

**République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur
Et De la Recherche scientifique**

**Université Abbès Laghrour Khenchela
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Department D'ecologie 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 Ecologiques
Spécialité : Ecologie Fondamentale Et Appliquée

Thème

**L'effet De La Construction Des Barrages Sur
La Température Des Cours D'eau: Cas Du
Barrage De Cheref (Nord Est Algérien)**

Présenté par:

- **Ziani Chaima**
- **Nouar Rabab**

Devant Le jury :

Président: Larbaa Rabeh	(MCB, Université Abbès Laghrour khenchela)
Examineur: Daifallah Tarek	(MCA, Université Abbès Laghrour khenchela)
Encadreur: ZIOUCH Omar Ramzi	(MCB, Université Abbès Laghrour khenchela)

Année Universitaire : 2020/2021



REMERCIEMENT

Tout d'abord, tout louange à dieu qui m'a fourni le courage, la capacité et la patience pour réaliser ce modeste travail avec toutes ses difficultés et ses obstacles.

Mes remerciements sont adressés également à mes chers parents pour tous les sacrifices consentis à mon égard et leur énorme soutien.

A tous mes proches amis (e).

*Je voudrais remercier spécialement notre promoteur, Monsieur **ziouch omar ramzi**, enseignant l'Université de khenchela , pour nous avoir accordé sa confiance pour mener à bien ce projet et pour l'encadrement de ce travail et sa disponibilité ainsi que ses conseils ont largement contribué à l'aboutissement de ce travail .*

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).*

Mes plus vifs remerciements 'ensemble de nos enseignant, tout le personnel de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Abbess Laghrour Khenchela de nous avoir permis d'acquérir notre savoir et nos expériences.

Enfin nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

.... MERCI....



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Femme qui m'a donné la force et m'a poussé et encouragé
pour être une étoile dans le ciel quand j'étais une pierre sur le sol... à **ma mère**
que dieu la conserve ;
à **mon père** après tous les efforts qui a faits et qu'il fait encore et toujours pour le
bien de notre famille,
je lui souhaite une longue et joyeuse vie.

Une dédicace spéciale :

A mon encadreur **Ziouch Omar Ramzi**

A mes très chers frères : **Nadir et Nidhal** qui je souhaite une vie pleine de
bonheur, de santé et de réussite.

A mes très chères sœurs : **Hanna, Romaissa, Hayat.**

A ma chère binôme Rabab.

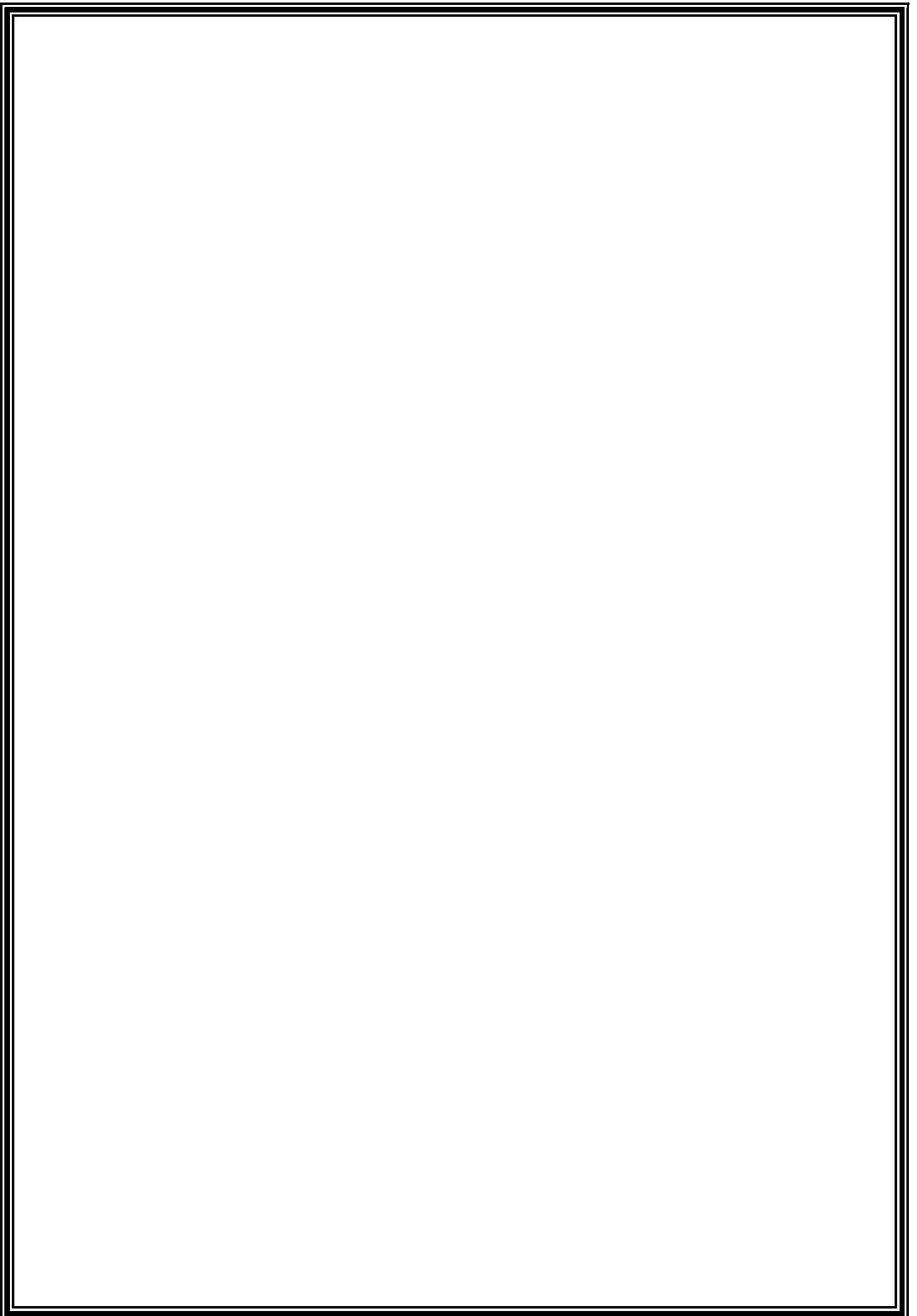
A toute ma famille.

A mes enseignantes.

A mes amis.

Ma promotion de master.

Chaima



SOMMAIRE

SOMMAIRE	Page
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>I</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>III</i>
<i>LISTE DES ABRÉVIATIONS</i>	<i>IV</i>
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES EAUX	
1. Généralités sur les eaux	4
1.1. Ressources des eaux	4
1.1.1. Eau de Surface	4
1.1.2. Eau Souterrains	5
1.2. Qualité de L'eau	6
1.2.1. Les caractéristiques organoleptiques	6
1.2.1.1. Couleur	6
1.2.1.2. Odeur et Saveur	6
1.2.1.3. Turbidité	6
1.2.2. Les paramètres physiques et chimiques	7
1.2.2.1. Température	7
1.2.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)	8
1.2.2.3. Conductivité	8
1.2.2.4. Matières en suspension (MES)	9
1.2.2.5. Dureté de l'eau	9
1.2.2.6. Oxygène dissous (O₂)	9
1.2.2.7. Résidu Sec (RS)	10
1.2.2.8. Titre alcalimétrique (TA)	10
1.2.2.9. Salinité	10
1.2.2.10. Demande biochimique en oxygène (DBO)	10
1.2.2.11. Demande chimique en oxygène (DCO)	11
1.2.2.12. Biodégradabilité	11
1.2.3. Les Cations	11
a. L'Azote ammoniacal (NH₄⁺)	11
b. Le Calcium (Ca⁺²)	12
c. Le Magnésium (Mg⁺²)	12
d. Le Potassium (K⁺)	12
e. Le Sodium (Na⁺)	12
1.2.4. Les Anions	13

a. Les Nitrates (NO_3^-)	13
b. Les Nitrites (NO_2^-)	13
c. Les Chlorures (Cl)	13
d. Les Phosphates (PO_4^{3-})	13
e. Les Sulfates (SO_4^{2-})	14
f. Les Bicarbonate (HCO_3^-)	14
1.2.5. Les paramètres indésirables	14
a. les métaux lourds	14
b. Le manganèse (Mn^{+2})	15
c. Le fer (Fe^{+2})	15
d. Le cuivre (Cu^{+2})	15
f. Le zinc (Zn^{+2})	15
1.2.6. Qualité bactériologique	16
a. Les coliformes fécaux	16
b. Les streptocoques fécaux	16
c. Recherche des coliformes Thermo-tolérants	16
d. Recherche des germes totaux	17
2. Mobilisation des eaux de surface	17
2.1. Définition des barrages	17
2.2. Les différents types de barrages	17
2.2.1. Barrages en matériaux rigides	18
2.2.2 Barrages en matériaux meubles ou semi-rigides	18
2.3. Utilisation des Barrages	19
2.4. Le but d'utilisation des barrages	20
2.4. Le but d'utilisation des barrages	20
2.5. Les avantages et les Inconvénients des barrages	20
2.5.1. Avantages	20
2.5.2. Inconvénients	20
2.6. Les Barrages dans le monde	20
2.7. Les Barrages en Algérie	21
CHAPITRE II: MATERIEL ET METHODES	
1. Introduction	22
2. La Situation géographique du bassin d'oued Cherf	23
3. Situation administrative	24
4. Le réseau hydrographique du bassin d'Oued Charef / Sedrata	25
5. les Caractéristique de barrage charef	25
5.1 .Caractéristique hydrologique	25

5.2. Caractéristiques de la retenue d'eau	26
5.3. Caractéristiques géologiques du bassin d'Oued charef	26
5.3.1. Le domaine néritique Sud Constantinois	26
5.3.2. Le domaine para-autochtone et autochtone en Nord Aurési	26
5.4. La couverture végétale du bassin d'Oued Charef / Sedrata	27
4.5. La population	27
5.6. L'industrie	28
5.7. Caractérisation climatologique du bassin versant de l'Oued El Charef	29
5.7.1. Les précipitations	29
5.7.1.1. Précipitations moyennes mensuelles	29
5.7.1.3. Précipitations saisonnières	30
5.7.2. Température	31
5.7.2.1. Températures moyennes mensuelles	31
2. Méthode de mesure des éléments physiques	33
2.1. Mesures des paramètres physiques	35
2.2. Estimation des flux d'eau (Débit liquide)	35
2.3. Estimation des flux de TDS (Débit solide)	36
2.4. Estimation du temps de séjour hydraulique (TSH)	36
CHAPITRE III : INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSION	
1. Interprétation des résultats	36
1. Température	37
2. La salinité	38
3. La conductivité électrique	39
4. Les matières totales dissoutes (TDS)	40
5. Le débit	41

2. Variation des flux d'eau et de TDS	42
2.1. Le flux d'eau	43
2.2. Le flux de TDS	44
3. Relation température-Débit	45
4. Relation température-temps de séjours hydraulique	46
5 . Discussion	47
CONCLUSION	
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
RÉSUMÉ	
ABSTRACT	
المخلص	

LISTES DES FIGURES

N°	Titre	page
1	les plus grands barrages du monde pour produire l'énergie hydraulique	21
2	Barrage de béni Haroun	21
3	Le barrage d'oued charef	22
4	Situation géographique de des sous bassins du bassin versant de seybose (bassin de charef entre autres)	23
5	Image satellitaire de barrage d'oud el charef à partir du google earth.	24
6	Carte des réseaux hydrographiques du bassin d'Oued Charef / Sedrata.	25
7	Répartition de la population du bassin versant de l'oued Charef /Sedrata selon le groupe d'âge.	28
8	Répartition de la population du bassin de l'oued Cherf / Sedrata selon le sexe.	28
9	Variations des précipitations moyennes mensuelles interannuelles.	30
10	variations des températures moyennes mensuelles [Période : 2009-2014].	31
11	variations des températures moyennes mensuelles [Période : 2009-2014].	32
12	Station1 A l'amont 1 du Barrage de Charef (Oued Sbihi).	33
13	Station 2 A l'amont du barrage de Charef (Oued Sedrata).	33
14	Station 3: A l'aval du Barrage de Charef.	33
15	Carte géographique qui représente le bassin de Seybose et les stations d'échantillonnage; 🔵: Barrage Bouhamdane, 🔵: Barrage Charef, ●: Stations 1 : Pont ksar sbihi (amont barrage charef 1), 2 : Zouabi (amont barrage charef 2), 3 : Aval barrage charef.	34

16	Variation bimensuelle de la température (°C) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012	38
17	Variation bimensuelle de la salinité (PSU) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.	39
18	Variation bimensuelle de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.	40
19	Variation bimensuelle de TDS (mg/l) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.	41
20	Variation bimensuelle du débit (m^3/s) durant la période Janvier-Décembre 2012.	42
21	Variation bimensuelle et annuelle de flux d'eau ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le temps de séjours relatif durant l'année 2012.	43
22	Variation bimensuelle de TDS en termes de flux ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$) dans les eaux du barrage de Cheref ainsi que le Temps de séjours relatif durant l'année 2012	44
23	Variation bimensuelle de la température (°C) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le débit ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) relatif durant l'année 2012.	45
24	Variation bimensuelle de la température (°C) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget et le temps de séjour relatif durant l'année 2012.	46

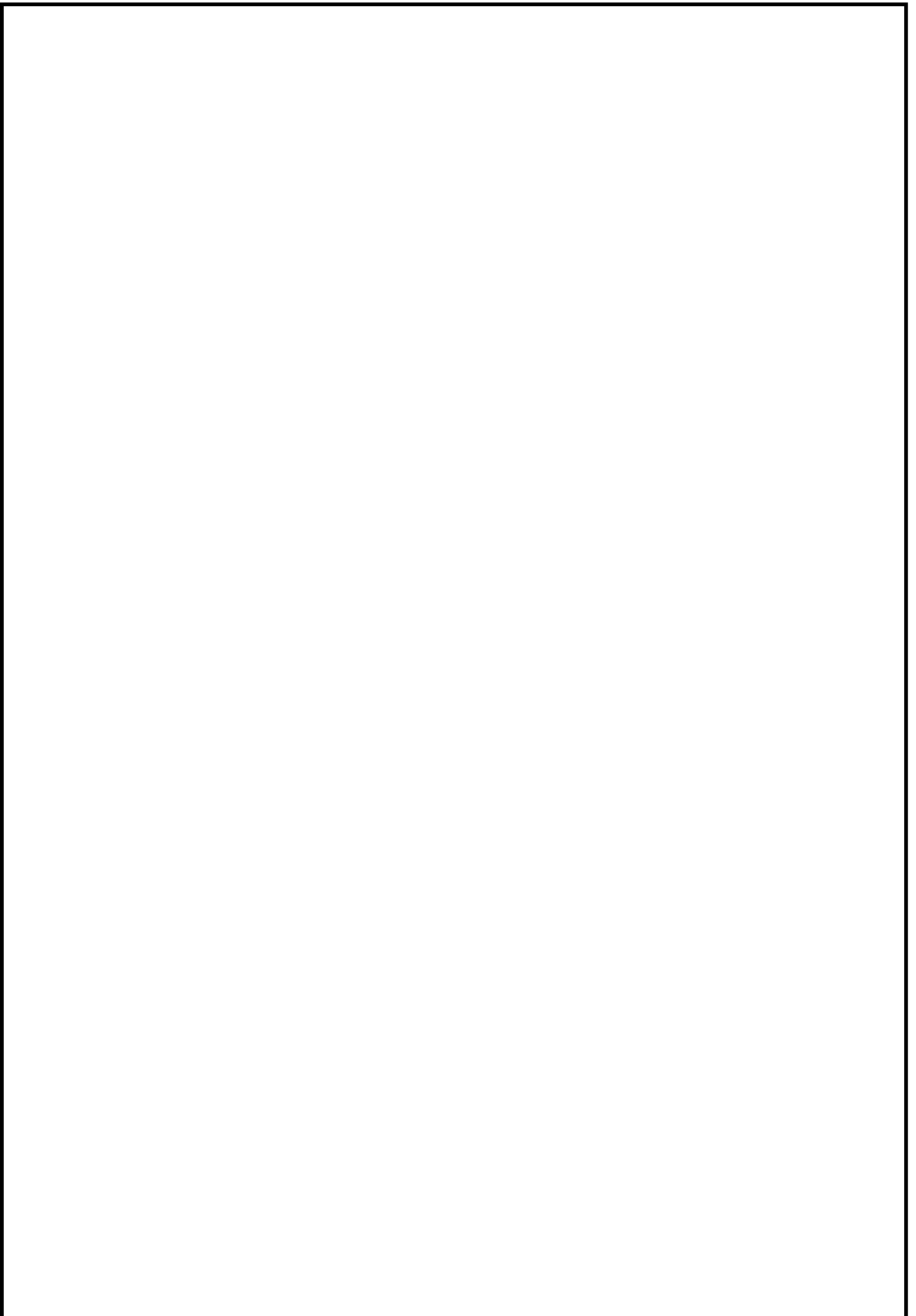
LISTES DES TABLEAUX

N°	Titres	page
01	Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.	5
02	Classes de turbidité usuelles.	7
03	Classification des eaux selon la conductivité.	9
04	Différentes unités industrielles dans le bassin de Cherf / Sedrata.	29
05	précipitations moyennes mensuelles interannuelles en (mm) [Période : 2009-2014].	30
06	les précipitations saisonnières [Période : 2009-2014].	31
07	Températures moyennes mensuelles interannuelles en (°C) [Période : 2009-2014].	32
08	Les stations d'échantillonnage et leurs caractéristiques.	33
09	Variation des paramètres physiques durant la saison sèche, saison humide et la moyenne annuelle, les mins et maxs sont aussi enregistrés.	37
10	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.	43

LISTES DES ABREVIATIONS

O_{2dis}	:	L'oxygène dissous
Mg	:	Milligramme
NO₃⁻	:	Les nitrates
NO₂⁻	:	Les nitrites
TDS	:	Les matières totales dissoutes
Ca⁺⁺	:	Le calcium
Mg⁺⁺	:	Le magnésium
NH₄⁺	:	Ammonium
Na⁺	:	Le Sodium
Fe²⁺	:	le fer
Mn²⁺	:	Manganèse
K⁺	:	Le potassium
Cl⁻	:	Les chlorures
HCO₃⁻	:	Les bicarbonates
SO₄²⁻	:	Lessulfates
NH₄⁺	:	L'ammonium
PO₄⁻³	:	Les phosphates
DBO₅	:	La demande biochimique en oxygène

DCO	:	La demande chimique en oxygène
mg/l	:	Milligramme par litre
PH	:	potentiel Hydrogène
CE	:	La conductivité électrique
C	:	La Température
STEP	:	station d'épuration
TMH	:	trihalométhanés
μS/cm²	:	Micro siemens/ centimètre
MES	:	Matière en suspension
hab/Km²	:	habitat par kilomètre carré
S	:	Salinité
%	:	Pourcent
Hm³	:	kilomètre cub
Hm³/an	:	hectomètre cub par ans
mm/an	:	millimètre par ans
(P.S.U)	:	Practical Salinity Unit
(m³/s)	:	mètre cube par seconde
UPS:	:	Unité Pratique de Salinité
CE	:	La conductivité électrique
PP	:	précipitations
t/an	:	tonne par ans



Introduction

Introduction

Introduction

L'importance de l'eau en tant que support de vie et de facteur régulateur du développement d'un pays est universellement reconnue. Aussi il est nécessaire de la quantifier et de la gérer aussi rigoureusement que possible. La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et l'A.E.P pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà les efforts de développement de nombreux pays (Ouhmidou et al., 2015). En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques notamment l'agriculture et l'industrie (Mohammedi et Mayou., 2015). Pour ce, des investissements considérables ont été consacrés à la construction de barrages.

Un barrage est un ouvrage d'art placé en travers d'un cours d'eau, destiné à retenir et stocker de l'eau ou à la dériver (Delliou, 2003). La qualité de l'eau est influencée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques (le taux de précipitation, les processus d'altération, transport de sédiments, tandis que les activités anthropiques comprennent le développement urbain, l'expansion industrielle et les pratiques d'agriculture). Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) peuvent nuire aux caractéristiques des éléments et des composés chimiques de l'eau douce (Chapman et organisation, 1996). Par conséquent, une gestion efficace à long terme des eaux de barrages nécessite une compréhension fondamentale de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

Parmi les facteurs physiques les plus importants c'est la température de l'eau des fleuves et rivières. Elle a une influence directe ou indirecte sur de nombreux autres paramètres qu'ils soient physiques, chimiques (Stevens et al., 1975) ou biologiques (Eaton et al., 1995). La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, et dans la détermination du pH (Rodier, 2005). Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La température des eaux est fortement influencée par les conditions environnementales liées à la position géographique de la localité, à la géologie des terrains traversés, à l'hydrologie et surtout au climat (Rodier., 1984). Elle conditionne de ce

Introduction

faite la totalité des espèces et des communautés des êtres vivant dans la biosphère (Paul, 1971).

La température des cours d'eau est fondamentalement importante pour les écosystèmes d'eau douce et les organismes aquatiques qui les habitent. Grâce aux optima et aux limites thermiques, la température du cours d'eau détermine la répartition des espèces aquatiques ectothermes dans les habitats riverains (Jacobsen et al., 1997; Olden and Naiman, 2010). Les facteurs anthropiques qui modifient les régimes thermiques naturels, en particulier lorsqu'ils sont associés à des changements de température induits par le climat, sont susceptibles de déterminer la répartition future des espèces et l'intégrité biotique (Isaak et al., 2017). Il est donc essentiel de comprendre ces altérations thermiques d'origine anthropique pour mieux planifier les futures actions de restauration et de conservation.

Les barrages sont des éléments omniprésents du paysage et sont particulièrement répandus dans les cours d'eau permanents (Graf, 1999). Il a été démontré que ces structures anthropiques modifient les régimes thermiques fluviaux, bien que les effets varient considérablement selon la taille et le type de barrage. En effet, les grands barrages (> 15 m) ont été bien étudiés et sont connus pour relâcher systématiquement de l'eau anormalement froide en aval en été lorsque les températures des cours d'eau sont chaudes et à l'inverse relâcher de l'eau anormalement chaude en aval pendant l'hiver (Holden, 1979; Armitage, 1984). En revanche, les barrages plus petits (≤ 15 m) à libération de surface présentent des effets thermiques en aval très variables alors que certaines études ont démontré un réchauffement en aval (Lessard et Hayes, 2003; Saila et al., 2005), d'autres ont montré peu ou pas d'impact de ces barrages sur la température en aval (Stanley et al., 2002 ; Conlon, 2015; Smith et al., 2017). Ce manque de compréhension concernant les impacts thermiques des petits barrages souligne un besoin de recherche critique lorsque l'on considère que ces petits barrages sont moins documentés, plus répandus et moins étudiés que leurs homologues plus grands (Graf, 1999; Magilligan et al., 2016).

La construction et l'usage non coordonnée des barrages ainsi que les objectifs sectoriels limités dans la gestion des plans hydrologiques, engendrent des impacts négatifs non seulement sur barrages mais aussi sur les rivières et les environnements aquatiques situés en aval (Harris, 2001; Homburg, 1997). En Algérie la recherche des objectifs économique et écologique se justifie d'abord par la méconnaissance de l'état hydrologique des barrages et de leurs répercussions sur les environnements aquatiques en aval. De plus, dans les bassins

Introduction

versants, les activités anthropiques ont profondément changé en même temps que le réchauffement climatique s'est accru rapidement. En revanche, cette étude est la première à traiter l'impact du barrage de Charef (Nord-est Algérien) sur les températures du cours d'eau. Plus précisément, nos objectifs étaient de (1) quantifier les réponses thermiques en aval du barrage, (2) étudier l'effet relatif du temps de séjours des eaux dans le barrage sur variation de la réponse thermique, et (3) examiner les effets du débit sur la variation de la température en aval du barrage. Comprendre les facteurs qui déterminent la variation de la réponse thermique en aval des barrages peut permettre aux gestionnaires d'améliorer les prédictions de la résilience des cours d'eau au changement climatique et d'identifier les cours d'eau endigués qui ont le plus grand potentiel d'amélioration après la restauration.

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 (Qualité et mobilisation). 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 la température en relation avec le temps de séjours des eaux dans le barrage de Charef. Le mémoire s'achève par une conclusion.

CHAPITRE 1: GENERALITES SUR LES EAUX

1. Généralités sur les eaux

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température ambiante. A pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au dessus de 100 C° et solide en dessous de 0 C°. Sa formule chimique est H₂O, 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, 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 ([Hamed et al., 2012](#)).

1.1. Ressources des eaux :

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

1.1.1. Eau de Surface :

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation. L'emplacement des prises d'eau par rapport aux sources de pollution est aussi déterminant pour la qualité de l'eau. Il convient ainsi de situer la prise d'eau en amont d'une source importante de pollution et de protéger cette prise d'eau en interdisant l'émission de contaminants aux alentours dans une zone d'une étendue respectable. La qualité des eaux de surface varie fortement suivant leurs origines. Selon le cas elles sont naturellement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées,...elles sont également vulnérables aux pollutions. De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration, minéralisation. L'eau de surface peut aussi être filtrée sur de charbon actif. L'ozonisation est aussi une technique utilisée pour éliminer les micropolluants, les germes, les mauvais goûts, les couleurs et les odeurs ([Belalia, 2006](#)).

1.1.2. Eau Souterrains :

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrant dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (Mokdadi et Messai, 2015). Les principales différences entre les eaux de surface et celles souterraines sont regroupées dans le tableau 1.1.

Tableaux 1.1. Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Mokdadi et Messai, 2015).

Caractéristique	Eau de Surface	Eau de Souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable parfois élevée	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Minéralisé globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations	Généralement présente
Fe^{+2} et Mn^{+2}	Généralement absent, sauf en profondeur des pièces d'eaux en état d'eutrophisation	Souvent présent en grand quantité
CO_2 agressif	Généralement absent	Absent la plupart du temps
O_2 dissous	La plus souvent au voisinage de la saturation	Souvent présent
H_2S	Généralement présente	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
NH_4^+	Présent seulement dans les eaux polluées	Teneur souvent élevée
Nitrate, Nitrite, Silice	Peu abondant en générale	Teneur souvent élevée
Micropolluant minéraux et organique	Présent dans les eaux de pays développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Elément vivants	Bactérie (dont certain pathogène) virus, plancton (animale et végétale)	Ferme bactérie fréquents

1.2. Qualité de L'eau :

1.2.1. Les caractéristiques organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe, une eau de consommation doit être limpide, incolore et ne possède aucun goût ou odeur désagréable

1.2.1.1. Couleur :

Paramètre traduisant une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut :

- Avoir une origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface).
- Être une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) des lacs, étangs, barrages,...etc.
- Avoir une origine industrielle chimique (colorants des tanneries et de l'industrie textile d'impression et teintures). ([Mokeddem et Ouddane, 2005](#)).

1.2.1.2. Odeur et Saveur :

Ces deux paramètres sont regroupés et font appel au même type de traitement. L'odeur et la saveur sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être soit d'origine naturelle (métabolites d'algues, etc.), soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles ([Mebarki et Smahi, 2006](#)). L'eau doit être inodore. Généralement les odeurs désagréables de l'eau résultent de la présence excessive de substances volatiles d'origine biologiques comme H₂S ou industrielles comme le chlore libre actif. La saveur et le goût peuvent être définis comme des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique comme perçu lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucré, aigre et amère ([Gamrasni, 1986](#)).

1.2.1.3. Turbidité :

La turbidité est le caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Elle est également due à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques ([Vilagines, 2003](#)).

La variabilité de la turbidité dépend des facteurs locaux et des conditions spécifiques :

- L'état des sols avant les chutes de pluies et le degré de cohésion des particules.

- La fréquence et l'intensité des pluies.
- L'arrivée d'une grande quantité de boue liée au rôle du ruissellement de surface et celle ramenée par les Oueds affluents et les effondrements locaux des berges en périodes de hautes eaux ce qui augmente la turbidité des eaux (Garet et al.,2005).

Tableau 2: Classes de turbidité usuelles (Garet et al.,2005).

Turbidité (NTU)	Classe d'eau
NTU < 5	Eau claire
NTU <30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

1.2.2. Les paramètres physiques et chimiques :

La physico-chimie des eaux constitue un facteur de première d'importance pour la structuration des communautés vivantes aquatiques. Les propriétés physico-chimiques de l'eau doivent être conformes aux normes pour assurer certaines fonctions naturelles (potentialités biologiques) et usages humains (eau potable, irrigation...) (Dupieux, 2004).

1.2.2.1. Température :

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C. L'activité métabolique des organismes aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaire chaudes (Rodier, 2009). La source principale de nuisance thermique pour les eaux de surface est constituée par les centrales thermiques (70 à 80%), le reste étant lié à la métallurgie, aux industries chimiques et alimentaires.....etc. (Pesson et Leynaud, 1980).

Les basses températures, en freinant les réactions d'oxydation vont affecter l'auto épuration des cours d'eau. Une augmentation de la température accélère les phénomènes d'oxydation, ce qui entraîne une diminution du taux d'oxygène dissous allant de pair avec une diminution de la solubilité de l'oxygène. (Mehennaoui, 1998).

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- ✓ La 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) (Mahamat et Beskri, 2010).

1.2.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH):

Le pH (potentiel Hydrogène) conditionne un grand nombre d'équilibres physicochimiques. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'anhydride carbonique, l'alcalinité et la température (Rodier, 2009). Le pH des eaux naturelles, lié à la nature des terrains traversés, varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (Bremond et Vuichard, 1973). Cependant, dans certains cas, il peut fluctuer entre 4 et 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Il joue un rôle important dans :

- Les propriétés physique-chimiques (l'acidité et l'alcalinité).
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation).
- Le processus biologiques.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie (Rodier, 1996).

1.2.2.3. Conductivité :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (Rodier, 2009). La conductivité à la plupart du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Bremaude et al., 2006). Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau.

Tableaux 3. Classification des eaux selon la conductivité (Diallo, 1996).

Tableaux 3. Classification des eaux selon la conductivité (Diallo,1996).

Conductivité (μ S/Cm)	Minéralisation
0-100	Très faible
100-200	Faible
200-333	Moyenne accentué
333-666	Accentuée
666-1000	Importante
>1000	Elevée

1.2.2.4. Matières en suspension (MES):

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée (Ramade,1998). Dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les détritiques d'origine organique (débris végétaux...etc.) et le plancton. La nature des MES est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes de crues des cours d'eau. Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matière en suspension et on admet une teneur inférieure à 30 mg/l (Afri-Mehannaoui,1998).

1.2.2.5. Dureté de l'eau (DH) :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques calcium, magnésium, aluminium, fer...etc. présents dans l'eau, les deux premiers cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}) étant généralement les plus abondants. Comme le calcium est un des ions les plus abondants, il devient donc un bon indicateur de la dureté de l'eau. Une eau à titre hydrotimétrie élevée est dit dure, dans le cas contraire il s'agit d'une douce (Lu, et al., 2017).

1.2.2.6. Oxygène dissous (O_2) :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression, et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg/l (Rejsek, 2002). Les concentrations en oxygène dissous constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique (Merabet, 2010). La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (Merabet, 2010). Les facteurs pouvant menés à une réduction de

l'oxygène dissous sont l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de matière organique. La rapidité d'une rivière ou les brassages printanier et automnal des lacs permettent au plan d'eau de renouveler leurs réserves d'O₂ (M. D. D. E. P, 2006).

1.2.2.7. Résidu Sec (RS) :

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (Khelili et Lazali, 2015).

1.2.2.8. Titre alcalimétrique (TA) :

Les valeurs relatives du Titre Alcalimétrique (TA) et du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) permettent de connaître les teneurs en hydroxydes, carbonates et hydrogencarbonates contenu dans l'eau (Tardath et Beaudry, 1984). Le TA permet de déterminer, en bloc, la teneur en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonate (Henri, 1990).

1.2.2.9. Salinité (S) :

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium (Ca²⁺), de magnésium (Mg²⁺), de sodium (Na⁺), les chlorures (Cl⁻), les sulfates (SO₄²⁻) et les bicarbonates (HCO₃⁻). Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution, ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante (MRE, 2007).

1.2.2.10. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation d'oxygène; le milieu exerce donc une certaine demande biochimique d'oxygène. La mesure de la DBO permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables et donc, dans une certaine mesure, sa qualité ou son degré de pollution. La dégradation complète de la matière organique peut être relativement longue (plusieurs semaines). D'autre part, l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates (nitrification) absorbe également de l'oxygène. Cette nitrification, dans les eaux naturelles, ne débute qu'au bout d'une dizaine de jours. Pour ces deux raisons, on mesure la DBO en 5 jours, ou DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée pendant ce laps de temps, pour l'oxydation partielle des matières organiques biodégradables sous l'action des

microorganismes; elle s'exprime en milligrammes d'oxygène par litre (mg/l) (Beaudry et Henry, 1984).

1.2.2.11. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Rodier et al., 2005). La DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions de l'essai. Contrairement à la DBO5 où l'oxydation se fait lentement par l'activité des microorganismes, l'oxydation, pour la DCO, est provoquée à l'aide d'un puissant oxydant (bichromate de potassium) en milieu acide fort (H_2SO_4) et au reflux pendant deux heures. Alors que la DBO5 ne mesure que la matière organique naturellement dégradable (Beaudry et Henry, 1984). La DCO permet de quantifier la majeure partie de la matière organique biodégradable. C'est pourquoi les valeurs de DCO sont nécessairement supérieures aux valeurs de la DBO5. Le rapport DCO/DBO5 permet d'évaluer le caractère biodégradable de la matière organique (le rapport peut varier entre 1,5 et 2) (Marcel, 1995).

1.2.2.12. Biodégradabilité :

C'est un facteur qui traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé sous l'action des microorganismes et qui nous permet de déterminer le choix du traitement à adopter. (khacheba, 2004).

$$\text{Biodégradabilité} = K = \text{DCO}/\text{DBO5}$$

- Si $K < 1,5 \Rightarrow$ L'effluent est biodégradable;
- Si $1,5 < K < 2,5 \Rightarrow$ L'effluent est moyennement biodégradable;
- Si $K > 2,5 \Rightarrow$ L'effluent n'est pas biodégradable.

1.2.3. Les Cations

a. L'Azote ammoniacal (NH_4^+):

L'azote ammoniacal est fréquent dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau. La nitrification des ions ammonium se fait en milieu aérobie faible. En général, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation bactérienne (Bremond et Vuichard, 1973). L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le pH augmente, on retrouve de l'ammoniac, qui est un

gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de 0,1 mg NH_3^+ /l (De Villers et al., 2005).

b. Le Calcium (Ca^{+2}) :

Le calcium est le plus abondant des métaux alcalino-terreux (Hem, 1985). Il existe sous un seul état d'oxydation, le Ca^{2+} . Il est essentiel à la vie des plantes et des animaux. Dans la nature, il est essentiellement rencontré dans les roches ignées, spécifiquement dans les pyroxènes, les amphiboles et les feldspaths. Par contre, les carbonates représentent les formes les plus courantes du calcium dans les roches sédimentaires (Hem, 1985). Associé au magnésium, il provoque la dureté de l'eau. Au-delà d'une certaine concentration, le calcium provoque aussi un problème de goût à l'eau. Selon l'anion associé, le seuil de goût pour l'ion calcium se situe entre 100 et 300 mg/l (WHO, 2006).

c. Le Magnésium (Mg^{+2}):

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature ; il constitue environ 2.1% de l'écorce terrestre (Rodier, 1976). On trouve l'état naturel de grandes quantités de carbonate de magnésium qui constitue la minérale magnésite (MgCO_3), ainsi que la minérale dolomite ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{Ca CO}_3$) (Glinka, 1977). Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau; sa teneur dépasse rarement 15mg/l. Il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogénocarbonates (Rodier, 1976). Pour les eaux de surface, selon (OMS, 2005).

d. Le Potassium (K^+) :

C'est le 7ème élément le plus abondant à l'état naturel. Beaucoup moins abondant que le sodium, il est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier. La teneur globale de Na et de K dans l'eau est souvent estimée comme la différence entre la somme de tous les cations présents obtenus par échange ionique et la dureté (Belkhiri, 2011).

e. Le Sodium (Na^+) :

Le sodium est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région du globe à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant du chlorure de sodium et de la décomposition des sels minéraux (Besbes, 2010). Dans l'organisme, le sodium assure un équilibre entre les différents compartiments cellulaires, sous l'influence du métabolisme de régulation endocrinien et cardio-vasculaire. Les corrélations entre la consommation journalière du sodium par l'homme et l'hypertension artérielle ont été démontrées (Besbes,2010).

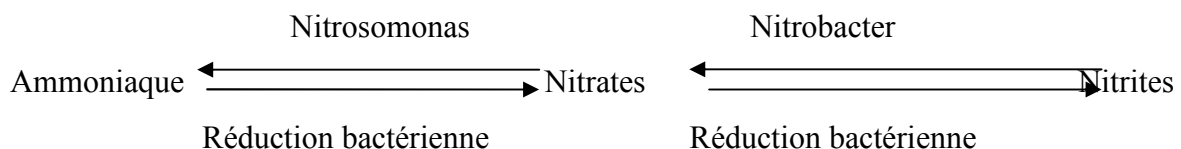
1.2.4. Les Anions

a. Les Nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates sont présents naturellement dans les eaux, les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés provoquent une augmentation des nitrates dans les ressources. Les nitrates se transforment en nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, impropre à fixer l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, notamment chez les nourrissons. La consommation d'eau chargée en nitrates ou nitrites par la femme enceinte ou le nourrisson peut constituer un risque pour le nouveau-né (Rejsek, 2002).

b. Les Nitrites (NO_2^-):

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates (Rejsek, 2002). C'est une forme toxique (Belhadj, 2006), moins oxygénée et moins stable, représentant la forme de passage entre les nitrates et l'ammoniac. Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites supérieure à 1 mg/l est considérée comme chimiquement impure « indice de pollution » (Baziz, 2008). L'origine des nitrites peut être industrielle (traitement de surface, dosage chimique, colorants...). Elles disparaissent vite en milieu naturel (Gaujous, 1995).



c. Les Chlorures (Cl^-):

Les ions chlorures, dont la plus grande partie se trouve dans les océans, constituent environ 0,05 % de la lithosphère (partie solide de la sphère terrestre). De façon générale, l'ion chlorure est présent dans toutes les eaux, à des concentrations variables. Dans les eaux de surface, il est présent en faible concentration. Dans les eaux souterraines, la teneur en ion chlorure peut atteindre quelques grammes par litre au contact de certaines formations géologiques (Lapegue et Ribstein, 2006).

d. Les Phosphates (PO_4^{3-}):

Les phosphates font partie des anions assimilables par le corps de l'être humain. Quelle que soit leur origine (domestique, industrielle ou agricole), leur présence dans les eaux à forte concentration (teneurs supérieures à 0,2 mg/l) favorise le développement massif d'algues qui

conduisent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau (Rodier, 1996). La norme algérienne est fixée à 10 mg/l pour ce paramètre (Jora, 2011).

e. Les Sulfates (SO_4^{-2}):

Ils sont rencontrés sous forme de sulfates de magnésium ou calcique. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse. Dans les eaux dures à fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants), comme ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable (Charfi, 2014).

f. Les Bicarbonate (HCO_3^-) :

Leur origine principale est la dissolution des roches carbonatées tel que les calcaires et les dolomies (Belaa et Abboud, 2015). Ainsi leur concentration dans l'eau est fonction de la nature des terrains traversés, la température de l'eau, et la pression du CO_2 dissout (Bouballi, 2009).

1.2.5. Les paramètres indésirables :

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

a. les métaux lourds :

D'après Stengel et Gelin, (1998) le terme métaux lourds, « heavy metal », implique aussi une notion de toxicité. Le terme « éléments traces métalliques » est aussi utilisé pour décrire ces mêmes éléments, car ils se retrouvent souvent en très faible quantité dans l'environnement. Ces éléments traces peuvent donc être des métaux (ex: Cd, Cs, Cu, Ni, Pb, Zn...) ou des éléments non métalliques (ex: F, Cl, B, I...). Leurs propriétés de toxicités expliquent ainsi la connotation négative du terme « métal lourd ». Ils peuvent se trouver dans l'air, dans l'eau et dans le sol (Bliefert et Perraud, 1997). Selon (Anfossi et al., 1997), les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser.

b. Le manganèse (Mn^{+2}):

Principalement dominant dans les roches basaltiques (Hem, 1985). Le manganèse (Mn) se rencontre un peu partout dans l'environnement dans l'air l'eau et le sol sous plusieurs états d'oxydation (Santé Canada, 2016). Il est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre et s'accompagne généralement du fer. En conditions anaérobies ou à faible oxydation, le manganèse se dissout de façon naturelle dans les eaux souterraines et les eaux de surface (WHO, 2006). Il peut provenir aussi de sources anthropiques telles que l'exploitation minière, les rejets industriels, la lixiviation à partir des sites d'enfouissement (Santé Canada, 2016). Quand il est à faible concentration dans l'eau (0.1 mg/l), il ne présente pas de problème à la santé humaine mais peut provoquer un goût indésirable à l'eau et des taches sanitaires et la lessive (WHO, 2006).

Par contre, à forte concentration, le manganèse peut entraîner entre autres des problèmes d'anoéxie, d'apathie, de douleurs musculaires et des troubles neurologiques (OMS, 2000).

c. Le fer (Fe^{+2}):

Très largement utilisé sous forme d'acier dans le domaine de la construction, le fer est un métal qui est très abondant dans la croûte terrestre, principalement dans les roches ignées comme les amphiboles et les pyroxènes (Hem, 1985). Dans la nutrition humaine, il joue un rôle essentiel. La dotation minimale journalière en fer dans l'organisme varie de 10 à 50 mg en fonction de l'âge, du sexe, de sa biodisponibilité et de l'état physiologique de la personne considérée (WHO, 2011). Les pollutions industrielles et le phénomène de lixiviation des bassins versants sont les principales causes de la présence du fer dans les eaux de surface (Wanélus, 2016).

d. Le cuivre (Cu^{+2}):

C'est un métal facilement complexé par la matière organique, il dérive principalement des composés agrochimiques (engrais) et des déchets résidentiels (les câbles électriques). La présence d'un excès de cuivre cause des maladies neuro-dégénératives (Abdel-Mageed et Oehme, 1990).

f. Le zinc (Zn^{+2}):

Il forme des complexes avec les ligands organiques, il est souvent d'origine agricole (insecticides, pesticides), ou industrielle (imprimeries, raffinage). A de fortes doses il devient toxique pour le pancréas et peut même causer des problèmes pulmonaires et des perturbations lors de la synthèse de l'hémoglobine (Zerahn et al., 1999).

1.2.6. Qualité bactériologique :

La présence des micro-organismes dans l'eau de consommation (bactéries, virus et parasites) peut engendrer un risque à court terme pour le consommateur. Leur présence est plus souvent due à une dégradation de la qualité de la ressource en eau, à une mauvaise protection ou un manque d'entretien des ouvrages de captages, à une défaillance du traitement de désinfection ou à une contamination de l'eau lors de son transport ou stockage dans le réseau. C'est pour ça l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau est l'un des paramètres de la qualité la plus importants Ce qui doit être strictement suivi ([Mendert, 2007](#)).

a. Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom *d'Escherichia Coli* ([Hacene, 2016](#)).

b. Les streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale. Leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution ([Mehanned et al., 2014](#)).

c. Recherche des coliformes Thermo-tolérants :

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44 C°, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation: (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de *E. coli* qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente ([Leyral et al., 2002](#)).

d. Recherche des germes totaux :

À 22 C° et 37 C°, certaines maladies infectieuses sont transmises à l'homme par absorption d'eau ou d'aliments pollués par une eau contenant des micro-organismes pathogènes. Les plus redoutables d'entre eux sont les salmonelles, responsables de la fièvre typhoïde et le vibron cholérique responsable du choléra ([Leyral et al., 2002](#)).

2. Mobilisation des eaux de surface

La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et à long terme. Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années de sécheresse qui ont touché l'ensemble du territoire, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau. Cette ressource vitale est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. Pour couvrir le déficit enregistré en eau, il est impératif de faire recours à la construction de barrages.

2.1. Définition des barrages :

Un barrage est un ouvrage d'Art placé en travers d'un cours d'eau, destiné à retenir et stocker de l'eau ou à la dériver. Les techniques de la fin du XIXe et du début du XXe siècle ne permettaient pas l'édification de retenues de grande capacité. Les premiers barrages ont surtout une fonction de dérivation d'une partie de l'eau (écrémage) vers une conduite forcée ou un canal d'irrigation. L'amélioration des techniques et des bétons dans le premier quart du XXe siècle permet d'envisager la réalisation de retenues plus conséquentes, capables de réguler la production hydro-électrique. La géologie (nature des roches sur lesquelles sera édifié le barrage, agrégats extraits sur place) et la topographie (largeur de la vallée), commande le type de barrage utilisé. Les barrages forment avec le terrain sur lequel ils sont construits un ensemble indissociable : à chaque site, un type de barrage, un dimensionnement adapté tant sur le plan technique qu'économique. C'est pourquoi il n'existe pas de barrage type standard. De plus, certains sont formés par la juxtaposition de plusieurs structures différentes justifiées par des caractéristiques de sol de fondation particulières et aussi par des choix économiques ([Durand et al., 1999](#)).

2.2. Les différents types de barrages :

On peut distinguer deux groupes de barrages selon les matériaux de construction les barrages en matériaux rigides (maçonnerie ou en béton) et les barrages en matériaux meubles (terre et enrochement) ou semi-rigides (béton compacté au rouleau).

2.2.1. Barrages en matériaux rigides :

Ces ouvrages qui, dans le passé, étaient construits en maçonnerie sont le plus souvent, à l'heure actuelle, construits en béton. Les outillages mécaniques qui se sont peu à peu développés depuis le début du siècle permettent de mettre en œuvre, dans des délais réduits, des volumes importants de béton. Cependant, dans certains pays où la main-d'œuvre abonde et exige un emploi, de nombreux barrages de grandes dimensions, dont le volume atteint ou dépasse le million de mètres cubes, sont construits en maçonnerie dans des délais normaux, grâce au travail de dizaines de milliers d'ouvriers. Il s'agit naturellement de barrages massifs et non d'ouvrages minces aux formes élaborées.

Les barrages en béton peuvent appartenir à plusieurs catégories

- Les barrages-poids, ouvrages massifs s'opposant par leur poids à la poussée de l'eau de la retenue.
- Les barrages-voûtes qui, ont la forme d'un arc en plan, transmettent les efforts de la poussée de l'eau appliqués sur leur parois, vers les flancs de la vallée par l'effet de l'arc.
- Les barrages à contreforts, constitués par une paroi étanche en béton qui s'appuie sur une série de murs de forme triangulaires parallèles au lit du cours d'eau et liés entre eux. Du fait de leur constitution répétitive, ces ouvrages sont applicables, comme le barrage-poids, à toute vallée quelle qu'en soit la largeur.

Les ouvrages en béton nécessitent une fondation rocheuse de bonne qualité. Une exception peut, toutefois, être faite pour des barrages de hauteur modérée, composés d'un radier et de piles servant de support à des grandes vannes, que l'on désigne sous le nom de barrages mobiles et qui sont souvent fondés sur les alluvions du cours d'eau.

2.2.2 Barrages en matériaux meubles ou semi-rigides :

Ces ouvrages peuvent, eux aussi, appartenir à plusieurs catégories

- Les barrages en terre compactée, constitués soit par un matériau terreux de composition homogène dans tout le corps de l'ouvrage, soit par plusieurs types de matériaux terreux que l'on dispose en zones dans le corps du massif du barrage selon leur degré de perméabilité après compactage.

- Les barrages en enrochement, sont formé par un remblai de matériaux rocheux de toutes dimensions allant jusqu'à des blocs de plusieurs tonnes. L'étanchéité de ces ouvrages est obtenue par une paroi en béton de ciment ou en béton bitumineux, qui couvre la face amont du barrage.
- Les barrages mixtes qui comprennent une partie centrale étanche en terre argileuse compactée, appelée noyau, et, de part et d'autre, des enrochements ou des alluvions d'oued. Les barrages en enrochement ne nécessitent pas une fondation rocheuse d'aussi bonne qualité que les barrages en béton, mais il convient que le sol de fondation ne soit pas trop compressible. Les barrages en terre, beaucoup plus souples, peuvent s'accommoder à tous les sols de fondation.

Le développement des méthodes d'exécution des barrages en remblais a permis, au cours de la dernière décennie, la réalisation de barrage en béton compacté au rouleau, matériau qui, à long terme, s'apparente au béton, mais est mis en œuvre comme un remblai. Il faut noter que les divers ouvrages annexes sont beaucoup plus coûteux dans le cas des barrages en matériaux meubles que dans le cas des barrages en béton ([Durand et al., 1999](#)).

2.3. Utilisation des Barrages :

Les Barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs ([Delliou, 2003](#)).

- Produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, celle de l'eau, avec des usines hydroélectriques accolées au barrage ou situées plus bas dans la vallée et alimentées par des conduites forcées.
- Créer des réserves d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes.
- L'eau peut également être nécessaire pour des besoins industriels.
- Irriguer des zones agricoles ayant de gros besoins en eau lors des périodes sèches.
- Alimenter en eau les canaux.
- Maintenir dans les rivières un débit minimum suffisant lors des étiages, pour assurer à la fois une qualité écologique satisfaisante des rivières et permettre les prélèvements par pompage à l'aval (pour des besoins d'alimentation en eau, d'irrigation...).
- Réduire l'effet des crues en retardant l'eau grâce au stockage dans la retenue qui se remplit pour la relâcher après le passage de la crue.

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, a priori, opposés :

- Il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues
- C'est le cas notamment des barrages érecteurs de crue qui sont des ouvrages conçus spécialement à cette fin avec des dispositions particulières de conception et d'exploitation

2.4. Le but d'utilisation des barrages :

On peut énumérer les divers buts d'utilisation d'un barrage que l'on peut retrouver associé dans un même ouvrage :

- Protection contre les crues.
- Alimentation en Eau potable (après traitement).
- Irrigation.
- Production de l'énergie électrique.
- Besoins industriels.
- Dilution des eaux usées.
- Recharge des nappes artificielles.

2.5. Les avantages et les Inconvénients des barrages:

2.5.1. Avantages

- Utilisation des matériaux locaux pour la construction du barrage.
- Ils s'adaptent à peu près à n'importe quelle fondation.
- Structure très peu sensible aux tassements et au séisme
- Contraintes très faibles sur le sol de fondation.
- Excavations limitées.

2.5.2. Inconvénients

- Impossibilité de conduire le débit de crue à travers l'ouvrage.
- Gradient hydraulique important sous la fondation de la plinthe (cas barrage en masque).
- Disponibilité de matériau argileux en grande quantité à proximité du site (à noyau).
- Mise en place du noyau argileux impossible lors de conditions météorologiques défavorables.(à noyau).

2.6. Les Barrages dans le monde :

Les barrages ne sont pas nouveaux : on en construit depuis des milliers d'années pour maîtriser les crues et assurer l'approvisionnement en eau pour la consommation, l'irrigation

et plus récemment, l'industrie. A partir de 1950, un nombre croissant de barrages a été construits au fur et à mesure de la croissance démographique et du développement économique. Dans le monde au moins 45 000 grands barrages ont été construits pour satisfaire les besoins en eau et en énergie (Anonyme, 2000).



Figure 1: les plus grands barrages du monde pour produire l'énergie hydraulique :

2.7. Les Barrages en Algérie :

En 2010, l'Algérie dispose de plus de 110 barrages en exploitation totalisant une capacité de 4,5 milliards de m³ et permettant de régulariser un volume annuel de 2 milliards de m³ utilisées pour l'A.E.P., l'industrie et l'irrigation. Or du fait de l'érosion assez sensible (pluie de courte durée, de forte intensité, absence du couvert végétal et relief assez jeune ...), l'Algérie perd annuellement une capacité estimée à 20 millions de m³ par le dépôt des sédiments dans les retenues. La majorité des barrages en Algérie ont une durée de vie de l'ordre d'une trentaine d'années. Le barrage de Beni Haroun est le plus important ouvrage hydrique du pays de par son volume, à savoir 1 milliard de m³ (Benblidia, 2011).



Figure 2: Barrage de béni Haroun

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODE

Chapitre 2: Matériels et méthodes :

1. Introduction:

En Algérie, les eaux de surface sont de plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie. Des investissements considérables ont été consacrés à la construction des barrages, notamment dans l'Est du pays. Cependant, ces eaux de surface sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou de pratiques agricoles intensives (Achour, 2001). En Algérie, certaines études portant sur la qualité physico-chimique des eaux des barrages, nous citons (Halimi, 2008) dans le bassin versant d'oued Cheref (Harrat et Achour, 2010). dans le barrage Zit El-Emba (Ouahchia et al., 2015) dans le lac du barrage Boukourdane. Ils ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et environnementale (Kahoul et Touhami, 2014).



Figure 3: Le barrage d'oued charef.

2. La Situation géographique du bassin d’oued Cheref:

Le barrage de Charef est situé sur l’Oued Charef au lieu dit Foum El Khanga sur les communes de Zouabi et Bir Bouhaouch, distant à 20 Km au Sud-Ouest de la ville de Sedrata, la wilaya de Souk Ahras. Mis en service en 1994 par l’agence nationale des barrages (ANB), suivant les coordonnées Lambert X=921,5 ; Y=322,5 et Z=692,00. L’ouvrage est situé dans une région qui fait partie des hautes plaines constantinoises, il est entouré par les reliefs de (Dj. Zouabi ; 1164 m et Dj. Kef El Bellal ; 1024 m), couvre une superficie du bassin versant de 1735 Km².

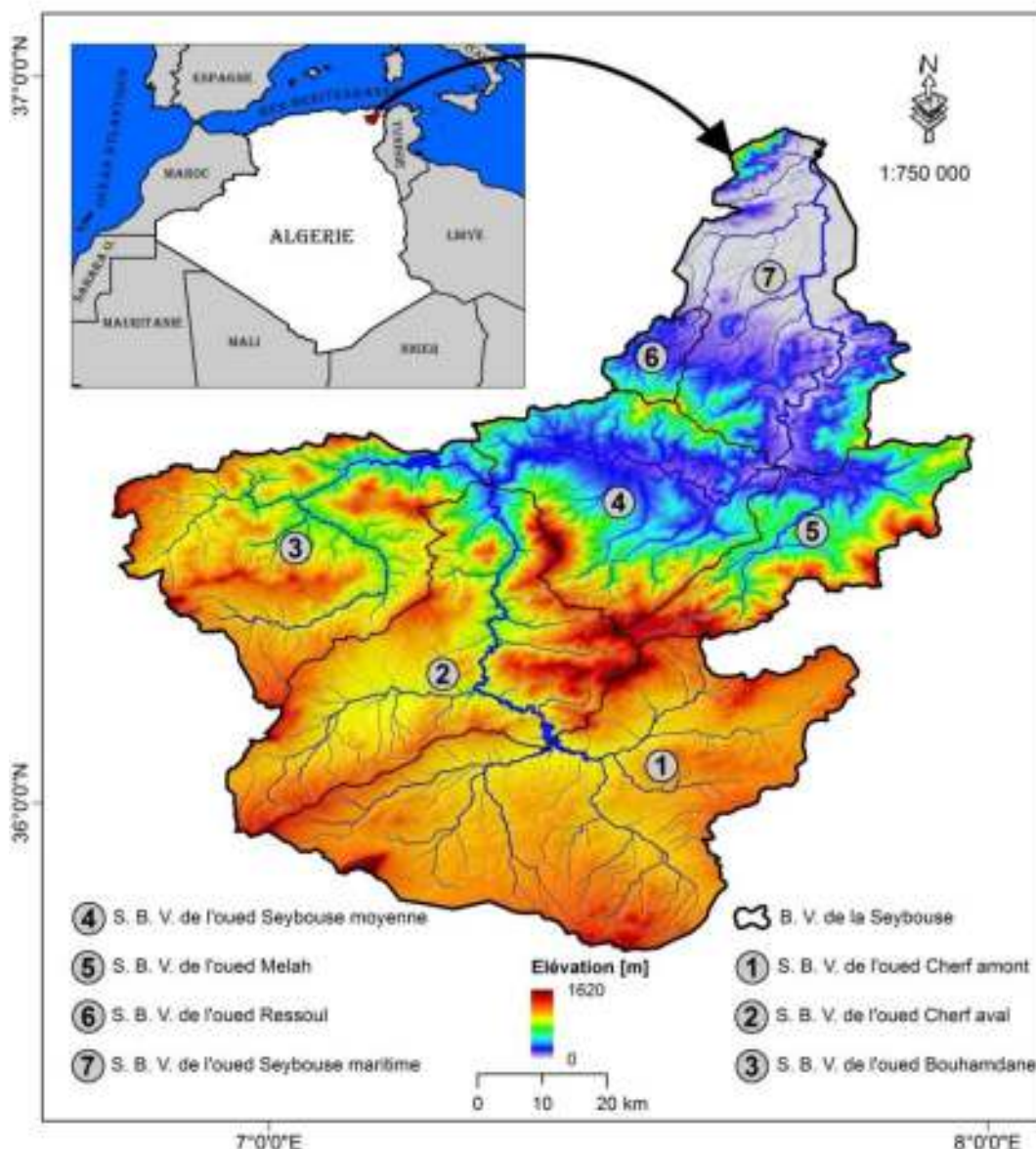


Figure 4 : Situation géographique de des sous bassins du bassin versant de seybouse (bassin de charef entre autres) (Bouguerra, 2018)

La capacité de stockage du barrage de Charef est de 157 Hm³ tandis que son volume régulier est seulement de l'ordre de 30 Hm³, du point de vue administratif, le barrage fait partie de la commune de Zouabi et géré par la subdivision d'hydraulique de Sedrata (wilaya de Souk Ahras [\(Athmania, 2002\)](#)). Les eaux du barrage de Charef sont destinées à l'irrigation des périmètres de Sedrata / Zouabi, Ksar Sbahi et Ain Babouche.

Le sous-bassin d'Oued Charef est délimité par les versants montagneux suivant :

- Nord par : Dj Tiffech, massif de Ras el Alia, Dj Zouabi.
- Sud par : Dj Ezzorg, KoudiatEdabdaba, et Dj Lahmar.
- Est par : Dj Kebarit, Dj Teraguelet, Dj Ain Zitouna.
- Ouest par : Dj Sidi Réghiss et Chebkat Sellaoua [\(Chibane et Moussaoui, 2015\)](#).



Figure 5: Image satellitaire de barrage d'oud el charef à partir du google earth.

3. Situation administrative :

Le barrage de Charef se trouve sur l'Oued Charef, et est limitrophe des territoires des deux wilayas d'Oum El Bouaghi et Souk Ahras. Il est de type remblai d'une hauteur de 60m et a été construit entre 1987 et 1999. Le but principal de ce barrage est d'assurer une retenue pour l'irrigation des superficies agricoles. D'après Energoprojekt, (2003), il peut irriguer une superficie de 4500 h avec un facteur de garantie de 80% . [\(Ababsa, 2007\)](#).

4. Le réseau hydrographique du bassin d'Oued Charef / Sedrata :

Dans le bassin de l'Oued Charef / Sedrata, le réseau d'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. Plusieurs Oueds drainent aujourd'hui ces grands espaces. (Chibane et Moussaoui, 2015).

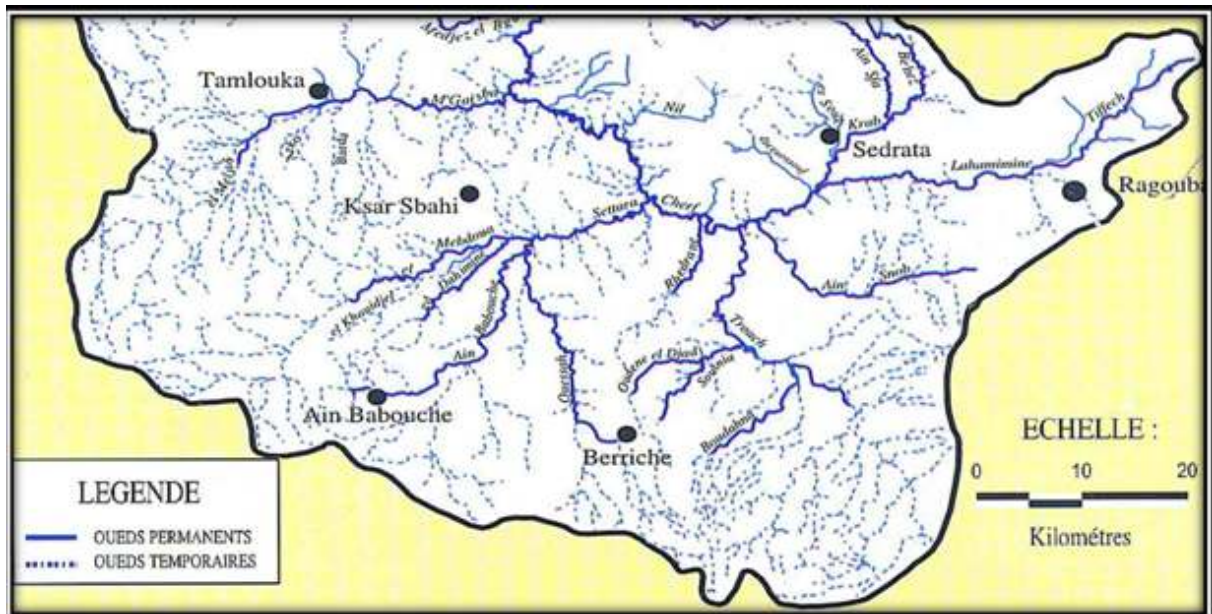


Figure 6 : Carte des réseaux hydrographiques du bassin d'Oued Charef / Sedrata.

5. les Caractéristique de barrage charef :

5.1 .Caractéristique hydrologique :

- Superficie du bassin versant : 1735 Km²
- Périmètre : 190 Km
- Longueur : 70.9 m
- Largeur : 24.1 m
- Altitude maximum : 1635 m
- Moyenne : 960 m
- Minimum : 705 m
- Longueur du talweg : 46 Km. (Athmania,2002).

5.2. Caractéristiques de la retenue d'eau :

- Cote de retenue normale (NNR) : 745.00 m.
- Capacité initiale à la RN : 157.00 Hm³
- Surface de la retenue à la cote normale : 1287.18 Ha.
- Cote de retenue maximum (PHE) : 750.00m
- Capacité de retenue à la PHE : 229.85 Hm³
- Surface de la retenue à la PHE : 1820.07 Ha
- Capacité après levé bathymétrique en 2004 :152.650 Hm³
- Capacité utile : 141.00 Hm³
- Volume annuel régularisable : 30 Hm³
- Apport moyen annuel : 33 Hm³. (Athmania,2002).

5.3. Caractéristiques géologiques du bassin d'Oued charef :

Selon les travaux géologiques réalisés par plusieurs auteurs qui ont touché la région d'une manière assez développée, il s'agit notamment : J. M. Vila et S. Guellal, avec leurs travaux réalisés en 1977, concernant la géologie de Sedrata et Berriche et le cadre structural de la région, le bassin d'Oued Charef /Sedrata est caractérisé par une composition géologique très complexe, elle constitue un ensemble de contact de deux grands domaines structuraux :

5.3.1. Le domaine néritique Sud Constantinois :

Le domaine néritique Sud Constantinois se décompose en deux types de nappes à unités allochtones :

- Les unités écaillées à dominance marneuse ou marno-calcaire de type Sellaoua. Unités écaillées à dominance marneuse ou marno-calcaire de type Sellaoua se présentent en forme de klippe (zone d'Oued Settara –BirBouhouche)
- Les unités mixtes : Unités mixtes à faciès écaillé (Dj Hamimat).

5.3.2. Le domaine para-autochtone et autochtone en Nord Aurési :

Le domaine para-autochtone et autochtone Nord Aurésien se présente en formations gréseuses généralement surmontées par des calcaires lacustres.

- A l'aval du bassin d'Oued Charef / Sedrata et à l'endroit de l'installation du barrage de charef, le Miocène est à dominance marneuse, il s'agit de grès et de marnes.
- A la rive droite et sur les flancs de Dj Zouabi, les formations gréseuses de Miocène sont recouvertes par des marnes à gypses, de sel gemme et de dolomies ceux-ci se développent sur quinze (15) kilomètres à l'Est jusqu'à Sedrata.

- A la rive gauche, (quatre kilomètres à l'Ouest du site), on observe sur le versant Sud de l'anticlinal de Kef El Bellal la klippe de l'Oued Settara qui est composé de terrains d'âge Albien à faciès marneux schisteux de couleur grise et de bio micrites à patines grises.
- Le Vraconien et le Cénomanién basal à faciès marneux et de bio micrites en petits banc, surmontent les formations allochtones de Sellaoua. Plus au Sud ces formations chevauchent l'écaille de Dj Hamimat et encore on observe également la klippe de BirBouhouche composée essentiellement des terrains d'âge Miocène, Crétacé et Triasique . (EL Alaoui et Hajhouji, 2010).

5.4. La couverture végétale du bassin d'Oued Charef / Sedrata :

La végétation est le résultat des facteurs : climat, relief, lithologie où s'ajoute le facteur humain(défrichage, reboisement). La couverture végétale protège le sol contre l'érosion, améliorera 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, Seuls Dj Reghiss et DjTiffech sont recouverts de vastes forêts de type Atlasique.

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 : céréale ; cultures maraîchères ...etc.

L'érosion est intense pendant l'hiver à cause de l'absence de couverture végétal et de la nature du sol .(Chibane et Moussaoui, 2015).

4.5. La population

Le bassin d'oued Cherf/Sedrata s'étend sur une superficie de 1735 Km² avec une population de l'ordre de 193676 d'habitants, répartie sur deux wilayas et sept daïras suivant les recensements 2006 avec un taux d'accroissement de 1,94% et une densité moyenne de l'ordre de 111 hab/Km². Selon. (Halimi, 2008). 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 (Fig. 7 et Fig. 8).

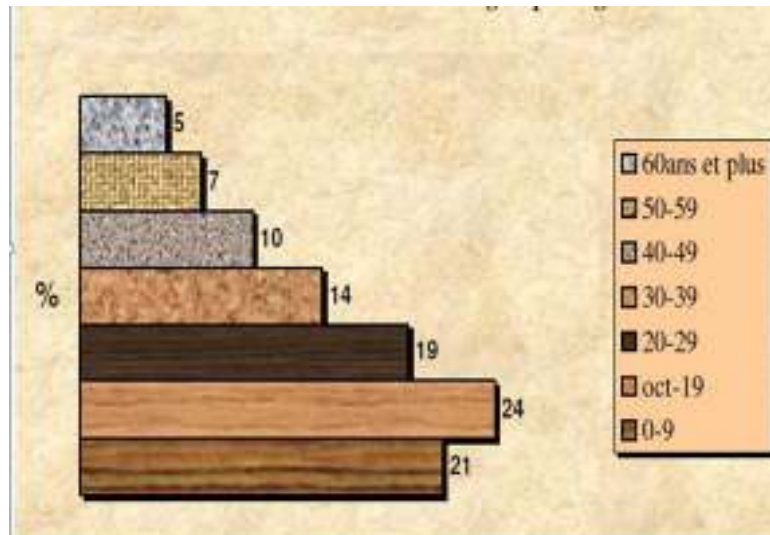


Figure 7 : Répartition de la population du bassin versant de l'oued Charef /Sedrata selon le groupe d'âge.

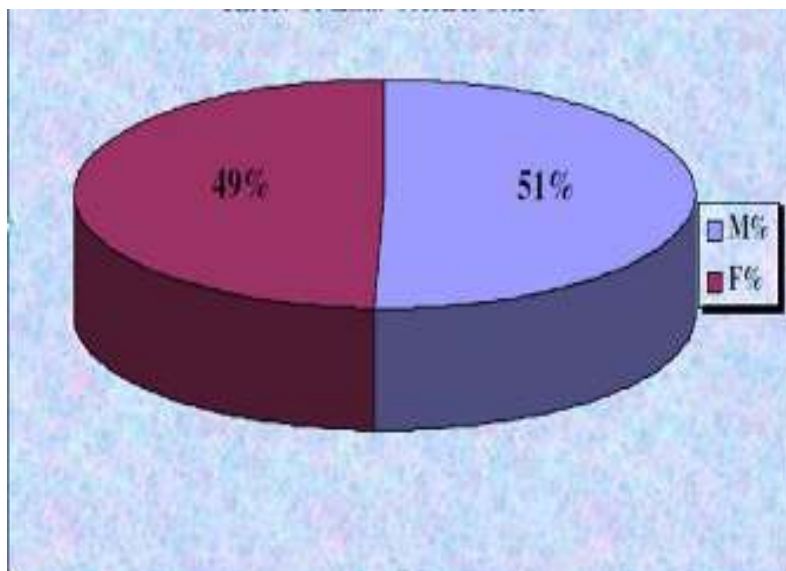


Figure 8. Répartition de la population du bassin de l'oued Charef / Sedrata selon le sexe.

5.6. 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 Charef/Sedrata est à vocation agricole, leur tissu industriel est moins dense, deux usines sont implantées dans la zone de Sedrata (Tab.4). 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 / Sedrata. (Halimi, 2008).

Bassin	Lieu D'implantation	Caractéristiques		Besoins en eau (Hm ³ /an)	Volume alloué (Hm ³ /an)	Volume recyclé (Hm ³ /an)	Volume rejeté (Hm ³ /an)
		Nom	Nature				
Bassin Cherf	Sadrata	ENAQs	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	/	/

5.7. Caractérisation climatologique du bassin versant de l'Oued El Charef:

La caractérisation de l'influence de la nature lithologique des affleurements des différentes couches sur le chimisme des eaux du barrage de cheref sur Oued Cheref, nécessite en premier lieu la reconnaissance climatologique générale de la région en évaluant les différents paramètres hydrologiques surtout le ruissellement qui est considéré comme facteur moteur de tout changement de la composition chimique des eaux de surface et en particulier celles du lac du barrage. Il ne peut suivant son importance, provoquer des problèmes d'intensification de l'érosion de ces formations en question et transporter les débris surtout salifères pour être déposés dans le lac du barrage et en conséquence faire varier d'une façon permanente la qualité chimique des eaux et leur aptitude à l'utilisation . (Athamnia, 2002).

5.7.1. Les précipitations :

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. Selon l'étude récente de (Chibane et Moussaoui, 2015). la station de l'Oued Cherf (code station: 140119) constitue la source de données pluviométrique pour la période 2009/2014 .

5.7.1.1. Précipitations moyennes mensuelles:

Le mois le plus pluvieux est le mois de février, sa pluviométrie peut atteindre parfois les 105 mm. Les précipitations moyennes mensuelles sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 5: précipitations moyennes mensuelles interannuelles en (mm) [Période : 2009-2014](ANRH, 2014).

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout
Pluie moyenne mensuelle (mm)	39,64	46,12	49,44	43,10	44,72	61,81	57,27	36,28	29,07	23,61	5,395	14,34

La représentation graphique montre la persistance du caractère irrégulier du régime pluviométrique avec un maximum enregistré au mois de février atteignant les 61.81 mm et un minimum enregistré au mois de juillet avec une valeur de 5.39 mm. (Chibane et Moussaoui, 2015).

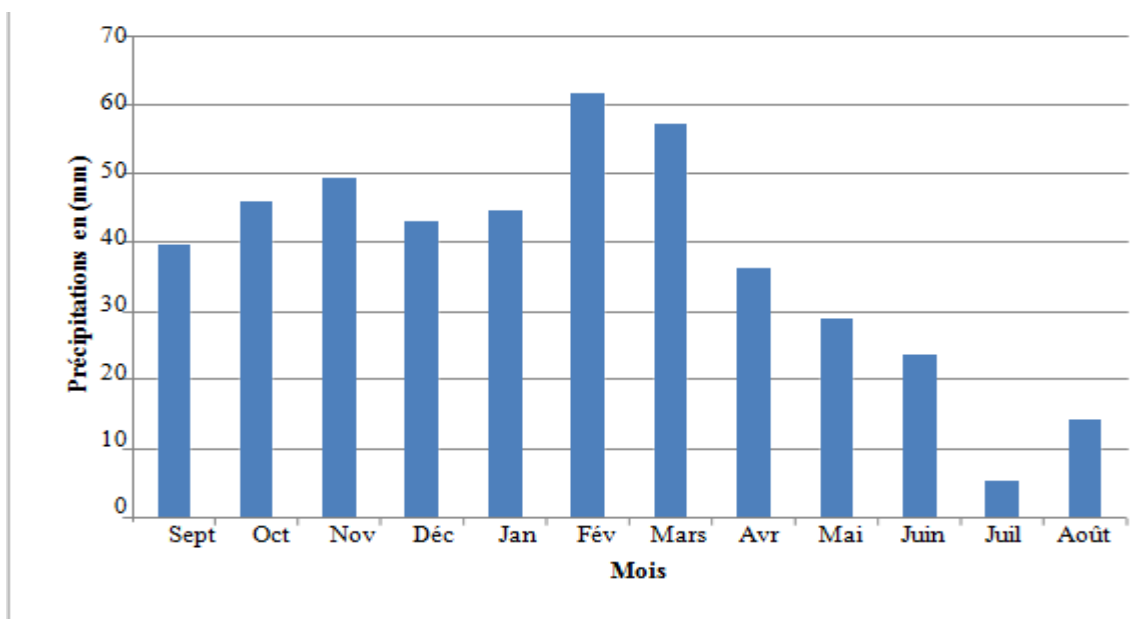


Figure 9: Variations des précipitations moyennes mensuelles interannuelles. (ANRH, 2014).

5.7.1.3. Précipitations saisonnières:

Dans l'ordre de répartition saisonnière, le calcul des totaux de précipitation par saison a permis de mettre en évidence une pluviométrie globale plus importante en hiver et au automne avec un cumul de 149,64 mm et 135,21mm ainsi un pourcentage de 33,19% et 29,99%. Le printemps se caractérise également par une valeur de 122,633 mm, représentant un pourcentage de 27,20%. L'été connaît une très faible pluviosité de 43,345mm correspondant à 9,61% . (Chibane et Moussaoui, 2015).

Tableau 6: les précipitations saisonnières [Période : 2009-2014]. (ANRH, 2014).

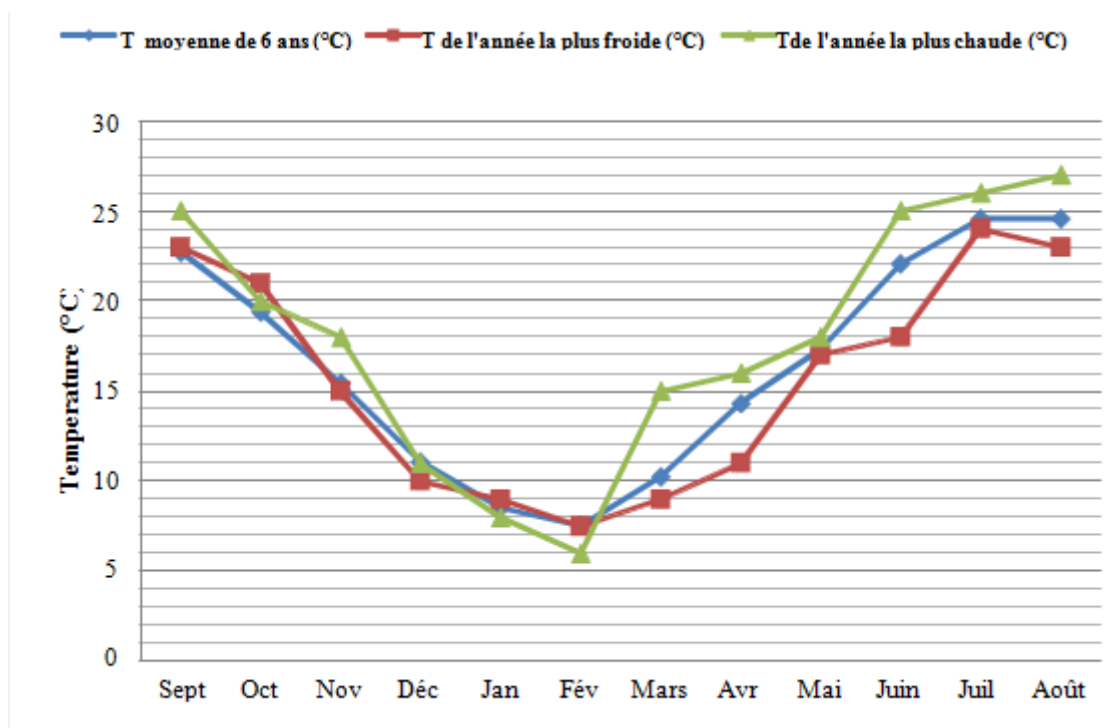
Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté	Total
Précipitation (mm)	135,21	149,645	122,6333	43,345	450,84
P (%)	29,99	33,1924	27,201	9,6142	100

5.7.2. Température :

La température joue un rôle important dans la détermination du type de climat d'une région, car elle détermine l'évaporation et l'évapotranspiration.

5.7.2.1. Températures moyennes mensuelles :

La variation moyenne mensuelle des températures est bien représentée dans la figure qui montre également la variabilité mensuelle de l'année la plus chaude (2009) et l'année la plus froide (2013) et la température moyenne de la période (2009/2014). (Chibane et Moussaoui, 2015).

**Figure 10 :** variations des températures moyennes mensuelles [Période : 2009-2014]

On remarque que les mois les plus froids sont: janvier, février et mars. Durant ces mois, on enregistre les températures les plus basses, quand à celles du reste des mois, elles sont plus élevées (les mois les plus chauds). La température minimale est enregistrée au mois de février avec 6°C pendant que la température maximale est enregistrée au mois d'août avec une valeur de 27°C . (Chibane et Moussaoui, 2015).

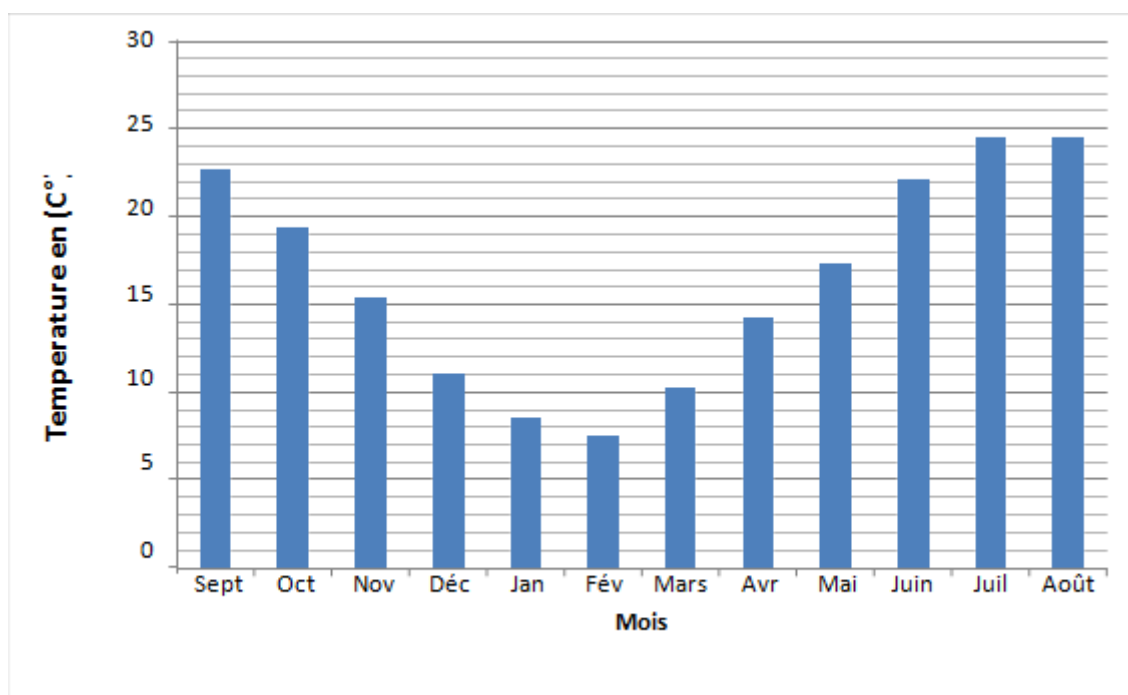


Figure 11: variations des températures moyennes mensuelles [Période : 2009-2014]

Tableau 7: Températures moyennes mensuelles interannuelles en (°C) [Période : 2009-2014]

Mois	Sept	Oct.	Nov	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
Temp. moy. mensuelle (°C)	22,7	19,4	15,4	11,1	8,54	7,55	10,25	14,33	17,33	22,08	24,58	24,58

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. 17) :

Station 1 : A l'amont 1 du barrage de Charef (Oued Sbihi, Fig. 12)

Station 2 : A l'amont 2 du barrage de Charef (Oued Sedrata, Fig. 13)

Station 3 : A l'aval du barrage de Charef (Fig. 14)



Figure 12 Station1 A l'amont 1 du Barrage de Charef (Oued Sbihi).



Figure 13. Station 2 A l'amont du barrage de Charef (Oued Sedrata).



Figure 14. Station 3: A l'aval du Barrage de Charef. D'après(Allègue, 2017) .

Tableau 8. 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

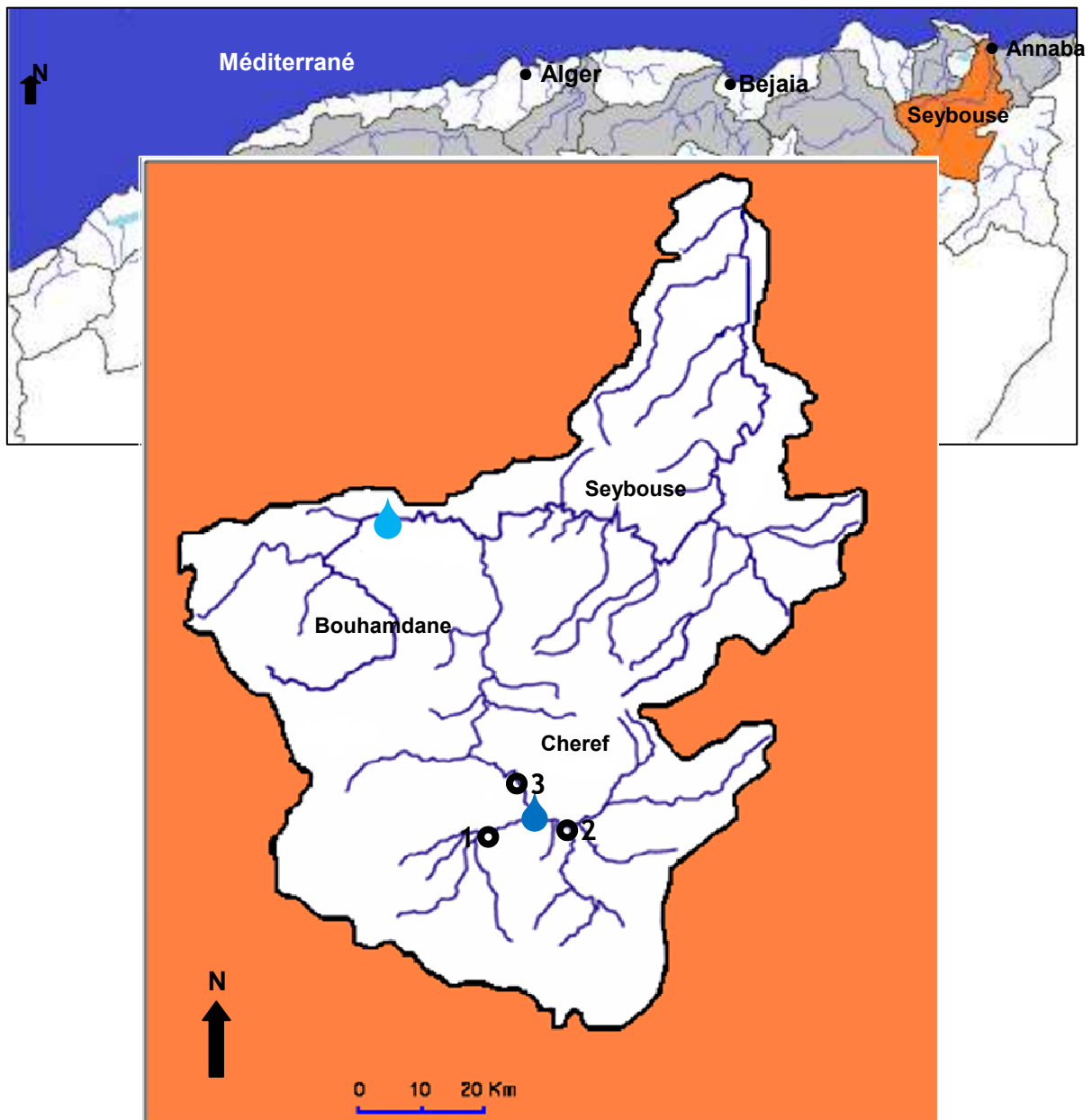





Figure 15: Carte géographique qui représente le bassin de Seybouse et les stations d'échantillonnage;  : Barrage Bouhamdane,  : Barrage Charef,  : Stations **1**: Pont ksar sbihi (amont barrage charef 1), **2**: Zouabi (amont barrage charef 2), **3**: Aval barrage charef,

2.1. Mesures des paramètres physiques :

Les relevés de température (°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. 18).



Figure 16. 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).

2.2. Estimation des flux d'eau (Débit liquide) :

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).

$$\text{Débit (} m^3 s^{-1} \text{)} = \text{Vitesse de courant (} m s^{-1} \text{)} * \text{surface de la section (} m^2 \text{)}$$

2.3. Estimation des flux de TDS (Débit solide) :

Les flux instantanés de TDS ont été calculés en multipliant leurs concentrations respectives par le débit fluvial et exprimés en kg jour^{-1} . Le flux annuel de TDS a été estimé en utilisant la méthode du débit instantané moyen . (Preston et al., 1989).

$$F = K \sum_{i=1}^n \frac{C_i Q_i}{n}$$

où F est le débit annuel (tonnes par an ou t an^{-1}); C_i est la concentration de TDS (kg m^{-3}); Q_i est le débit instantané concomitant ($\text{m}^3 \text{ j}^{-1}$); n est le nombre de jours des données de concentration et K est le facteur de conversion en tenant compte de la période d'étude (365 jours) et de l'unité d'estimation.

2.4. Estimation du temps de séjour hydraulique (TSH) :

Le temps de séjour hydraulique correspond au temps total requis par l'eau pour s'écouler à travers tout le système. Le TSH est calculé en divisant le volume total par le débit d'eau entrant. Sous forme de formule, cela donne :

$$TSH \text{ (heures)} = \text{Volume Total (m}^3) / \text{Débit entrant (m}^3/\text{h)}$$

En résumé, le temps de séjour hydraulique exprime combien d'heures l'eau est présente dans le barrage, il est exprimé en terme d'heures et peut être convertit ainsi en jours, en mois ou même en années.

Chapitre 3: Interprétation des résultats et discussion

1. Interprétation des résultats

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses effectuées sur les eaux superficielles du barrage charef pour suivre et évaluer leur qualité. Les résultats sont traités dans un premier temps par une analyse descriptive (minimum, maximum, moyenne). Certains paramètres ont été mesurés in-situ tel que: la température, la salinité, la conductivité électrique, les matières totales dissoutes et le débit) puis ils sont illustrés graphiquement pour mieux montrer les éventuelles variations et faciliter les interprétations..

Tableau 9: 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)	Amant1	1	36	21	8	15
	Amant 2	1	37	23	8	16
	Amant	1	37	22	8	15
	Avale	1	34	20	8	14
Sal (PSU)	Amant1	1.0	2.3	1.6	1.5	1.6
	Amant 2	0.5	1.4	1.1	0.8	1.0
	Amant	0.9	1.8	1.4	1.2	1.3
	Avale	0.1	1.4	1.1	0.7	0.9
Débit (m ³ /s)	Amant1	0.33	12.00	1.47	4.46	2.97
	Amant 2	0.25	8.00	0.74	3.00	1.87
	Amant	0.58	20.00	2.21	7.46	4.83
	Avale	0.25	8.00	1.13	4.54	2.83
TDS (mg/l)	Amant1	965	1890	1373	1435	1404
	Amant 2	543	1725	1043	1009	1026
	Amant	791	1638	1208	1222	1215
	Avale	544	1865	1109	1138	1123
Conductivité (µS/cm)	Amant1	1486	3836	3111	2788	2950
	Amant 2	723	2790	2372	1811	2092
	Amant	1105	3200	2742	2300	2521
	Avale	1141	2710	2244	1808	2026

1. Température :

La température est un facteur écologique important. Elle intervient, d'une part, dans l'établissement du bilan hydrologique et d'autre part, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces animales et végétales. (Ramade, 1984).

Dans les eaux courantes, les variations de température suivent celles de l'air mais elles sont de plus faible amplitude. Les sources ont des eaux dont la température ne varie que très peu (Dajoz, 2003). Les cours d'eau aux rives dégagées dont les eaux sont exposées au rayonnement solaire ont des eaux plus chaudes que les cours d'eau dont les rives sont ombragées par des arbres ou par des falaises. Ceci est écologiquement important car la température de l'eau intervient dans la composition de la faune aquatique. (Dajoz, 2003).

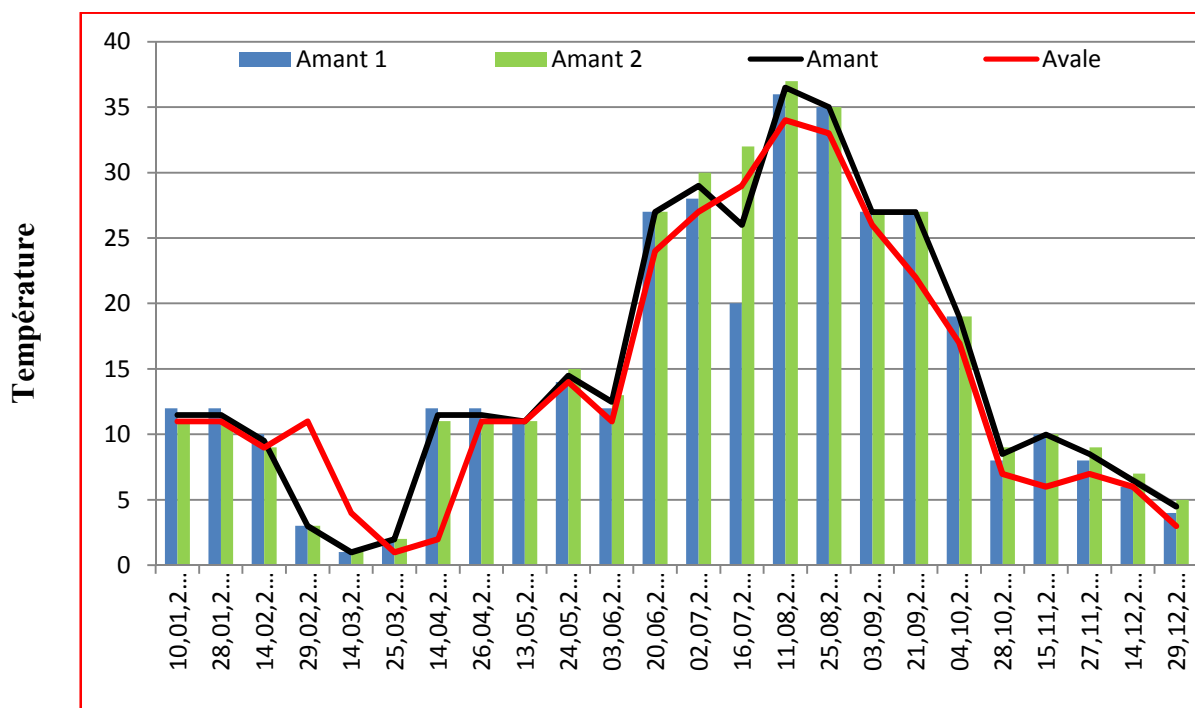


Figure16: Variation bimensuelle de la température (°C) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.

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. 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). La température de l'eau est influencée par la température ambiante qui reste directement dépendante des conditions météorologiques (Fig. 22, 23).

2. La salinité:

La salinité peut être déterminée directement par la somme des concentrations mesurées en éléments dissous et indirectement, à partir de la conductivité électrique (mS/cm). Toutefois, le terme de salinité est souvent utilisé comme synonyme de chlorinité qui désigne la concentration en chlore dissous sous forme de chlorures (mg/l ou g/l). (Klopmanet *al.*, 2011).

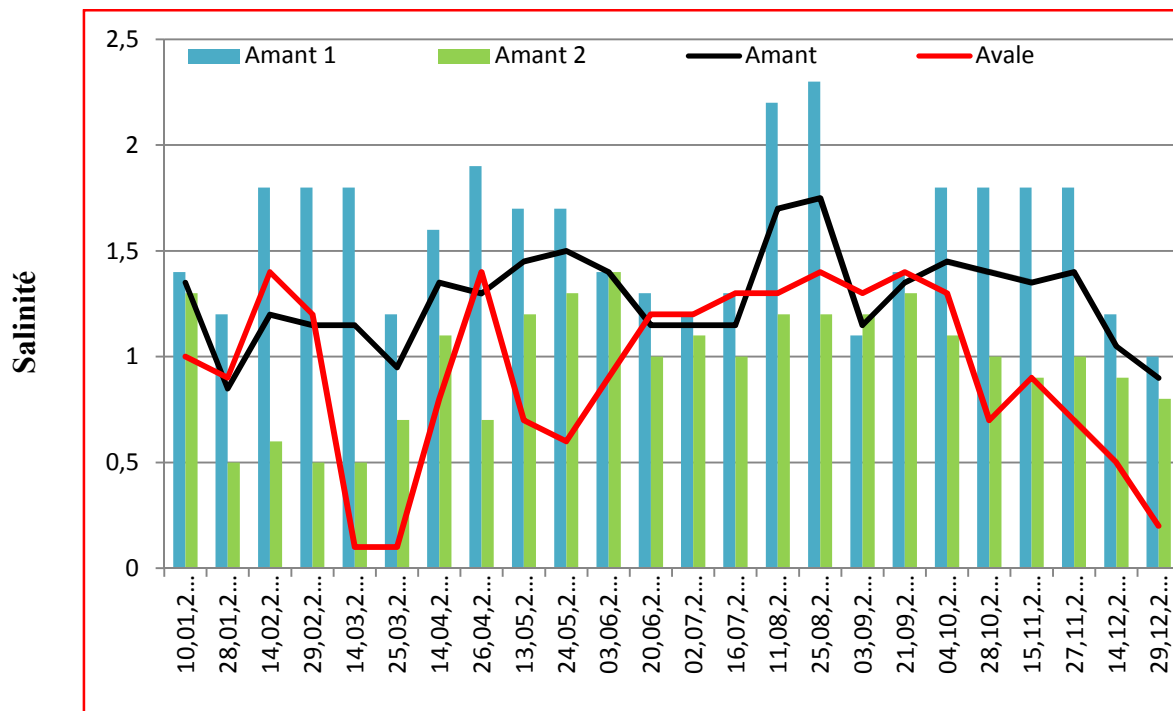


Figure 17: Variation bimensuelle de la salinité (PSU) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.

Les salinités des eaux du barrage de Cheref varient remarquablement entre stations et entre saisons. En effet, on observe un minimum est de 0.1 PSU en période humide, et le maximum est de 1.6 PSU en période sèche. Les salinités des eaux de l'amant 1 sont plus élevées (1.5 fois plus) que celles de l'amant 2 suite à la nature des roches et des terrains traversés par l'eau, ça peut être expliqué aussi par les eaux chargées en sels issus des

activités anthropiques dans le sous bassin de l'amont 1 à partir de la ville de Ain Beida et Oum El bouaghi. On constate aussi que les salinités des eaux en amont du barrage sont plus élevées que celle de son aval indépendamment de la saison, ce qui peut être expliqué par la rétention qu'une quantité de sels au niveau du barrage.

3. La conductivité électrique :

Ce paramètre mesure la capacité d'un liquide à transmettre un courant électrique à une température précise; la mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...). (Hamadech, 2006).

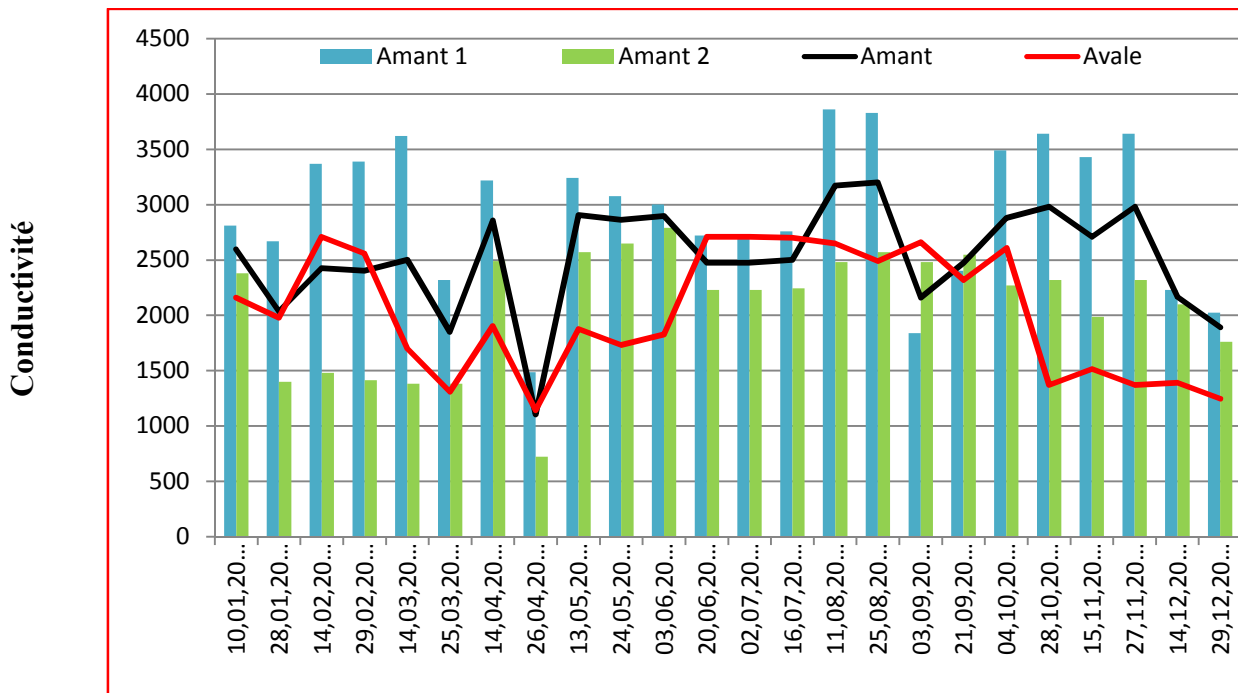


Figure 18 : Variation bimensuelle de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.

À partir de diagrammes de variation de la conductivité pendant la période d'étude on observe que la CE oscille entre un minimum de $723 \mu\text{s}/\text{cm}$ en période humide, et un maximum est de $3836 \mu\text{s}/\text{cm}$ en période sèche. Il est à souligner que l'amont 1 apporte 1.4 fois plus de sel (CE) que l'amont 2 durant toute la période d'étude. 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. On observe aussi la conductivité en période humide supérieure à la conductivité en période sèche et que la conductivité des eaux en amont du barrage est toujours supérieure que celle des eaux en aval quelque soit la saison à cause de la rétention se sels au niveau du barrage..

4. 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 et Frank, 2008).

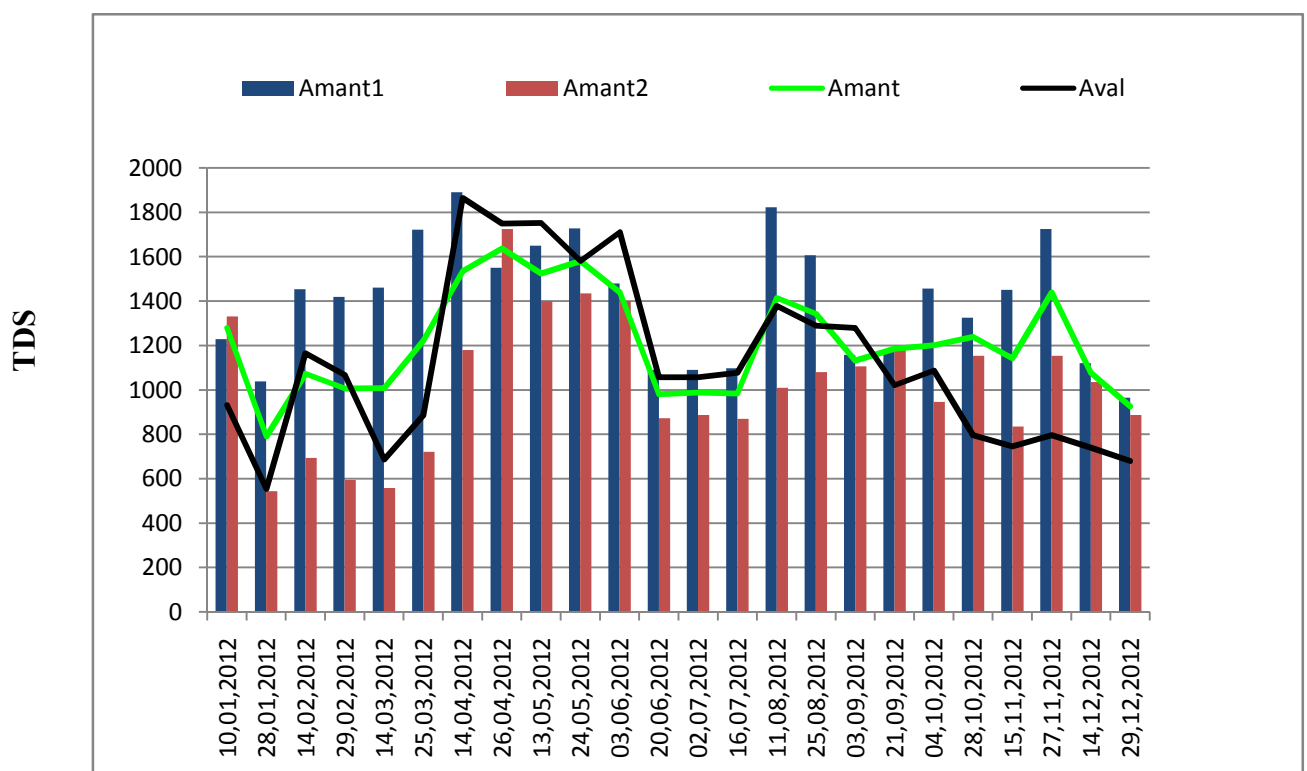


Figure 19: Variation bimensuelle de TDS (mg/l) dans les eaux du barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012.

À partir de diagrammes de variation de TDS dans les eaux du barrage de cheref on observe que la valeur minimale est de 543 mg/l en période humide, et le maximum est de

1890 mg/l en période sèche. On remarque que la variation de TDS est semblable à celle de la salinité et la conductivité, en effet, les eaux de l'amant 1 de barrage représentent des TDS plus élevés que l'amant 2. On constate aussi que les TDS des eaux en amont du barrage sont supérieurs que celles de son aval quelque soit la saison suite au comportement consommateurs du barrage. Par ailleurs, les variations de TDS à l'échelle temporelle présente une saisonnalité bien claire ou la quantité de la matière dissoute en période humide sont supérieure à la quantité des matières dissoutes en période sèche.

5. Le débit:

Le débit est le volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante, endogène ou exogène (Lavandier, 1979).

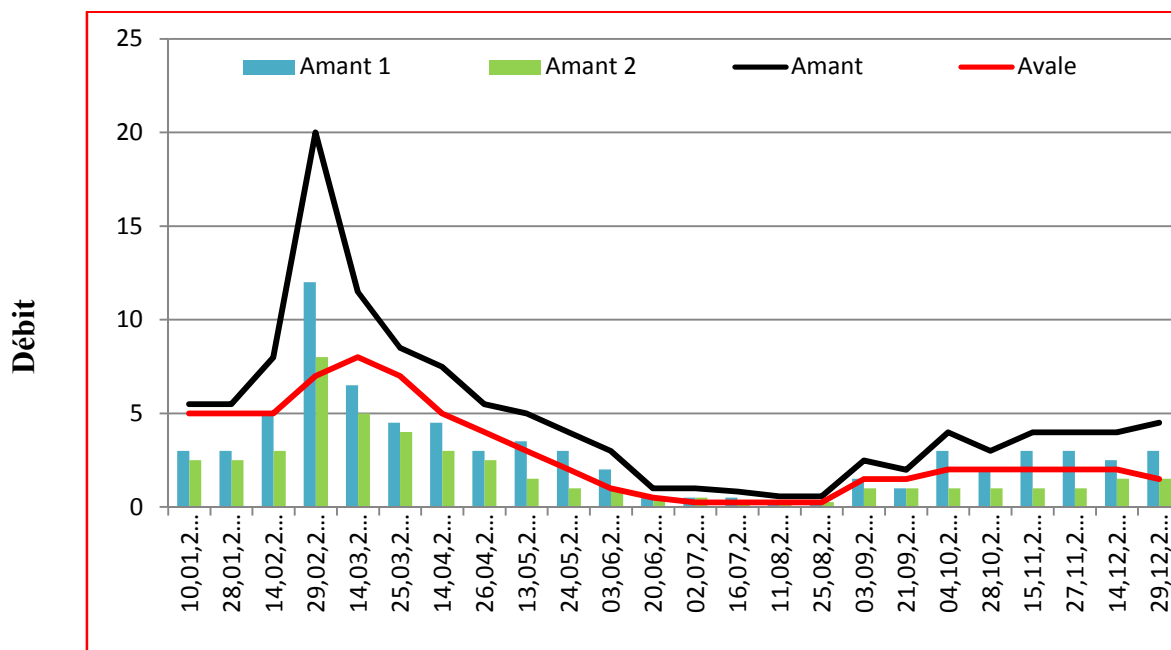


Figure 20: Variation bimensuelle du débit (m³/s) durant la période Janvier-Décembre 2012.

Le débit des eaux du barrage de Cheref est directement lié au cycle hydrologique. On observe que les valeurs minimales sont enregistrées en période sèche, et les maximums en période humide. Il est à souligner que l'amont 1 apporte 1.5 fois plus d'eau que l'amont 2 durant toute la période d'étude. On constate aussi que les débits des eaux en amont du barrage sont toujours supérieurs à ceux de son aval quel que soit la saison.

2. Variation des flux d'eau et de TDS

Les flux d'eau au niveau de l'amont du barrage et à son aval durant la saison sèche et humide sont présentés dans la figure 23 et le tableau 10.

Tableau 10: 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 ⁶ (m3/an)			TDS 10 ⁶ (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 inferieur 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

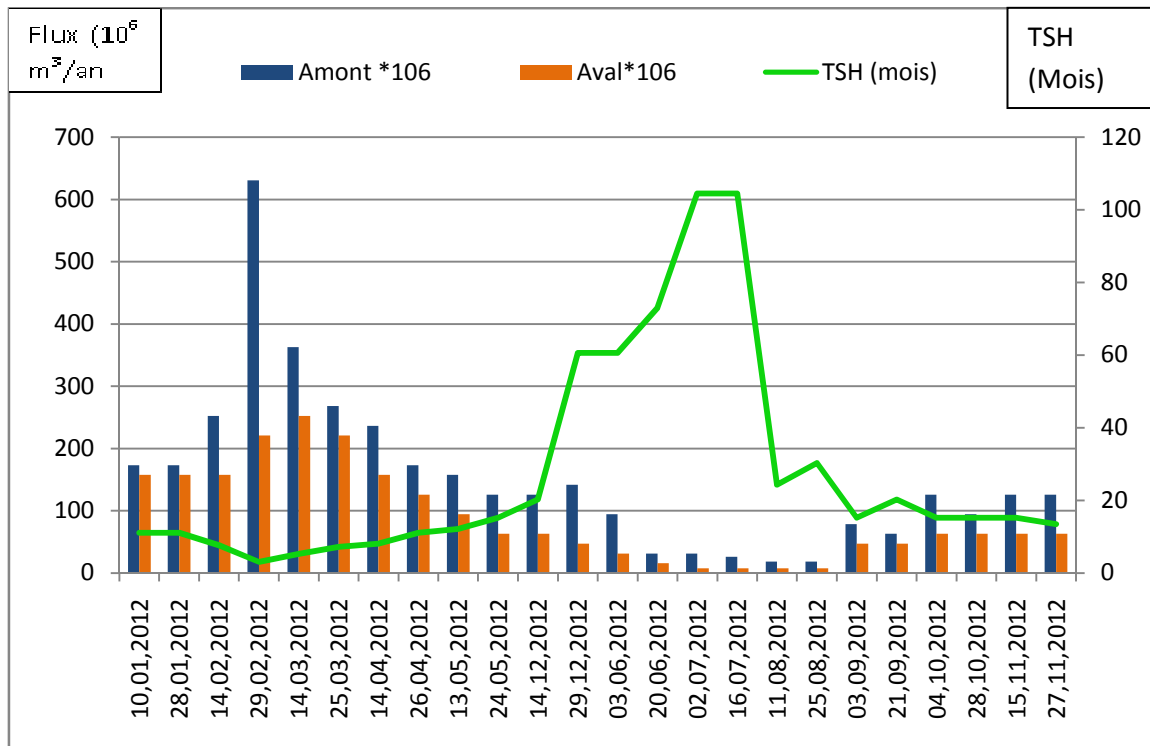


Figure21: Variation bimensuelle et annuelle de flux d'eau (10⁶ m³/an) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le temps de séjours relatif durant l'année 2012.

Le barrage de Charef 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 10) 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. A partir de la figure 22, on peut clairement remarquer que le flux d'eau est inversement proportionnel avec le temps de séjours.

2.2. Le flux de TDS

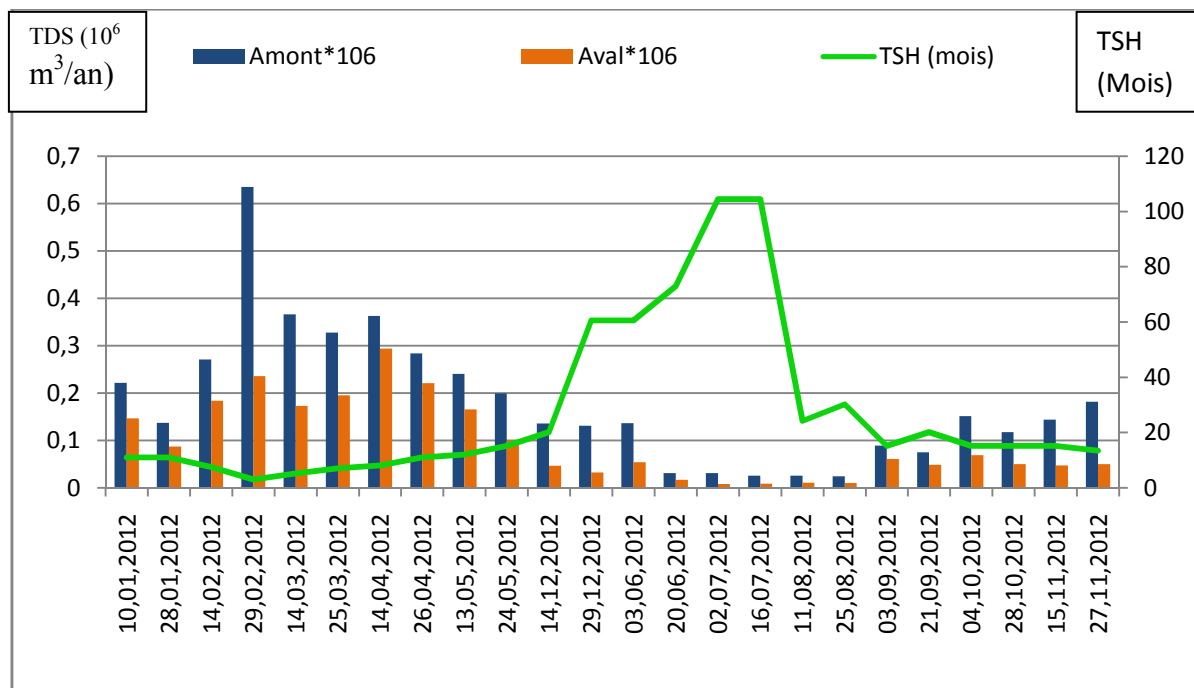


Figure 22: Variation bimensuelle de TDS en termes de flux ($10^6 \text{ m}^3/\text{an}$) dans les eaux du barrage de Cheref ainsi que le Temps de séjours relatif durant l'année 2012.

Comme l'indique le tableau 10 et la figure 23, 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 22). Il faut souligner en effet que le budget de TDS est toujours négatif, c'est-à-dire qu'il y a une rétention de TDS au niveau du

barrage quelque soit la saison (Tableau 10, figure 22). Il est à souligner que le flux de TDS est inversement proportionnel avec le temps de séjours.

3. Relation température-Débit

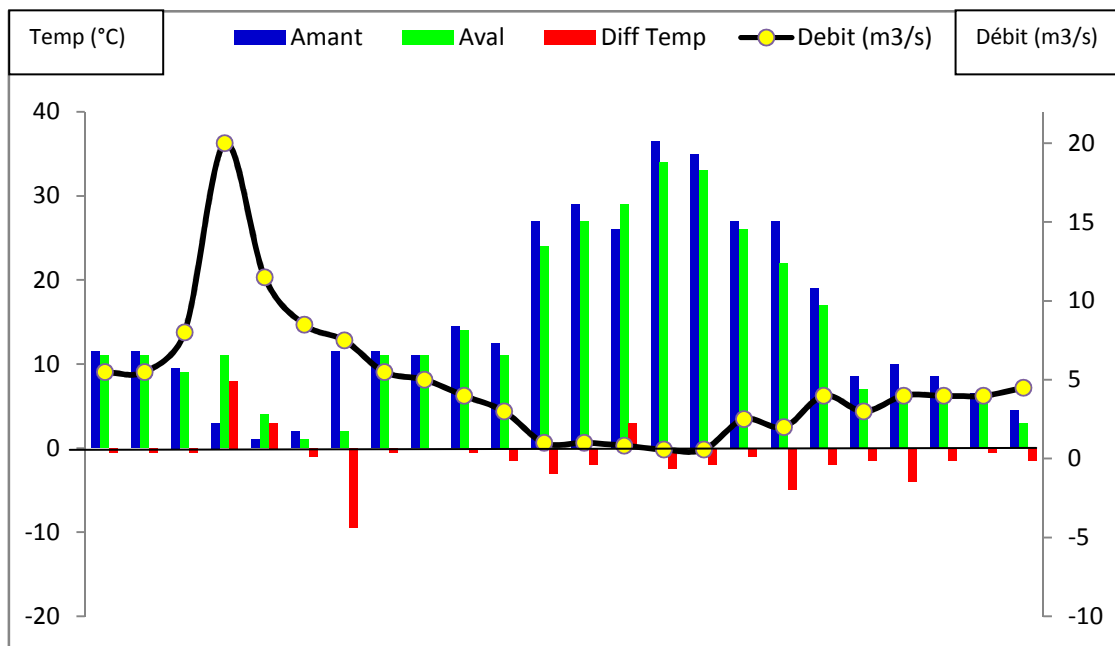


Figure 23: Variation bimensuelle de la température (°C) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le débit ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) relatif durant l'année 2012.

La figure 23 montre clairement que la température des eaux du barrage de Cheref est inversement proportionnelle avec le débit qui est à son tour directement lié au cycle hydrologique. En effet, les débits des eaux les plus importants sont enregistrés durant la saison sèche c'est-à-dire là où la température est élevée, et vis versa. Cette corrélation négative entre le débit et la température peut être expliquée par le fait que les faibles débits permettent une exposition importante au rayonnement de soleil, ce qui fait des températures élevées des eaux, d'une part, et d'autre part, les faibles débits entraînent des temps de séjours plus long ce qui fait une exposition d'avantage au réchauffement par les rayons du soleil.

4. Relation température-temps de séjours hydraulique

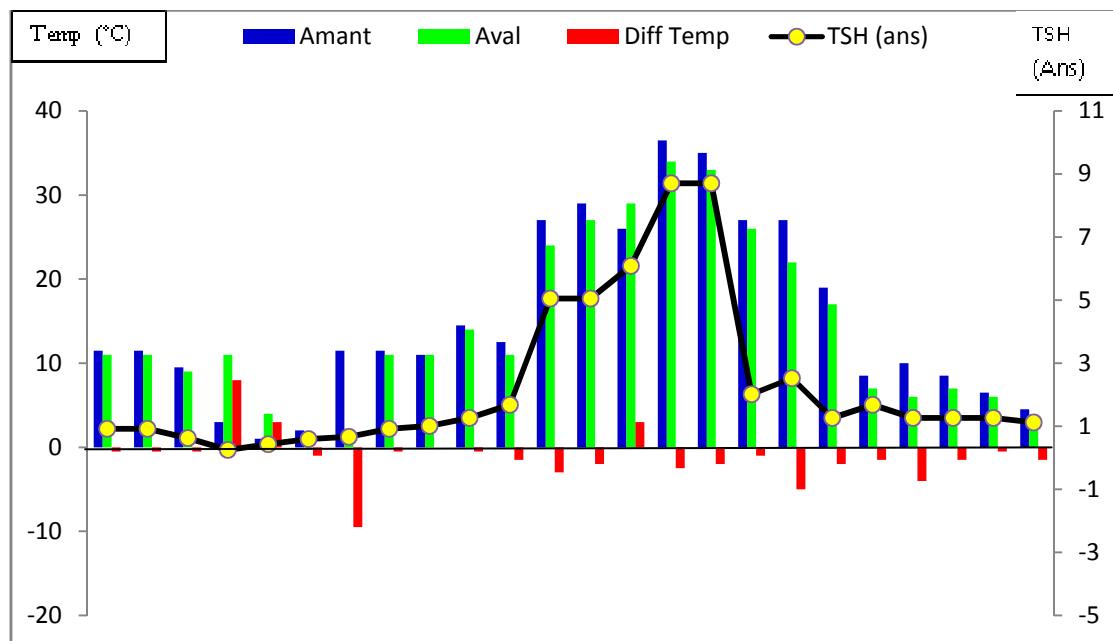


Figure 24: Variation bimensuelle de la température (°C) en amont et en aval du barrage de Cheref ainsi que le budget et le temps de séjour relatif durant l'année 2012.

La température des eaux de barrage de Cheref durant la période Janvier-Décembre 2012 varie en moyenne entre 8°C à la saison humide (Décembre-Mai) et 23°C à la saison sèche (Juin-Novembre) (Tab.7). La température maximale durant cette période a été enregistrée dans l'amont 2 (37°C le mois d'Août) et la température minimale enregistrée dans toutes les stations du barrage est 1°C. Il est à noter que dans 83% des échantillons le budget de température est négatif, en effet, la température des eaux de l'amont 2 (16 °C) est supérieure à celle de l'amont 1 (15 °C) en terme de moyenne et surtout durant la saison sèche ou la différence de température des eaux entre amont 2 et amont 1 est de 2 °C (Fig. 16; Fig. 23).. La tendance générale de la température est comparable pour les deux stations d'échantillonnage mais la valeur moyenne annuelle à la station amont est légèrement plus élevée. Les eaux déversées à l'aval du barrage représentent des températures faibles par rapport aux températures des eaux d'amont quel que soit la saison. La diminution de la température entraine la diminution de l'efficacité des traitements (la désinfection par exemple) en même temps que son augmentation entraine diverses conséquences comme la croissance bactérienne par exemple. La température des eaux du barrage de Cheref suit une saisonnalité très claire avec des valeurs en période sèche représentant presque 3 fois celles de la période humide.

A partir de figure 23, on constate que le temps de séjour des eaux dans le barrage de Charef est très variable durant notre période d'étude. Il oscille en effet entre un maximum de 8.7 ans enregistré dans la période sèche, et un minimum de 0.25 an pendant la période humide. Le temps de séjour est plus élevé en période sèche qu'en période humide à cause de l'apport d'eau (débit) par les précipitations relativement importantes en saison humide par rapport au reste de l'année. On peut aisément remarquer que le temps de séjours présente une variabilité inter-saisonnière bien prononcée, il y a pas une tendance bien claire entre temps de séjours et la température des eaux du barrage qui dépend à son tours étroitement de la température ambiante.

5 . Discussion

Ce travail à pour objectif principal de déterminer l'effet du barrage de Charef (Nord-est Algérien) sur la température du cours d'eau, et d'estimer l'effet du débit et du temps de séjour des eaux dans le barrage sur la température à partir de l'amont du barrage jusqu'à son avale.

Au cours de la période d'étude (Janvier- Décembre 2012), les flux d'eaux et de TDS représentent une importante variabilité spatio-temporelle. En effet, le barrage de Charef a reçu environ $150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eau. Ce flux d'eau comparé au volume d'eau de certains fleuves méditerranéens (Ludwig et al., 2009, Ounissi et Bouchareb, 2013, PNUE/PAM, 2013; Taamalah et al., 2016; Ziouch et al., 2020), ce volume s'avère très faible. Il est important de souligner que les flux liquides et solides ont été remarquablement réduits en aval et piégés dans le réservoir. Le barrage de Cheref a piégé en effet, 42% et 51% de flux d'eaux et de TDS respectivement. Cette rétention élevée d'eaux et de TDS a également été observée dans les barrages du nord-est de l'Algérie (Ounissi et al., 2013; Taamalah et al., 2016; Bougdah & Amira, 2017; Belhadi et Amira, 2017). Ce dépôt de TDS pourrait conduire à une salinisation grave des eaux et à un colmatage rapide du barrage. Plusieurs barrages algériens contigus souffrent du même problème (PNUE/PAM, 2003; Remini, 2010; Taamalah et al., 2016; Bougdah & Amira, 2017).

D'autre part, la température des eaux de barrage de Charef durant la période d'étude suit une saisonnalité très claire avec une moyenne (23°C) en période sèche (Juin-Novembre) représentant presque 3 fois celles de la période humide (Décembre-Mai). La température maximale (37°C) a été enregistrée le mois d'Août et la température minimale enregistrée dans toutes les stations du barrage est 1°C. Les températures de l'eau les plus élevées en août ont systématiquement été observées dans les bassins de retenue plutôt que dans les tronçons à

écoulement libre, une conclusion similaire aux résultats d'autres études ([Maxted et al., 2005](#); [Santucci et al., 2005](#); [Dripps and Granger, 2013](#)).

Il est à noter que la tendance générale de la température est comparable pour les stations d'échantillonnage mais la valeur moyenne annuelle à la station amont est légèrement plus élevée, en effet à 83% des échantillons, le budget de température est négatif, ou la température des eaux de l'amont (16 °C) est supérieure à celle de l'aval (15 °C) en termes de moyenne et surtout durant la saison sèche ou la différence de température des eaux entre amont et aval est de 2 °C. Les résultats de cette étude étant parallèles à ceux rapportés dans la littérature quand à la variation dans les réponses en aval du barrage, où les changements de température en aval des petits barrages variaient d'un minimum de -1,0 °C (refroidissement en aval; [Lessard et Hayes, 2003](#)) jusqu'à un maximum de +6,6 °C (réchauffement en aval; [Maxted et al., 2005](#)).

Les eaux déversées à l'aval du barrage sont plus froides que celles de l'amont quel que soit la saison. La diminution de la température entraîne la diminution de l'efficacité des traitements (la désinfection par exemple) en même temps que son augmentation a probablement des impacts biologiques sur les zones de retenue et les écosystèmes en aval. Le réchauffement peut modifier la répartition des espèces et faire sortir les températures des conditions thermiques dans lesquelles de nombreux ectothermes aquatiques ont évolué ([Allan, 1995](#)). Plusieurs études antérieures ont démontré une diminution de l'abondance des espèces de poissons d'eau froide et une augmentation de l'abondance des espèces d'eau chaude en aval des barrages à relâchement de surface qui subissent un effet de réchauffement en aval ([Lessard et Hayes, 2003](#); [Bellucci et al., 2011](#)). De plus, des températures élevées faciliteront des taux d'absorption de métaux plus élevés ([Dijkstra et al., 2013](#)), conduiront potentiellement à une prévalence accrue de proliférations d'algues nuisibles ([Przytulska et al., 2017](#)) et augmenteront les taux de décomposition ([Martinez et al., 2014](#)), modifiant ainsi la disponibilité énergétique tout au long de la chaîne alimentaire aquatique. Autres exemples, les espèces frayant automnal comme l'omble de fontaine connaissent une survie annuelle réduite ([Letcher et al., 2015](#)) et des taux de croissance plus faibles ([Xu et al., 2010](#)) avec des températures d'automne plus chaudes. De plus, des températures plus chaudes peuvent entraîner une émergence plus précoce des insectes au printemps ([DeWalt et Stewart, 1995](#)), même lorsque ces différences sont relativement faibles (~1,5 °C; [Cheney et al., 2019](#)) et bien dans la gamme des impacts observés dans cette étude.

Les changements de température de l'eau en aval des barrages dans cette étude étaient importants tout au long de la saison sèche, mais n'ont pas persisté pendant la saison humide, conformément aux conclusions de [Dripps et Granger \(2013\)](#).

D'autre part, cette étude montre clairement que la température des eaux du barrage de Charef est inversement proportionnelle avec le débit qui est à son tour directement lié au cycle hydrologique. En effet, les débits des eaux les plus importants sont enregistrés durant la saison sèche c'est-à-dire là où la température est élevée, et vis versa. Cette corrélation négative entre le débit et la température peut être expliquée par le fait que les faibles débits permettent une exposition importante au rayonnement de soleil, ce qui fait des températures élevées des eaux, d'une part, et d'autre part, les faibles débits entraînent des temps de séjours plus longs ce qui fait une exposition d'avantage au réchauffement par le soleil. De plus, les débits réduits dans les bassins de retenue entraînent des temps de séjour accrus dans cet environnement lentique déjà chaud, contribuant davantage à des températures plus élevées par rapport aux tronçons lotiques ([Sinokrot et Gulliver, 2000](#)).

En plus, il faut souligner que durant la période d'étude le temps de séjour des eaux dans le barrage de Charef représente une variabilité saisonnière très prononcée, avec un maximum de 8.7 ans enregistré dans la période sèche et une moyenne annuelle de 2.3 ans, ce temps de séjours a été comparable à celui des petits barrages, en l'occurrence le barrage de Kebir-Rhumel (2.4 ans) et du barrage de Kebir-Ouest (3.6 ans) ([Ounissi et Bouchareb, 2013](#)) pour ne citer que deux exemples. Par contre, les barrages avec de grands volumes d'eau retenue, de vastes superficies et un temps de séjour prolongé présentaient des amplitudes de réchauffement en aval plus élevées. Des études antérieures ont suggéré que la zone de retenue et le temps de résidence peuvent influencer l'étendue du réchauffement en aval ([Bushaw-Newton et al., 2002](#)); cependant, cette étude est la première à fournir des preuves quantitatives de l'impact de quelques facteurs à savoir le débit et le temps de séjours sur la réponse thermique en aval du barrage.

En raison de l'ampleur des problèmes physico-chimiques et surtout biologiques causés par les changements de température en aval des barrages, plusieurs pays ont opté pour la suppression définitive des barrages ([Grabowski et al., 2018](#)). Cependant, la suppression des barrages reste coûteuse et prend du temps d'une part et peut nuire aux autres secteurs d'autres part, ce qui signifie que les modèles et les méthodes pour hiérarchiser les efforts de restauration (par exemple, [Hoenke et al., 2014](#)) sont essentiels pour optimiser l'utilisation de ressources limitées.

En plus de l'enlèvement des barrages, d'autres pratiques de restauration peuvent aider à minimiser les impacts négatifs. La réduction du volume d'eau retenue derrière un barrage et l'augmentation des déversements (lâchers de barrage) surtout durant la saison sèche par les évacuateurs de crue peuvent réduire les impacts thermiques. Ces eaux chargées en TDS déversées en aval du barrage peuvent minimiser la salinisation des eaux du barrage d'une part et fournir de l'eau et des sels pour les écosystèmes situés à l'aval du barrage d'autre part. Enfin, le maintien ou le rétablissement de la couverture riveraine est couramment utilisé comme approche de restauration pour augmenter l'habitat riverain, stabiliser les berges et maintenir des températures de cours d'eau plus fraîches grâce à l'ombrage ([Osborne et Kovacic, 1993](#); [Beechie et al., 2010](#)).

D'une façon générale, deux mois de données d'extrêmes thermiques continues (un mois en été et un mois en hiver) devrait suffire pour quantifier les impacts d'un barrage. Cette surveillance peut permettre de mieux comprendre si et comment la réponse en aval change en fonction des événements de débit et du temps de séjour des eaux dans le barrage.

Ces études hydrologiques devront constituer un élément crucial dans l'aide à la décision pour une gestion intégrée du bassin versant et du continuum aquatique selon une perspective de gestion durable des ressources en eaux, de la biodiversité, des environnements aquatiques et de leurs ressources renouvelables.



Conclusion

Conclusion

Conclusion :

A la lumière des résultats obtenue, on constate que les paramètres physico-chimiques des eaux du barrage Charef durant la période d'étude (Janvier-Décembre 2012) représentent une variabilité spatiotemporelle.

La température en même titre que la salinité, la CE, les TDS et le débit suivent le même comportement et représentent des ordres de grandeur dans les eaux à l'amont du barrage supérieurs à ceux de son aval quelle que soit la saison.

En termes de flux le barrage de Charef reçoit annuellement $150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eaux et $0.18 \cdot 10^6 \text{ t}$ de TDS, et retient 41% et 55% de flux d'eau et de TDS respectivement.

Le budget est toujours négatif c'est-à-dire le barrage Charef fonctionne comme un véritable consommateur d'eau et de TDS. Il a été extrêmement affecté par les dépôts de sels qui pourrait conduire à une salinisation grave des eaux et à un colmatage rapide de barrage, ce qui limite son utilisation tant au niveau qualitatif que quantitatif.

Le flux spécifique de TDS à l'amont du barrage de Charef 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.

Le temps de séjour des eaux dans le barrage de Charef représente une variabilité saisonnière très prononcée, avec un maximum de 8.7 ans enregistré dans la période sèche et une moyenne annuelle de 2.3 ans, ce qui qualifie le barrage de Charef comme un petit barrage.

Il est important de souligner que la température représente une corrélation positive avec le temps séjours par conséquent une corrélation négative avec le débit.

Il y avait un refroidissement de d'eau en aval du barrage durant la saison humide, bien que moins prononcé qu'en saison sèche, mais durant toute la période d'étude, il n'y avait pas de différences significatives entre les températures des eaux en amont et en aval du barrage.

Les lâchers de barrage par les évacuateurs de crue semblent être la meilleure façon pour réduire les impacts thermiques. Ces eaux chargées en TDS déversées en aval du barrage peuvent minimiser la salinisation des eaux du barrage d'une part et fournir de l'eau et des sels pour les écosystèmes situés à l'aval du barrage d'autre part.



**Références
bibliographiques**

A

- **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. Université L'arbi Ben M'hidi d'Oum ElBouaghi.
- **Abdel-Mageed AB, Oehme FW.(1990):** A review on biochemical roles, toxicity and interactions of zinc, copper and iron: IV. Interactions. Veterinary and human toxicology. 1990;32:456–458.
- **Achour, S. (2001):** Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques. Université de Tizi-Ouzou, Algérie. 231 p.
- **AFRI-MEHENNAOUI, F.Z., (1998):** Contribution à l'étude physico-chimique et biologie de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Thèse de Magister en Ecologie. Université de Constantine, 238 p.
- **Allan, J.D., (1995):** Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Chapman and Hall, New York.
- **Allegue, N.H., (2017):** Distribution et flux du Silicium dans le bassin versant de Seybouse. Mémoire de master, Université Abbes Laghrour Khanchela.
- **Anfossi S., Billiard E., Bonnet M., Henriot F., Kraemer F., Lechenne L., Le Herissier M., Lorin S., (1997):** Les métaux lourds. École nationale supérieure des mines de Saint-Etienne 49p.
- **ANONYME, (2000) :** Barrages et développement « un nouveau cadre pour la prise de décisions », Rapport de la commission mondiale des barrages, 38p.
- **Armitage, P.D., (1984):** Environmental changes induced by stream regulation and their effect on lotic macroinvertebrate communities. In: Lillehammer, A., Saltveit, S. (Eds.), Regulated Rivers. Oslo University Press, Oslo, Norway, pp. 139–165.
- **Athamnia DJ. (2002):** Etude de la salinité et de l'envasement de barrage de Foum ElKhanga sur Oued Cherf (SEDRATA – Souk Ahras) Mémoire Magister Unv Tebessa.
- **Athmania Djamel .(2002):** Etude de la salinité et de l'envasement du barrage de Foum El Khanga sur l'Oued Cherf (Sedrata,Wilaya de Souk Ahras) . Page : 221.

B

- **Baize D., (2000):** Guide des analyses en pédologie. 2^{ème} éd. INRA. Paris .257 p
- **Baziz N., (2008):** Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé: cas de la ville de Batna. Mémoire magistère aménagement du territoire. Option : dynamique des milieux physiques et risque naturels. Université EL Hadj Lakhdar Batna, p34.
- **Beaudry, T., Henry, T., M., (1984):** Chimie des eaux, édition Les griffons d'argiles, 1^{ère} , édition, INC Canada. 537 pp.
- **Beechie, T.J., Sear, D.A., Olden, J.D., Pess, G.R., Buffington, J.M., Moir, H., Roni, P., Pollock, M.M., (2010):** Process-based principles for restoring river ecosystems. Bioscience 60, 209.
- **Belaa .F. et Abboud .C, (2015) :** Synthèse hydro-chimique des eaux souterraines de la commune d'EL Mahmel. Mémoire de Master. Université de Khenchela. 57p, 220p.
- **BELALIA. Z (2006) :** Etude et traitement de l'eau du BARRAGE DJORF-ELTOR de la wilaya Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de chlef .
- **Belkhiri L.(2011) :** Etude de la pollution des eaux souterraines : cas de la plaine d'Ain Azel- (Est Algérien). Thèse de doctorat d'état en Sciences, option hydraulique : Université Hadj Lakhdar BATNA, 121p.
- **Bellucci, C.J., Becker, M., Beauchene, (2011):** Effects of Small Dams on Aquatic Biota in Two Connecticut Streams. Connecticut Department of Energy and Environmental Protection, Hartford, CT.
- **BENBLIDIA M. (2011):** L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Étude nationale, Algérie. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Algérie, 24 p.
- **Berne.F ; Jean. C,(1991):** Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.
- **Besbes M. (2010):** Hydrogéologie de l'ingénieur. Centre de Publication Universitaire, Tunisie, ISBN : 978-9973-37-617-6, 350 p.
- **Bliefert C., Perraud R. (1997):** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. 1^{ère}éd. Espagne. 477p.

- **Bouballi S, (2009):** identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques à la wilaya de Khenchela (nord- West) analyse et synthèse de données, magistère, Université Badji Mokhtar Annaba.
- **Bougdah M., Amira A. B., (2017):** Water and sediment retention in a reservoir (Zit Amba, Algeria). AACL Bioflux 10(3):534-542.
- **Bouguerra,H.,(2018):** Quantification et modélisation des transports solides , cartographie des transports solides , hydrique par utilisation d'un SIG: application aux bassins de Bouhamdane et ressoul (NORD -EST Algérien). Thèse de doctorat, Université Aboubakar belkaid (tlemcen).
- **Bremaude C, Claisse J R., Leulier F., Thibault J., Ulrich E., (2006):** Alimentation,santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, Edition Educagri, Dijon, France, p: 220-221.
- **Bremond R., Vuichard R., (1973):** Paramètres de la qualité des eaux, OSPEPE, Paris.
- **Bushaw-Newton, K., Hart, D., Pizzuto, J., Thomson, J., Egan, J., Ashley, J., Johnson, T., Horwitz, R., Keeley, M., Lawrence, J., Charles, D., Gatenby, C., Kreeger, D., Nightengale, T., Thomas, R., Velinsky, D., (2002):** An integrative approach towards understanding ecological responses to dam removal: The Manatawny Creek Study. J. Am. Water Resour. Assoc. 38, 1581–1599.

C

- **Chapman D. V. , Organization W. H. (1996):**Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.
- **Charfi, A., (2014):** Etude d'un procédé membranaire de traitement des eaux usées : effet des paramètres biotiques et abiotiques sur le colmatage de la membrane in l'école doctorale Sciences et Technologies pour l'Ingénieur . Université de Carthage: Tunisie.

- **Cheney, K.N., Roy, A.H., Smith, R.F., DeWalt, R.E., (2019):** Effects of stream temperature and substrate type on emergence patterns of Plecoptera and Trichoptera from northeastern United States headwater streams. *Environ. Entomol.* 48, 1349–1359.
- **Chibane M., Moussaoui;A., (2015):** Contribution à l'étude de la variation temporelle des paramètres de qualité des eaux de surface du barrage de Foum El Khanga (NE Algérie). Mémoire de Université Larbi Ben M'hidi – Oum el bouaghi –
- **Conlon, M.D., (2015):** Changes in Water Temperature Patterns Following the Removal of a Low-Head Dam in Plymouth, Massachusetts. Thesis, University of Massachusetts-Boston, Graduate Masters Theses.
<http://scholarworks.umb.edu/masters_theses/308 > . Accessed 22 Jul 2015.

D

- **DAJOZ R. (2003):** Précis d'écologie. 7^{ème} édition *DUNOD, université paris*, 160 p.
- **De Villers J, Squilbin M, yourassowsky C.,(2005):** Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- **Delliou P., (2003):** Les barrages conception et maintenance. ENTPE, Pressesuniversitaires de Lyon. 270p.
- **Delliou., (2003) :** Le risque de rupture de barrage en Haute-Vienne' ; DDRM de la HauteVienne ; Edition de décembre 2010.DeWalt, R.E., Stewart, K.W., 1995. Life histories of stoneflies (Plecoptera) in the Rio Conejos of southern Colorado. *The Great Basin Naturalist* 55, 1–18.
- **Diallo ,B., (1996) :** Analyse et contrôle de la pollution des eaux du fleuve Niger par les rejets liquides urbains et industriels du district de Bamako.Mémoire DER de Biologie : Ensup Bamako .
- **Dijkstra, J.A., Buckman, K.L., Ward, D., Evans, D.W., Dionne, M., Chen, C.Y., (2013):** Experimental and natural warming elevated mercury concentration in estuarine fish. *PLoS ONE* 8, e58401.
- **Dripps, W., Granger, S.R.,(2013):** The impact of artificially impounded, residential headwater lakes on downstream water temperature. *Environ. Earth Sci.* 68, 2399–2407.

- **DUPIEUX, (2004):** « Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des Ecologie. Université Mentouri, Constantine. 238 p. édition.1526 p.
- **Durand J. M et al (1999):** Technique des petits barrages en Afrique sahélienne et équatoriale, cemagref éditions –ISBN 2- 85362-511-7.

E

- **Eaton J.G , Mccorim J. H, Goono B .E , O’Brien D.G, Steefany H .G,Hondazo M, Scheller R. M.. (1995) :** A Field Information-based System for Estimating Fish Temperature Tolerances. Fisheries. 20(4).
- **El Alaoui Elfels Abd El Hafid, Hajhouji Youssef (2010) :** L’hydrochimie et qualité des eaux de surfaces et souterraines du Haouz (Maroc). pages 47.

F

- **Franck Rejsek .,(2002) :** « Analyse des eaux ». Norme NF T 90-045, Dosage des nitrates. Méthode spectrométrique avec l’acide sulfosalicylique, AFNOR, Paris, 1989. Norme NF T 90-012, Dosage des nitrates et des nitrites. Méthode automatique par spectrométrie d’absorption moléculaire, AFNOR, Paris, 1987.

G

- **Gamrasni M., (1986) :** Le goût de l’eau : étude de synthèse. Association française pour l’étude des eaux, 60p.
- **Garet A., Garet J. , Garcia C., (2005) :** Dégradation spécifique et transport des solides dans le bassin de l’Oued LEBENE (pré-rif central, Maroc septentrional), Université de MURCIA, 16p.
- **GAUJOUS D. (1995):** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. 2^{ème} édition *Lavoisier TEC et DOC*, 220 p.
- **Glinka, N. (1977):** Chimie Générale. Sous La Rédaction De V.RABINOVITCH. Tome Ii. Ed. Mir Moscou. P576. *Graw-Hill, Paris*, 397 p.

- **Grabowski, Z.J., Chang, H., Granek, E.F., (2018):** Fracturing dams, fractured data: empirical trends and characteristics of existing and removed dams in the United States. *River Res. Appl.* 34, 526–537.
- **Graf, W., (1999):** Dam nation: a geographic census of American dams and their large-scale hydrologic impacts. *Water Resour. Res.* 35, 1305–1311.

H

- **Hacene H, (2016):** Microbiologie fondamentale et Appliquée Tome1,477p.
- **Halimi, S. (2008):** Ressources et essai de gestion intégrée des eaux du bassin versant d'oued Cherf/Sedrata (Nord – Est Algérien). Thèse de Magister, Université Badji Mokhtar Annaba, Faculté des sciences de la Terre Département de Géologie, Option : Hydrogéologie. 126p.
- **Hamadech M. (2006) :** Etude de la valorisation des eaux usées épurées et les possibilités de réutilisation dans l'industrie et l'agriculture. Mémoire ing., U.S.T.H.B., Bab Ezzouar, Alger, 73p.
- **HAMED. M, GUETTACHE. A, BOUAMER. L (2012) :** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Université de Bechar .
- **Harrat, N., Achour, S. (2010):** Pollution physico-chimique des eaux de Barrage de la région de Tarf. Impact sur la chloration, *Larhyss Journal*, n°8, 47-54.
- **Harris, G.P., (2001):** Biogeochemistry of nitrogen and phosphorus in Australian catchments, rivers and estuaries: effects of land use and flow regulation and comparisons with global patterns. *Marine and Freshwater Research* 52, 139-149.
- **Hem J. D. (1985):** Study and interpretation of chemical characteristic of natural water. 3 nd Edition. University of Virginia, United States of Geological Survey Water-Supply. Paper 2254 Washington, DC, USA. 263p.

- **Hoenke, K.M., Kumar, M., Batt, L., (2014):** A GIS based approach for prioritizing dams for potential removal. *Ecol. Eng.* 64, 27–36.
- **Holden, P., (1979):** Ecology of Riverine Fishes in Regulated Stream Systems with Emphasis on the Colorado River. In: Ward, J., Stanford, J., (Eds.), *The ecology of regulated systems*. Plenum, New York, pp. 57–74.
- **Humborg, C., Ittekkot, V., Cociasu A., Bodungen, B.V., (1997):** Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure. *Nature* 386, 385-388.
- **Humborg, C., Rahm, L.b., Conley, D.J., Tamminen, T., Bodungen, V.O.N., (2008):** Silicon and the Baltic Sea.

I

- **Isaak, D.J., Wenger, S.J., Young, M.K., (2017):** Big biology meets microclimatology: Defining thermal niches of ectotherms at landscape scales for conservation planning. *Ecol. Appl.* 27, 977–990.

J

- **Jacobsen, D., Schultz, R., Encalada, A., (1997):** Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshw. Biol.* 38, 247–261.
- **Jora. (2011):** Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, *Journal Officiel De La République Algérienne* N° 18 du 23 Mars 2011.

K

- **Kahoul, M., et Touhami M. (2014):** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). *Larhyss Journal*, n°19, pp. 129-138
- **Khacheba R. (2004):** Essai de la réutilisation des eaux usées épurées de la STEP de Staoueli en agriculture. *Mémoire ing. Agr., I.N.A., El Harrach, Alger*, 69p.
- **Khelili .R, Lazali .D.(2015):** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla).
- **Kloppmann W., Bourhane F., Asfiran., (2011):** Méthodologie de diagnostic de l'origine de la salinité des masses d'eau «Emploi des outils géochimiques, isotopiques et géophysique». BRGM, France. 105P.

L

- **Laatar ibtissam.,(2013):** Etude La variabilité pluriannuelle de la qualité des eaux du barrage de Foum El Khanga (wilaya de souk Ahras). Mémoire Master. Université Abbas laghrour-Khenchela Faculté des sciences de la nature et de la vie.
- **LAPPEGUE P. et RIBSTEIN P. (2006):** La qualité et les analyses d'eaux : Action contre la faim en Espagne et au Mali. Master 2 en Sciences de l'Univers, Environnement, écologie. Université Pierre et Marie Curie, Ecole des Mines de paris et Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, pp 22-23.
- **Lavandier P., (1979):** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de doctorat d'Etat. Univer. Paul Sabatier Toulouse : 523p.
- **Lessard, J., Hayes, D., (2003):** Effects of elevated water temperature on fish and macro-invertebrate communities below small dams. *River res. Appl.* 19, 721-732.
- **Letcher, B.H., Schueller, P., Bassar, R.D., Nislow, K.H., Coombs, J.A., Sakrejda, K., Morrissey, M., Sigourney, D.B., Whiteley, A.R., O'Donnell, M.J., Dubreuil, T.L., (2015):** Robust estimates of environmental effects on population vital rates: an integrated capture-recapture model of seasonal brook trout growth, survival and movement in a stream network. *J. Anim. Ecol.* 84, 337–352.
- **Leyral. G, Ronnefoy. C, Guillet. F,(2002):** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris , 245p.
- **LOUNNAS A. (2009):** Amélioration des procédés de classification des eaux de la station Hamadi- Kroma de Skikda. *Mémoire de magistère* en sciences fondamentales.Option pollutions chimiques et environnement. Université Skikda, 82 p.
- **Lu, R., et al.,(2017):** Improvement of virus removal using ultrafiltration membranes modified with grafted zwitterionic polymer hydrogels. *Water Research*, 2017. 116(Supplement C): p. 86-94.
- **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

- **M. D. D. E. P, (2006)** : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.
- **M.R.E., (2007)** : Etude réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles ou autres sur tout le territoire national. Mission 4: Norme de réutilisation des eaux usées épurées, D.A.P.E Beaudry T.,
- **Magilligan, F., Graber, B., Nislow, K., Chipman, J., Sneddon, C., (2016):** River restoration by dam removal: Enhancing connectivity at watershed scales. *Elementa Sci. Anthropocene* 4, 000108.
- **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.
- **Marcel, D, (1995):** Chimie des oxydants et traitement des eaux. L'université de Poitiers (E.S.I.P), 230 pp.
- **Martinez, A., Larranaga, A., Perez, J., Descals, E., Pozo, J., (2014):** Temperature affects leaf litter decomposition in low-order forest streams: field and microcosm approaches. *Federation of European Microbiological Societies* 87, 257–267.
- **Maxted, J., McCready, C., Scarsbrook, M., (2005):** Effects of small ponds on stream water quality and macro-invertebrate communities. *N. Z. J. Mar. Freshwater res.* 39, 1069–1084.
- **Mebarki K. et Smahi A., (2006):** Analyses physico-chimiques et appréciation des eaux de l'Oued Agrioun. *Mémoire de fin d'étude* en Génie des procédés (DEUA). Université de Béjaia, 58 p.
- **Mehanned S., Zaid A., et Chahlaoui A. (2014):** Caractérisation bactériologique du lac réservoir du barrage Sidi Chahed. *Larhyss Journal*.17 : 215-225.
- **Mehennaoui- Afri F. Z., (1998):** Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en Ecologie. Université Mentouri, Constantine. 238 p.
- **Mendert, J., Mise au point de méthode de caractérisation du colmatage de membrane : application a la caractérisation in site d'un dépôt particulaire en ultrafiltration frontale en lien avec les performances du procédé. ,(2007):** université INSA: Toulouse, France.
- **Merabet. S, (2010):** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et Distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri de Constantine. pp 4, 5,9.

- **Mohammedi. I, Mayou .O.,(2015):** Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza . Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana .
- **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 .
- **Mokeddem. K, Ouddane. S.,(2005):** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie – Mascara, 2005, pp 18-22) .

O

- **Olden, J.D., Naiman, R.J.,(2010):** Incorporating thermal regimes into environmental flows assessments: Modifying dam operations to restore freshwater ecosystem integrity. *Freshw. Biol.* 55, 86–107.
- **OMS (Organisation Mondiale de la Santé), (2000):** Directives de qualité pour l'eau de boisson. Critères d'hygiène et documentation. 2nd édition. Genève, 1050p.
- **OMS., (2005):** Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie *Journal mondial de l'eau* 2005, Guide de sensibilisation, Genève, Suisse ,2005-2015.
- **Osborne, L.L., Kovacic, D.A., (1993):** Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshw. Biol.* 29, 243–258
- **Ouahchia, C., Hamaidi-Chergui, F., Hamaidi, M.S., et Saidi, F., (2015):** Qualité bactériologique de l'eau potable des différents réservoirs et chez les consommateurs de la commune de Tipaza alimentés par la station de Sidi Amar à partir de l'eau de surface du lac barrage de Boukourdane. *Larhyss Journal*, n°23, 139-154.
- **Ouhmidou, M., Chahlaoui, A., Kharroubi, A., Chahboune, M., (2015):** Study of the physico-chemical and bacteriological quality of the barrage hassan addakhil of errachidia (Morocco). *Journal of Materials and Environmental Science* 6(6):1663-1671
- **Ounissi M., Bouchareb N., (2013):** Nutrient distribution and fluxes from three Mediterranean coastal rivers (NE Algeria) under large damming *Comptes*.

P

- **Paul.R De-icing salts as a source of water pollution.,(2017):** Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto .
- **Pesson P. and Leynaud G. (1980):** La Pollution des eaux continentales: incidence sur les biocénoses aquatiques. Gauthier-Villars.
- **PNUE/PAM/MED POL., (2013):** Fleuves de la mer Méditerranée : Débit d et 39;eau et flux de nutriments. PNUE/PAM, MED POL CEFREM, p. 30.
- **Preston S. D., Bierman Jr. V. J., Silliman S. E., (1989):** An evaluation of methods for the estimation of tributary mass loads. *Water Resources Research* 25(6):1379-1389.
- **Przytulska, A., Bartosiewicz, M., Vincent, W.F., (2017):** Increased risk of cyanobacterial blooms in northern high-latitude lakes through climate warming and phosphorus enrichment. *Freshw. Biol.* 62, 1986–1996.

R

- **Ramade F. , (1984):** Eléments d'écologie -écologie fondamentale. Edition *Marc Graw-Hill, Paris*, 397 p.
- **Ramade, F., (1998):** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed iscience internationale, Paris, 786p
- **Rejsek, F., (2002):** Analyses des eaux, les aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. p 109.
- **Rejsek F., (2002):** Analyse des eaux : aspect réglementaire et technique. Edition *CRDP AQUITAINE*. Collection biologique technique, 64 p.
- **Remini B., (2010) :** La problématique de l'eau en Algerie du Nord. *Larhyss Journal* 8:27-46.
- **Rodier .J., (1976):** l'analyse de l'eau ; eaux naturelles ; eaux résiduaire ; eaux de mer ; édition dunod, 8eme édition ; pages (945 à1075).
- **Rodier J., (1996) :**Analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eaux de mer. 8^{ème} édition. *DUNOD Paris*, 1400 p.
- **Rodier J., (2009):** Analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 9^{ème} édition *DUNOD Paris*, 1573 p.
- **Rodier J.,(1984):**L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7ème édition. Ed. Dulod, Paris

- **Rodier J., Bazin C, Broutin J, Champsaur H et Rodier L., (2005):** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eaux de mer. 8^{ème} édition. Dunod bordas. Paris, 1383p.
- **Rodier, J.,(2005) :** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer 8^{ème} édition. Edition Dunod.

S

- **Saila, S., Poyer, D., Aube, D., (2005):** Small dams and habitat quality in low order streams. Wood-Pawcatuck Watershed Association, Hope Valley, RI < <http://www.wpwa.org> > .
- **Santé Canada.,(2016):** Le manganèse dans l'eau potable. Comité Fédéral Provincial Territorial sur l'eau potable. Document de consultation publique. 127p.
- **Santucci, V., Gephard, S., Pescitelli, S., (2005).** Effects of multiple low-head dams on fish, macroinvertebrates, habitat, and water quality in the fox river, Illinois. North Am. J. Fish. Manag. 25, 975–992.
- **Sinokrot, B.A., Gulliver, J.S., (2000):** In-stream flow impact on river water temperatures. J. Hydraul. Res. 38, 339–349.
- **Smith, S.C.F., Meiners, S.J., Hastings, R.P., Thomas, T., Colombo, R.E., (2017):** Low-head dam impacts on habitat and the functional composition of fish communities. River Res. Appl. 33, 680–689.
- **Spellman., amp; Frank R., (2008):**The Science of water: concepts and applications. 2nd Ed.CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.
- **Stanley, E., Luebke, M., Doyle, M., Marshall, D., (2002):** Short-term changes in channel form and macro invertebrate communities following low-head dam removal. J. North Am. Benthol. Soc. 21, 172–187.
- **Stengel P. et Gelin S., (1998):** Sol interface fragile Ed. INRA- Paris. 213p.
- **Steven H, ficke J, Smoot G., (1975) :** Water tempera-true, influential factors, field measurement and data presentation. Techniques of water-resources investigations of the US Geological Survey. book 1 - Chap d1.

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.
- **TARDATH .H et BEAUDRY. J.P. « chimie des eaux, les griffons d'argile », (1984), Henry, T., M., (1984):** Chimie des eaux, édition. Les griffons d'argiles, 1ère, édition, INC Canada.537 pp. E, Paris.179 p.

V

- **Vilagines R., (2003) :** Eau, environnement et santé publique : Introduction à l'hydrologie. 2ème édition, médicales Internationales, Lavoisier, pp71-75-183.

W

- **Wanélus F., (2016):** Caractérisation physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine dans la Région Métropolitaine de Port-au-Prince, Haïti. Travail de Fin d'Etudes. 64p.
- **WHO (World Health Organization), (2006) :** Guidelines for drinking-water quality. First addendum to third edition. Volume 1. Recommendations. 595p.
- **WHO (World Health Organization), (2011):** Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva. 564p.

X

- **Xu, C., Letcher, B.H., Nislow, K.H., (2010):** Context-specific influence of water temperature on brook trout growth rates in the field. *Freshw. Biol.* 55, 2253-2264.

Z

- **Zerahn B, Kofoed-Enevoldsen A, Jensen BV, et al.,(1999):** Pulmonary damage after modest exposure to zinc chloride smoke. *Respiratory medicine.* 1999;93:885–890.
- **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.



Résumé

Résumé:

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 et couvre une superficie de 1735 Km², avec une population de l'ordre de plus de 200 000 habitants, c'est un bassin versant à vocation agricole, le barrage de Charef est le barrage le plus important avec une capacité de 157 10⁶ m³ destinés essentiellement à l'irrigation. Ce travail a pour objectif principal de déterminer l'effet du barrage sur la température du cours d'eau. La température en même titre que la salinité, la CE, les TDS et le débit suivent le même comportement et représentent des ordres de grandeur dans les eaux à l'amont du barrage supérieurs à ceux de son aval quelle que soit la saison. En termes de flux le barrage de Charef reçoit annuellement 150 10⁶ m³ d'eaux et 0.18 10⁶ t de TDS, et retient 41% et 55% de flux d'eau et de TDS respectivement. Le budget est toujours négatif c'est-à-dire le barrage Charef fonctionne comme un véritable consommateur d'eau et de TDS. Il a été extrêmement affecté par les dépôts de sels qui pourrait conduire à une salinisation grave des eaux et à un colmatage rapide de barrage, ce qui limite son utilisation tant au niveau qualitatif que quantitatif. Le flux spécifique de TDS à l'amont du barrage de Charef a atteint environ 104 t km² an⁻¹, les bassins versants de l'Algérie sont parmi les plus érodés et nécessitent un aménagement et une protection contre l'érosion. Le temps de séjour des eaux dans le barrage de Charef représente une variabilité saisonnière très prononcée, avec un maximum de 8.7 ans enregistré dans la période sèche et une moyenne annuelle de 2.3 ans, ce qui qualifie le barrage de Charef comme un petit barrage. Il est important de souligner que la température représente une corrélation positive avec le temps séjours par conséquent une corrélation négative avec le débit. Il y avait un refroidissement de d'eau en aval du barrage durant la saison humide, bien que moins prononcé qu'en saison sèche, mais durant toute la période d'étude, il n'y avait pas de différences significatives entre les températures des eaux en amont et en aval du barrage. Les lâchers de barrage par les évacuateurs de crue semblent être la meilleure façon pour réduire les impacts thermiques. Ces eaux chargées en TDS déversées en aval du barrage peuvent minimiser la salinisation des eaux du barrage d'une part et fournir de l'eau et des sels pour les écosystèmes situés à l'aval du barrage d'autre part.

Mots clés: Barrage de Charef, température, matières totales dissoutes, flux spécifique, temps de séjours.

Abstract :

The sub-watershed of Wadi Charef is located in the north-east of Algeria. It is part of the large watershed of Seybouse, and it covers an area of 1735 km², with a population of about 200,000 inhabitants, it is a watershed for agricultural purposes, Charef's dam is the largest dam with a capacity of 157,106 m³ intended mainly for irrigation. The main objective of this work is to determine the effect of the dam on the temperature of the watercourse. The temperature as well as the salinity, the EC, the TDS and the flow follow the same behavior and represent orders of magnitude in the water upstream of the dam higher than those of its downstream regardless of the season. In terms of flow, Charef's dam receives 150,106 m³ of water annually and 0.18,106 t of TDS, and retains 41% and 55% of water flow and TDS respectively.

The budget is still negative, that is to say Charef's dam operates as a real consumer of water and TDS. It was extremely affected by the deposits of salts which could lead to a serious salinization of the water and a rapid clogging of the dam, which limits its use both in qualitative and quantitative terms. The specific flow of TDS upstream of Charef's dam reached about 104 t km² yr⁻¹, Algeria's watersheds are among the most eroded and require development and protection against erosion. The residence time of water in Charef's dam represents a very pronounced seasonal variability, with a maximum of 8.7 years recorded in the dry period and an annual average of 2.3 years, which qualifies Charef's dam as a small dam.

It is important to emphasize that the temperature represents a positive correlation with the time stays hence a negative correlation with the flow. There was cooling of water downstream of the dam during the rainy season season, yet less pronounced during the dry season. However, throughout the study period there were no significant differences between the temperatures of the dams. Water upstream and downstream of the dam. Launching dams via spillways is considered as the best way to reduce thermal effects. This TDS-laden water discharged downstream of the dam can reduce the salinity of the dam's water on the one hand and provide water and salts to the downstream ecosystems on the other hand

Key words: Charef's dam, temperature, total dissolved matter, specific flux, residence time.

الملخص :

تقع مجمعات المياه الفرعية لوادي الشارف في شمال شرق الجزائر. وهي جزء من مستجمعات المياه الكبيرة في سيبوس وتغطي مساحة 1.735 كيلومتر مربع ، ويبلغ عدد سكانها أكثر من 200000 نسمة ، وهي منطقة متر مكعب مخصصة للري. الهدف الرئيسي من 10^6 157 مستجمعات زراعية ، سد الشارف هو الأكبر مع مساحة سعة هذا العمل هو تحديد تأثير السد على درجة حرارة التيار المائي. تتبع درجة الحرارة جنباً إلى جنب مع الملوحة والتوصيل الكهربائي والمواد الصلبة الذائبة والتدفق تتبع نفس السلوك وتمثل أوامر الحجم في مجرى المياه في أعلى السد أكبر من متر مكعب من 10^6 150 تلك الموجودة في اتجاه مجرى النهر في أي موسم. من حيث التدفق ، يستقبل سد الشارف سنوياً أطنان من إجمالي المواد الصلبة الذائبة ، ويحتفظ بنسبة 41% و 55% من تدفق المياه والمواد الصلبة 0.1810^6 المياه و الذائبة على التوالي لا تزال الميزانية سلبية ، أي أن سد شارف يعمل كمستهلك حقيقي للمياه والمواد الصلبة الذائبة. وقد تأثر بشدة برواسب الأملاح التي يمكن أن تؤدي إلى تملح المياه بشكل خطير وانسداد سريع للسد ، مما يحد من استخدامه من الناحيتين النوعية والكمية. بلغ التدفق النوعي للمواد الصلبة الذائبة عند المنبع لسد الشريف حوالي 104 أطنان كيلومتر مربع في العام الأول ، وتعتبر مستجمعات المياه في الجزائر من بين أكثر المستجمعات تآكلاً وتتطلب التطوير والحماية من الانجراف. تمثل فترة بقاء المياه في سد شارف تقلباً موسميًا واضحًا للغاية ، 8 حيث تم تسجيل 7 سنوات كحد أقصى في فترة الجفاف ومتوسط سنوي يبلغ 2.3 سنة ، مما يؤهل سد الشارف كسد صغير من المهم التأكيد على أن درجة الحرارة تمثل ارتباطاً إيجابياً مع الوقت ، وبالتالي فإن الارتباط السلبي مع التدفق. كان هناك تبريد لمياه أسفل مجرى السد خلال موسم الأمطار ، على الرغم من أنه أقل وضوحاً مما كان عليه في موسم الجفاف ، ولكن طوال فترة الدراسة لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين درجات حرارة السدود. يبدو أن إطلاق السدود عن طريق المجاري المائية هو أفضل طريقة لتقليل التأثيرات الحرارية. يمكن لهذه المياه المحملة بالمواد الصلبة الذائبة التي يتم تصريفها في اتجاه مجرى السد أن تقلل من تملح مياه السد من ناحية وتوفر المياه والأملاح للنظم البيئية الواقعة أسفل مجرى السد من ناحية أخرى.

الكلمات المفتاحية: سد الشريف ، درجة الحرارة ، المادة المذابة الكلية ، التدفق النوعي ، مدة الإقامة.