne pendant cette période d'étude est de l'ordre de (23,20 mg.l<sup>-1</sup>). On peut dire que les teneurs en azote total dissous suivent la même tendance de l'azote total.



**Figure 21 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en azote total dissous (NTD) des eaux de surface du barrage de Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.1.3 L'azote organique dissous (NOD)

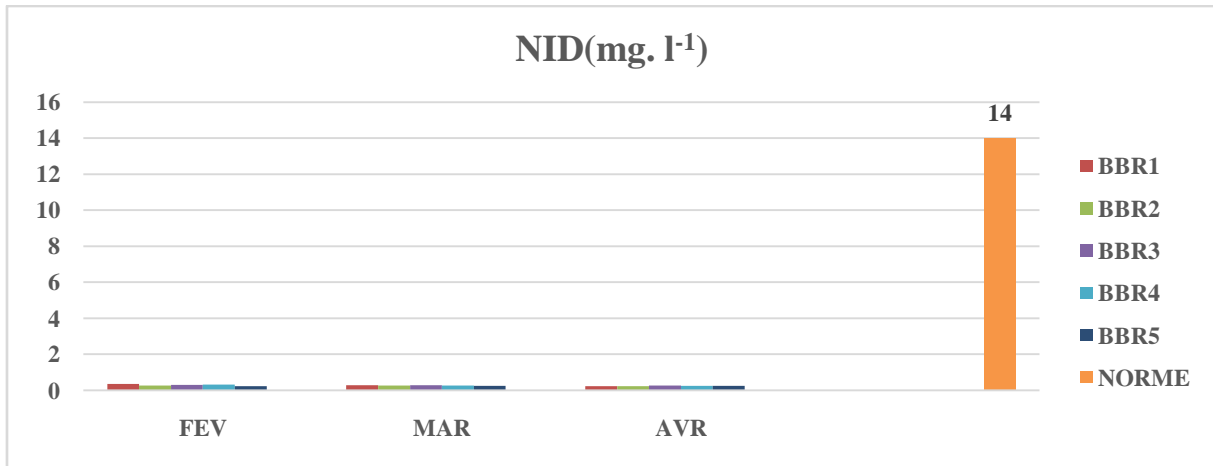
Les résultats d'analyses des eaux de sites étudiés montre que les teneurs de L'azote organique dissous ont présentées une forte concentration dans la station (5) sortie (3) avec une valeur (9,10 mg .l<sup>-1</sup>) et de valeur faible dans la station (2) sortie (1) avec une valeur (2,45 mg .l<sup>-1</sup>) et on observe une variation des teneurs dans les différentes stations de barrage Babar et mais ne dépasse pas la norme (6mg .l<sup>-1</sup>). la valeur moyenne pendant cette période d'étude est de l'ordre de (6,17 mg .l<sup>-1</sup>).



**Figure 22:** Variation spatiotemporelle des teneurs en azote organique dissous (NOD) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.1.4 L'azote inorganique dissous (NID)

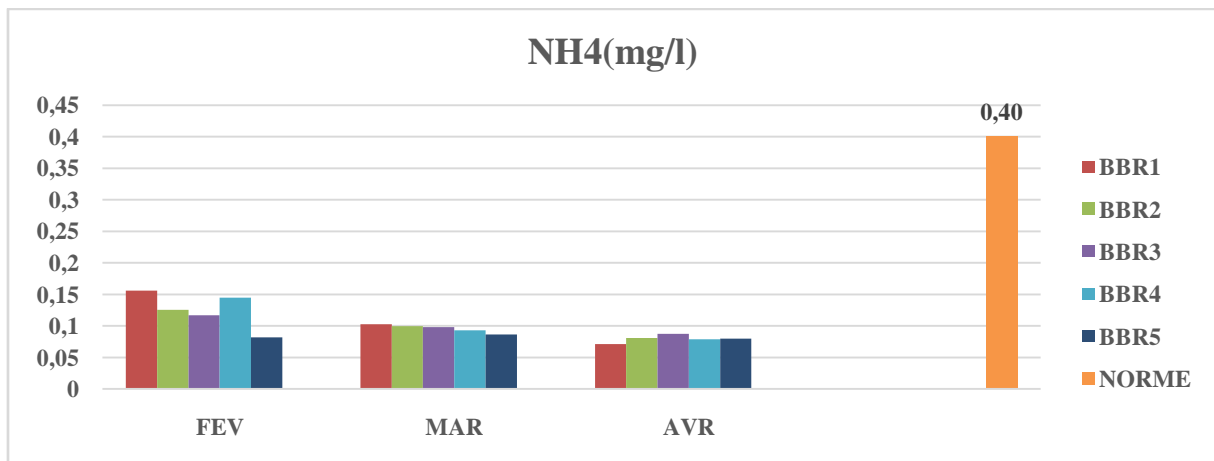
Selon la figure (23) on remarque que les teneurs en NID sont très faible durant la période étudiée et inférieure par rapport à la norme, on remarque une valeur maximale (0,35 mg .l<sup>-1</sup>) dans la station(01) mois de Février et une valeur minimale (0,24 mg .l<sup>-1</sup>) station (05) mois de Février et station (02) mois d'Avril.



**Figure 23 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote inorganique dissous (NID) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.1.5. L'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>)

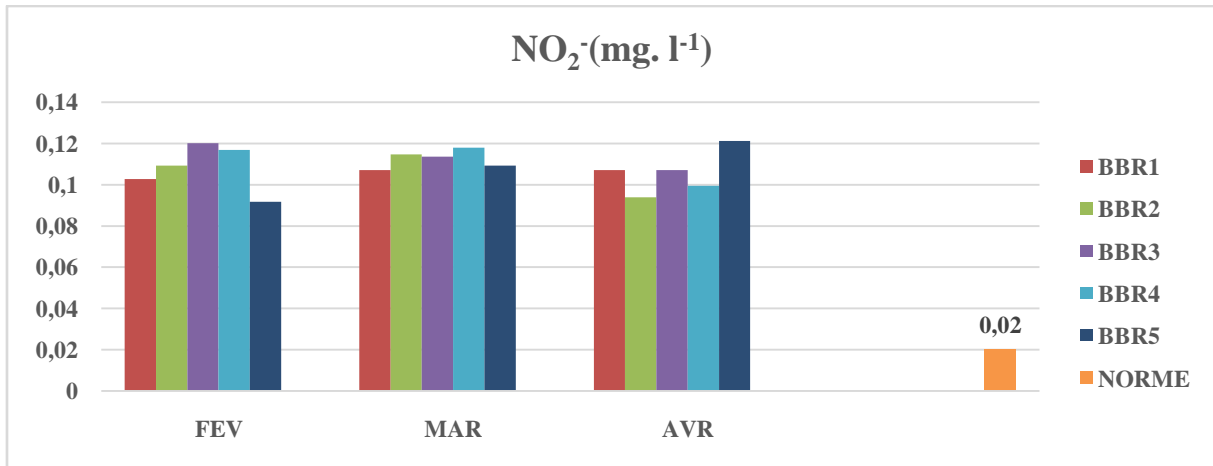
Selon la figure (24) on remarque que les valeurs de l'azote ammoniacal sont baissées par rapport à la norme, ce dernier représentée la valeur maximale (0,16 mg. l<sup>-1</sup>) mois de Février station (01) et une valeur minimale (0 ,07 mg.l<sup>-1</sup>) mois d'Avril station (01).



**Figure 24 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote ammoniacal (NH<sub>4</sub>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.1.6. L'azote nitreux (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

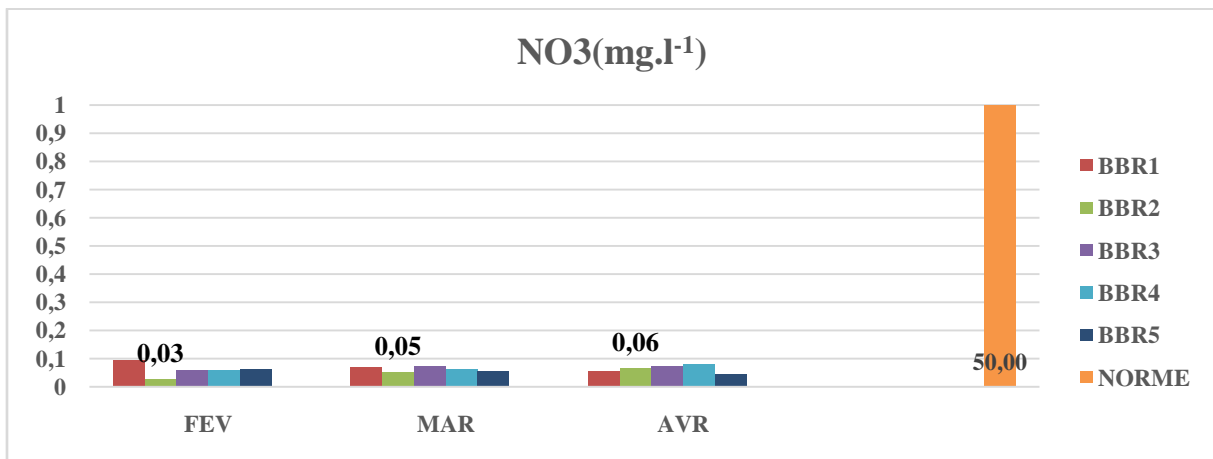
La figure (25) représente une augmentation progressive de l'azote nitreux durant la période étudiée, on remarque la valeur maximale (0,12 mg.l<sup>-1</sup>) ans le mois de Février stations (03) et (04), le mois de Mars station (04) et le mois d'Avril station (05), les valeurs minimales enregistrées (0,09 mg .l<sup>-1</sup>) dans le mois de Février station (04), on peut dire que le barrage présent des fortes valeurs en nitrite dépasse la norme ce qui par la suite convertis en azote nitrique.



**Figure 25 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote nitreux (NO<sub>2</sub>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.1.7. L'azote nitrique (NO<sub>3</sub>)

Selon la figure (26) on remarque que les teneurs en nitrates sont assez faible durant la période étudiée et inférieure par rapport à la norme. On remarque que la période de suivi les teneurs sont faibles et inhibées par la température des eaux, ou la valeur minimale est enregistrée dans la station 2 dans le mois de février avec une valeur de l'ordre de (0,03 mg. l<sup>-1</sup>), par contre la valeur maximale est observé dans le même moi dans la station 01 avec une valeur de l'ordre de de (0,10 mg. l<sup>-1</sup>), les eaux de barrage de Babar présente une valeur moyenne de l'ordre de (0,06 mg. l<sup>-1</sup>),

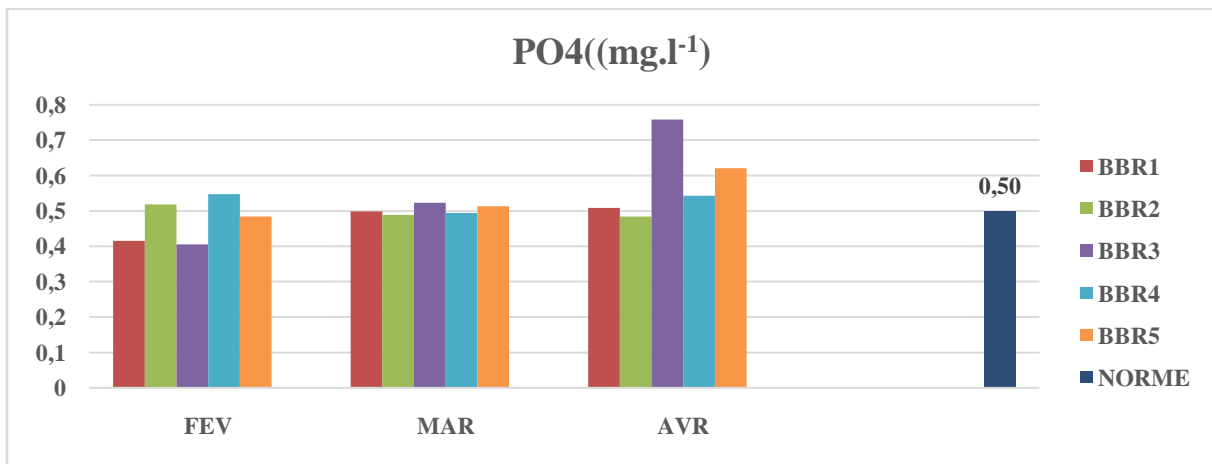


**Figure 26 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en en azote nitrique (NO<sub>3</sub>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.2.2. Le phosphore

#### 3.2.2.1 Les ortho phosphates (PO<sub>4</sub>)

Selon la figure (27) Les résultats d'analyses des eaux de sites étudiés montrent que les teneurs des ortho-phosphate présentent une forte concentration par rapport à la norme (0,50 mg .l<sup>-1</sup>) avec une valeur maximale (0,76 mg .l<sup>-1</sup>) observée dans la station(03) mois d'Avril et une valeur minimale (0,41 mg .l<sup>-1</sup>) enregistrée dans la station(03) mois de Février. La valeur des teneurs des eaux de Babar est avoisinante de (0,53 mg.l<sup>-1</sup>).ces teneurs restent faible mais peut provoquer des phénomènes d'eutrophisation locale dans le barrage de babar.

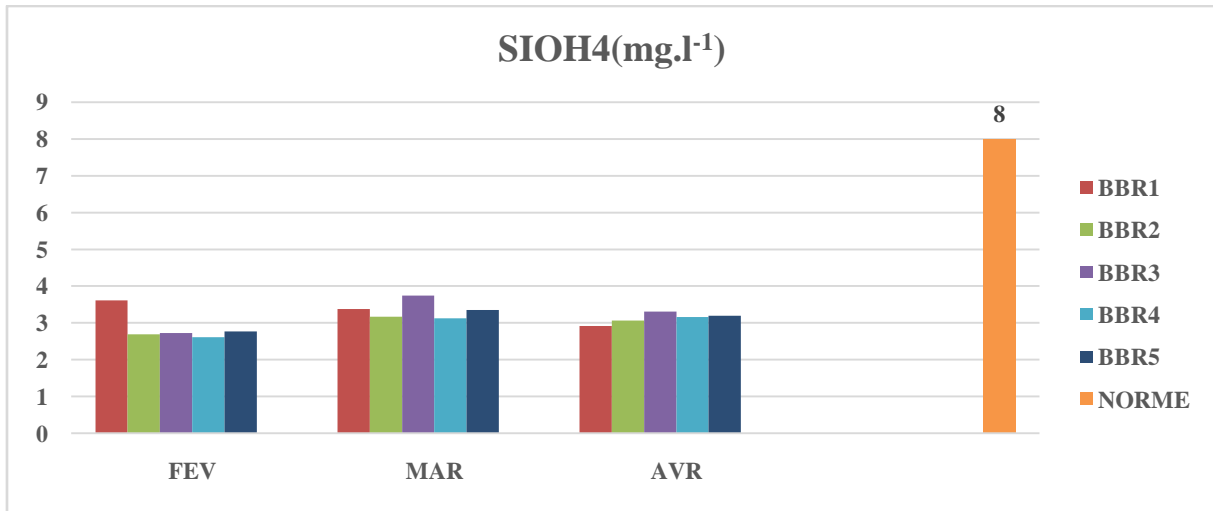


**Figure 27 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en ortho phosphates (PO<sub>4</sub>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3. Les éléments majeurs

#### 3.3.1. Les silicium (SiOH<sub>4</sub>)

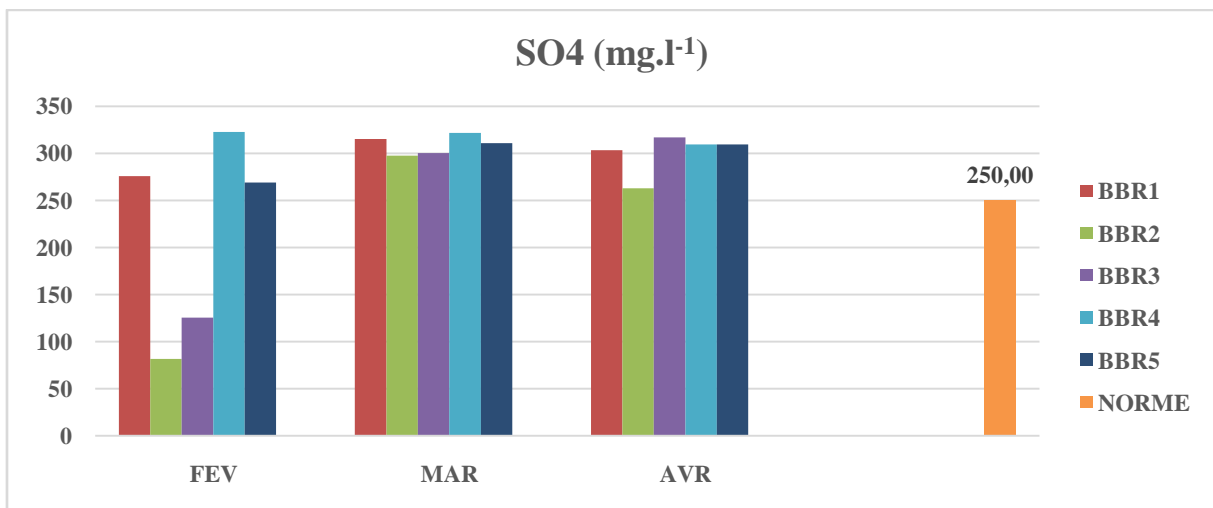
Selon la figure (28) on remarque que Les silicates présentent des teneurs assez importantes par rapport à la norme (8 mg .l<sup>-1</sup>) avec une valeur maximale (3,74 mg .l<sup>-1</sup>) station (03) mois de Mars et une valeur minimale (2,61 mg .l<sup>-1</sup>) dans la station (04) au mois de Février. Ces teneurs montrent que le bassin versant du barrage est faiblement chargé en silicates ce qui exprime que ces concentrations ont des répercussions sur la distribution des groupements phytoplanctoniques des diatomées.



**Figure 28 :** Variation spatiotemporelle des teneurs en en silicates (SiOH<sub>4</sub>)des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3.2. Les sulfates (SO<sub>4</sub>)

Selon la figure (29) on remarque que le barrage présente des fortes valeurs qui dépassent la norme, sauf les stations (02) et (03) dans le mois de Février dans la première sortie les teneurs sont assez faibles par rapport au sortie suivantes cela du au fortes précipitation pendant cette sortie, on remarque une baisse des teneurs, on remarque une valeur maximale (322.88 mg.l<sup>-1</sup>) observée dans la station (04) mois de Février et une valeur minimale (81,75 mg.l<sup>-1</sup>) est enregistrée dans la station (02) mois de Février. Aussi les fortes teneurs des sulfates sont exprimés par l'origine des faciès géologique et hydro chimique des eaux de la région d'étude



**Figure 29:** Variation spatiotemporelle des teneurs en phosphore minéral (SO<sub>4</sub>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3.3. Les chlorures (Cl)

Selon la figure (30) on remarque que les teneurs en Cl sont importantes surtout dans le mois

d'Avril avec une valeur maximale (489,90 mg .l<sup>-1</sup>) station (02) et la valeur minimale (127,80 mg .l<sup>-1</sup>) est enregistrée dans la station (04) mois de Mars. On général on remarque que la variation des teneurs en chlorure suit la même tendance que la salinité et la conductivité électriques. la valeur moyenne des eaux du barrage du Babar est l'ordre de (220,40 mg .l<sup>-1</sup>)

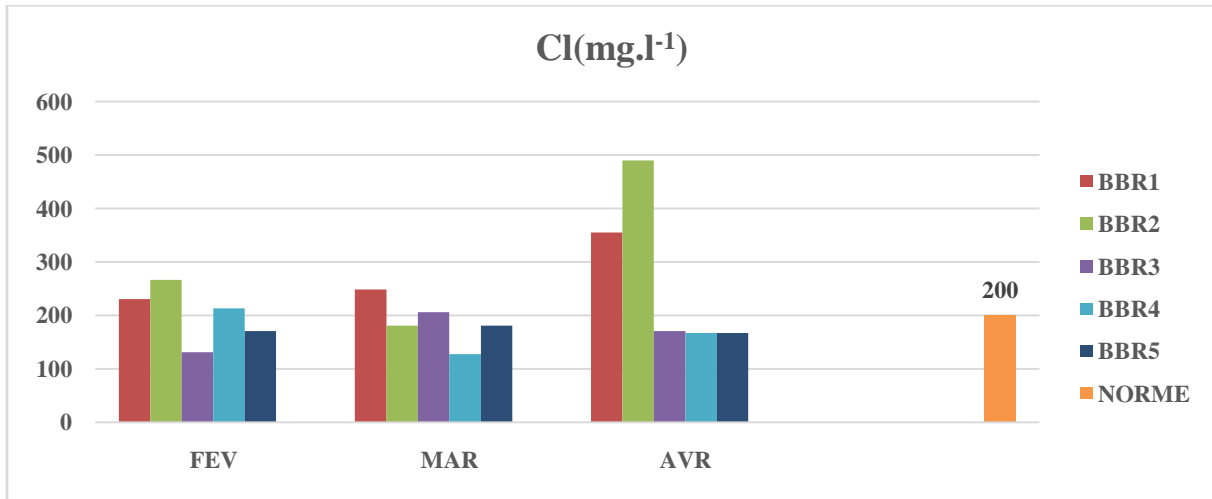


Figure 30 : Variation spatiotemporelle des teneurs en chlorures (Cl<sup>-</sup>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3.4. Le calcium (Ca<sup>2+</sup>)

Selon la figure (31) on remarque que les valeurs de Calcium varient entre (70,54 et 144,29 mg .l<sup>-1</sup>), la valeur maximale (144,29 mg .l<sup>-1</sup>) est observée dans les stations (02) et (04) mois d'Avril, avec une valeur minimale (70,54mg .l<sup>-1</sup>) dans les stations (01) et (05) mois de Février. Donc les eaux du barrage de BABAR sont très riches en calcium pendant la période étudiée. Avec une valeur moyenne de l'ordre de (96,25 mg .l<sup>-1</sup>)

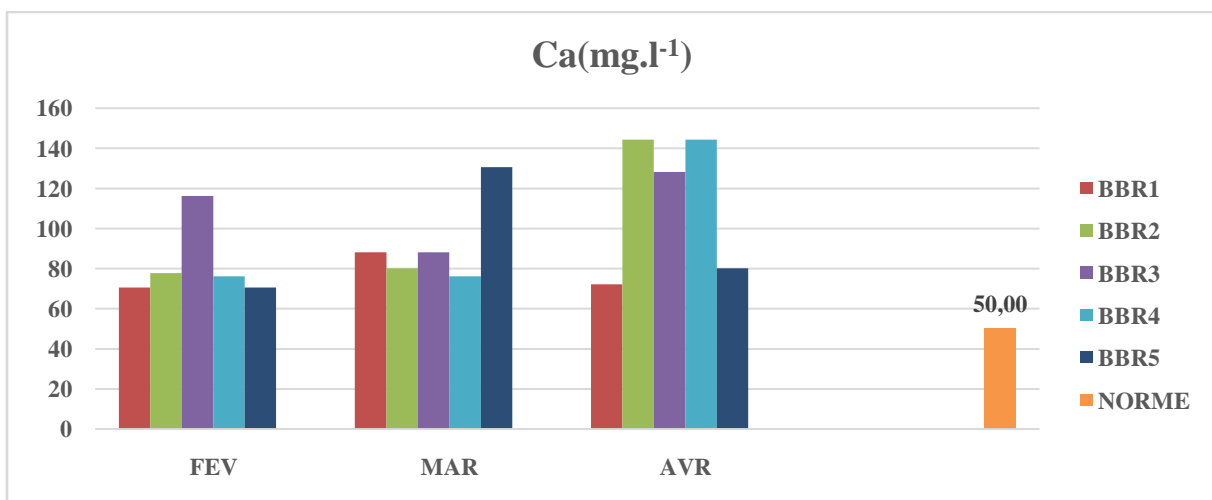


Figure 31 : Variation spatiotemporelle des teneurs en calcium (Ca<sup>2+</sup>) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3.5. Le magnésium ( $Mg^{+2}$ )

Selon la figure (32) on remarque une variation significative du taux de Mg dans les trois mois étudiés, la valeur maximale ( $120,51 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) est enregistrée dans la station (01) mois d'Avril, avec une valeur minimale ( $39,33 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) dans la station (02) mois d'Avril. La figure (32) montre que la station 1 présente toujours de forte valeurs en magnésium qui dépasse souvent les teneurs admissible. La valeur moyenne des eaux analysées est avoisinante de ( $65,57 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ).

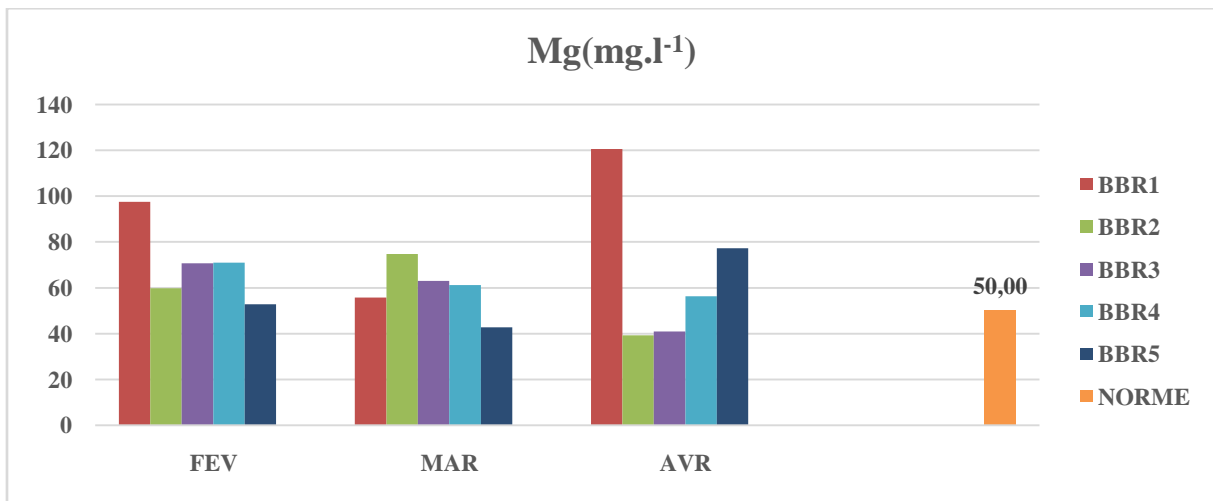


Figure 32 : Variation spatiotemporelle des teneurs en magnésium ( $Mg^{+2}$ ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.3.6 Les carbonates ( $CO_3^{2-}$ )

Selon la figure (33) on remarque que les teneurs en TAC sont importantes par rapport à la norme, avec une valeur maximale ( $317,20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) dans la station (03) mois d'Avril, et une valeur minimale ( $146,40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) dans la station (04) au mois de Février. On général on peut dire que le taux des carbonates dans les eaux de Babar est assez importante avec une valeur moyenne de l'ordre de ( $216,35 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )

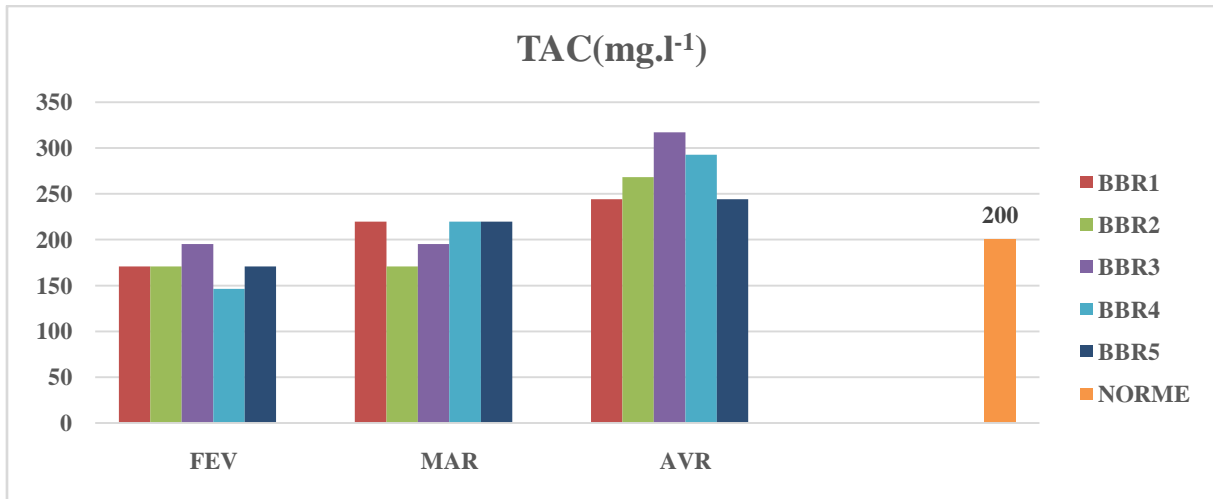


Figure 33 : Variation spatiotemporelle des teneurs en carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.4. Les éléments organiques

#### 3.4.1. La Matière en suspensions

Selon la figure (34) on observe que Les teneurs des matières en suspension sont variées entre une valeur minimale ( $2,67 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) dans la station (02) mois d'Avril et une valeur maximale ( $60,67 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) dans la station (04) mois de Février. Les concentrations des matières en suspension les plus élevées sont observées au cours de la période pluvieuse (Février), cela est dû à l'érosion du sol causée par les crues, donc une forte charge de MES. Par contre dans la période non pluvieuse (Mars et Avril) reste moins turbide alors les matières en suspension sédimentent. La valeur moyenne des matières en suspension est l'ordre de ( $17,11 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ )

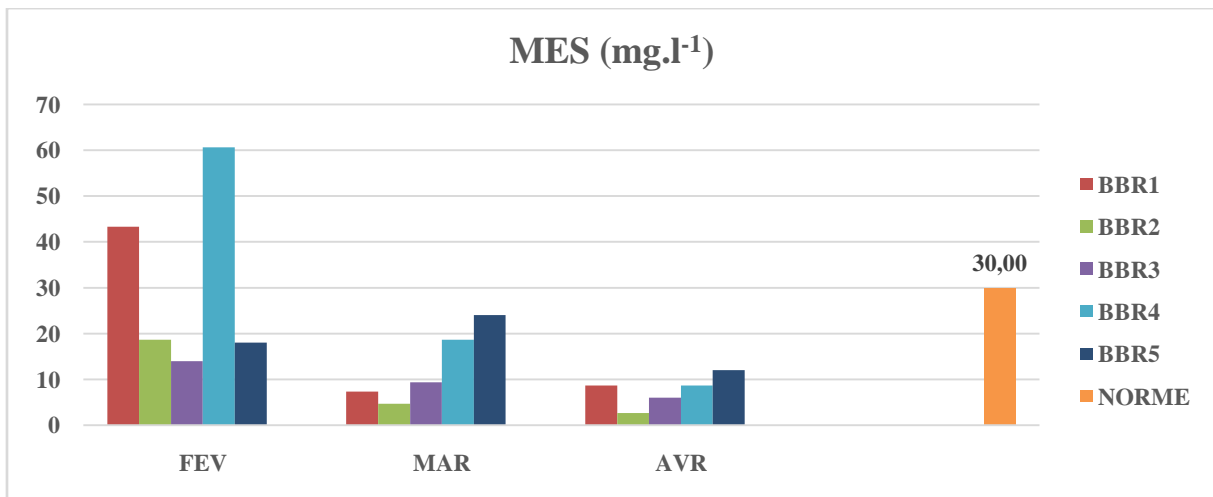
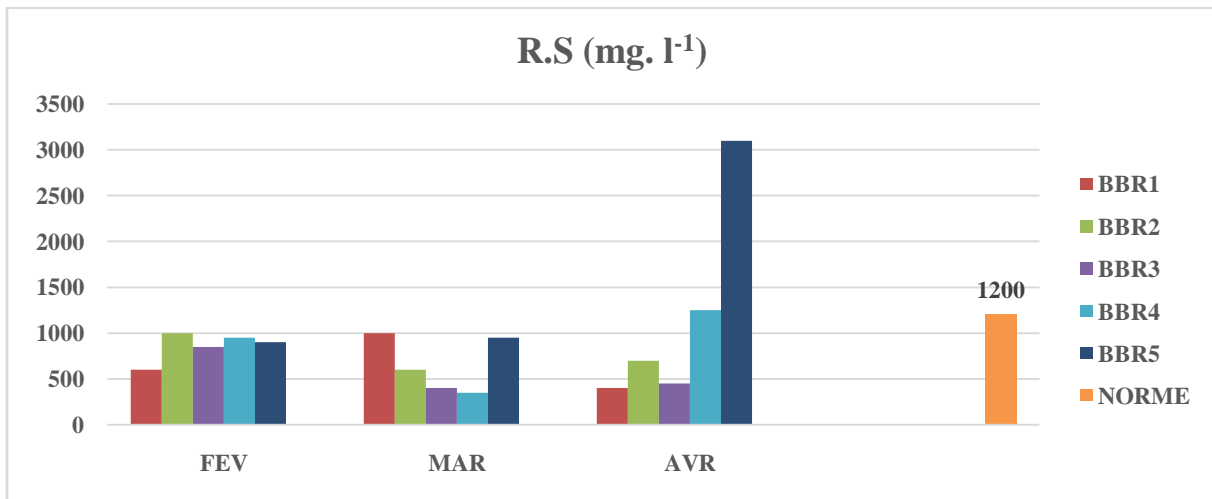


Figure 34: Variation spatiotemporelle des teneurs de Maitres en suspensions (MES) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.4.2. Le Résidu sec (RS)

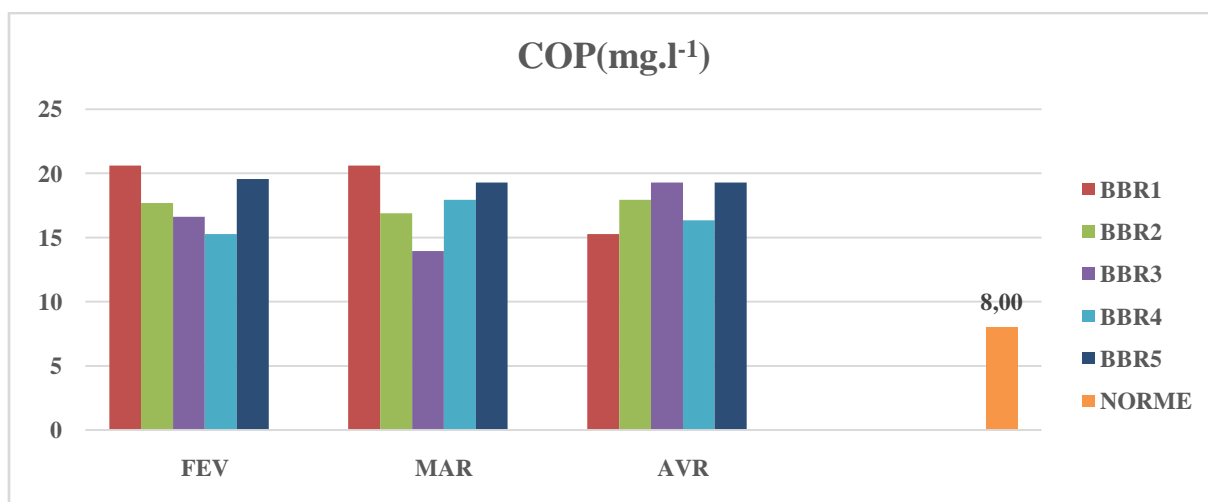
Selon la figure (35) on remarque une variation entre les valeurs des RS, la valeur maximale (3100 mg .l<sup>-1</sup>) est enregistrée dans la station (05) mois d'Avril avec une valeur minimale (350 mg .l<sup>-1</sup>) dans la station (04) mois de Mars.



**Figure 35:** Variation spatiotemporelle des teneurs de Résidu sec (RS)des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019

### 3.4.3. Le carbone organique particulaire (COP)

Selon la figure (36) les teneurs en COP sont très élevés par rapport à la norme, on remarque une valeur maximale (20,62 mg .l<sup>-1</sup>) dans la station (01) mois de Février, station (01) mois de Mars, et une valeur minimale (13,95 mg .l<sup>-1</sup>) dans la station (03) mois de Mars. Donc on conclut que pendant la période étudiée les eaux du barrage de BABAR sont très riche ce qui donne par la suite une forte minéralisation donc une source supplémentaire des nutriments en azote et en phosphore.



**Figure 36 :** Variation spatiotemporelle des teneurs de carbone organique particulaire (COP) des eaux de surface du barrage du Babar exprimé en (mg .l<sup>-1</sup>) pendant la période de suivi (Février-avril) 2019.

# **Conclusion**

### Conclusion

Les barrages sont la source en eaux pour les différentes activités anthropiques, ces hydro-systèmes sont des biotopes très favorables pour les communautés hydro biologiques (phytoplancton, zooplancton, poisson) et l'avifaune aquatique (oiseaux).

Ces plan d'eau sont altérées par les différents activités et a eu des impacts environnementale Dans cette optique nous avons élaborée cette étude, cinq station ont été choisi pour avoir estimée le degré de contamination de ces écosystèmes vue l'impact de la composante climatique et la nature géologique des eaux sur la distribution des éléments hydro-chimiques et nutritionnels.

A l'issue de notre étude, nous avons pu mettre en évidence quelques caractéristiques physicochimiques de l'eau du barrage de Babar (Khenchela).

Les relevés des paramètres physiques des eaux montrent que les eaux de barrage de Babar présentent des températures homogène ce qui implique celle-ci est influée par la température atmosphérique.

Pour la salinité des eaux de barrage de Babar, les résultats révèlent des faibles salinités avoisinante de la salinité des eaux douces e dépasse pas 0,8 psu ou g/l. Ce qui sont très recommandé pour la potabilisation d'une part et pour les besoin d'irrigation pour les agriculteurs avoisinant du barrage soit en amont ou en aval du barrage vue la faible pluviométrie de la zone d'étude.

Pour le potentiel d'hydrogène on peut dire que les eaux des sites étudiés présentent des teneurs un peur alcalin cela est dus aux fortes évaporations des eaux.

Pour l'étude hydro chimique on remarque que le barrage présente des fortes teneurs en sulfates et chlorure avec une forte dureté exprimé par les fortes teneurs en calcium et magnésium.

Sur le plan environnemental on remarque que le barrage présente des forte teneurs en azote total et nitrites et azote minéral dissous avec une faibles teneurs en nitrates qui reste inhiber par la bassin température qui stop l'activité bactérienne.

Pour les teneurs en phosphates on remarque que le milieu est riche en phosphates ce qui influence sur le déclenchement du phénomène d'eutrophisation par cette forme soluble.

Le bassin de barrage de Babar présent des teneurs moyennes en silicate ce qui favorise l'installation des groupements phytoplanctoniques des diatomées.

En terme de matière organique on peut dire que les teneurs en MOP est assez importante ce qui favorise par la suite une forte minéralisation locale assimilable par les communautés phytoplanctoniques.

L'eau du barrage de Babar est moyennement alcaline avec une minéralisation élevée. Les résultats concernant les paramètres de pollution nous permettant de dire Que l'eau du barrage est généralement de moyenne qualité concernant, les concentrations en nitrates et en nitrites avec des teneurs naturelles en phosphates et ammoniacques.

En effet, la qualité d'une eau est la résultante de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants, ainsi il est utile de signaler que les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau est en fonction des saisons et des quantités des précipitations reçues.

La communauté phytoplanctoniques recensée dans le barrage est caractérisée par une richesse moins importante.

# **Références Bibliographiques**

**Référence bibliographique**

- **ADE. Algérien Des Eaux (2005)**, Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles, formation contenue en entreprise, les cahiers techniques du stage T2, Algérien Des Eaux, Centre de formation aux Métiers de l'eau de Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Aouaigjia. A, (2012)** Qualité microbiologique et physicochimique de l'eau d'une retenue artificielle (Barrage de Babar) khenchela, université Abbes Laghrour, khenchela (ALGERIE), p 67.
- **Arrus R. (1985)**. L'eau en Algérie : de l'impérialisme au développement (1830-1962).Ed. OPU, Alger. pp. 29-30.
- **Berne. F, Jean. C. (1991)**, Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 1991, 306 p.
- **Besbes M. (2010)**, Hydrogéologie de l'ingénieur, Centre de Publication Universitaire, Tunisie, ISBN : 978-9973-37-617-6,350p.
- **Bonnin. J. (1982)**, Aide-Mémoire Hydraulique Urbaine, Éditions eyrolles, 1982, p 25.
- **Bouafia.H, (2015)** Hydrodynamique souterraine et transfert des réservoirs profonds (Couplage architecture stratigraphique vulnérabilité et risque de pollution) dans la région de khenchela, université bardji Mokhtar-ANNABA
- **Bouziani. M. (2000)**, L'eau De La Pénurie A La Maladie. Edition Ebeanthaldoun.2000, pp 84.
- **Catherine**. L'énonciation : de la subjectivité dans le langage. Armand Colin, 2009.
- **Costanza R, d'Arge R, Rudolf de Groot, Stephen F. k, Monica G, Bruce H, Karin L, Shahid N, R. V. O'Neill, Jose P, Robert G. R, Paul S. k. k & Marjan van den B 1997**. The value of the world's ecosystem services and natural capital in Nature's Services VOL 387.

- **Djemili, L. 2006.** Critères de choix de projet des barrages en terre « étanchéité par le masque en béton bitumineux », thèse de Doctorat, 2006.
- **Durand, J. M. 1999.** Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatoriale, Cemagref éditions –ISBN 2- 85362-511-7/1999.
- **Gleick, P.H. 1993.** "Water resources: A long-range global evaluation." Ecology Law Quarterly Vol.20, No. 1, pp. 141-149.
- **Hama T et Handa N. (1983),** the seasonal variation of organic constituents in aneutrophic lake; Part II: dissolved organic matter. Arch. Hydrobiology. 98, 443-462.
- **IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia, Estatística. Coordenação de Trabalho, & Rendimento. 2005.** Pesquisa nacional por amostra de domicílios: Síntese de Indicadores-2004.
- **Isabelle Guay-Thérèse Rossel. (2003),** Critères de qualité de l'eau de surface. 536p
- **Lounnas A. (2009),** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, Mémoire de Magister, Université du 20 Août 1955 de Skikda, Algérie.
- **Mackas, D L., Batten ,S. & Trudel, M. . 2007.** « Effects on zooplankton of a warmer ocean: recent evidence from the Northeast Pacific » Prog. in Ocean.75, no 2: 223–252.
- **Rejsek F. (2002),** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques, Centre Régional De Documentation Pédagogique D'aquitaine, France, ISBN : 2-86617-420-8.
- **Remini B. (2001).** Les fuites d'eau dans le barrage de Foum-el-Gherza (Algérie), l'Eau, l'Industrie les Nuisances, n°6.
- **Rodier J. (1975),** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Coll. Dunod technique, tome 2. Paris, pp123-167.
- **Rodier J. (1996),** L'analyse de l'eau, Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, 8ème édition, Ed, Dunod, Paris, 1434 p.

- **Rodier J. (2009)**, L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme édition, Dunod, Paris, 1600p.
- **Rossi N. 2008**. Écologie des communautés planctoniques méditerranéennes et étude des métaux lourds (Cuivre, Plomb, Cadmium) dans différents compartiments de deux écosystèmes côtiers (Toulon, France). Thèse de Doctorat, Université du Sud Toulon-Var. 217 p.
- **Salhi., 2006.**-Les sites naturel et l environnement Edition la bibliothèque vert. ISBN, 9961,741,25,
- **Schuddeboom J. (1993)**, Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1993, p 11.
- **Squilbin Marianne, Yourassowsky Catherine 2005**. Qualité physico-chimique et Chimique des eaux de surface. 16p.
- **Tardat Henry. M**, Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, 1992, pp 213-215.
- **Vilagines , R. 2003**, January. Flow of hydrates dispersed in production lines. In SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers. Pietikäinen, M., Hadid, A., Zhao.

### webographie

- [1] [http://www.barrages-cfgeb.org/Info/pr\\_barC4.html](http://www.barrages-cfgeb.org/Info/pr_barC4.html) (se site présente les raisons de la construction d'un barrage et les premier barrages construit par des civilisations).

# **ANNEXES**

## I. Analyse physico-chimique de l'eau

### I.1. Eléments analysés au laboratoire

#### Dosage des chlorures

##### Méthode de Mohr

###### a) Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier, 2009).

###### b) Réactifs

- ✓ Solution de chromate de potassium à 10 %.
- ✓ Solution de nitrate d'argent 0,1 N.

###### c) Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de solution de chromate de potassium. Apparition une couleur jaune.
- Verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 minutes. Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent 0,1 N utilisés.

#### Expression des résultats

Pour une prise d'essai de 100 ml :

$V \cdot 10^{-3} \cdot 55$  donne la teneur en chlorures, exprimée en milligrammes de  $\text{Cl}^-$  par litre d'eau.

#### Dosage de l'alcalinité

##### 1. Principe

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré (Rodier, 2009).

##### 2. Réactifs

- ✓ Acide chlorhydrique (HCl) 0,02 N.
- ✓ Solution de phénolphtaléine.
- ✓ Solution de méthyle orange.

### 3. Mode opératoire

#### Détermination du TA :

Prélever 50 ml d'eau à analyser (10 ml de l'échantillon + 40 ml de l'eau distillé) dans une fiole conique. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénol phtaléine. Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul, (pH < 8,3). Verser ensuite doucement l'acide dans la fiole à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (pH 8,3). Soit V le volume d'acide utilisé pour obtenir le virage.

#### Extermination du TAC :

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'à disparition de la coloration jaune et apparition de la couleur jaune-orangé (pH 4,3). Soit V' le volume d'acide 0,02 N versé depuis le début du dosage.

#### Expression des résultats

Si  $TA=0$  H Co 3- =  $12.2 \times TAC$  (volume de titrage). Exprime le titre alcalimétrique complet en milligramme par litre.

#### Dosage de calcium

##### 1. Principe

Le principe est identique à celui de méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toute fois, comme la dosage se fait à un PH élevé (12-13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcane carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge.

##### 2. Réactif

✓

Solution d'hydroxyde de sodium NaOH (2n)

✓

Merixide comme indicateur

✓

L'EDTA

##### 3. Mode opératoire

- Dans une fiole conique de 100 ml, introduire 50 ml eaux analyse (10 ml eaux de l'échantillon + 40 ml eaux distillé)
- Ajouter 3 ml NaOH
- Quelque grain de merixide
- Une coloration rose bombonne
- Verser alors au moyen d'une burette la solution de l'EDTA jusqu'à apparition d'une teinte violet

## Dosage d'ammonium

### Méthode spectrophotométrique au réactif de Nessler :

#### 1. Principe

En présence d'hydroxyde de potassium ou de sodium, il se produit une réaction entre les ions  $\text{NH}_4^+$  et le réactif de Nessler (iodo-mercurate de potassium alcalin), avec formation d'un composé de coloration variant du rouge au brun. L'ajoute dans le milieu réactionnel de tartrate double de sodium et de potassium a pour rôle principal d'éviter la formation ultérieure d'un trouble dû à l'interférence du calcium du magnésium éventuellement présent dans l'eau. On réalise ensuite une mesure spectrophotométrique de l'absorbance de la coloration à une longueur d'onde voisine de 420 nm (Rejsek, 2002).

#### 2. Réactifs

- ✓ Réactif de Nessler.
- ✓ Solution de tartrate double potassium et sodium + Réactif de Nessler.

#### 3. Mode opératoire

Introduire 10 ml d'eau à analyser dans une bécher puis versé 0,4ml de tartrate double potassium et sodium puis 0,4 ml de réactif de Nessler. Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 420 nm.

## Dosage de sulfate

#### 1. Principe

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinyle - pyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre (Boya et Zahaf, 2013).

#### 2. Réactifs

- ✓ Solution d'acide chlorhydrique au 1/10.
- ✓ Solution de chlorure de baryums stabilisé :
  - 10 g de chlorure de baryum  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
  - 20 ml solution de tween 20 a 25%
  - Compléter a 100 ml par l'eau distillé

---

### 3. Mode opératoire

Dans un bécher, introduire successivement :

- 10 ml d'eau à analyser.
- 0,2 ml Acide chlorhydrique.
- 1 ml Solution de chlorure de baryums stabilisé.
- Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes.

Agiter de nouveau et faire les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 650 nm

### Dosage des poly-phosphates

#### 1. Le principe

Les ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium en présence d'antimoine (III) pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique : cette forme réduite de coloration bleu a un maximum d'absorption à 885 nm.

#### 2. Les réactifs

- ✓ Solution d'acide sulfurique (20%)
- ✓ Solution NaOH (12%)

#### Mélange des réactifs :

- 10 ml de solution de molybdate.
- 25 ml d'acide sulfurique  $2.5 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ .
- 10 ml de solution d'acide ascorbique.
- 5 ml de solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine

### 3. Mode opératoire

Dans un flacon :

- mettre 10 ml de l'échantillon filtré ;
- Ajouter 1ml de solution d'acide sulfurique 20% ;
- Boucher avec le papier aluminium et placer dans le bain de sable pendant 30 min ;
- Laisser refroidir puis ajuster le pH avec la solution de NaOH à l'aide d'une burette et un multi paramètre jusqu'à la valeur du pH  $\sim 2$  ;
- Mener le volume à 10 ml avec de l'eau distillé ;
- Ajouter 1 ml du mélange des réactifs et homogénéiser aussitôt ;
- Attendre 5 min et mesurer l'absorbance à 885 nm par rapport à l'eau distillée. Soit A cette mesure ;

Les résultats sont exprimés en mg/l à partir de la courbe d'étalonnage.

## **Dosage des ortho-phosphate**

### **1- Le principe**

Les ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium en présence d'antimoine (III) pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique, cette forme réduite de coloration bleu a un maximum d'absorption à 885 nm.

### **2- Les réactifs**

✓ Mélange des réactifs :

- 10 ml de Solution de molybdate d'ammonium.
- 25 ml d'acide sulfurique 2,5 mol .l<sup>-1</sup>
- 10 ml de Solution d'acide ascorbique.
- 5 ml de Solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine

### **3- Mode opératoire**

- Préparer le mélange des réactifs ;
- Mesurer 10 ml de l'échantillon filtré ;
- Ajouter 1 ml du mélange des réactifs et homogénéiser aussitôt ;
- Attendre 5 mn et mesurer l'absorbance à 885 nm par rapport à l'eau distillée. Soit A cette mesure ;
- Les résultats sont exprimés en mg/l à partir de la courbe d'étalonnage

## **Dosage de silicium**

### **1. Principe**

La méthode utilisée a recours à la formation, à pH 1-2, d'un complexe entre le molybdate d'ammonium et les formes monomère ou dimère de l'acide ortho silicique. Ce dernier est réduit par le métol en un complexe bleu susceptible d'un dosage spectrophotométrie.

### **2. Réactif**

✓

#### **Réactif 1 : réactif au molybdate**

- 12,5 ml acide sulfurique h<sub>2</sub>so<sub>4</sub> + 37,5 ml eaux distillé
- 15g molybdate + 100 ml eaux distillé

✓

#### **Réactif 2 : réactif Acide oxalique**

- 10g acide oxalique + 100 ml eaux distillé

✓

#### **Réactif 3 : réactif Acide ascorbique**

- 2,8 g acide ascorbique + 100 ml eaux distillé
-

### 3. Mode opératoire

- Introduire dans des gobelets en plastique 10 ml d'eaux analysée
- Ajouter à la micropipette 0,4 ml R1, mélanger
- Attendre au minimum 10 min
- Ajouter à la micropipette 0,4 ml R2
- mélanger
- Sans attendre ajouter 0.2 ml R3
- Attendre 2 à 3 h et mesurer l'absorbance à 810 nm

**Résumé :**

Les activités anthropiques (agriculture et urbanisation ) ont de sévères répercussions sur la qualité de l'environnement, l'estimation de l'état de la pollution fait l'objet de notre étude le barrage de Babar c'est parmi les plan d'eau touchés par la pollution d'origine anthropique, cinq station ont été suivi trois mois pendant la saison du printemps Les résultats d'analyse des eaux montrent que le barrage de Babar est soumis au apports des activités agricoles par les différentes formes de phosphates et les rejets municipales les agglomérations avoisinantes, en terme de nutriments on remarque que le barrage est très pollué par l'azote total, et azote total dissous et azote nitreux, et terme de matière organique particulaire mais on constate la présence d'une pollution azotée par les formes azote le barrage est très riche en COP et MES ce qui favorise les processus de production primaire, sur plan environnemental on peut dire que le phosphore est le déclencheur du phénomène d'eutrophisation dans le barrage pendant la période de suivi.

**Mots clés :** qualité, hydrochimie, nutriments, barrage de Babar, kenchela, Algérie.



**Abstract :**

Human activities (agriculture and urbanization) have a severe impact on the environment quality , the assessment of the state of pollution is the subject of our study, the Babar dam is among the water bodies affected by pollution of anthropogenic origin, five stations were monitored three months during the spring season The results of water analysis show that the Babar dam is subject to the inputs of agricultural activities by the different forms of phosphates and municipal discharges into neighboring towns, In terms of nutrients, we notice that the dam is highly polluted by total nitrogen, and total dissolved nitrogen and nitrous nitrogen, and term of particulate organic matter, but we note the presence of nitrogen pollution by the nitrogen forms, the dam is very rich in COP and MES, which favors primary production processes, from an environmental point of view we can say that phosphorus is the trigger of the eutrophication phenomenon in the pedant dam during the monitoring period.

Keywords:quality, hydrochemistry, nutriments, Babar dam, kenchela, Algeria.

### ماخص:

الأنشطة البشرية (الزراعة والتوسع العمراني) لها تأثير شديد على نوعية البيئة المائية ، ان تقدير حالة التلوث هو موضوع دراستنا لسد بابار من بين المياه متأثرة بالتلوث البشري ، تمت مراقبة خمس نقاط متابعة لمدة ثلاثة أشهر خلال موسم الربيع.

تظهر نتائج اختبارات المياه أن سد بابار يخضع لمتدخلات الأنشطة الزراعية بأشكال مختلفة من الفوسفات والتصرف. التكتلات المجاورة ، من حيث العناصر الغذائية ، يلاحظ أن السد ملوث جداً بالنيتروجين الكلي ، والنيتروجين الكلي الذائب والنيتروجين ، ومصطلح المادة العضوية الجسيمية ولكن يوجد تلوث النيتروجين بواسطة الأشكال سد النيتروجين غني جداً بالكربون العضوي العالق كذلك والعوالق COP و MES الذي يدعم عمليات الإنتاج الأولية كالتركيب الضوئي ، على المستوى البيئي يمكننا القول أن الفسفور هو الزناد لظاهرة التخصب في سد خلال فترة المراقبة.

**الكلمات المفتاحية:** الجودة ، الكيمياء المائية ، المواد الغذائية ، سد بابار ، خنشلة ، الجزائر.