

**République algérienne démocratique et populaire**

**Ministère de l'enseignement supérieur**

**Et de la recherchescientifique**

**Université abbès laghrour khenchela**

**Faculté des sciences de la nature et de la vie**

**Département d'écologie et environnement**



**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de  
Master Académique**

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

**Filière : science écologiques**

**Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée**

## **Thème**

**Rétention d'eau et de matières solides dissoutes dans un  
réservoir**

**(Foum Elkhanga, Algérie)**

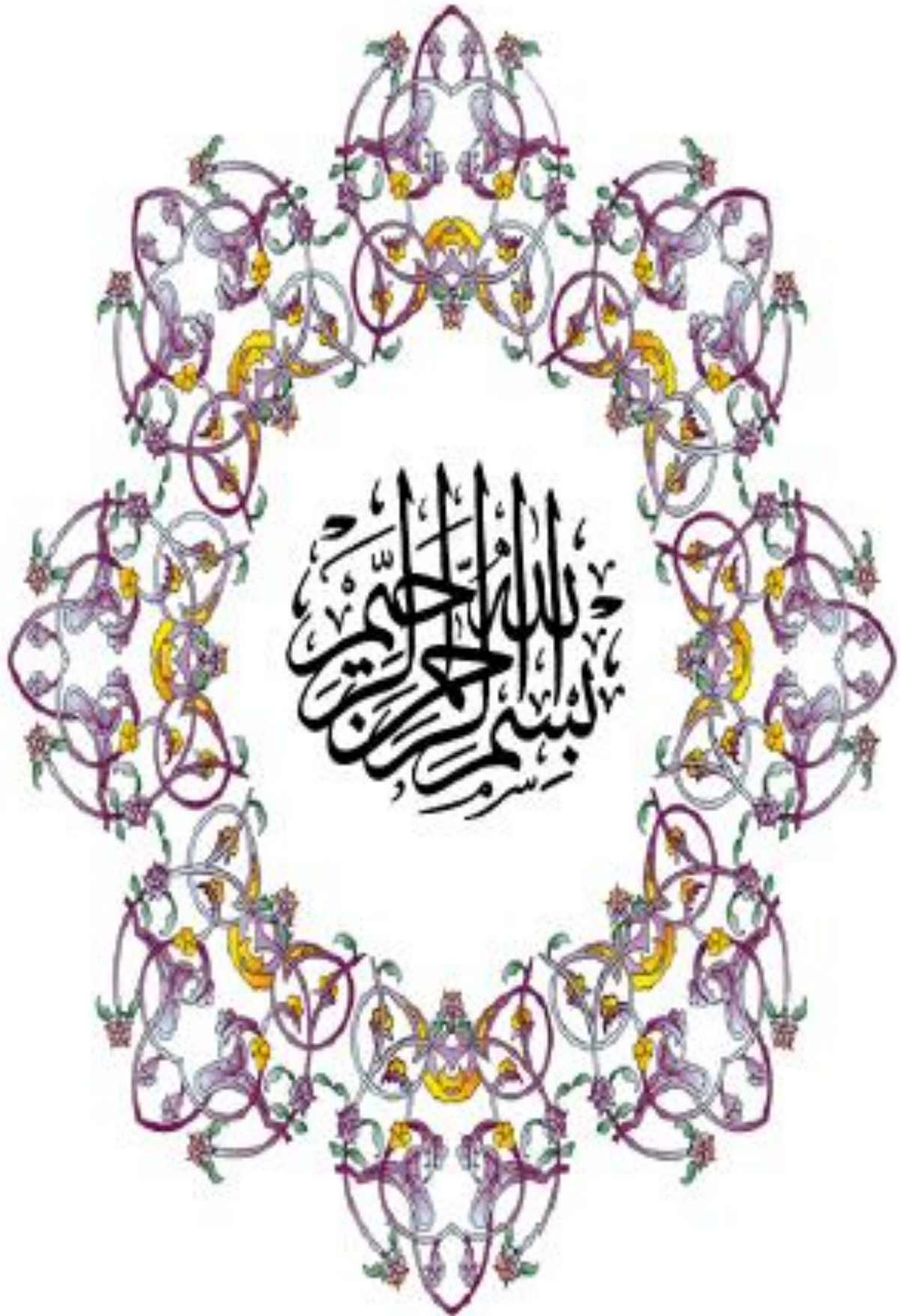
**Présenté par:**

- *Bouacid Chahine*
- *Benayed Ferial*

**Devant le jury :**

<b>Président</b>	<b>Mr LARBAA Rabah</b>	(MCB, Université Abbès laghrour Khenchela)
<b>Examineur</b>	<b>Mr DIFALLAH Tarak</b>	(MCB, Université Abbès Laghrour khenchela)
<b>Encadreur</b>	<b>Mr ZIOUCH Omar Ramzi</b>	(MCB, Université Abbès Laghrour khenchela)

**Année universitaire : 2019/2020**



# **REMERCIEMENT**

*Avant tout nous remercions dieu qui nous a donné la patience de terminer ce travail.*

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nos voudrais témoigner toute notre gratitude.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance au Monsieur **Ziouche Omar Ramzi**, d'avoir dirigé notre mémoire de fin d'étude avec beaucoup d'efforts et de patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, son Encouragement ainsi que sa gentillesse, Nous lui disons, Dieu te récompense le bien dans ce monde et l'au-delà*

*Nos désire aussi remercier à nos enseignants du département science de La nature et de la vie -Khenchela- Qu'ils fournissent les outils nécessaires à la réussite de notre études universitaires.*

*Mes sincères remerciements s'adressent aux membres de Jury :*

*Monsieur **LARBAA RABAH** (Maitre de conférences B, Université de Université Abbess Laghrour Khenchela).*

*Monsieur **DIFALLAH TARAK** (Maitre de conférences B, Université de Université Abbess Laghrour Khenchela)*

*Merci infiniment à nos familles et tous les amis et collègues grâce auxquels nous avons pu atteindre ce modeste sommet de connaissance.*

*Nos plus vifs remerciements à nos parents, notre famille et nos amies, Enfin nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

*.....**MERCI** .....*

# DÉDICACES

*Je dédie ce travail à :*

*Mes parents*

*Mes frères et Mes sœurs*

*A toutes ma famille*

*A mes enseignantes*

*A mes amis*

*Ma promotion de master*

*BONAÏD CHAHME*

# DÉDICACES

*Je dédie ce travail*

*Mes parents,*

*Merci pour votre amour, votre affection, vos encouragements, vos sacrifices... que Dieu vous garde.*

*A mes frères **AKRAM ,ABD DJALIL ET ABD ELLAH .***

*A mes sœur **KHAWLA ET RITEJ.***

*A ma famille*

*A mes cousins et cousines*

*A mon encadreur **ZIOUCH OMAR RAMZI***

*Pour terminer je remercie mes amies **RANLA***

***.SAMLA.NOUR EL HOUDA ET NAJWA.** - pour leurs aident et leurs soutiens durent la réalisation de ce travai*

*à vous aussi pour la soutenance de votre mémoire.*

*À toute personne qui m'aime*

*À toute personne que j'aime*

*À tous ceux qui cherchent le savo*

*Benayed Ferial*

# SOMMAIRE

SOMMAIRE	Page
<b><i>LISTE DES FIGURES</i></b>	<b><i>I</i></b>
<b><i>LISTE DES TABLEAUX</i></b>	<b><i>III</i></b>
<b><i>LISTE DES ABRÉVIATIONS</i></b>	<b><i>IV</i></b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX DESURFACE</b>	
1. Introduction	<b>4</b>
1.1. La molécule de l'eau	<b>5</b>
1.2. L'eau de surface	<b>5</b>
1.3. Les principaux types d'eaux de surface	<b>6</b>
1.3.1. Les eaux lotiques	<b>6</b>
1.3.2. Les eaux lenticues	<b>6</b>
1.3.3. Les eaux artificielles	<b>6</b>
2. Les paramètres organoleptiques	<b>8</b>
2.1. La turbidité	<b>8</b>
2.1.1. Par quoi la turbidité est-elle causée ?	<b>8</b>
2.1.2. Quel effet la turbidité a-t-elle sur la qualité et le traitement de l'eau ?	<b>8</b>
2.2. La couleur	<b>8</b>
2.2.1. Pourquoi trouve-t-on alors des eaux de différentes couleurs ?	<b>9</b>
2.2.2. L'état sanitaire de l'eau	<b>9</b>
2.3. Le goût	<b>9</b>
2.3.1. Le goût de l'eau varie-t-il d'une région à l'autre ?	<b>10</b>
2.4. L'odeur	<b>10</b>
3. Les paramètres physico-chimiques	<b>10</b>
3.1. Les paramètres physiques	<b>11</b>
3.1.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)	<b>11</b>
3.1.1.1. Quelles valeurs pour constater le ph de l'eau ?	<b>11</b>
3.1.1.2. La détermination des valeurs du pH	<b>11</b>
3.1.2. La température (T°C)	<b>11</b>
3.1.2.1. La relations avec d'autres paramètres de la qualité de l'eau	<b>12</b>
3.1.3. La conductivité électrique (CE)	<b>12</b>
3.1.4. La matière en suspension (MES)	<b>12</b>
3.1.5. L'oxygène dissous (O <sub>2dis</sub> )	<b>13</b>
3.1.6. Les matières totales dissoutes (TDS)	<b>13</b>
3.2. Les paramètres chimiques :	<b>13</b>
3.2.1. Les cations majeurs	<b>13</b>
3.2.1.1. Le calcium (Ca <sup>++</sup> )	<b>13</b>

3.2.1.2. Le magnésium ( $Mg^{++}$ )	13
3.2.1.3. Le sodium et ( $Na^+$ )	13
3.2.1.4. Le potassium ( $K^+$ )	14
3.2.2. Les anions majeurs	14
3.2.2.1. Les chlorures ( $Cl^-$ )	14
3.2.2.2. Les bicarbonates ( $HCO_3^-$ )	14
3.2.2.3. Les sulfates ( $SO_4^{2-}$ )	14
3.3. Éléments indicateurs de pollution.	14
3.3.1. Les éléments nutritifs	14
3.3.1.1. Les nitrates ( $NO_3^-$ )	14
3.3.1.2. Les nitrites ( $NO_2^-$ )	15
3.3.1.3. L'ammonium ( $NH_4^+$ )	15
3.3.1.4. Les phosphates ( $PO_4^{-3}$ )	16
3.3.2. Les paramètres organiques globaux	16
3.3.2.1. La demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ )	16
3.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)	16
3.3.2.3. Le rapport DCO/ $DBO_5$	17
4. La pollution des eaux de surface	17
4.1. La pollution naturelle	17
4.1.1. Les agents physiques	17
4.1.2. Les agents chimiques organiques	17
4.1.3. Les agents chimiques inorganiques	17
4.1.4. Les agents biologiques	17
4.2. La pollution anthropique	18
4.2.1. La pollution urbaine	18
4.2.2. La pollution agricole	18
4.2.3. La pollution industrielle	18
<b>CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES</b>	
1. Le milieu	19
1.1. La situation géographique du sous bassin versant de cheref	19
1.2. Le réseau Hydrographique	20
1.3. Anthropisation et occupation du sol	21
1.3.1. Population	22
1.3.2. Agriculture	23
1.3.3. Barrages et irrigation	23
1.3.4. L'industrie	24
1.3.5. Le couvert végétal	24
1.4. La géologie	25
1.4.1. Domaine néritique sud constantinois	25
1.4.2. Domaine par- autochtone et autochtone Nord Aurésien	25
1.5. La pluviométrie	26

2. Méthode de mesure des éléments physiques	27
<b>CHAPITRE III : INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION</b>	
1. Variation des paramètres physiques	30
1.1. La température	30
1.2. La salinité	31
1.3. La Conductivité électrique (CE)	32
1.4. La matière solide totale dissoute (TDS)	33
1.5. Le débit	34
2. Variation des flux d'eau et de TDS	35
2.1. Le flux d'eau	36
2.2. Le flux de TDS	36
3. Discussion	37
<b>CONCLUSION</b>	<b>40</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>RÉSUMÉ</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
الملخص	

# LISTES DES FIGURES

N°	Titre	page
01	Le cycle de l'eau	4
02	Molécule d'eau	5
03	Situation géographique du barrage d'oued Cheref.	20
04	Carte du réseau hydrographique du bassin d'oued Cheref	21
05	Répartition de la population du bassin versant de l'oued Cheref /Sedrata selon le groupe d'age	22
06	Répartition de la population du bassin de l'oued Cheref / Sedrata selon le sexe.	22
07	Plan de situation des différents périmètres irrigués du bassin d'oued Cheref /Sedrata.	23
08	Carte géologique de la zone d'étude	26
09	Station1 A l'amont 1 du Barrage de foug elkhanga (Oued Sbihi).	27
10	Station 2 A l'amont du barrage de foug elkhanga (Oued Sedrata)	27
11	Station 3: A l'aval du Barrage de foug elkhanga	27
12	Carte géographique qui représente le bassin de Seybouse et les stations d'échantillonnage; <span style="color: blue;">◆</span> : Barrage Bouhamdane, <span style="color: blue;">◆</span> : Barrage Charef, <span style="color: black;">●</span> : Stations <b>1</b> : Pont ksar sbihi (amont barrage charef 1), <b>2</b> : Zouabi (amont barrage charef 2), <b>3</b> : Aval barrage charef,	28
13	Le Multi paramètre wtw 1970i.	29
14	Variation bimensuelle de la température (°C) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.	31
15	Variation bimensuelle de la salinité (PSU) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.	32

16	Variation bimensuelle de la conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.	33
17	Variation bimensuelle de TDS ( $\text{mg}/\text{l}$ ) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.	34
18	Variation bimensuelle des précipitations ( $\text{mm}$ ) et du débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.	35
19	Variation bimensuelle (a) et annuelle (b) de flux d'eau ( $10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget relatif durant l'année 2012. La zone grise représente la saison sèche.	36
20	Variation bimensuelle (a) et annuelle (b) de TDS en terme de flux ( $10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget relatif durant l'année 2012. La zone grise représente la saison sèche.	37

# **LISTES DES TABLEAUX**

<b>N°</b>	<b>Titres</b>	<b>page</b>
<b>01</b>	Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines	<b>7</b>
<b>02</b>	Classification des eaux selon la conductivité	<b>12</b>
<b>03</b>	Les caractéristiques générales du barrage d'oued Charef	<b>24</b>
<b>04</b>	Différentes unités industrielles dans le bassin de Cherf / Sedrata	<b>24</b>
<b>05</b>	précipitations mensuelles moyennes (mm) de 1993 à 2012 au niveau du barrage d'oued Charef	<b>27</b>
<b>06</b>	. Les stations d'échantillonnage et leurs caractéristiques.	<b>29</b>
<b>07</b>	Variation des paramètres physiques durant la saison sèche, saison humide et la moyenne annuelle, les mins et maxs sont aussi enregistrés	<b>30</b>
<b>08</b>	Variation des flux d'eau et de TDS durant la saison sèche, la saison humide et la moyenne annuelle, les mins et maxs sont aussi enregistrés	<b>35</b>
<b>09</b>	Flux spécifique totale solides dissous (TDS, t km <sup>2</sup> an <sup>-1</sup> ) pour certains fleuves et barrages méditerranéens et algériens	<b>39</b>

# LISTES DES ABREVIATIONS

<b>O<sub>2dis</sub></b>	<b>:</b>	<b>L'oxygène dissous</b>
<b>Mg</b>	<b>:</b>	<b>Milligramme</b>
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les nitrates</b>
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les nitrites</b>
<b>TDS</b>	<b>:</b>	<b>Les matières totales dissoutes</b>
<b>Ca<sup>++</sup></b>	<b>:</b>	<b>Le calcium</b>
<b>Mg<sup>++</sup></b>	<b>:</b>	<b>Le magnésium</b>
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>:</b>	<b>Ammonium</b>
<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>:</b>	<b>Le sodium et</b>
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>:</b>	<b>le fer</b>
<b>Mn<sup>2+</sup></b>	<b>:</b>	<b>Manganèse</b>
<b>NaCl</b>	<b>:</b>	<b>chlorure de sodium</b>
<b>K<sup>+</sup></b>	<b>:</b>	<b>Le potassium</b>
<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les chlorures</b>
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les bicarbonates</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les sulfates</b>
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	<b>:</b>	<b>L'ammonium</b>
<b>H<sub>2</sub>S</b>	<b>:</b>	<b>Sulfure d'hydrogène</b>
<b>NH<sub>3</sub></b>	<b>:</b>	<b>l'ammoniac</b>
<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup></b>	<b>:</b>	<b>Les phosphates</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>:</b>	<b>La demande biochimique en oxygène</b>

<b>DCO</b>	<b>:</b>	<b>La demande chimique en oxygène</b>
<b>mg/l</b>	<b>:</b>	<b>Milligramme par litre</b>
<b>PH</b>	<b>:</b>	<b>potentiel Hydrogène</b>
<b>CE</b>	<b>:</b>	<b>La conductivité électrique</b>
<b>C</b>	<b>:</b>	<b>La Température</b>
<b>STEP</b>	<b>:</b>	<b>station d'épuration</b>
<b>TMH</b>	<b>:</b>	<b>trihalométhanes</b>
<b>μS/cm<sup>2</sup></b>	<b>:</b>	<b>Micro siemens/ centimètre</b>
<b>MES</b>	<b>:</b>	<b>Matiere en suspension</b>
<b>hab/Km<sup>2</sup></b>	<b>:</b>	<b>habitat par kilomètre carré</b>
<b>S</b>	<b>:</b>	<b>Salinité</b>
<b>%</b>	<b>:</b>	<b>Pourcent</b>
<b>Hm<sup>3</sup></b>	<b>:</b>	<b>kilometre kub</b>
<b>Hm<sup>3</sup>/an</b>	<b>:</b>	<b>hiktometr cub par ans</b>
<b>mm/an</b>	<b>:</b>	<b>millimètre par ans</b>
<b>(P.S.U)</b>	<b>:</b>	<b>Practical Salinity Unit ou</b>
<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>:</b>	<b>mètre cube par seconde</b>
<b>UPS:</b>	<b>:</b>	<b>Unité Pratique de Salinité</b>
<b>CE.</b>	<b>:</b>	<b>La conductivité électrique</b>
<b>PP</b>	<b>:</b>	<b>précipitations</b>
<b>t/an</b>	<b>:</b>	<b>tonne par ans</b>



***Introduction***

## 1. Introduction

La mobilisation des eaux superficielles a été de tous temps une préoccupation pour l'homme. L'eau est un enjeu stratégique central, elle permet le développement de l'industrie et la production énergétique, d'assurer la production agroalimentaire par l'assainissement des terres et l'irrigation approprié et de développer l'aquaculture, etc., auxquels il convient d'ajouter la préservation des écosystèmes naturels.

Les matières d'origine continentale (anthropique ou naturelle), avant d'aboutir à la mer, transitent un continuum aquatique diversifié incluant zones humides, rivières, barrages, apports ponctuels anthropiques et diffus et aboutissent aux embouchures des rivières où se produisent d'intenses transformations biogéochimiques et physico-chimiques d'immobilisation, de rétention et d'échanges avec la nappe et l'atmosphère (Billent and Garnier, 2007; Conelly et al., 1993; Turner et al., 1998).

Les rivières représentent le lien majeur entre la terre et l'océan. Actuellement, les rivières déversent chaque année environ 35 000 km<sup>3</sup> d'eau douce et 20 à 22 x 10<sup>9</sup> tonnes de sédiments solides et dissous dans l'océan mondial (Milliman, 2001; Liu et al., 2006). De plus, plusieurs études ont démontré que le débit d'eau et de sédiments des rivières nord-américaines et européennes s'étend sur 50 ans ou plus, de nombreuses rivières en Amérique centrale et Amérique du Sud, Afrique et Asie sont mal documentées, malgré le fait que beaucoup de ces fleuves ont d'importants apports en eau et en sédiments et sont particulièrement sensibles aux changements naturels et anthropiques (Milliman, 2001; Ludwig et al., 2009; Jarsjö et al., 2012; Jaramillo & Destouni, 2014; Yang et al., 2015; Pietroni et al., 2017; Ziouch et al., 2020). Ce problème pourrait être dû à la construction de barrages, au captage d'eau et à la conservation des sols. Le fleuve Jaune, dans le nord de la Chine, par exemple, est considéré comme ayant l'une des charges de sédiments les plus élevées au monde, 1,1 milliard de tonnes y<sup>-1</sup> (Ma et al., 2017). Ces dernières années, cependant, sa charge a été en moyenne inférieure à 100 millions de tonnes, en réponse à la sécheresse et à l'augmentation des prélèvements d'eau dans les rivières. Le débit d'eau et de sédiments du Huanghe (fleuve Jaune) a montré une diminution progressive au cours des 50 dernières années, en partie à cause du changement climatique (en particulier, la diminution des précipitations) et plus principalement, en raison d'une série d'activités humaines (en particulier la construction de réservoirs, prélèvement d'eau et conservation des sols) (Milliman, 1997; Xu, 2003; Walling, 2006; Wang et al., 2006). Il a été signalé que l'achèvement du barrage des Trois Gorges sur le fleuve Yangtze, le plus grand barrage du monde, a déjà provoqué une diminution significative du rejet de sédiments

(Yang et al., 2006; Chu & Zhai, 2006; Zhang et al., 2016). La diminution de la charge sédimentaire coïnciderait avec la tendance à la baisse de certains ions majeurs et des solides dissous totaux (TDS) dans le Dongjiang, l'un des trois principaux fleuves du bassin de Zhujiang (Zhang et al., 2007). Les impacts du changement d'affectation des terres sur le rejet d'eau et la charge de sédiments, principalement le boisement et la déforestation, sont connus pour les petits bassins fluviaux (par exemple Chen et al., 2004). D'un autre côté, les effets du changement d'affectation des terres peuvent être difficiles à identifier ou à détecter dans les grands bassins en raison de l'existence d'autres perturbations humaines (telles que la construction de réservoirs / barrages, l'extraction de l'eau) et de décalages hydrologiques temporels (Lu, 2004).

Dans certains bassins, comme le Colorado et le Nil, les sédiments sont complètement piégés en raison de la grande taille des réservoirs et de la déviation des débits (Vörösmarty et al., 2003; Walling & Fang, 2003). Selon Williams et Wolman (1984) et Graf (2005), l'efficacité de piégeage des grands réservoirs (volume  $> 10^7 \text{ m}^3$ ) est généralement supérieure à 99%, selon les caractéristiques des sédiments, des apports et du réservoir. L'efficacité du piégeage pour les petits barrages varie entre 10 et 90% (Kummu & Varis, 2007; Kondolf et al., 2014).

Les ressources en eau dans les pays méditerranéens sont rares et les pressions anthropiques sur les rivières deviennent particulièrement importantes. Par ailleurs, la construction des barrages sur les rivières et les prélèvements d'eau pour l'irrigation ont évolué depuis les années soixante et ont largement réduit le débit des rivières d'au moins 20%, ce qui a profondément modifié le fonctionnement naturel des cours d'eau méditerranéens (Homburg et al., 2008; Ludwig et al., 2009)

L'Algérie dispose de ressources naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. Environ 90% de la totalité des écoulements superficiels estimés à 12,4 Milliards de  $\text{m}^3/\text{an}$ , se trouvent sur la région littorale (Benblidia, 2011). Les investissements consacrés aux grandes infrastructures de mobilisation et aux ouvrages d'adduction et de transfert représentent actuellement 2% du PIB (environ 200 Milliard de \$ en 2012). La construction de plus de 30 barrages au cours de la dernière décennie a haussé la capacité de stockage d'eaux superficielles à environ 7 milliards de  $\text{m}^3$  (Benblidia, 2011 ; Remini, 2010). Cependant, seulement la moitié de ce volume mobilisé est exploité pour les besoins d'irrigation et de consommation domestique. En raison des besoins d'irrigation de culture et d'alimentation en eau potable de la population, il est encore prévu de stocker dans les quelques années à venir, environ 7,65 milliards de  $\text{m}^3$  (Remini, 2010).

Les barrages piègent une grande partie des sédiments, ce qui peut à son tour diminuer la productivité biologique à mesure que des éléments nutritifs sont attachés aux sédiments (Kummu et Varis, 2007). Dans les rivières, les sédiments ont influencé les aspects structurels et fonctionnels des écosystèmes aquatiques (Håkanson, 2005). Des quantités insuffisantes de solides totaux ont affecté la production primaire de phytoplancton, d'algues benthiques et de macrophytes, la production et la biomasse de bactérioplancton, et donc également la production secondaire, par exemple, de zooplancton, de zoobenthos et de poisson (Håkanson, 2006; Taamalah et al., 2016; Bougdah & Amira, 2017). Il est possible que les conditions d'alimentation et de frai soient perturbées et entraînent une baisse de la biodiversité et de la productivité (Blake 2001). L'effet des barrages sur le transport de la charge de lit est encore plus dramatique car il est entièrement piégé par des réservoirs (par exemple Kondolf, 1997).

La présente étude s'insère dans le cadre d'un programme de surveillance environnementale portant sur le transfert de matières du bassin côtier de Seybouse au littoral. Elle vise donc à décrire la cinétique des écoulements d'eau, du transport des matières solides dissoutes à travers le barrage de Foug elkhanga du bassin de Seybouse en nord-est de l'Algérie.

Le mémoire est assigné en trois chapitres dont le premier est strictement documentaire et qui forme un essai de synthèse sur les eaux de surfaces et l'intérêt des matières totales dissoutes dans les écosystèmes aquatiques. Le deuxième chapitre décrit le milieu étudié et les méthodes d'échantillonnage, de mesure des paramètres physiques et d'estimation de débit et approximation des flux. Le troisième chapitre interprète et discute les résultats d'hydrologie et la répartition et le budget de TDS dans le barrage de Foug elkhanga. Le mémoire s'achève par une conclusion.



**CHAPITRE I : GENERALITE SUR  
LES EAUX DESURFACE**

## Chapitre i: generalite sur les eaux de surface

### 1. Introduction

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température ambiante. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100 C° et solide en dessous de 0 C°.

Sa formule chimique est H<sub>2</sub>O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus, près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau (Hadeef et Hasni, 2016). Le cycle de l'eau est le résultat d'une évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie (Kassim, 2005). L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol où elle s'infiltrate et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée. Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières à leur source ou par le biais d'un affluent. Enfin, l'eau peut revenir directement à sa phase liquide dans l'atmosphère par la transpiration des végétaux qui éliminent ainsi une partie de l'eau contenue dans le sol et conservent une partie de l'eau de pluie dans leur feuillage (Fig. 1) (Ayad, 2016).

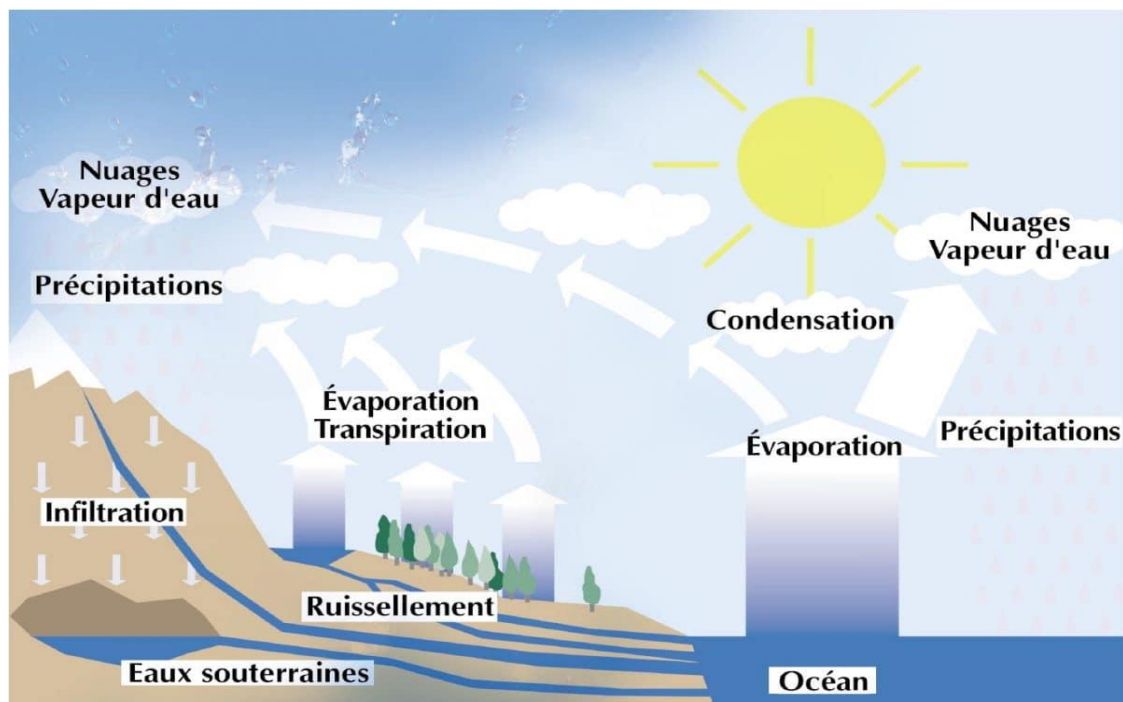
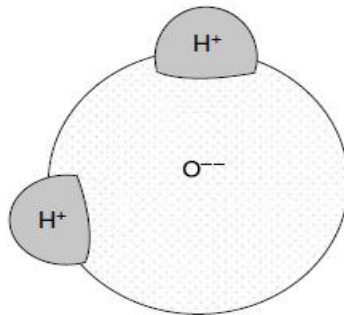


Figure 01: Le cycle de l'eau (Ayad, 2016).

## 1.1. La molécule de l'eau

L'analyse structurale a permis de connaître la forme de la molécule d'eau, c'est une sorte de compas dont l'axe est occupé par l'atome d'oxygène et dont les bras sont formés par deux atomes d'hydrogène. L'angle H—O—H a une valeur de 104,30 C°.



**Figure 2:** Molécule d'eau (Spellman & Frank, 2008).

Chaque atome d'hydrogène et celui d'oxygène mettent en commun chacun un électron pour former deux liaisons chimiques de forte énergie : « les liaisons de covalence ». Cet arrangement électronique confère à la molécule d'eau une grande stabilité chimique. La longueur de la liaison O—H est de 0,96 Å. La molécule d'eau se comporte comme un dipôle électrique, cette répartition des charges permet de comprendre certaines propriétés physico-chimiques (solvant-soluté), car cette propriété électrique est responsable du grand pouvoir dissolvant de l'eau vis-à-vis des composés ioniques comme certains sels, acides et bases (Fig. 2) (Olivaux, 2007).

## 1.2. L'eau de surface

Une *eau de surface* précède qu'une eau, telle qu'issue d'un [ruissellement](#), reste à la surface du sol et peut être stockée en [étangs](#) ou autres ouvrages de retenue. Elle résume la collecte de l'[eau souterraine](#) ou de l'eau atmosphérique. Par définition, les eaux de surface sont tirées des [lacs](#), [rivières](#), chutes d'eau et de la [mer](#). Ces [eaux superficielles](#) jouent le plus grand rôle dans la formation de l'[hydrosphère](#) sur terre. L'eau de surface est de l'[eau](#) qui s'accumule sur le sol ou dans un [cours d'eau](#), dans le lit d'une [rivière](#), d'un [lac](#), d'une [zone humide](#), d'une mer ou d'un [océan](#). Son degré de [pollution](#) est mesuré par la [qualité de l'eau](#) recueillie. La qualité de l'eau est fortement influencée par la pente du bassin dans laquelle elle est détournée pour son utilisation. La qualité des ruisseaux, des rivières et des ruisseaux varie en fonction des [débits](#) saisonniers et peut changer considérablement en raison des précipitations et des déversements accidentels. Les lacs, les réservoirs, les réservoirs et les lagunes contiennent en

général moins de [sédiments](#) que les rivières, mais sont soumis à des impacts plus importants du point de vue de l'activité microbologique. Des [masses d'eau](#), telles que des lacs et des réservoirs, vieillissent pendant une période relativement longue en raison de processus naturels. Ce processus de vieillissement est influencé par l'activité microbologique qui est directement liée aux niveaux de [nutriments](#) dans le corps de l'eau et peut être accélérée par l'activité humaine.

### **1.3. Les principaux types d'eaux de surface**

Trois types principaux d'eaux de surface peuvent être distingués:

**1.3.1. Les eaux lotiques:** sont les masses d'eau qui vont toujours dans le même sens que les rivières, les sources, les ruisseaux et autres cours d'eau. Si les débits d'eau sont puissants avec un courant fort, les eaux sont rhéophiles (rapides).

**1.3.2. Les eaux lenticques:** appartiennent aux eaux intérieurs calmes ou stagnantes, des eaux continentales, tels que lacs, lagunes, étangs, zones humides et marécages.

**1.3.3. Les eaux artificielles:** Les eaux de surface peuvent être classées comme artificielles (masse d'eau de surface créée par l'activité humaine) ou hautement modifiées (masse d'eau de surface qui, à la suite de modifications physiques produites par l'activité humaine, a subi une modification substantielle dans sa nature). Dans ces cas, les eaux superficielles interviennent dans les cas suivants: Il y a eu des changements importants dans les caractéristiques hydromorphologiques de la masse d'eau. Cela se produit lors de travaux de construction destinés à la navigation, d'installations portuaires ou de loisirs, d'alimentation en eau potable, de production d'énergie ou d'irrigation, de régulation de l'eau, de protection contre les inondations, de drainage des sols ou d'autres activités économiques. les avantages découlant des caractéristiques artificielles ou modifiées de la masse d'eau ne peuvent pas être raisonnablement obtenus, en raison des possibilités techniques ou des coûts disproportionnés pour les atteindre, dans le respect de la présence environnementale de la région. Il conviendrait d'étudier d'autres solutions de remplacement pour l'utilisation des ressources en eau, qui constituent une option plus respectueuse de l'environnement. ([Mokdadi et Messai 2015](#) ).

**Tableaux 1.** Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (D'après Mokdadi et Messai 2015).

<b>Caractéristique</b>	<b>Eau de Surface</b>	<b>Eau Souterraine</b>
<b>Température</b>	Variable suivant les saisons	Relativement constante
<b>Turbidité, MES</b>	Variable parfois élevée	Faible ou nul
<b>Couleur</b>	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
<b>Minéralisation globale</b>	Variable en fonction des terrains, des précipitations	Sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
<b>Fe<sup>2+</sup> et Mn<sup>2+</sup></b>	Généralement absent, sauf en profondeur des pièces d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présente
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Généralement absent	Souvent présent en grand quantité
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	La plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent la plupart du temps
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Généralement présente	Souvent présent
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
<b>Nitrate, Nitrite, Silice</b>	Peu abondant en générale	Teneur souvent élevée
<b>Micropolluant minéraux et Organique</b>	Présent dans les eaux de pays développés, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
<b>Éléments vivants</b>	Bactérie (dont certains pathogènes) virus, plancton (animale et végétale)	Ferrobactéries fréquentes

## **2. Paramètres organoleptiques de l'eau**

### **2.1. La turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. On mesure la turbidité en unités de turbidité néphalométriques à l'aide d'un turbidimètre (Rodier et Legube, 2019).

#### **2.1.1. Par quoi la turbidité est-elle causée ?**

La turbidité peut être causée par :

- des particules organiques comme des matières animales ou végétales décomposées ou des organismes vivants (par exemple des algues),
- des particules inorganiques (limon, argile et composés chimiques naturels tels que le carbonate de calcium).

La turbidité dans les plans d'eau de surface est généralement attribuable à des matières organiques et inorganiques. Elle est à l'origine :

- des pluies abondantes, des inondations et l'écoulement printanier,
- des glissements de terrain et l'érosion des berges,
- les fleurs d'eau,
- l'activité humaine et animale, ou la présence de bateaux dérangeant le lit d'eau,
- l'activité humaine perturbant la terre (par exemple la construction),
- la pollution par les eaux d'orage provenant de régions urbaines.

#### **2.1.2. Quel effet la turbidité a-t-elle sur la qualité et le traitement de l'eau?**

Les particules organiques et inorganiques dans l'eau peuvent :

- donner à l'eau une apparence trouble, ainsi qu'une odeur et un goût déplaisants;
- transporter des micro-organismes et nuire à la désinfection;
- augmenter la quantité de chlore nécessaire pour désinfecter l'eau;
- se combiner au chlore pour former des sous-produits nocifs tels que les trihalométhanes (THM) (Rodier et Legube, 2019).

### **2.2. La couleur**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible

turbidité. Comme toute autre couleur sur Terre, celle de l'eau vient de la lumière. Lorsque [les rayons du soleil](#) y pénètrent, le côté rouge du spectre lumineux est absorbé, et le côté bleu est reflété. Ce phénomène est cependant très léger, il est plus difficile de l'observer avec un verre d'eau à la maison qu'avec de grandes quantités, comme un lac ou un océan.

### **2.2.1. Pourquoi trouve-t-on alors des eaux de différentes couleurs ?**

Vert foncé, turquoise, ou même rouge dans certains endroits? L'eau parfaitement pure n'existe pas à [l'état naturel](#). Dans les lacs, les rivières, et les océans, elle contient toujours des minéraux et des organismes vivants en différentes quantités, ce qui altère sa couleur. Par exemple, [les algues](#) lui donnent un vert vaseux ou parfois un rouge orange, alors que la boue la rend jaune, comme c'est le cas avec le Fleuve jaune, [en Chine](#). Dans certains lacs de montagne, de très petites particules sédimentaires, provenant de l'abrasion des glaciers sur la roche, flottent près de la surface et renvoient la lumière du soleil avant que l'eau ne puisse l'absorber, lui conférant ainsi une couleur aigue-marine. Pour ces raisons, la couleur de l'eau est un moyen facile et rapide de détecter la quantité de matière organique, de particules, et même de métaux qui s'y trouve. Ces tests permettent aussi d'en vérifier [la propreté](#).

### **2.2.2. L'état sanitaire de l'eau**

La qualité de l'eau elle-même a un impact sur la couleur. Ce type d'alerte est plus facilement visible sur un fond blanc que sur un fond noir. Le changement de couleur de l'eau est dans ce cas lié à des algues, des particules métalliques et à un mauvais équilibre chimique (PH trop haut ou trop bas, alcalinité trop basse, dureté trop haute). Par exemple:

- Une eau trouble indique que des algues sont en train d'envahir la piscine.
- Une eau jaune foncée indique une présence de fer et/ou de manganèse pouvant entraîner la formation de rouille.
- Une eau bleue verte peut signaler une décomposition de cuivre .
- Une eau blanchâtre peut indiquer une décomposition des sels calcaires
- Une eau verte et transparente peut signaler une formation d'algues ou une alcalinité trop basse ([Rodier et Legube, 2019](#)).

### **2.3. Le goût**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche, c'est aussi la propriété des produits provoquant ces sensations ([Rodier et Legube, 2019](#)). Les sels minéraux sont aussi à l'origine des saveurs de l'eau ; chacun d'entre eux contribue à donner une saveur singulière. C'est la quantité et la proportion des différents sels minéraux naturellement présents qui donne à une eau minérale son goût original, son identité spécifique

dans la bouche du dégustateur. La sensation de légère amertume est, par exemple, apportée par un mélange en proportions données de calcium et de magnésium

### **2.3.1. Le goût de l'eau varie-t-il d'une région à l'autre ?**

L'eau est un produit vivant. Son goût et son aspect varient en fonction des minéraux et des éléments biologiques (terre, algues, feuilles, etc.) rencontrés lors de son trajet dans le milieu naturel. La saveur de l'eau peut également être influencée par les processus de traitement et de distribution

### **2.4. L'odeur**

L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation est particulière et provoquée par chacune de ces substances (Rodier et Legube, 2019).

Les odeurs désagréables que présente l'eau potable sont habituellement d'origine biologique ou industrielle. Certaines odeurs naturelles peuvent être provoquées indirectement par l'homme; le déversement des eaux usées en milieu aquatique, par exemple, favorise l'activité biologique et, par conséquent, les odeurs. Il arrive que l'on puisse découvrir la cause véritable d'une odeur désagréable mais, le plus souvent, cette cause demeure inconnue. De plus, la nature de la pollution qui se manifeste par l'odeur diffère d'une source d'eau à l'autre et d'une usine de traitement à l'autre. Les variations comme, par exemple, celles du vent, du ruissellement, de la température et du débit de l'écoulement ou encore des conditions météorologiques extrêmes influencent également les mécanismes de formation des odeurs. Il est donc rare que l'on puisse proposer des généralisations utiles; les problèmes d'odeur doivent être étudiés séparément, au cas par cas. En outre, les odeurs les plus fortes sont fréquemment causées par des substances apparaissant en concentrations infimes dans l'eau, ce qui rend leur identification difficile et onéreuse. (Rodier et Legube, 2019).

## **3. Les paramètres physico-chimiques**

L'hydrochimie est l'étude des caractéristiques physiques et chimiques de l'eau. Elle permet :

- De donner une idée de la qualité chimique de l'eau,
- De visualiser à l'aide de cartes en iso-teneurs, la répartition et l'évolution géographique des concentrations en éléments chimiques dissous,
- De disposer d'outils pour l'établissement de cartes de vulnérabilité et de risque de pollution. (Boucenna, 2009).

### 3.1. Les paramètres physiques

#### 3.1.1. Le potentiel hydrogène (pH)

La qualité d'une eau et le pH de l'eau (potentiel hydrogène) sont souvent mentionnés dans une même phrase. Le pH de l'eau est un facteur important dans le traitement et dans l'appréciation de l'eau il fait partie des propriétés chimiques de l'eau, comme par exemple la [polarité particulière de l'eau](#) qui rend possible [la liaison hydrogène](#) qui elle, est considérée comme source de la vie sur la Terre. le résultat d'une mesure de pH est défini par les quantités d'ions  $H^+$  et d'ions  $OH^-$  présentes dans la substance. Quand les quantités de ces deux ions sont égales, l'eau (ou la substance) est considérée comme neutre, et le pH à une valeur aux de 7. le pH d'une substance varie entre 1 et 14. Au-dessus de 7, la substance est considérée comme basique (ou alcaline) et la quantité d'ions  $OH^-$  est supérieure à celle d'ions  $H^+$ . Au-dessous de 7, la substance est acide ; les ions  $H^+$  sont en quantités supérieures.

##### 3.1.1.1 Quelles valeurs pour constater le ph de l'eau ?

Notons donc, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- une solution de pH = 7 est dite neutre ;
- une solution de pH < 7 est dite acide : plus son pH diminue, plus elle est acide,
- pH 1 – pH 3 : acides forts et potentiellement très dangereux ;
- pH 4 – pH 5 : acides faibles ;
- pH 6 – pH 7 : acides neutres (eau potable) ;
- une solution de pH > 7 est dite basique ou alcaline : plus son pH augmente, plus elle est basique,
- pH 7 – pH 8 : bases neutres (eau potable) ;
- pH 8 – pH 9 : bases faibles ;
- pH 10 – pH 14 : bases fortes. (Benallou, 2004).

##### 3.1.1.2. La détermination des valeurs du pH

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer le pH de l'eau et toute autre solutions aqueuse. Certains sont réservées aux laboratoires spécialisées, d'autres peuvent être servies à la maison, sans grandes complications et sans connaissances préalables en chimie. déterminer le ph de l'eau avec des papiers indicateurs .déterminer le ph de l'eau avec un ph-mètre

#### 3.1.2 Température

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto-épurateur (Benallou, 2004). La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- Situation géographique

- la saison
- La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface)
- La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur)
- Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température).

### 3.1.2.1. La relation avec d'autres paramètres de la qualité de l'eau

La température à laquelle s'effectuent la plupart des réactions chimiques dépend de l'énergie associée à l'activation de celles-ci. Une baisse de la température entraîne généralement un ralentissement des réactions chimiques. Les concentrations relatives des réactifs et des produits en équilibre chimique peuvent aussi varier en fonction de la température. L'amplitude de cette variation dépend essentiellement du changement de l'énergie libre de Gibbs de la réaction en question. Tous les aspects du traitement et de la distribution de l'eau potable sont donc touchés par la température (Mahamat et Beskri, 2010).

### 3.1.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (s/cm):  $1\text{ S /m} = 10^4 \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ S/m}$ . La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé (variable selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion, et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) (Joel, 2003) .

**Tableaux 2.** Classification des eaux selon la conductivité (Sari, 2014).

Type d'eaux	Conductivité ( $\mu\text{S/Cm}$ )	Résistivité ( $\Omega. \text{m}$ )
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

### 3.1.4. La matière en suspension (MES)

Les MES sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. Les MES comprennent les matières décantables et les colloïdes mais pas les matières dissoutes. Elles comportent souvent dans les cours d'eau des particules de nature argilo-humique provenant de l'érosion des sols, ainsi que d'autres

constituants, en particulier d'origine organique. Les MES sont la cause essentielle de la turbidité de l'eau (Harzallah, 2011).

### **3.1.5. L'oxygène dissous ( $O_{2dis}$ )**

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau (Kahoul et Touhami, 2014).

### **3.1.6. Les matières totales dissoutes (TDS)**

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (Spellman & Frank, 2008).

## **3.2 Les paramètres chimiques de l'eau**

### **3.2.1 Les cations majeurs**

#### **3.2.1.1. Le calcium ( $Ca^{++}$ )**

Le calcium est un élément principal dans le squelette (99%). Le calcium, élément essentiel de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles (Savary, 2010).

#### **3.2.1.2. Le magnésium ( $Mg^{++}$ )**

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

#### **3.2.1.3. Le sodium et ( $Na^+$ )**

Ce métal, très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autres éléments chimiques (comme le chlorure de sodium NaCl). Le sodium est ingéré quotidiennement par l'eau et les aliments qui en représentent la principale source. (Savary, 2010).

#### **3.2.1.4. Le potassium ( $K^+$ )**

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants. Cette substance peut provenir des industries extractives (mines de sels de potasse), des usines d'engrais et des industries du verre et matériaux connexes (Savary, 2010).

#### **3.2.2. Les anions majeurs**

##### **3.2.2.1. Les chlorures ( $Cl^-$ )**

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

##### **3.2.2.2. Les bicarbonates ( $HCO_3^-$ )**

Le bicarbonate de sodium, aussi appelé bicarbonate de soude, est une poudre blanche, sans odeur, soluble dans l'eau. Présent dans l'eau de mer et chez tous les êtres vivants, le bicarbonate permet le maintien des richesses marines. Créé à partir de sel et de calcaire, il est utilisé depuis toujours à de multiples occasions. Le bicarbonate a en effet des vertus insoupçonnées et faciles à mettre en œuvre ! C'est LE produit multi-usage qui vous sera utile dans de nombreux domaines : cuisine, entretien, jardin, soin du corps (WHO, 2003).

##### **3.2.2.3. Les sulfates ( $SO_4^{2-}$ )**

Les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant, les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles. En général, l'apport quotidien moyen de sulfate de l'eau potable, de l'air et de la nourriture est d'environ 500 mg, la nourriture étant la principale source. Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation (OMS WHO, 2003).

### **3.3. Éléments indicateurs de pollution.**

#### **3.3.1. Les éléments nutritifs**

##### **3.3.1.1. Les nitrates ( $NO_3^-$ )**

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répandus dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans

les eaux souterraines et superficielles. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (Savary, 2010).

Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) est un ion naturel présent de façon naturelle dans l'environnement. Il se forme naturellement à la cour du cycle de l'azote, notamment lorsque des matières organiques se décomposent, par l'action des bactéries du sol. L'azote organique se transforme par oxydation en composés ammoniacaux puis en nitrates (Bouguetit, 2015). Les nitrates étant des sels très solubles dans l'eau ; ils migrent donc aisément dans la nappe phréatique lorsque les niveaux excèdent ce que les plantes peuvent utiliser. Les nitrates sont très utilisés comme engrais minéraux. Ils sont également utilisés dans les explosifs, comme agents oxydants dans l'industrie chimique et comme agents de conservation. Dans des conditions anaérobies, le nitrate peut se dénitrifier (Adam, 1980).

### **3.3.1.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

L'azote, élément essentiel de la vie, est présent en abondance dans la nature sous formes gazeuse, organique ou minérale. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Savary, 2010).

Les nitrites sont réponsus dans les le sol, dans les eaux et dans les plantes, mais en quantité relativement faibles. Les nitrites non liées à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte des neiges. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites. Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Savary, 2010).

Provenant des activités industrielles telles que les traitements de surface, de chimie, des colorants, ils présentent un caractère de toxicité pour les animaux et pour l'homme (Arrignon, 1991). Les ions nitrites s'oxydent facilement en ions nitrates et se retrouvent rarement en concentrations importantes dans les eaux naturelles.

### **3.3.1.3. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes : l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) ou l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ). Ces deux formes traduisant un équilibre acido-basique, que l'on peut représenter par le domaine de prédominance des espèces azotées. En milieu basique, l'ammoniac est en fait un gaz peu soluble, qui se dégage facilement dans l'atmosphère.

L'ammoniac est oxydé par les bactéries en nitrite conduisant à une baisse de la concentration en oxygène dissous et à la mort des poissons (Narsis, 2008).

#### **3.3.1.4. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ )**

Les phosphates peuvent être d'origine organique ou minérale, le plus souvent, leur teneur dans les eaux naturelles résulte de leur utilisation en agriculture, de leur emploi comme additifs dans les détergents et comme agents de traitement des eaux de chaudières. Leur présence dans les eaux de certains puits, à la campagne, indique la proximité de fumiers, de fosses septiques ou la possibilité d'infiltration d'eaux de ruissellement agricoles, riches en engrais. Elles sont considérées comme responsables du phénomène d'eutrophisation en rivière. Au moment du développement du plancton végétal printanier, le phosphore sous forme de phosphates  $\text{PO}_4^{-3}$  est consommé puis que comme les nitrates, c'est un sel nutritif. Sa teneur dans l'eau peut alors de seconde en dessous de la limite de détection des méthodes d'analyse courantes. Dans les eaux saumâtres turbides, la teneur en phosphore est sous l'influence de la nature et de la concentration en particules fines, en raison des phénomènes d'adsorption. C'est ce qu'on constate dans l'embouchure de la seine où dans la bouchon vaseux la teneur en  $\text{PO}_4^{-3}$  est proportionnelle à la concentration en matières en suspension (MES) (Savary, 2010).

#### **3.3.2. Les paramètres organiques globaux**

##### **3.3.2.1. La demande biochimique en oxygène ( $\text{DBO}_5$ )**

La  $\text{DBO}_5$  est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité, pendant 5 jours. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire. Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours. La  $\text{DBO}_5$  est la différence entre ces 2 concentrations. Plus la différence est grande et plus le milieu est demandeur en oxygène et donc mal équilibré car les déchets à transformer sont trop importants (Khelili et Lazali, 2015).

##### **3.3.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)**

Elle exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement la matière organique et minérale présente dans un litre d'eau. La DCO constitue un paramètre très important pour la surveillance des eaux usées urbaines et des rejets industriels (Kara, 1994).

### **3.3.2.3. Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub>**

La DBO<sub>5</sub> d'une eau de surface non polluée varie entre 2 et 20 mg/l. Les mesures qui vont au-delà indiquent alors que l'eau est polluée. Le rapport DCO / DBO<sub>5</sub> donne un indice sur la provenance et l'origine de la pollution organique. Les mesures se rapprochant de 1 du rapport DCO / DBO<sub>5</sub> une très bonne biodégradabilité (lait, yaourt).

- De 1 à 2 : eaux usées provenant d'industries agroalimentaires, qui contiennent des éléments dont les bactéries raffolent, se traduisant par une DCO<sub>5</sub> élevée.
- De 2 à 3 : eaux résiduaires urbaines.
- De 3 à 4 : Eaux usées moins facilement biodégradable.
- > 4 : Effluent difficilement biodégradable

## **4. La pollution des eau du surface**

### **4.1. La pollution naturelle**

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (Bouguet, 2015). On divise les polluants en quatre catégories :

#### **4.1.1. Les agents physiques**

Comprend les matières inertes insolubles de toutes dimensions pouvant rester en suspension dans l'eau. Elles sont sans activité chimique ou biologique. Que ce soit du sable, du limon ou de l'argile, ces matières sont en grande partie le fait de l'érosion. La pluie, la neige, la glace amène une désagrégation des roches compactes, des dépôts meubles ou des sols.

#### **4.1.2. Les agents chimiques organiques**

Le ruissellement dans les zones végétales entraîne toutes sortes de matières organiques dans les cours d'eau et dans les lacs. Par exemple, les substances humiques peuvent se retrouver en grande partie dans certaines eaux.

#### **4.1.3. Les agents chimiques inorganiques**

Les polluants chimiques inorganiques apparaissent dans les eaux lorsque le sol et les formations géologiques sont lessivés par les précipitations.

#### **4.1.4. Les agents biologiques**

Les cours d'eau contiennent une multitude d'organismes de toutes tailles formant des chaînes alimentaires spécifiques.

## **4.2. La pollution anthropique**

### **4.2.1. La pollution domestique**

Les eaux usées urbaines transportent des corps en suspension et en solution comme les produits ménagers. Les stations d'épuration ne traitent que 65% des eaux usées et ne traitent généralement pas les composés chimiques en solution. Certains composés organiques notamment les phosphates sont à l'origine de déséquilibres des écosystèmes en favorisant par excès le développement de certains végétaux indésirables qui consomment de l'oxygène du milieu jusqu'à priver les animaux qui s'y trouvent (Bouguetit, 2015).

### **4.2.2. La pollution agricole**

Les engrais apportent aux végétaux cultivés les éléments nécessaires à leur croissance notamment l'azote, le potassium, et le phosphore. Les dérivés azotés (spécialement les nitrates) et les phosphates provoquent des déséquilibres dans les milieux qui reçoivent les eaux de ruissellement et les eaux d'infiltration issues de l'agriculture en favorisant le développement des algues qui prennent place à toute autre forme de vie à cause de leur surdéveloppement. Les pesticides sont des produits chimiques destinés à détruire les champignons (fongicides), les mauvaises herbes (herbicides), les vers de terre (hématicides) et les insectes (insecticides) qui parasitent les agricultures. Ces produits sont élaborés pour être rapidement neutralisés avec une durée de vie courte une fois dissous dans le sol, mais l'utilisation de mauvaise préparation peut avoir des effets d'intoxication significatifs. L'accumulation de ces produits dans les cours d'eau peut avoir un impact important sur le milieu marin, à l'endroit même où se déverse des fleuves, ou bien par le retour des nappes souterraines qui forment des sources sous-marines ou proches du bord de la mer (Bouguetit, 2015).

### **4.2.3. La pollution industrielle**

Une usine doit être équipée d'une station d'épuration (STEP). Un traitement primaire élimine les matières en suspension (ex : résidus de lavage, corps gras, huiles), puis un traitement secondaire élimine les matières en solution (ex: métaux lourds). En réalité, seulement 65% des eaux usées passent en station d'épuration ou le traitement secondaire n'est généralement pas mis en application (bien souvent pour des raisons de coût) (Bouguetit, 2015).



**CHAPITRE II: MATERIEL ET  
METHODES**

## **Chapitre 2: materiel et methode**

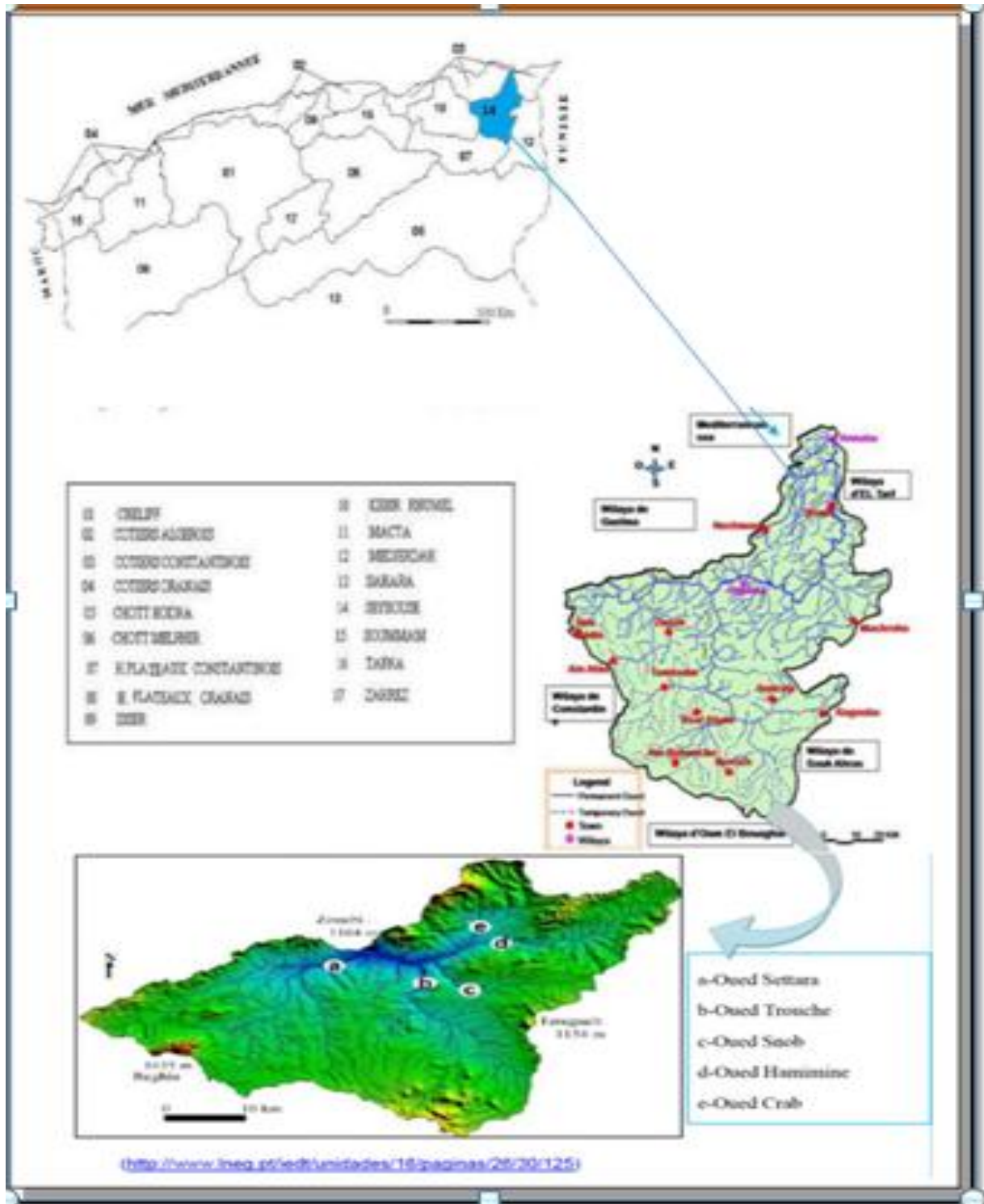
### **1. Le milieu:**

En Algérie, pays à dominance semi-aride et où l'eau est au cœur des préoccupations de la société et des pouvoirs publics, la notion de bassin versant rentre de plus en plus dans le langage courant des ingénieurs et des décideurs. Le bassin est défini comme une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau (sous forme de précipitations essentiellement, sans oublier les apports souterrains issus d'autres bassins) et où l'écoulement (et le transport de matériaux mobilisés par l'érosion) s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou embouchure du cours d'eau collecteur (Bravard et Petit 2000).

#### **1.1. La situation géographique du sous bassin versant de cheref**

Le sous bassin versant de l'oued Charef est localisé au Nord-est de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant de Seybouse (Fig. 03) et couvre une superficie de 1735 Km<sup>2</sup>, de forme allongée avec un indice de compacité de 1,27 équivalent à un rectangle de longueur de 70,9 Km et de largeur de 24,1Km. Le bassin versant de l'oued Charef est constitué de deux plaines, la plaine de Sedrata et la plaine de Zouabi, il est délimité par :

- Les crêtes du djebel Ras El Alia, au nord.
- Les crêtes du djebel : Sidi Rghis, Om el Djemel, Kef lahmar et Khaunga au sud.
- Les crêtes des djebels : Terraguelt et Ain Zitoun à l'est.
- Les crêtes des djebels : Chouaga et Chedket Sellaoua à l'ouest. (Alligui, 2011).(fig.3)



**Figure 03:** Situation géographique du barrage d'oued Cheref.

### 1.2. Le réseau hydrographique :

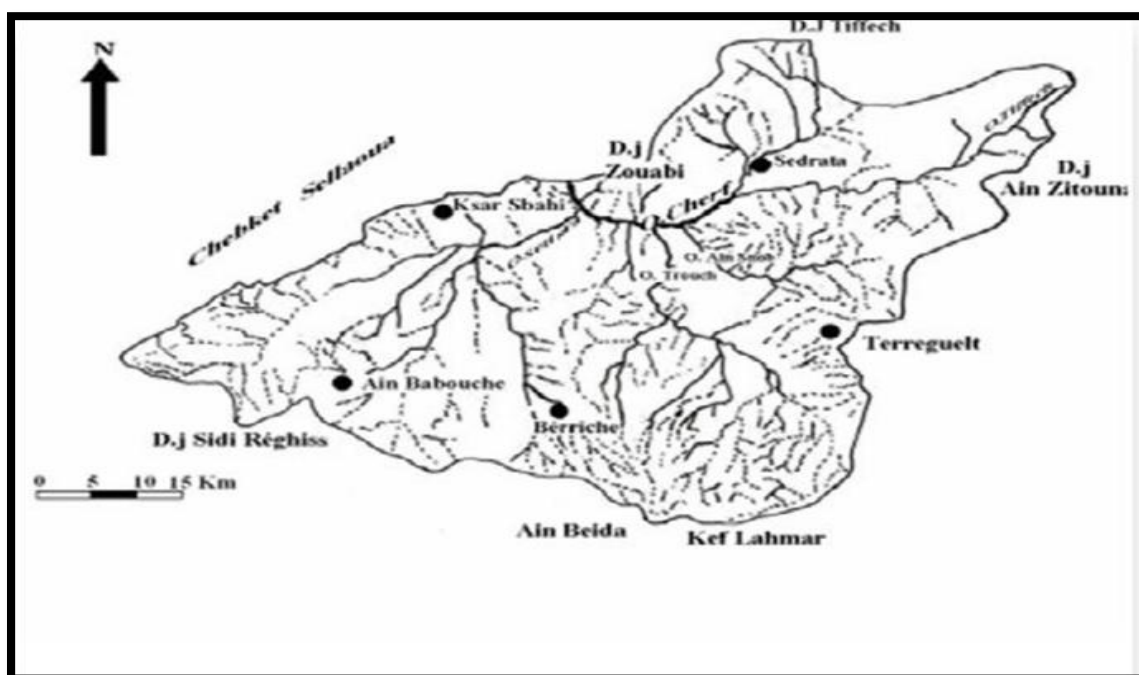
- Dans le bassin de l'oued-Cheref, l'oro-hydrographie est assez simple dans son ensemble. Les différents oueds et leurs affluents convergent tous vers l'exutoire où est installée la station hydrométrique Moulin Rochefort. C'est en ces endroits que l'oued Cheref proprement dit a réalisé sa capture par érosion régressive à travers le Tell méridional pour

venir récupérer les eaux des hautes plaines autrefois sans écoulement vers la mer. Plusieurs oueds drainent aujourd'hui ces grands espaces.

- A l'Est, l'oued Tiffech qui suit l'axe de la plaine synclinale du même nom. Le synclinal qui forme la plaine de Khamissa est traversé par l'oued Crab grossi de l'oued Behezz, de l'oued Ain Sfa et de l'oued Es Souk vers lesquels s'écoulent les eaux provenant du versant Sud de la chaîne Atlasique.

- L'oued Crab qui se jette dans l'oued Tiffech qui devient l'oued Hamimine en aval, ce dernier et l'oued Crab, se réunissent au Sud –Ouest de Sedrata et donnent l'oued Charef qui passe au pied du Dj Zouabi, vient ensuite l'oued Ain Snob qui prend sa source dans le chott El Magéne et le Dj Teraguelet aux points les plus éloignés du grand bassin de la Seybouse.

- L'oued Settara formé de l'oued de Ain Babouche et de l'oued El Mebdoua; ces affluents sont alimentés par les petits cours d'eau qui descendent du Dj Sidi Reghiss au Nord de Oum El Bouaghi et du flanc Est de la chaîne de Chebkat Sellaoua (Halimi S, 2008) (Fig.4).



**Figure 04:** Carte du réseau hydrographique du bassin d'oued Cheref

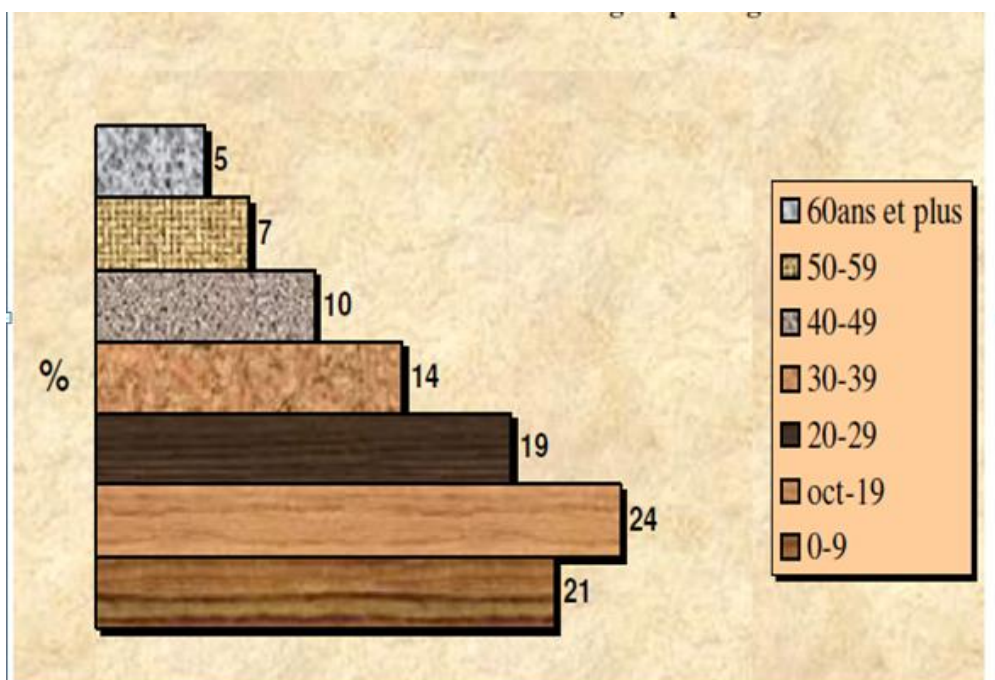
### 1.3. Anthropisation et occupation du sol:

L'étude d'aménagement hydro agricole du sous bassin versant faite par Energoprojekt, (2003) a dégagé trois unités pédologiques. Il s'agit des sols peu évolués, des vertisols et des sols calcimagnésiques bruns calcaires. Ces sols ont en général une structure polyédrique sub-angulaire fine à moyenne. La texture y est argilo-limoneuse. Le taux de  $\text{CaCO}_2$  dépasse 12%, le pH se situe entre 8 et 8,5 et est rarement supérieur à 8,5. La conductivité électrique est

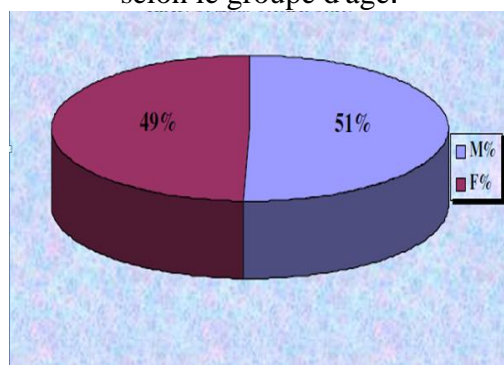
inférieur à 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , le taux de la matière organique est irrégulier, et varie dans les premiers horizons entre 0,15 et 3% (Ababsa, 2007).

### 1.3.1. La population

Le bassin d'oued Cherf/Sedrata s'étend sur une superficie de 1735 Km<sup>2</sup> avec une population de l'ordre de 193676 d'habitants, répartie sur deux wilayas et sept daïras (Tab.17), suivant les recensements 2006 avec un taux d'accroissement de 1,94% et une densité moyenne de l'ordre de 111 hab/Km<sup>2</sup>. Les répartitions de la population du bassin versant d'oued Cherf / Sedrata selon le sexe montrent qu'il existe presque une égalité entre les sexes masculin et féminin (Halimi, 2008) (Fig.5 et Fig.6).



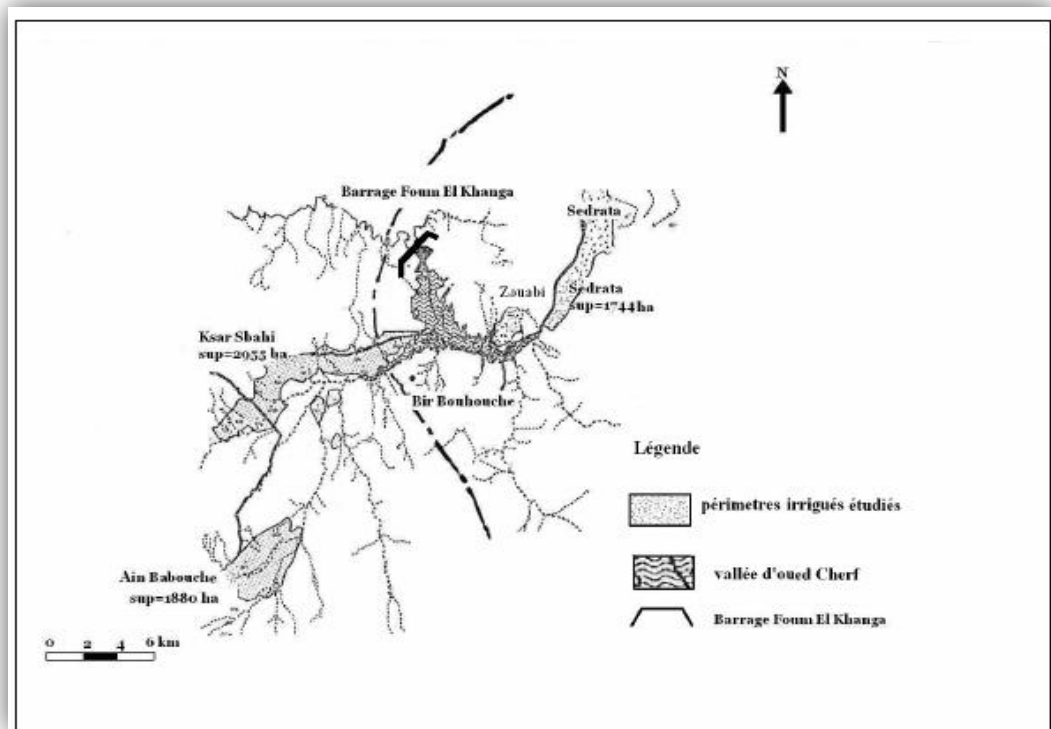
**Figure 05 :** Répartition de la population du bassin versant de l'oued Cherf /Sedrata selon le groupe d'age.



**Figure 06.** Répartition de la population du bassin de l'oued Cherf / Sedrata selon le sexe.

### 1.3.2. Agriculture:

Le potentiel en sol du bassin versant d'oued Cherf / Sedrata présente des formations qui ont donné naissance à des sols aptes aux cultures céréalières et fourragères, cultures industrielles et maraîchères et certaines espèces arboricoles (DSA. Souk Ahras, Oum Bouaghi; 2003). Le bassin d'oued Cherf est constitué de trois périmètres irrigués (**Fig.7**) : Sedrata/Zouabi (4052 ha.), Ksar Sbahi (2955 ha) et le périmètre d'Ain Babouche (1880 ha) ([Halimi 2008](#)).



**Figure 07.** Plan de situation des différents périmètres irrigués du bassin d'oued Cherf /Sedrata.

### 1.3.3. Barrages et irrigation:

Le bassin d'oued Charef compte deux barrages d'eau :

- Barrage de Foug EL Khanga (commune de Zouabi) avec une capacité de  $157 \text{ Hm}^3$  ; son volume régularisé est de  $40 \text{ Hm}^3/\text{an}$ ; dont  $30 \text{ Hm}^3/\text{an}$  sont destinés à l'irrigation des périmètres agricoles Sedrata/Zouabi et Ksar Sbahi; le reste est destiné à l'AEP d'Ain Beida.
- Barrage de Tiffech (commune de Tiffech) d'une capacité de l'ordre de  $5,8 \text{ Hm}^3$  avec un volume régularisé de  $2,76 \text{ Hm}^3/\text{an}$  ; destiné à l'irrigation
- Pour les retenues collinaires, le bassin compte treize retenues collinaires avec une capacité qui dépasse  $6,50 \text{ Hm}^3/\text{an}$  ([Halimi S, 2008](#)).

**Tableau 3 :** Les caractéristiques générales du barrage d'oued Charef (Halimi 2008)

Caractérisation du bassin versant de L'oued El Charaf	Caractérisation du Barrage	Caractérisation de la retenue d'eau
-Superficie: 1735 Km <sup>2</sup> -Périmètre: 190 Km -Longueur: 70,9 Km -Largeur: 24,1 Km -Altitude maximale:1635 m -Altitude moyenne:960 m -Altitude minimale:750 m	-Type de digue: en terre -Hauteur digue: 60,0 m	-Cote retenue normal: 745,00 m volume: 157Hm <sup>3</sup> -Cote retenue maximale: 750,00 m volume:229,85 Hm <sup>3</sup> -Volume annuel régularisable:30 Hm <sup>3</sup>

#### 1.3.4. L'industrie :

Depuis 1970; le nombre des unités industrielles a augmenté en raison de l'accroissement démographique ainsi que le niveau de vie des populations. Le bassin versant de l'oued Cherf/ Sadrata est à vocation agricole, leur tissu industriel est moins dense, deux usines sont implantées dans la zone de Sadrata (Tab.18).L'une de fabrication des cahiers (CAP Mansouri), et l'autre celui de fabrication des serrures (ENAS) avec quelques unités industrielles de type agro-alimentaire qui sont implantées à la périphérie des zones agricoles (Bir Bouhouche, Ksar Sbahi ...etc.)(Halimi, 2008).

**Tableau 4 :** Différentes unités industrielles dans le bassin de Cherf / Sadrata (Halimi, 2008)

Bassin	Lieu D'implantation	Caractéristiques		Besoins en eau (Hm3/an)	Volume alloué (Hm3/an)	Volume recyclé (Hm3/an)	Volume rejeté (Hm3/an)
		Nom	Nature				
Bassin Cherf	Sadrata	ENAS	Serrurerie	0,67	0,6	0,3	NC
		CAP	Fabrication des cahiers	0,23	0,2	néant	0,15
Total du bassin				0,9	0,8	/	/

#### 1.3.5. Le couvert végétal

La végétation est le résultat des facteurs : climat, relief, lithologie où s'ajoute le facteur humain (défrichement, reboisement). Elle est un facteur de restriction si elle est bien maintenue. La couverture végétale protège le sol contre l'érosion, améliore la capacité d'infiltration des eaux dans le sol, diminue le ruissellement superficiel et apporte au sol des matières organiques (feuilles, branches,...etc.).

La végétation dans le bassin de l'oued Charef reste étroitement liée à la pluviométrie, et quand cette dernière est inférieure à 500 mm/an, la végétation est peu dense, la steppe d'Alfa domine.

Seuls Dj Reghiss et Dj Tiffech sont recouverts de vastes forêts de type Atlasique constituées surtout de pins d'Alep et de genévriers rouges, ils sont en expansion par les reboisements récents en pin d'Alep mais aussi en cyprès et en Eucalyptus. Pour le domaine agricole, il comporte tous les terrains à vocation agricole cultivés ou laissés en jachère, les terrains agricoles occupent plus de 65 % de la totalité du bassin versant, pour les cultures pratiquées on peut citer: céréales; cultures maraîchères ...etc. Malgré les conditions pédologiques très favorables pour mettre en place une culture intensive, le secteur agricole est caractérisé par un embouteillage dont les causes sont d'ordre multiple. Parmi ces causes, on note les conditions climatiques qui ont une tendance vers l'aridité. L'érosion est intense pendant l'hiver à cause de l'absence de couverture végétale et de la nature du sol, la pente topographique change en moyenne de 2% sur les hautes plaines à 14% sur les montagnes. (Halimi 2008).

#### **1.4. La géologie:**

Selon les travaux géographiques anciens réalisés par plusieurs auteurs notamment Vila, (1973), le bassin versant de l'oued Charef est caractérisé par une composition géologique très complexe. Celle-ci constitue un point de contact de deux grands domaines structuraux.

##### **1.4.1. Domaine néritique sud constantinois**

Qui se décompose en deux types de nappes à unités allochtones :

- Unité écaillée à dominance marneuse ou marno-calcaire du Sellaoua, qui se présente en forme de klippe d'oued settara-Bir Bouhouche.
- Unités mixtes de Djebel Hammimat à faciès écaillés de l'oued au Nord et de Djebel Hammimat au Sud.

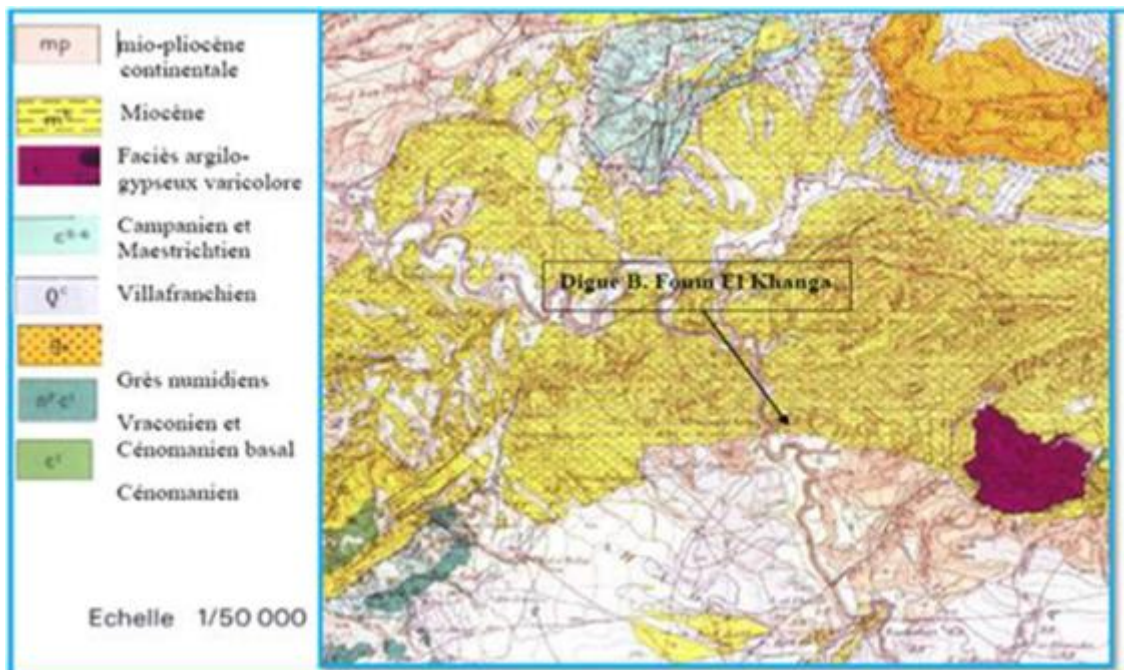
##### **1.4.2. Domaine par- autochtone et autochtone Nord Aurésien**

Qui se présente en formation gréseuse généralement surmontée par des calcaires lacustres à débris de gastéropodes.

A l'aval du bassin versant et à l'endroit de l'installation du barrage de Foug El Khanga, le miocène est à dominance marneuse. Il s'agit de grès à matrice calcaire très friable et de marnes de sédimentation marine. Les pendages sont dirigés vers le Nord et la topographie met en évidence des bancs durs de grès calcaires moins vite érodés que les marnes (Ababsa. 2007).

Sur la rive droite et sur le flanc de Djebel Zouabi, les formations gréseuses du miocène sont recouvertes par des marnes à gypses, à sel gemme et à dolomies du trias. Celle-ci se développent sur 15 Km à l'est jusqu' à Sedrata.

Sur la rive gauche, à environ 04 Km à l'ouest du site, on observe sur le versant sud de l'anticlinal de Kef bllel la Klippe de l'oued Settara qui est composée de terrains d'âge albien à faciès marneux schisteux de couleur de grive et de bio- micrites à patines grises. Le vraconien et le cénomanien basal à faciès marneux et de bio-micrites en petits blancs délimités au sud par les affleurements de l'oued Settara, surmontent les formations allochtones de Sallaoua. Plus au sud ces formations chevauchent l'écaille de Djebel Hammimat. Plus au sud encore, on observe également la Klippe de Bir Bouhouch composée essentiellement de terrains Miocènes, Crétacés et Triasiques (**fig.8**) (Addad, 2007).



**Figure 08:** Carte géologique de la zone d'étude

### 1.5. La pluviométrie:

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques soumis à des périodes d'assèchement (Ramad, 1984).

L'analyse des données pluviométriques reflète la faiblesse et l'irrégularité des précipitations qui connaissent des grandes fluctuations d'un mois à un autre et d'une année à une autre (Chenchouni, 2007). Généralement, la zone d'étude connaît une plus grande concentration des précipitations au cours des périodes hivernales et printanières.

**Tableau 5:** précipitations mensuelles moyennes (mm) de 1993 à 2012 au niveau du barrage d'oued Cheref.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
P (mm)	43,38	29,34	3055	38,10	48,33	22,08	9,87	25,56	45,27	26,62	36,08	38,49	393,67

## 2. Méthode de mesure des éléments physiques

Les mesures des paramètres physiques ont été effectuées deux fois par mois au cours de l'année 2012 (Janvier-Décembre) dans trois (03) stations (**Fig. 12**) :

Station 1 : A l'amont 1 du barrage de foug elkhanga (Oued Sbihi, **Fig. 9**)

Station 2 : A l'amont 2 du barrage de foug elkhanga (Oued Sedrata, **Fig. 10**)

Station 3 : A l'aval du barrage de foug elkhanga (**Fig. 11**)



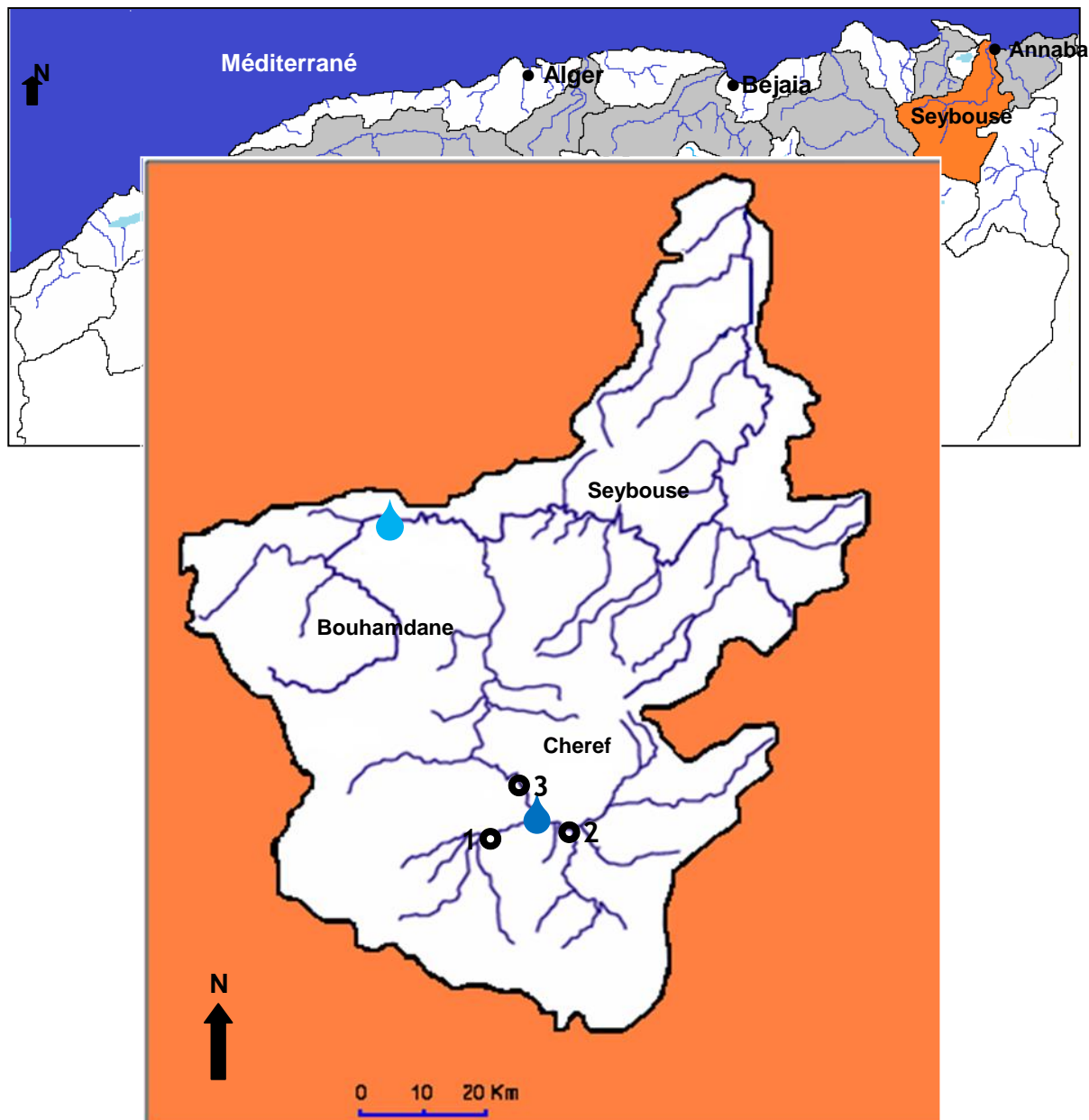
**Figure 9.** Station 1 A l'amont 1 du Barrage de foug elkhanga (Oued Sbihi).



**Figure 10.** Station 2 A l'amont du barrage de foug elkhanga (Oued Sedrata).



**Figure 11.** Station 3: A l'aval du Barrage de foug elkhanga. (D'après [Allègue, 2017](#))



**Figure 12:** Carte géographique qui représente le bassin de Seybouse et les stations d'échantillonnage; ◆: Barrage Bouhamdane, ◆: Barrage Cheref, ●: Stations **1**: Pont ksar sbihi (amont barrage charef 1), **2**: Zouabi (amont barrage charef 2), **3**: Aval barrage charef,

Les relevés de température ( $^{\circ}\text{C}$ ) et de salinité (Practical Salinity Unit ou P.S.U) et la conductivité électrique en (ms/cm) et le total des solides dissous (total dissolved solids) en mg/l ont été effectués à l'aide d'un Multi paramètre wtw 1970i (**Fig. 13**).



**Figure 13.** Le Multi paramètre wtw 1970i.

Ces paramètres facilement mesurables et utiles pour la détermination de l'état chimique des polluants dans l'eau (Mesure in situ).

Des difficultés pratiques nous ont empêché l'usage du courantomètre dans les stations d'échantillonnage pour l'estimation des vitesses des courants d'eaux. Les vitesses de courant ont été calculées en jetant un objet flottant sur une distance connue. En connaissant la surface de la section mouillée, le débit des eaux a donc été approximé de façon intuitive. L'unité utilisée le plus couramment pour le débit est le mètre cube par seconde ( $m^3/s$ ).

**Tableau 6.** Les stations d'échantillonnage et leurs caractéristiques.

Station	Coordonnées	Altitude (m)
St 1	36°03'10.90"N 7°19'41.52"E	754
St 2	36°04'28.33"N 7°29'39.34"E	753
St 3	36°06'57.90"N 7°22'56.84"E	712



**CHAPITRE III :  
INTERPRETATION DES  
RESULTATS ET DISCUSSION**

## Chapitre III: Interprétation des résultats et discussion

Les résultats de mesures des différents paramètres sont configurés ci-dessous. Leur présentation graphique pour chacun des paramètres permet de mieux montrer les éventuelles variations et peuvent faciliter les interprétations.

### 1. Variation des paramètres physiques

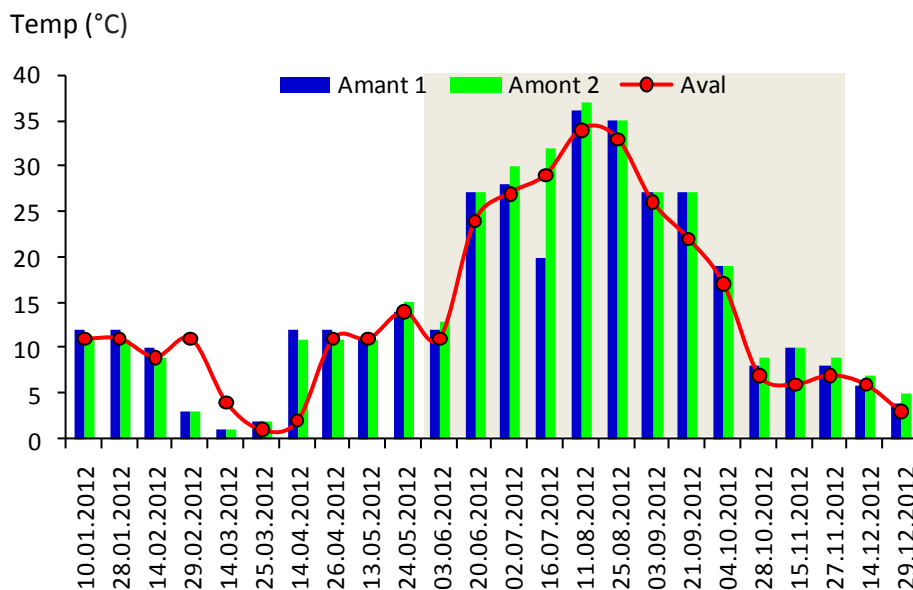
Les paramètres physiques des eaux aux amonts du barrage de Cheref et à son aval ont été étudiés. Certains paramètres ont été mesurés in-situ tel que: la température, la salinité, la conductivité électrique et les matières totales dissoutes et ce à l'aide d'un analyseur multi-paramètres de terrain, les résultats peuvent être en effet représentés comme suite:

**Tableau 7** : Variation des paramètres physiques durant la saison sèche, saison humide et la moyenne annuelle, les mins et maxs sont aussi enregistrés

		Min	Max	Seche	Humide	Moy
Temp (°C)	Amant 1	1	36	21	8	15
	Amont 2	1	37	23	8	16
	Aval	1	34	20	8	14
Sal (psu)	Amant 1	1	2.3	1.6	1.5	1.6
	Amont 2	0.5	1.4	1.1	0.8	1.0
	Aval	0.1	1.4	1.1	0.7	0.9
Debit (m3/s)	Amant 1	0.33	12	1.47	4.46	2.97
	Amont 2	0.25	8	0.74	3.00	1.87
	Aval	0.25	8	1.13	4.54	2.83
Conduct (µS/cm)	Amant 1	1486	3860	3111	2788	2950
	Amont 2	723	2790	2372	1811	2092
	Aval	1141	2710	2244	1808	2026
TDS (mg/l)	Amant 1	965	1890	1373	1435	1404
	Amont 2	543	1725	1043	1009	1026
	Aval	554	1865	1109	1138	1123

#### 1.1. La température

L'un des facteurs qui influe sur la vitesse des réactions chimiques et qui joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique et surtout bactérienne, est la température. Par définition la température de l'eau est un facteur qui entraîne d'importantes répercussions écologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et des gazes. Une température trop élevée favorise la croissance des microorganismes (OMS, 2006).



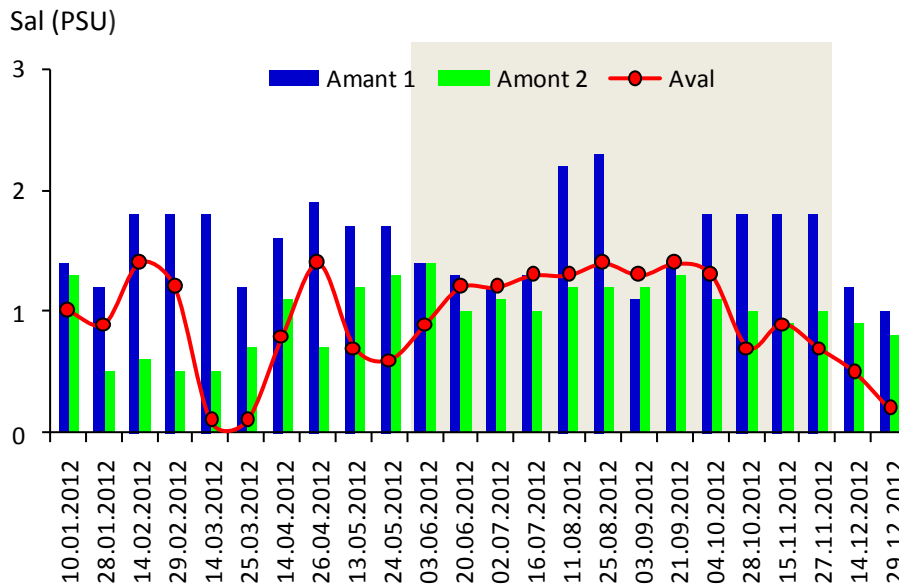
**Figure 14:** Variation bimensuelle de la température (°C) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.

Les variations des températures des échantillons d'eau sont représentées dans les tableaux 07 et 08. La température des eaux du barrage de Cheref a beaucoup fluctué entre la saison sèche et la saison humide, en fait, elle varie en moyenne entre 8°C en saison sèche et 23°C en saison humide, un maximum de 37 est enregistré en été. Il est à noter que les températures enregistrées dans les stations du barrage de Cheref ne dépassent pas les normes des eaux surfaces 30°C (Rodier, 1996) et la norme de 25°C (JORA, 2011) (Fig.14). La température de l'eau est influencée par la température ambiante qui reste directement dépendante des conditions météorologiques.

## 1.2. La Salinité

La salinité est une propriété de l'eau qui est fondamentale à l'étude des milieux aquatiques. Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau, elle s'exprime en UPS: Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg, celle des eaux saumâtres est de 5 à 18 UPS et celle des eaux douces est inférieure de 0,5 UPS (Aminot et Chaussepied, 1983).

Les salinités des eaux du barrage de Cheref varient remarquablement (0,1-1,6 UPS) entre la saison sèche et la saison humide, on remarque que les eaux de l'amant 1 représentent des salinités plus élevées que l'amant 2 durant toute la période d'étude peut être suite à la nature des roches et des terrains parcourus dans ce sous-bassin. On constate aussi que la salinité des eaux en amont du barrage est toujours supérieure que celle de l'aval quelque soit la saison (fig.15), ce qui peut être expliqué par la rétention d'une quantité de sels au niveau du barrage



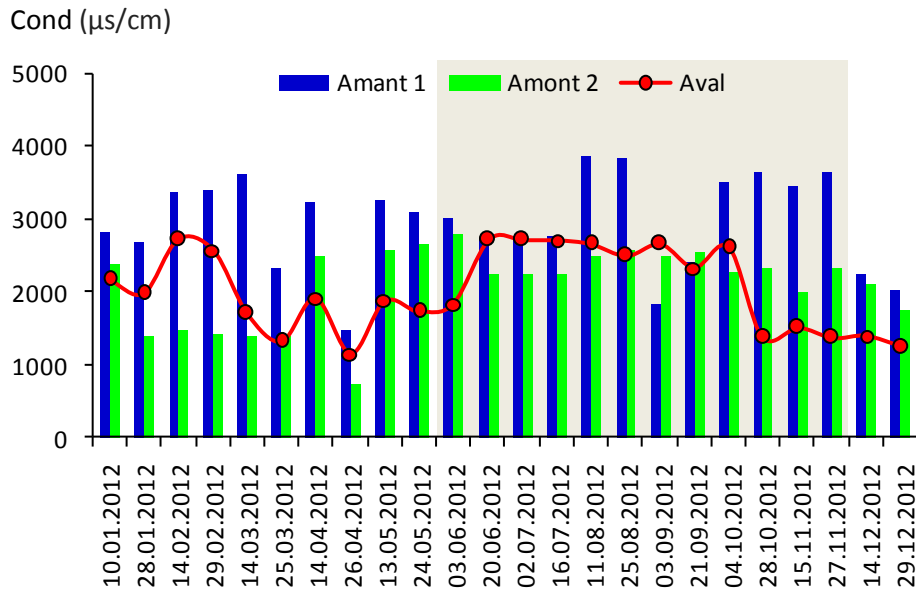
**Figure 15:** Variation bimensuelle de la salinité (PSU) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.

### 1.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous, elle constitue un bio-indicateur du degré de minéralisation de l'eau (Nisbet and Verneaux, 1970). En effet, la conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en millisiemens par centimètre (mS/cm) à 20 °C. La CE d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Beaudry et Henry, 1984).

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de la conductivité électrique fluctuent entre un maximum de 2741  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à l'amont de barrage et un minimum de 2244  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à l'aval, avec un moyenne de 2492  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en saison sèche, un maximum de 2299  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à l'amont de barrage et un minimum de 1808  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en aval avec un moyenne de 2053  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ont été aussi enregistrés en saison humide (Fig .16).

On constate que la conductivité électrique suit la même tendance que celle de la salinité au niveau des eaux du barrage de Cheref, en effet, à l'amant 1 la conductivité est en moyenne (2767  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) plus fort qu'à l'amant 2 (2091  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) durant l'année 2012. Cette forte minéralisation est due d'une part au contact avec les roches lors du cheminement d'eau à travers les différentes formations géologiques à travers le long trajet de l'Oued, et d'autre part par les rejets urbains qui peuvent être à l'origine d'une minéralisation élevée.



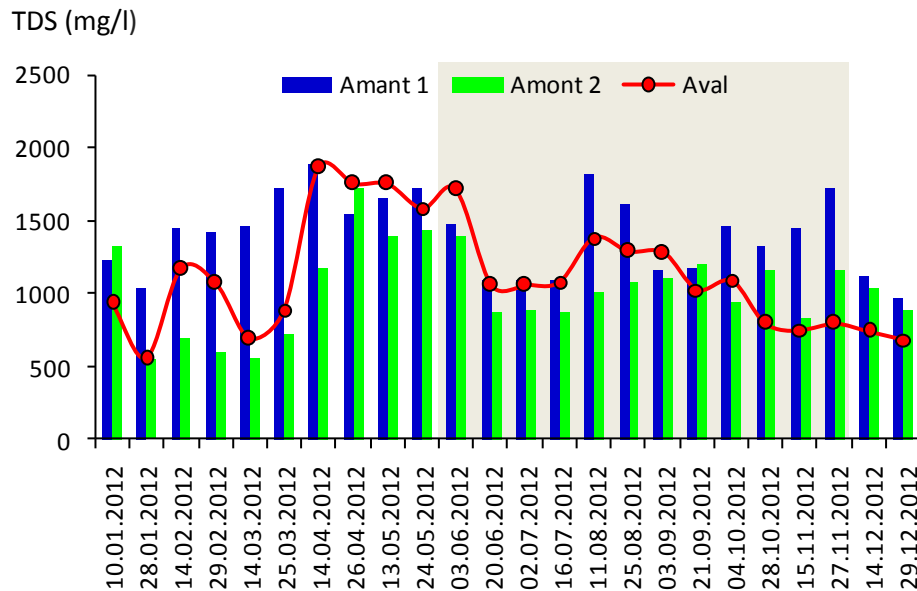
**Figure 16:** Variation bimensuelle de la conductivité ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.

Les directives du conseil des communautés européennes (DCCE, 1975) relatives à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine indiquent pour la conductivité un niveau guide de  $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $20^\circ\text{C}$ . La réglementation algérienne précise la norme de qualité de  $2800 \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $20^\circ\text{C}$  (JORA, 2011). Les eaux de la séquence étudiée ne sont pas destinées à la consommation, mais peuvent être utilisés pour l'irrigation des placettes agricoles. Une conductivité de l'eau supérieure à  $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$  fait considérer une eau comme difficilement utilisable dans les zones irriguées (Rodier, 2005) et c'est le cas de nos eaux.

Pour les eaux de surface continentale les normes algériennes donnent un seuil de  $2000 \mu\text{S}/\text{cm}$  à ne pas dépasser pour les eaux d'irrigation (JORA, 1993). Dans le cas des eaux de l'estuaire Seybouse ce seuil est dépassé dans la majorité des mois. Ces eaux seraient donc impropres à l'irrigation des terres agricoles.

#### 1.4. La matière solide totale dissoute (TDS)

Le TDS (Total Dissolved Solids) correspond à la masse de la totalité des cations, des anions et toutes autres espèces non dissociées présentes dans un litre de solution aqueuse. La mesure de TDS permet de connaître la quantité totale de matières organiques et inorganiques dissoutes dans l'eau.

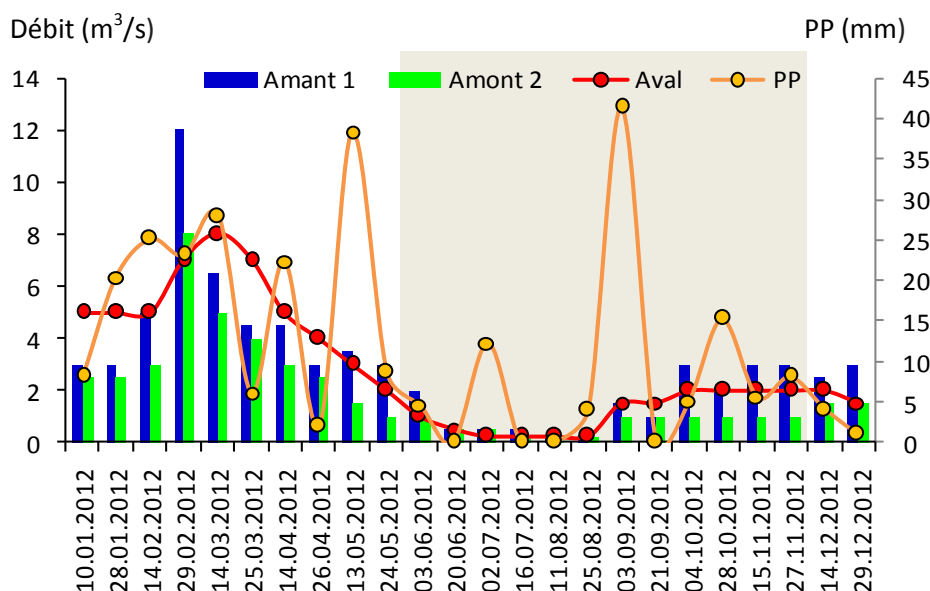


**Figure17:** Variation bimensuelle de TDS (mg/l) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.

La figure 17 représente la variabilité mensuelle et inter saisonnière des TDS durant la période d'étude. Les teneurs en TDS varient considérablement durant la période d'étude. En effet l'amont 1 apporte (1404 mg/l) 1,5 fois plus de TDS que l'amont 2 (1026 mg/l) et 1,3 fois que l'aval (1123 mg/l) en terme de moyenne, alors qu'il y a une quantité comparable de TDS entre saison sèche et saison humide.

#### 1.4. Le débit

Durant la période d'étude, le débit des eaux du barrage de Cheref est fortement conditionné par le cycle hydrologique (**fig.18**), il varie en effet entre un minimum de 0,74 m<sup>3</sup>/s à l'amont 2 et un maximum de 1,47 m<sup>3</sup>/s à l'amont 1 du barrage, il est à souligner que l'amont 1 apporte 1,6 fois plus d'eau que l'amont 2, un maximum de 12 m<sup>3</sup>/s est enregistré en février 2012 à l'amont 1. En présence d'apport d'eau douce par les précipitations relativement importantes en saison humide le débit augment d'un facteur de 3-4 fois et varie entre 3-4,5 m<sup>3</sup>/s.



**Figure 18:** Variation bimensuelle des précipitations (mm) et du débit (m<sup>3</sup>/s) durant la période Janvier-Décembre 2012. La zone grise représente la saison sèche.

La variabilité du débit montre que le régime d'écoulement des eaux du barrage de foug el khanga est directement liée aux conditions météorologiques (apports de l'ensemble du sous-bassin versant, à la hauteur de précipitations, à la durée et à la répartition spatiale des précipitations) d'une part, et contrôlé par la régulation par les retenues. Il ne faut pas négliger par ailleurs qu'il y a une grande portion de flux d'eau soustraite par pompage directe des agriculteurs aux rives des oueds pour des fins d'irrigation surtout en saison sèche (**Fig.18**).

## 2. Variation des flux d'eau et de TDS

Les flux des d'eau au niveau de l'amont du barrage et à son aval durant la saison sèche et humide sont présentés dans la figure x et le tableau xx.

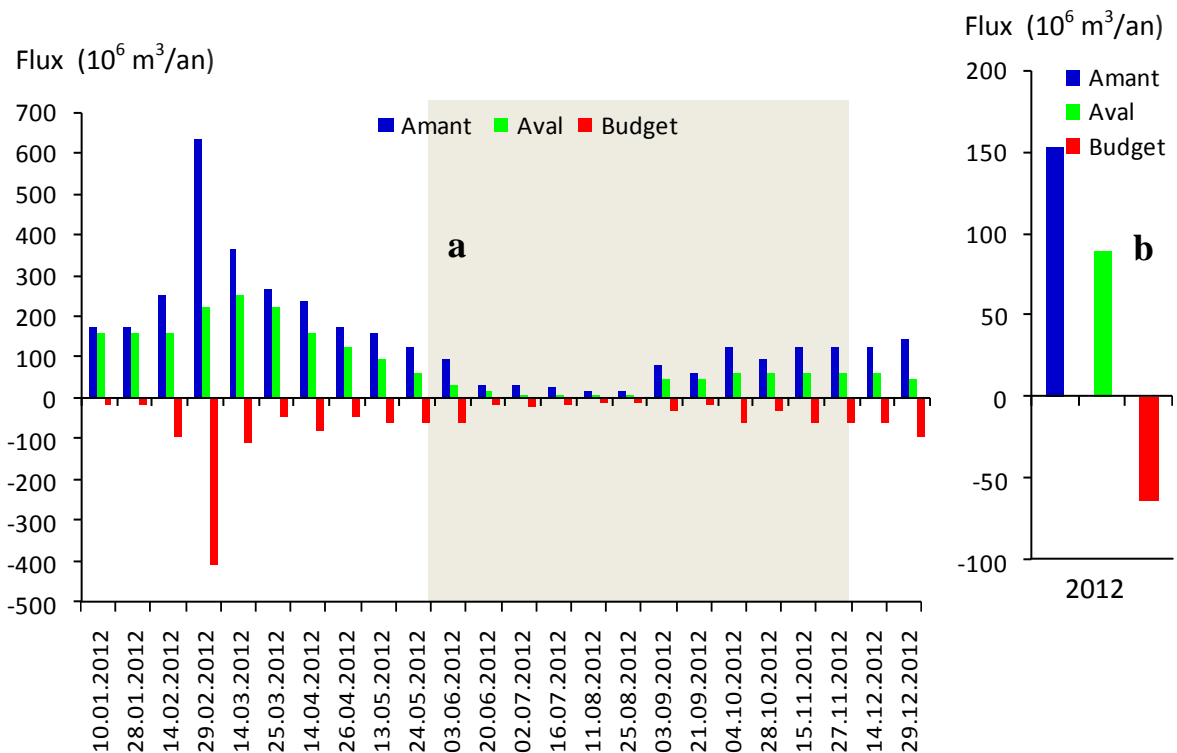
**Tableau 8 :** Variation des flux d'eau et de TDS durant la saison sèche, la saison humide et la moyenne annuelle, les mins et maxs sont aussi enregistrés

	Flux 10 <sup>6</sup> (m3/an)			TDS 10 <sup>6</sup> (t/an)		
	Amant	Aval	Budget	Amant	Aval	Budget
Min	18	8	-410	0.02	0.01	-0.40
Max	631	252	-10	0.63	0.29	-0.01
Seche	70	35	-34	0.09	0.04	-0.05
Humide	235	143	-92	0.28	0.16	-0.13
Moy	152	89	-63	0.18	0.10	-0.09

Les valeurs positives des flux signifient une production ou l'amont est inférieur à l'aval et les valeurs prenant une charge négative signifient une consommation c'est-à-dire que le flux à l'amont est supérieur à l'aval.

## 2.1. Le flux d'eau

Le barrage de Foum Elkhanga reçoit un faible flux d'eau de  $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  pendant la saison sèche et ne déverse à son aval que la moitié (tableau xx) c'est-à-dire qu'il y a une rétention de  $34 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . En saison humide et suite à l'apport d'eau douce des précipitations le barrage reçoit  $235 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$  et déverse  $143 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . Le barrage retient annuellement  $63 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ . On constate que les valeurs à l'amont sont toujours supérieures à l'aval ce qui signifie que le budget est négatif et le barrage retient (consomme) de l'eau durant toute la période d'étude. Il est à noter que l'amont 1 apporte plus d'eau que l'amont 2 quelque soit la saison (Fig.19).

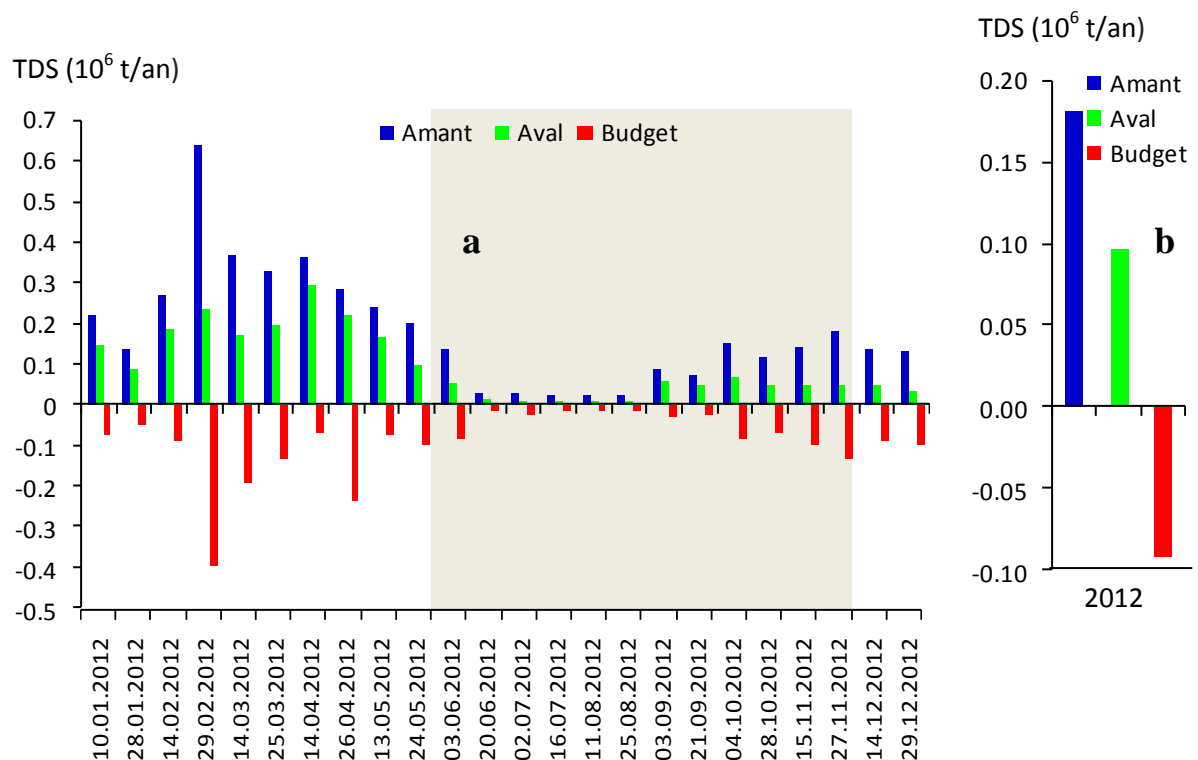


**Figure 19:** a : Variation bimensuelle (a) et annuelle (b) de flux d'eau ( $10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget relatif durant l'année 2012. La zone grise représente la saison sèche.

## 2.2. Le flux de TDS

Comme l'indique le tableau xx et la figure xx, le barrage de Cheref reçoit  $0,09 \cdot 10^6 \text{ t}/\text{an}$  de TDS en saison sèche et 3 fois plus en saison humide. En termes de moyenne annuelle le barrage reçoit  $0,18 \cdot 10^6 \text{ t}/\text{an}$  et ne déverse que  $0,1 \cdot 10^6 \text{ t}/\text{an}$  ce qui signifie qu'il y a une rétention de la moitié ( $0,09 \cdot 10^6 \text{ t}/\text{an}$ ). Tout comme pour le flux d'eau, l'amont 1 apporte plus de TDS que l'amont 2 durant toute l'année 2012 (Figure xx). Il faut souligner en effet que le

budget de TDS estv toujours négatif, c'est-à-dire qu'il y à une rétention de TDS au niveau du barrage quelque soit la saison (Tableau xx, **fig.20**)



**Figure20:** a : Variation bimensuelle (a) et annuelle (b) de TDS en terme de flux ( $10^6 \text{ m}^3/\text{an}$ ) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget relatif durant l'année 2012. La zone grise représente la saison sèche.

### 3. Discussion

Ce travail vise principalement à estimer le transfert des solides dissous à travers le barrage de Cheref qui se situe dans le bassin versant côtier de Seybouse (Nord-est Algérien), et à déterminer les effets du barrage sur les flux d'eaux et sur ces solides dissous depuis l'amont du barrage jusqu'à son aval.

Au cours de la période d'étude, le barrage de Cheref a reçu environ  $152 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  d'eau douce. Ce débit représentait environ la moitié de la valeur moyenne rapportée par le PNUE/PAM (2013), Ounissi et Bouchareb (2013), Taamalah et al (2016). Ziouch et al (2020). La quantité d'eau entrant dans le barrage de Cheref était très chargée en TDS. En raison du rôle important du barrage, les solides totaux ont été remarquablement réduits en aval et piégés dans le réservoir. Le barrage de Cheref a piégé 44% et 57% des sels (TDS) durant la saison sèche et la saison humide respectivement, soit une moyenne annuelle de 55%. Cette rétention élevée des solides totaux a également été observée dans les barrages du nord-est de l'Algérie (Ounissi et al 2013; Taamalah et al 2016; Bougdah & Amira 2017). En raison des conditions

géoclimatiques, les eaux de surface algériennes sont connues pour être plus salées que celles des pays du nord de la Méditerranée (Aubert 1976; Taamalah et al 2016; Boughdah & Amira 2017). Malgré la capacité modérée de stockage ( $157 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ) du barrage il a piégé environ  $0,09 \cdot 10^6$  tonnes de TDS durant l'année 2012. Le barrage de Cheref a été extrêmement affecté par les dépôts de sédiments. Ce dépôt de sédiments de TDS pourrait conduire à un colmatage grave et rapide du barrage. Le même problème a également été observé dans plusieurs barrages algériens contigus (PNUE / PAM 2003; Remini 2010; Taamalah et al 2016; Boughdah & Amira 2017).

Il est à noter que le flux spécifique de matières totales dissoutes au niveau de l'amont du barrage de Cheref a atteint environ  $104 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$ . Dans les bassins versants côtiers algériens et méditerranéens et leurs barrages, les flux en sédiments sont très variables (Taamalah et al 2016; Boughdah & Amira 2017), variant entre 4 et  $2780 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$  selon la rivière. Meybeck and Moatar (2012) ont rapporté que le flux moyen en sédiments de 86 bassins versants fluviaux des régions semi-arides et tempérées, qui ont fait l'objet de relevés quotidiens à long terme, était d'environ  $61 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$ . Compte tenu de cette valeur moyenne mondiale des bassins versants, les bassins versants de l'Algérie étaient parmi les plus érodés. En raison de la construction intensive de barrages, le flux de sédiments réel est réduit à  $251 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$  comparé à  $580 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$  calculé par le PNUE / PAM (2003).

La rétention annuelle de TDS était de  $0,09 \cdot 10^6 \text{ t an}^{-1}$  dans le barrage de Cheref. Cette perte de sel du sol représentant 55% du TDS dans le barrage était très importante en comparaison avec d'autres barrages. Dans les bassins versants côtiers algériens et méditerranéens et leurs réservoirs, les flux en solides dissous sont très variables (Milliman 2001; Bouchareb 2013; Taamalah et al 2016), allant de 6 à  $228 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$  selon la rivière comme le montre le tableau xx.

**Tableau 9** Flux spécifique totale solides dissous (TDS, t km<sup>2</sup> an<sup>-1</sup>) pour certains fleuves et barrages méditerranéens et algériens

Rivière/Amont barrage	t km <sup>2</sup> yr <sup>-1</sup>	Références
Valeur moyenne mondiale	61	<a href="#">Meybeck &amp; Moatar (2012)</a>
Rivière de l'Ebre, Espagne	104	<a href="#">Milliman (2001)</a>
Rivière de l'Evros, Grèce	50	<a href="#">Milliman (2001)</a>
Rivière du Rhône, France	175	<a href="#">Milliman (2001)</a>
Rivière du PO, Italie	228	<a href="#">Milliman (2001)</a>
Barrage de Beni-Haroun, Algérie	8,6	<a href="#">Bouchareb (2013)</a>
Barrage de Zit El-Amba, Algérie	6,3	<a href="#">Bouchareb (2013)</a>
Barrage de Zerdaza, Algérie	40	<a href="#">Bouchareb (2013)</a>
Barrage de Chaffia, Algérie	82	<a href="#">Taamalah et al (2016)</a>
Barrage de Mexa, Algérie	218	<a href="#">Taamalah et al (2016)</a>



**CONCLUSION**

## Conclusion

A la lumière des résultats obtenus durant cette étude, on constate que les paramètres physicochimiques s'avèrent très variables dans l'espace et dans le temps.

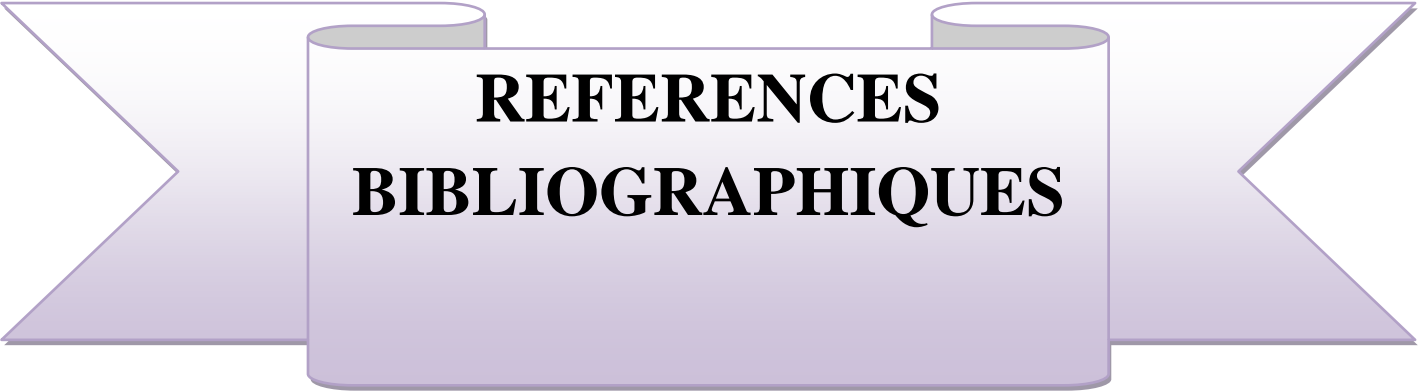
La température des eaux du barrage de Cheref qui est dépendante des conditions météorologiques a beaucoup fluctué entre la saison sèche et la saison humide, elle varie similairement dans les 3 stations et ne dépasse pas les normes des eaux surfaces.

La salinité, la conductivité électrique, les matières totales dissoutes et le débit ont la même tendance avec des teneurs plus importantes dans les eaux de la station amont 1. Les eaux de l'amont du barrage présentent des teneurs toujours supérieures que celle de l'aval ce qui peut être expliqué par la rétention d'une quantité d'eau et de sels au niveau du barrage.

En terme de flux, on constate que les valeurs à l'amont sont toujours supérieures à l'aval ce qui signifie que le budget est négatif et le barrage retient (consomme) annuellement  $63 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>/an d'eau.

Tout comme pour le flux d'eau, le barrage reçoit  $0,18 \cdot 10^6$  t/an de TDS et ne déverse que  $0,1 \cdot 10^6$  t/an ce qui signifie qu'il y a une rétention de 55% ( $0,09 \cdot 10^6$  t/an). Ce dépôt de TDS pourrait conduire à un colmatage grave et rapide du barrage.

Le flux spécifique de matières totales dissoutes à l'amont du barrage de Cheref a atteint environ  $104 \text{ t km}^2 \text{ an}^{-1}$ , les bassins versants de l'Algérie sont parmi les plus érodés et nécessitent un aménagement et une protection contre l'érosion.



**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## A

- **Adam, J. W. H. (1980)** Health aspects of nitrate in drinking-water and possible means denitrification. *Water SA*, 6: 79.
- **Ayad.W, (2016)** : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines :cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de Skikda), mémoire de doctorat, université Badji Mokhtar, ANNABA, Algérie.
- **Arrignon J., 1991** – Aménagement piscicole des eaux douces 4<sup>ème</sup> édition. P :348.
- **Ababssa N(2007)**.Erosion et transport en suspension dans le sous bassin versant du barrage d'Oued Charef.Mémoire de magister en génie de l'environnement.Unv L'arbi Ben M'Hidi d'Oum EL -Bouaghi 11-13pp.
- **Addad D .(2007)**.Qualité des eaux du barrage d'Oued Cherf et sources de pollution Mémoire de magister en génie de l'environnement.Unv L'arbi Ben M'Hidi d'Oum EL -Bouaghi 10p.
- **ALLigui O (2011)**.Contribution à l'étude de la qualité des eaux d'irrigation du barrage Foug EL-Khenga sur Oued Charef .Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en pathologies des écosystèmes. Unv L'arbi Ben M'Hidi d'Oum EL -Bouaghi.
- **Aminot A., Chaussepied M., (1983)** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395 pp.
- **Aubert G., (1976)** Les sols sodiques en Afrique du Nord. *Annales de l'Institut National Agronomique-El Harrach* 7(1):185-196.

## B

- **Baumont, S., 2004** Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. -Observatoire régional de santé d'Île-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile- de-France, École nationale supérieure agronomique de Toulouse (ENSAT), France.

- **Benallou . A, (2004).** (Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie de Arib.Centre université de Khemis Miliana
- **Benblidia, M., 2011.** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude nationale, Algérie. CAR/PNUE/PAM, Plan Bleu, Sophia Antipolis, 24pp.
- **Beudry T., Henry T.M., (1984)** : Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles, 1ère,édition, INC Canada.537 pp.Aminot A., Chausspiéd M., 1983 : Manuel des analyse chimiques en milieu marin.395p.
- **Beudry, T., Henry, T.M., (1984).** Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles,1ère, édition, INC Canada.537 pp.Organisation Mondial de la Santé, 2006. La guerre de l'eau -The water conflict –La guerra del agua. [www.fsa.ulaval.ca/personnel/vernag/eh/f/cause/eau.htm/](http://www.fsa.ulaval.ca/personnel/vernag/eh/f/cause/eau.htm/) Mise à jour du: 02-04-2010.
- **Bouchareb N., (2013)** Transferts et géochimie de l'azote, du phosphore et du silicium des bassins des oueds Kebir-Rhumel, Kebir ouest et Saf-saf au littoral. PhD thesis, University of Annaba, Algeria, 111 pp.
- **Bougdah M., Amira A. B., (2017)** Water and sediment retention in a reservoir (Zit Amba, Algeria). AACL Bioflux 10(3):534-542.
- **Billen, G., Garnier, J., 2007.** River basin nutrient delivery to the coastal sea: assessing its potential to sustain new production of non-siliceous algae. Mar. Chem. 106 (1–2), 148–160.
- **Boucenna, f., 2009** : Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued Djedjene (Jijel,nord-est Algerian).mémoire de magister, 133.
- **Bougdah M., Amira A. B., 2017** Water and sediment retention in a reservoir (Zit Amba, Algeria). AACL Bioflux 10(3):534-542.
- **Bouguetit,K,(2015)** :Etudedede la vulnérabilitié à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla (Cas de la nappe du continental Interclaire ) .Mémoire de master académique ,50p
- **Blake D., 2001** Proposed Mekong dam scheme in China threatens millions in downstream countries. World Rivers Review 16(3):4-5.
- **Bravard J. P., PETIT F.,( 2000)** ; Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial,Paris, A. Colin, Collection U. Géographie, 222 p.

- **Chen C. T. A., Liu J. T., Tsuang B. J., 2004** Island-based catchment - the Taiwan example. *Regional Environmental Change* 4:39-48.
- **Chu Z. X., Zhai S. K., 2006** Effects of Three Gorges Reservoir (TGR) water storage in June 2003 on Yangtze River sediment entering the estuary. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 3:1553-1567.
- **Conley, D.J., Schelske, C.L., Stoermer, E.F., 1993.** Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 101: 179-192.

## G

**Graf W. L., 2005** Geomorphology and American dams: the scientific, social, and economic context. *Geomorphology* 71(1-2):3-26.

## H

- **.Hadef. Dj, Hasni. M ,(2016)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla, mémoire de master , Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana, Algérie.
- **Håkanson L., 2005** Suspended particulate matter in lakes, rivers and coastal areas. Department of Earth Sciences, Uppsala University, 410 pp.
- **Håkanson L., 2006** The relationship between salinity, suspended particulate matter and water clarity in aquatic systems. *Ecological Research* 21(1):75-90.
- **Harzallah. B, (2011)** : Etude de la biodégradation du 2,5-diméthylphénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'IBNZIAD, mémoire de magistère, Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **Halimi .,(2008).** Ressources et essai de gestion intégrée des eaux du bassin versant d'oued Cherf /Sedrata (Nord – Est Algérien)
- **Humborg, C., Rahm, L.b., Conley, D.J., Tamminen, T., Bodungen, V.O.N., 2008.** Silicon and the Baltic Sea.

## J

- **Jaramillo F., Destouni G., 2014** Developing water change spectra and distinguishing change drivers worldwide. *Geophysical Research Letters* 41:8377-8386.

- **Jarsjö J., Asokan S. M., Prieto C., Bring A., Destouni G., 2012** Hydrological responses to climate change conditioned by historic alterations of land-use and water-use. *Hydrology and Earth System Sciences* 16:1335-1347.
- **Joel . G : (2003).**La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris,Novembre
- **Jora, (2011).** Décret exécutif n° 11 - 125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif a la qualité de l'eau de consommation humaine, JON°18
- **Journal Officiel de la République Algérienne JORA. (1993).** n° 46 du 10 Juillet 1993,7-12.Journal Officiel de la République Algérienne JORA, (2011). Décret exécutif n° 11 -125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif a la qualité de l'eau de consommation humaine, JON°18

## K

- **Kassim .C, (2005) :** Etude de la qualité Physico-chimique et Bactériologique de l'eau des puits de certains Quartiers du district de Bamako. Thèse doctorat en pharmacie(Diplôme d'Etat), Université de Bamako, MALI.
- **KHELILI .R, LAZALI .D (2015):** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla),
- **KAHOUL, TOUHAMI (2014):** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la Ville d'Annaba (Algérie). Université Badji Mokhtar. Annaba BP12.Algérie
- **Kondolf G. M., 1997** Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management* 21(4):533-551.
- **Kondolf G. M., Gao Y., Annandale G. W., Morris G. L., Jiang E., Zhang J., Cao Y., Carling P., Fu K., Guo Q., Hotchkiss R., Peteuil C., Sumi T., Wang H. W., Wang Z., Wei Z., Wu B., Wu C., Yang K. T., 2014** Sustainable sediment management in reservoirs and regulated rivers: experiences from five continents. *Earth's Future* 2(5):256-280.
- **Kummu M., Varis O., 2007** Sediment-related impacts due to upstream reservoir trapping, the Lower Mekong River. *Geomorphology* 85(3-4):275-293.

## L

- **Kara L., (1994)** (diagnostic de létat de l'environnement), Mémoire de fin détude en écologie et L'environnement, Institut de biologie, université de Bejaia,.
-

- **Liu J. P., Li A. C., Xu K. H., Velozzi D. M., Yang Z. S., Milliman J. D., DeMaster D. J., 2006** Sedimentary features of the Yangtze River-derived along-shelf clinoform deposit in the East China Sea. *Continental Shelf Research* 26(17-18):2141-2156.
- **Lu X. X., 2004** Vulnerability of water discharge of large Chinese rivers to environmental changes: an overview. *Regional Environmental Change* 4:182-191.
- **Ludwig W., Dumont E., Meybeck M., Heussner S., 2009** River discharges of water and nutrients to the Mediterranean and Black Sea: major drivers for ecosystem changes during past and future decades? *Progress in Oceanography* 80(3-4):199-217.

## M

- **Ma H., Nittrouer J. A., Naito K., Fu X., Zhang Y., Moodie A. J., Wang Y., Wu B., Parker G., 2017** The exceptional sediment load of fine-grained dispersal systems: example of the Yellow River, China. *Science Advances* 3(5):e1603114.
- **Mahamat . B, beskri. A : (2010).** Caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de Khemis Miliana, Mémoire fin d'étude. Centre université de Khemis Miliana
- **Meybeck M., Moatar F., (2012)** Daily variability of river concentrations and fluxes:
- **Milliman J. D., (2001)** Delivery and fate of fluvial water and sediment to the sea: a marine geologist's view of European rivers. *Scientia Marina* 65(2):121-132.
- **Milliman J. D., 1997** Blessed dams or damned dams? *Nature* 386:325-327.
- **MOKDADI. H, MESSAI AHMED. N:(2015).** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-oued (Cas du Lac Ayata, Chott Marouam, Lac Sif El-Menadi et Chott Halloufa. Références de paramètres organoleptique
- **Moussa, M.D.H., (2005).** Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. 11 9p.

## N

- **Narsis S., 2008** – Contribution à l'étude de la pollution d'Oued Seybousse.
  - **Nisbet.M and J.Verneaux, (1970).** composante chimiques des eaux courantes, discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. and suspended solids across the Mafragh catchment (Algeria). *Advances in Environmental Biology* 10(5):177-185.
- indicators based on the segmentation of the rating curve. *Hydrological*

## O

- **Olivaux Y. (2007).** La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563p.
- **OMS (W.H.O.): WORLD HEALTH ORGANISATION. (2003).** Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. World Health Organisation.
- **Ounissi M., Bouchareb N., (2013)** Nutrient distribution and fluxes from three Mediterranean coastal rivers (NE Algeria) under large damming. Comptes

## P

- **Pietroń J., Chalov S. R., Chalova A. S., Alekseenko A. V., Jarsjö J., 2017** Extreme spatial variability in riverine sediment load inputs due to soil loss in surface mining areas of the Lake Baikal basin. Catena 152:82-93.

## R

- **Remini B., (2010)** La problématique de l'eau en Algérie du Nord. Larhyss Journal 8:27-46.
- **.RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., BRUNET R., MIALOCQ J C.,LEROY P.,HOUSSIN M., LAVISON G., BECHEMIN C., VINCENT M., REBOUILLON P.,MOULIN L., CHOMODÉ P.,DUJARDIN P.,GOSSELIN S., SEUX R.,ALMARDINI F.(2009).** L'analyse de l'eau. 9ème Ed. Dunod. France. 1511 p.
- **Rodier, J.,(1996).** L'analyse de l'eau 'eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer', 8ème Edition, Paris, Dunod, 1394p.
- **Rodier, J., Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll.,( 2005),** L'analyse de l'eau, 9 ème Edition, Paris, Dunod, 1529 p.
- **Rodier, J., (1996).** L'analyse de l'eau 'eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer',8 ème Edition, Paris, Dunod, 1394p.Rendus Geoscience 345:81-92. Processes 26(8):1188-1207.

## S

- **SARI. H: (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) (Tlemcen). Mémoire de Master en Sciences des aliments.Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen
- **SAVARY P. (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Territorial Voiron. 261 p.

- **Santé Canada (1992)** Le nitrate et le nitrite. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada. Documentation à l'appui, Accessible à «[www.hc-sc.gc.ca/catalogue/dpcpubs/repcoc](http://www.hc-sc.gc.ca/catalogue/dpcpubs/repcoc)» appui Nitrate .pdf. Consulté en Mai 2002
- **SPELLMAN., & FRANK R. (2008).**The Science of water: concepts and applications. 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

## T

- **Taamallah F. Z., Laskri H., Amira A. B., 2016** Transport and retention of dissolved and suspended solids across the Mafragh catchment (Algeria). *Advances in Environmental Biology* 10(5):177-185.
- **Turner, R.E., Qureshi, N., Rabalais, N.N., Dortch, Q., Justic, D., Shaw, R.F., Cope, J., 1998.** Fluctuating silicate: nitrate ratios and coastal plankton food webs. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95 (22), 13048–13051.

## V

- **Vörösmarty C. J., Meybeck M., Fekete B., Sharma K., Green P., Syvitski J. P. M., 2003** Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments. *Global and Planetary Change* 39(1-2):169-190.

## W

- **Walling D. E., 2006** Human impact on land-ocean sediment transfer by the world's rivers. *Geomorphology* 79:192-216.
- **Walling D. E., Fang D., 2003** Recent trends in the suspended sediment loads of the world's rivers. *Global and Planetary Change* 39(1-2):111-126.
- **Wang H., Yang Z., Saito Y., Liu J. P., Sun X., 2006** Interannual and seasonal variation of the Huanghe (Yellow River) water discharge over the past 50 years: connections to impacts from ENSO events and dams. *Global and Planetary Change* 50:212-225.
- **Williams G. P., Wolman M. G., 1984** Downstream effects of dams on alluvial rivers. Geological Survey Professional Paper 1286, USGS, Washington DC, 61 pp.

## X

- **Xu J. X., 2003** Sediment flux to the sea as influenced by changing human activities and precipitation: example of the Yellow River, China. *Environmental Management* 31: 328-341.

## Y

- **Yang Z., Wang H., Saito Y., Milliman J. D., Xu K., Qiao S., Shi G., 2006** Dam impacts on the Changjiang (Yangtze) River sediment discharge to the sea: the past 55 years and after the Three Gorges Dam. *Water Resources Research* 42:W04407.
- **Yang S. L., Xu K. H., Milliman J. D., Yang H. F., Wu C. S., 2015** Decline of Yangtze River water and sediment discharge: impact from natural and anthropogenic changes. *Scientific Reports* 5:12581.

## Z

- **Ziouch, O. R., Laskri, H., Chenaker, H., Ledjedel, N. E., Daifallah, T., Ounissi, M.(2020).** Transport of nutrients from the Seybouse River to Annaba Bay (Algeria,SW Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111231.
- **Zhang S. R., Lu X. X., Higgitt D. L., Chen C. T. A., Sun H. G., Han J. T., 2007** Water chemistry of the Zhujiang (Pearl River): natural processes and anthropogenic influences. *Journal of Geophysical Research* 112:F01011.
- **Zhang X., Dong Z., Gupta H., Wu G., Li D., 2016** Impact of the Three Gorges Dam on the hydrology and ecology of the Yangtze River. *Water* 8(12):590.



**RESUME**

## Résumé

Le sous bassin versant de l'oued Cheref est localisé au Nord-est de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant de Seybouse et couvre une superficie de 1735 Km<sup>2</sup>, avec une population de l'ordre de plus de 200 000 habitants, c'est un bassin versant à vocation agricole, le barrage le plus important est le barrage de Cheref avec une capacité de 157 Hm<sup>3</sup> destinés essentiellement à l'irrigation. Ce travail vise principalement à estimer le transfert des solides dissous à travers le barrage de Cheref et à déterminer les effets du barrage sur les flux d'eaux et sur ces solides dissous depuis l'amont du barrage jusqu'à son aval. La température des eaux du barrage de Cheref qui est dépendante des conditions météorologiques a beaucoup fluctué entre la saison sèche et la saison humide, elle varie similairement dans les 3 stations et ne dépasse pas les normes des eaux surfaces. La salinité, la conductivité électrique, les matières totales dissoutes et le débit ont la même tendance avec des teneurs plus importantes dans les eaux de la station amont 1. Les eaux de l'amont du barrage présentent des teneurs toujours supérieure que celle de l'aval ce qui peut être expliqué par la rétention d'une quantité d'eau et de sels au niveau du barrage. En terme de flux, on constate que les valeurs à l'amont sont toujours supérieurs à l'aval ce qui signifie que le budget est négatif et le barrage retient (consomme) annuellement 63 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/an d'eau. Tout comme pour le flux d'eau, le barrage reçoit 0,18 10<sup>6</sup> t/an de TDS et ne déverse que 0,1 10<sup>6</sup> t/an ce qui signifie qu'il y a une rétention de 55% (0,09 10<sup>6</sup> t/an). Ce dépôt de TDS pourrait conduire à un colmatage grave et rapide du barrage. Le flux spécifique de matières totales dissoutes à l'amont du barrage de Cheref a atteint environ 104 t km<sup>2</sup> an<sup>-1</sup>, les bassins versants de l'Algérie sont parmi les plus érodés et nécessitent un aménagement et une protection contre l'érosion.

**Mots clés:** Barrage de Cheref, Matières totales dissoutes, flux spécifique.

## **Abstract**

The sub-watershed of the Charef wadi is located in the north-east of Algeria. It is part of the large catchment area of Seybouse and covers an area of 1735 km<sup>2</sup>, with a population of the order of more than 200,000 inhabitants, it is an agricultural catchment area, the most important dam is the dam of Cheref with a capacity of 157 Hm<sup>3</sup> intended primarily for irrigation. This work mainly Cheref dam and to determine the aims to estimate the transfer of dissolved solids through the effects of the dam on water flows and on these dissolved solids from the upstream of the dam to its downstream. The water temperature of the Cheref dam, which is dependent on meteorological conditions, fluctuated a lot between the dry season and the wet season, it varies similarly in the 3 stations and does not exceed surface water standards. The salinity, the electrical conductivity, the total dissolved solids and the flow have the same tendency with higher contents in the water of the upstream station 1. The water of the upstream of the dam presents contents always higher than that of the downstream which can be explained by the retention of a quantity of water and salts at the level of the dam. In terms of flow, we see that the upstream values are always higher than the downstream, which means that the budget is negative and the dam retains (consumes) 63,10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> / year of water annually. As for the water flow, the dam receives 0.18 10<sup>6</sup> t / year of TDS and only discharges 0.1 10<sup>6</sup> t / year which means that there is a retention of 55% (0.09 10<sup>6</sup> t / year). This deposit of TDS could lead to serious and rapid plugging of the dam. The specific flow of total dissolved matter upstream of the Cheref dam reached about 104 t km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup>, the watersheds of .Algeria are among the most eroded and require development and protection against erosion

**Keywords:** Cheref dam, Total dissolved matter, specific flux

## الملخص

تقع مجمعات المياه الفرعية لوادي الشارف في شمال شرق الجزائر. وهي جزء من مجمعات المياه الكبيرة لسيبوس وتغطي مساحة **1.735** كيلومتر مربع ، ويبلغ عدد سكانها أكثر من **200000** نسمة ، وهي منطقة تجميع للأغراض الزراعية ، وأهمها سد الشارف بسعة **157** م<sup>3</sup> مخصص أساساً للري.

يهدف هذا العمل بشكل أساسي إلى تقدير انتقال المواد الصلبة الذائبة عبر سد الشارف وتحديد تأثيرات السد على تدفق المياه وعلى هذه المواد الصلبة الذائبة من أعلى السد إلى المصب. درجة حرارة مياه سد الشارف ، التي تعتمد على الظروف الجوية ، تتأرجح كثيراً بين موسم الجفاف وموسم الأمطار ، وتتفاوت بشكل مشابه في المحطات الثلاث ولا تتجاوز معايير المياه السطحية.

إن الملوحة ، والناقلية الكهربائية، وإجمالي المواد الصلبة الذائبة ، والتدفق لها نفس الاتجاه مع المحتويات الأعلى في مياه محطة المنبع. **1**. تقدم مياه منبع السد محتويات أعلى دائماً من تلك الموجودة في المصب والذي يمكن تفسيره من خلال الاحتفاظ بكمية من الماء والأملاح على مستوى السد. من حيث التدفق ، نرى أن قيم المنبع أعلى دائماً من مجرى النهر ، مما يعني أن الميزانية سلبية وأن السد يحتفظ  $63 \cdot 10^6$  متر مكعب / سنة من المياه سنوياً. بالنسبة لتدفق المياه ، يستقبل السد  $0,18 \cdot 10^6$  طن / سنة من إجمالي المواد الصلبة ويصرف فقط  $0,1 \cdot 10^6$  طن / سنة مما يعني أن هناك احتباساً بنسبة **55%** ( $0,09 \cdot 10^6$  طن / سنة). يمكن أن يؤدي هذا الإيداع من المواد الصلبة الذائبة إلى انسداد خطير وسريع للسد.

بلغ التدفق النوعي للمواد الذائبة الكلية عند المنبع لسد الشارف حوالي **104** أطنان كم<sup>2</sup> في العام الأول ، وتعتبر مجمعات المياه في الجزائر من بين أكثر المجمعات تآكلاً وتتطلب التطوير والحماية من التآكل.

**الكلمات المفتاحية:** سد الشارف ، المادة الذائبة الكلية ، التدفق النوعي