



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

المركز الجامعي أحمد الونشريسي بتسمسيت

Centre Universitaire El Wancharissi de Tissemsilt

Institut des Sciences et Technologies

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Ecologie et Environnement

Option: Protection des Ecosystèmes

Thème

Contribution à l'étude de la qualité de l'eau du barrage Bougara pour l'utilisation en irrigation

Présenté par :

Mr. REBHI Mohamed

Devant les membres de jury :

Mr. BENCHOHRA M.	MCA	C.U. Tissemsilt	President
Mr. OUABEL H.	MAA	C.U. Tissemsilt	Examineur
Mr. TALEB Mohamed A.	MCB	C.U. Tissemsilt	Encadreur

Année universitaire : 2018-2019

Liste des figures

Figure 2.1. : Localisation du barrage Bougara

Figure 2.2. : diagramme ombrothermique de la zone d'étude

Figure 2.3. : Climagramme d'Emberger

Figure 4.4. : comparaison de pH

Figure 4.5. : comparaison de la DBO5

Figure 4.6. : comparaison de la DCO

Figure 4.7. : comparaison Du taux d'azote

Liste des tableaux

Tableau 1.1. : Liste des cultures irrigable par des eaux usées traitées

Tableau 2.1. : Température de la zone d'étude

Tableau 2.2. : Pluviométrie de la zone d'étude

Tableau 4.1. : Statistique descriptive

Table des matières

Introduction

1.1. L'eau :	3
1.2. Les eaux naturelles :	3
1.2.1. Les eaux atmosphériques :	4
1.2.2. Les eaux souterraines :	4
1.2.3. Les eaux de surface :	4
1.3. Les eaux usées :	4
1.3.1. Les eaux usées domestiques :	5
1.3.2. Les eaux usées urbaines :	5
1.3.3. Les eaux résiduaires industrielles :	5
1.4. Réutilisation des eaux usées :	6
1.4. L'irrigation :	7
2.1. Identification du barrage du colonel Bougara :	8
2.1.1 Fiche technique du barrage :	9
2.2. Paramètres édaphiques :	10
2.3. Synthèse climatique :	10
2.3.1. Température :	10
2.3.2. Pluviométrie :	11
2.3.3. Vent :	11
2.3.4. Gelée :	11
2.3.5. Neige :	11
2.3.6. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :	12
2.3.7. Climagramme d'EMBERGER :	12
3.1. Objectif :	14
3.2. Matériel et produits utilisés :	14
3.3. Paramètres analysés :	15
3.3.1. Paramètres physiques :	15

3.3.1.1	Température :	15
3.3.1.2	Conductivité :	15
3.3.1.3	pH :	16
3.3.1.4	Turbidité :	16
3.3.1.5	Taux de salinité :	16
3.3.1.6	Matières en suspension :	17
3.3.1.7	Taux des sels dissous (TDS) :	17
3.3.2	Paramètres chimiques :	18
3.3.2.1	Demande biochimique en oxygène :	18
3.3.2.3	Métaux lourds :	18
3.3.2.4	Détermination des nitrites (NO ₂) :	19
3.3.2.5	Détermination des nitrates (NO ₃) :	19
3.3.2.6	Détermination de l'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺) :	20
3.3.2.7	Détermination des phosphates (PO ₄ ³⁻) :	20
3.3.2.8	Chlore :	20
3.3.3	Paramètres bactériologiques :	21
3.3.3.1	Recherche et dénombrement des germes totaux.....	21
3.3.3.2	Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides :	22
3.3.3.3	Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide :	23
3.3.3.4	Recherche et dénombrement des Clostridium :	24
4	Résultats et discussion	25
4.1	Qualite de l'eau de la STEP :	25
4.2	Qualité de l'eau du barrage :	26
4.3	Discussion :	26
	Conclusion :	32
	Références bibliographique	

Introduction

Introduction

L'agriculture est le premier préleveur d'eau douce. Depuis la fin du XXème siècle, son usage dans le monde s'est considérablement accru. Les progrès agronomiques considérables, notamment liés à l'usage d'intrants coûteux (engrais, pesticides, carburants, machines...) a nécessité de sécuriser les rendements pour rentabiliser ces investissements et réduire la variabilité des rendements. Le recours à l'irrigation a généré une augmentation des besoins de l'agriculture, exacerbés par les sécheresses récurrentes de la fin du XXème siècle.

La progression de la connaissance montre que le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques apporte des services utiles à l'ensemble de la société et qui doivent être maintenus ou restaurés. On parle de débit écologique à maintenir dans les milieux. De plus les autres usages : boisson et hygiène, industries et services progressent partout.

L'agriculture entre donc en concurrence avec les autres usages, y compris dans des régions n'ayant pas connu jusqu'à présent les restrictions de prélèvement.

Les eaux de pluies représentent plus de 70 % de l'eau utilisée dans la production agricole. Cette agriculture dite pluviale fournit 60 % de l'alimentation et utilise 80% des surfaces agricole. Elle se révèle particulièrement vulnérable au changement climatique, mais il ne faut pas pour autant considérer que les systèmes irrigués sont à l'abri de toute restriction et que les progrès techniques et agronomiques suffiront à assurer la production mondiale. Les pratiques doivent continuer d'évoluer pour préserver toujours davantage les milieux aquatiques.

La valorisation du recyclage et de la réutilisation des eaux usées est devenue une des solutions utiles pour faire face au déficit hydrique. L'installation des stations d'épuration des eaux usées permet de récupérer une quantité importante des eaux qui peuvent être utile pour l'irrigation.

L'irrigation par des eaux usées épurées n'est pas sans risque. C'est dans ce cadre que les gouvernements et les organisations ne cessent pas de multiplier les efforts pour déterminer les meilleures conditions pour en tirer le maximum de profit et de préserver la santé de l'être humain et son environnement.

La construction des barrages a pour objet le stockage des eaux de précipitations. Le renouvellement de ce stocke n'est pas toujours facile suite aux épisodes de sécheresse parfois prolongée ce qui impose le recours à des sources non-conventionnelle des eaux pour compenser ce déficit hydrique.

Notre travail s'inscri dans ce cadre ayant pour but la vérification de la qualité des eaux du barrage de Bougara qui est utilisé pour l'irrigation. Pour réaliser ce but on étudie les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux du barrage et celle de station d'épuration qui diverse ses rejets dans le barrage.

Chapitre 1 :

Généralités sur

l'eau

1.1. L'eau :

L'eau est un liquide naturel, vital, inodore, sans saveur et transparent à l'état pur ; sa composition, H_2O , a été déterminée en 1783 par Lavoisier et Meusnier (Bouarour, 2008).

L'eau est un très bon solvant. Elle sert de milieu réactionnel pour tout métabolisme naturel et vivant. Elle est également un élément essentiel dans l'industrie alimentaire, puisqu'elle est utilisée pour le lavage et le traitement des aliments, pour la stérilisation des produits ou du matériel, pour le nettoyage, le refroidissement et l'alimentation des chaudières.

1.2. Les eaux naturelles :

Dans la nature les eaux absolument pures n'existent pas, car elles contiennent toujours de nombreuses substances d'origine naturelle ou provenant de l'activité humaine.

1.2.1. Les eaux atmosphériques :

Elles sont généralement précipitées sous forme de pluie, neige et grêle. On y trouve surtout des gaz dissous mais les sels dissous sont presque totalement absents. Donc théoriquement c'est une eau distillée (Dupont, 1981 *in* Chaïbi et Khedouci, 2012).

1.2.2. Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines proviennent de la pluie qui ruisselle plus ou moins avant de s'infiltrer dans le sol. Elles peuvent provenir également d'eaux superficielles s'infiltrant dans le sous-sol d'un cours d'eau (nappe alluviale) ou s'engouffrant dans les fissures du sol. Les eaux souterraines enfouies dans le sol sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Leur qualité naturelle va donc être influencée par la géologie du terrain et se charge de sels minéraux (Dupont, 1981 *in* Chaïbi et Khedouci, 2012).

1.2.3. Les eaux de surface :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. On a parfois recours en vue de l'alimentation publique aux eaux

de surface véhiculées par les cours d'eaux, à celles contenues dans les lacs ou maintenues des barrages réservoirs. Ces eaux comprennent à la fois l'eau de ruissellement de surface du bassin versant, ainsi que l'apport lointain d'eau de déversement des sources.

Elles sont rarement potables, car elles sont polluées bactériologiquement et chimiquement (industrie et agriculture). Elles doivent subir un traitement particulier les débarrassant de tous organismes pathogènes ou polluants dangereux pour les utilisateurs.

1.3. Les eaux usées :

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluente est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme «<Tout changement défavorable des caractéristique naturelles (biologiques ou physico-chimique) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines>>. (Meziane, 2014)

1.3.1. Les eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux de vannes (urines et matières fécales), (Baumont et *al.*,2004).

Elles se caractérisent par la présence des composés azotés, de micro-organismes, de la matière minérale (chlorure, phosphate, sulfate), et, dans certains cas, d'autres éléments tels que le soufre, le phosphore, le fer, etc.) (Vaillant, 1974; Dadi, 2010).

1.3.2. Les eaux usées urbaines :

Elles comprennent les eaux de Ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés), les eaux qui ruissellent sur les toitures, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés trainant toutes sorte de déchets minéraux et organiques (Desjardins, 1997).

1.3.3. Les eaux résiduaires industrielles :

Elles désignent les eaux qui proviennent des activités industrielles. Ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre.

Selon la branche industrielle considérée, Guy et Christines, (1979) ont classé les eaux résiduaires industrielles en sept groupes :

- Les eaux des industries agro-alimentaires ;
- Les eaux des industries des bois ; cellulose, papiers ;
- Les eaux des industries combustibles ;
- Les eaux des industries métallurgiques des mines et de transformation ;
- Les eaux des industries chimiques ;
- Les eaux des industries pharmaceutiques et phytosanitaires ;
- Les eaux des industries textiles et des matières plastiques.

1.4. Réutilisation des eaux usées :

L'objectif de traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation et pouvant par la suite être évacuées sans danger dans le milieu naturel ou bien être réutilisée dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau, plus particulièrement en milieu industriel et agricole.

Le potentiel en Algérie de cette ressource est estimé à 750 Hm³. L'importance de cette source non conventionnelle de l'eau, utilisée notamment en irrigation, a poussé le gouvernement Algérien à prendre des mesures législatives en faveur d'une bonne gestion dans le cadre du développement durable et la protection de l'environnement. La législation en vigueur a déterminé les normes d'une eau épurée destinée à l'irrigation sans risque pour la santé humaine ainsi la liste des cultures concernées.

Tableau 1.1. : Liste des cultures irrigable par des eaux usées
traitées (JORADP, 2012)

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères	Bersim, maïs, sorgho fourrager, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

1.4. L'irrigation

Le développement de l'agriculture est lié principalement à l'utilisation et la valorisation des eaux superficielles. La construction des barrages et des retenues collinaires est un moyen de stockage des eaux pour leur utilisation dans l'irrigation des cultures.

L'irrigation est l'opération par laquelle l'homme apporte artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides (El-Asslouj et *al*, 2007).

De tout temps, les sociétés humaines ont déployé des trésors d'imagination pour détourner de multiples manières l'eau nécessaire à leur culture et irriguer leurs champs.

Certaines méthodes se contentent de mobiliser les eaux de crues des rivières ou les eaux de pluie. Elles interviennent peu sur les cours des rivières et déplacent peu les eaux dans l'espace.

Au bord de certains grands fleuves africains par exemple, les paysans cultivent les terrains susceptibles d'être légèrement inondés par les eaux grossies du fleuve à la saison des pluies, qu'ils ensemencent juste avant la montée des eaux.

Très utilisée en Asie, mais également en Afrique, notamment pour la culture du riz, la construction de tout un réseau de petits canaux et de digues permet de récolter les eaux de crue des rivières, de les distribuer en contrôlant leur niveau dans chaque parcelle et de les y retenir. En Inde et au Brésil, se développe également l'usage de petites retenues d'eau, dites collinaires, édifiées en amont des vallées. Ces petits barrages en terre, de faible profondeur, récupèrent et stockent, pendant la saison des pluies, les eaux de ruissellement et les eaux de pluie, lesquelles peuvent ensuite être utilisées au profit des cultures.

Chapitre 2 :

Zone d'étude

2.1. Identification du barrage du colonel Bougara :

Le barrage du colonel Bougara est situé en aval du barrage Dahmouni sur le même cours d'eau de Nhar Ouassel. Il est localisé entre les limites de la wilaya de Tissemsilt et de Tiaret sur trois commune Bougara et Hamadia de la wilaya de Tiaret et Tissemsilt de la wilaya de Tissemsilt (Fig. n°01).

Les travaux de réalisation du barrage ont été achevés en Mai 1991 sur la base d'un bassin versant d'une superficie de 454km². Cette réalisation a permis la création d'un périmètre agricole irriguée de 798ha dont 89ha relevant de la wilaya de Tiaret et le reste appartenant à la wilaya de Tissemsilt.

Un réseau d'irrigation par gravitation a été installer pour desservir des exploitations agricoles des communes de Bougara, Tissemsilt, Khemisti et Layoune.

En plus de Nhar Ouassel, le barrage est alimenté par les eaux des précipitations et les eaux usées traitées provenant de la station d'épuration (STEP) de Tissemsilt avec un volume de 15.000 à 20.000m³/jour.



Figure 2.1 : Localisation du barrage Bougara (geoportail ONID, 2019)

2.1.1 Fiche technique du barrage :

Wilaya : Tiaret

Commune : Col Bougara

Oued : Nahr Oussel

Type : En terre homogène avec drain cheminé.

Déversoir : Latérale.

Début des travaux : Septembre 1987

Fin des travaux : Mai 1991

Capacité initiale : 13.00 Hm³

Apport moyen annuel : 9.0 Hm³

Précipitation moyenne annuelle : 355 mm

Envasement annuel : 0.030 Hm³

Volume régularisé : 5.5 Hm³

Cote de la retenue normale : 809.50 m

Surface du plan d'eau à la RN : 510.16 m

Surface du bassin versant : 454 km²

2.2. Paramètres édaphiques :

Le périmètre du barrage Bougara est occupé par des terres de bonne valeur agricole. Leur composition est plus ou moins sableuse à limons fins de couleur sombre. La céréaliculture, qui est la destination exclusive de ces terres, enregistre des rendements qui peuvent aller jusqu'à 25Qx/ha (DSA,2007)

Des terres de mauvais rendement sont situées au sud du barrage représentées par des terrains accidentés avec aspect rocheux ou rocailleux.

2.3. Synthèse climatique :

Les conditions climatiques du barrage s'expliquent par sa situation géographique, le caractère de circulation atmosphérique et le relief de son territoire (Ladjal, 2013).

2.3.1. Température :

La synthèse des températures enregistrées durant la période 1998-2005 montrent que la température minimale moyenne est de 1.47°C correspond au mois de Janvier qui est le mois le plus froid. Le mois le plus chaud est Juillet avec une température maximale moyenne de 36.64°C

Tableau 2.1. : Température de la zone d'étude (Abderrahim, 2016)

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	mai	Juin	Jul.	aout	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
T _{min}	1.47	2.03	4.76	5.75	9.51	14.64	17.68	17.87	14.23	10.93	5.41	2.34
T _{max}	11.64	12.34	15.91	20.24	25.55	32.63	36.64	35.88	29.34	24.37	16.14	11.97
T _{moy}	6.35	6.91	10.33	12.99	17.45	23.66	27.19	26.88	21.78	17.65	10.77	7.15

2.3.2. Pluviométrie :

La végétation est influencée par la pluviométrie qui est un élément essentiel dans la détermination du climat d'une région. Le climat de la zone d'étude est caractérisé par deux saisons l'une pluvieuse durant la période froide et l'autre sèche durant la période chaude. Comme toutes les régions du bassin méditerranéen les pluies sont males répartit le long de l'année (Emberger, 1955)

Les données pluviométriques sont portées dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2. : La pluviométrie de la zone d'étude (Abderrahim, 2016)

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Jul	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	54,41	54,38	51,06	38,15	32,02	10,85	1,85	8,61	24,5	32,34	51,51	47,44

2.3.3. Vent :

Le vent dominant de la zone d'étude a une direction nord-ouest. Sa direction et son intensité ont une grande importance dans la détermination du climat. Le sirocco est remarqué durant la saison estivale.

2.3.4. Gelée :

L'altitude et l'exposition de la région déterminent la présence de la gelée. Cette dernière est remarquée dès le mois de décembre. La gelée tardive qui peut durer jusqu'au mois d'avril est l'un des principales causes de destruction des récoltes.

2.3.5. Neige :

La neige représente une source d'eau non négligeable pour le sol et les végétaux dans le périmètre agricole de Tissemsilt. Elle tombe surtout en hiver avec une moyenne de 06 jours/ans.

2.3.6. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le tracé du diagramme ombrothermique de la zone d'étude (Figure 2.2.) révèle une saison sèche qui s'étale du mois de mai jusqu'au mois d'octobre.

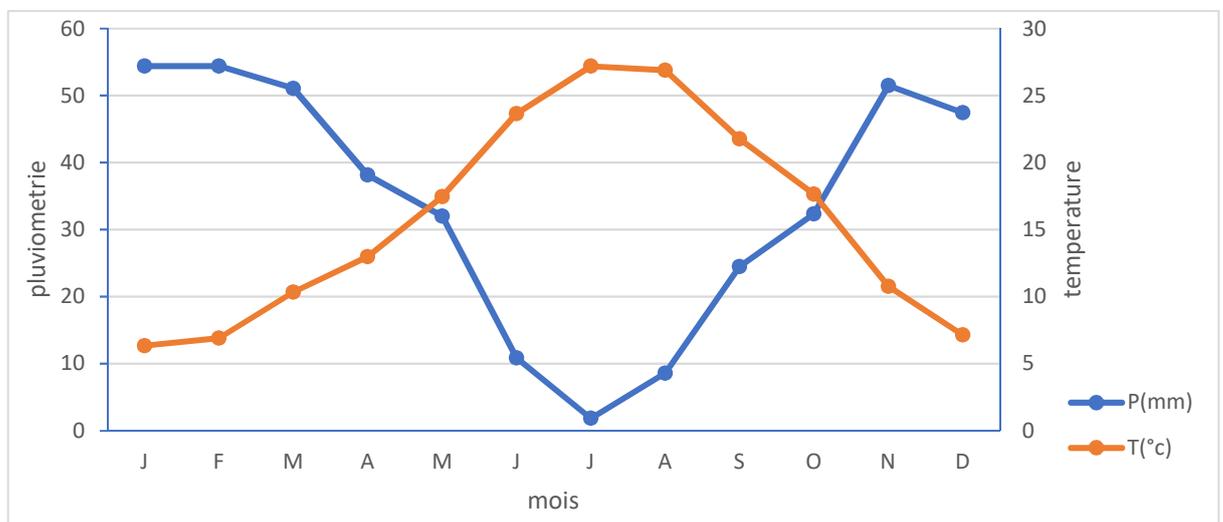


Figure 2.2 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude

2.3.7. Climagramme d'EMBERGER :

Le quotient d'Emberger est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages bioclimatiques.

Emberger (1955) à préciser 5 étages bioclimatiques : humide, subhumide, aride, semi-aride et saharien et 4 variantes thermiques : A hiver froid $m < 0^{\circ}\text{C}$; A hiver frais $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$; A hiver doux ou tempéré $3^{\circ}\text{C} < m < 5^{\circ}\text{C}$; A hiver chaud $m < 7^{\circ}\text{C}$.

La détermination de l'étage bioclimatique d'une zone se fait par le biais du climagramme d'Emberger. Le quotient pluviométrique et la température minimale moyenne permettent de positionner la région sur le climagramme. Le quotient est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

D'où :

Q2 : quotient pluviométrique ;

P : Précipitation annuelle en mm ;

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en K

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en K

avec : $K = ^{\circ}\text{C} + 273,15$

Après calcul on obtient les résultats suivants.

$$P = 407,12 \text{ mm}$$

$$M = 36,64 + 273 = 309,64$$

$$m = 1,47 + 273 = 274,47$$

Donc $Q = 39,64$ et $3 < m < 5^{\circ}\text{C}$.

La valeur du quotient de la région égale à 39.64 ce qui permet de classer la zone d'étude dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Figure 2.3).

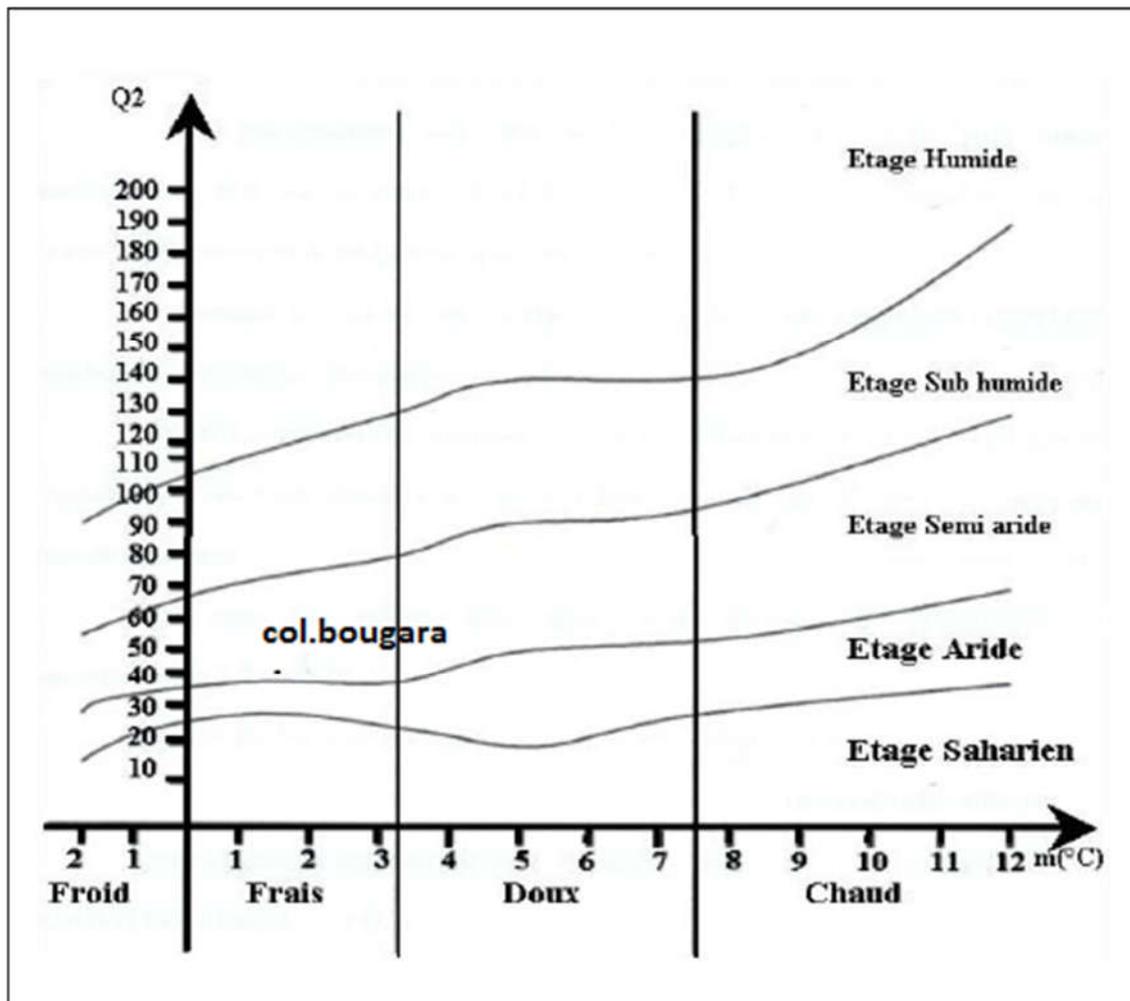


Figure 2.3 : Climagramme d'Emberger

Chapitre 3 :

Matériel et

méthodes

3.1. Objectif :

L'objectif de cette étude consiste à identifier la qualité des eaux du barrage de BOUGARRA et sa valorisation pour l'irrigation des cultures. Le travail se réalise par des analyses de l'eau en deux étapes : la première étape est l'analyse des eaux sortantes de la STEP et la deuxième étape est l'analyse des échantillons d'eau sortante du barrage. Les résultats sont par la suite comparés aux normes définies par la législation Algérienne ainsi que les normes OMS, française et européennes.

Les analyses réalisées porteront sur des paramètres physiques, chimique et bactériologiques. Certaines analyses n'ont pas eu lieu par manque de matériel ou de réactif.

3.2. Matériel et produits utilisés :

Le matériel et les produits utilisés dans l'analyse des eaux du barrage sont :

- Appareil multi-paramètre ;
- Photomètre multi paramètre ;
- Turbidimètre ;
- Conductimètre ;
- Spectrophotomètre –absorbant ;
- Cuve de 10 ml, flacon ;
- Réactif : poudre de DPD, acide ascorbique, réactif mixte, NaOH à 30%, H_2SO_4 , d'eau distillée, Tartrate double de sodium et de potassium, d'acide nitrique, d'eau oxygénée ;
- Bain de sable ;
- Papier filtre.
- Rampe de filtration
- Pompe à vide
- Flacon aspirateur
- Boites de pétries

- Membranes filtrantes (0.45 μ m)
- Bec benzène
- Gélose tergite et gélose TSE.

3.3. Paramètres analysés :

3.3.1. Paramètres physiques :

3.3.1.1 Température :

La température renseigne sur l'origine et l'écoulement de l'eau. Elle est mesurée par le thermomètre (Bendada et *al.*, 2011).

Elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels, sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour connaître l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Rodier, 2005).

. Mode opératoire :

La température est déterminée à l'aide d'un appareil multi-paramètre au niveau du laboratoire :

- ⊙ Faire plonger le thermomètre dans l'eau de barrage ;
- ⊙ Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité de l'électrode reste immergée dans l'eau.

3.3.1.2. Conductivité :

La conductivité renseigne aussi bien la capacité de l'eau à conduire le courant électrique que sur la teneur en matières dissoutes dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement. Pour cela on a utilisé un appareil appelé conductimètre (Bendada et *al.*, 2011).

. Mode opératoire :

- ⊙ Faire plonger l'électrode de l'appareil dans l'eau ;
- ⊙ Faire la mesure.

3.3.1.3. pH :

Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 (Rodier et *al.*, 2009)

La valeur du pH dépend de l'origine de l'eau et de la nature géologique de son cours.(Pedro, 1993 *in* Abderrahim, 2016).

. Mode opératoire :

Le pH a été mesuré avec un appareil multi-paramètre au niveau du laboratoire.

3.3.1.4. Turbidité :

La turbidité permet d'évaluer la pureté de l'eau. Elle est causée par les particules en suspension (débris organiques, argiles, micro-organismes...). Une turbidité forte permet à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension et la qualité bactériologique est donc suspecte. Elle se mesure à l'aide d'un turbidimètre (ADE, 2013).

. Mode opératoire :

- ⊙ Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec l'échantillon à analyser ;
- ⊙ Bien homogénéiser la solution ;
- ⊙ Vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure ;
- ⊙ Effectuer rapidement la mesure.

3.3.1.5. Taux de salinité :

Le sel qui prédomine est le chlorure de sodium, auquel s'ajoutent une soixantaine d'autres sels. La salinité est la masse de sel dissous dans un litre d'eau, exprimée en grammes par litre (ADE, 2013).

. Mode opératoire :

- ⊙ Faire plonger l'électrode de l'appareil multi paramètre dans l'eau de barrage ;
- ⊙ Faire la mesure.

3.3.1.6. Matières en suspension :

La présence de MES dans l'eau provoque sa turbidité.

. Mode opératoire :*

Pour le dosage de MES, la méthode de filtration par disque filtrant a été utilisée. Cette procédure consiste à filtrer l'eau dans des disques filtrant de 0.45µm ; ses filtres sont par la suite asséchés à 105°C puis pesé après refroidissement. Le taux de MES est exprimé en (g/l) et calculer selon la formule suivante (Rodier, 2005) :

$$\text{MES} = (M1 - M0) 1000 / V$$

Avec

- V : Le volume en millilitre d'échantillon utilisé ;
- M0 : La masse en milligramme du disque filtrant avant utilisation ;
- M1 : La masse en milligramme du disque filtrant après utilisation.

3.3.1.7. Taux des sels dissous (TDS) :

Le TDS est un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans les eaux.

Les substances minérales dissoutes sont souvent :

- Le dioxyde de carbone, qui se dissout dans l'eau en donnant de l'acide carbonique, acide faible.

- Les sels de sodium.

- Les composés ferreux et ferriques provenant de minéraux, et du fer rouillé des canalisations.

- Les chlorures résultant d'entrées salines.

- Les phosphates provenant de détergents.

- Les nitrates provenant des engrais.

. Mode opératoire :*

⊗ Rincer plusieurs fois la cellule de multi-paramètre avec de l'eau distillée et de l'eau à examiner ;

⊗ Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de la cellule.

3.3.2. Paramètres chimiques :

3.3.2.1. Demande biochimique en oxygène :

La DBO₅ correspond au nombre de milligramme d'oxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique par les micros organismes dans un litre d'eau à 20°C (Djeddi, 2007).

. Mode opératoire :*

Pour la réalisation de la DBO₅, deux prélèvements sont nécessaires (Lhuillier, 2010) Le premier sert à la mesure de la concentration initiale en O₂, Le second, conservé à l'obscurité et à 20°C, sert à la mesure de la concentration résiduelle en O₂ au bout de 5 jours.

La DBO₅ est la différence entre ces deux concentrations.

3.3.2.3. Métaux lourds :

Le terme métaux lourd désigne l'ensemble des métaux toxique de forte masse atomique, cadmium ou mercure par exemple. Certains étant des oligo-éléments biogènes souvent doués de propriétés hermétique, d'autre étant sans intérêt pour les êtres vivants et souvent très toxique : le chrome et le cadmium (Ramade, 2005).

Faute de disponibilité de matériels, on s'est limité à déterminer le Plomb, le Cuivre et le Zinc

. Mode opératoire :*

Le mode opératoire utilisé, est celui de Rodier (2005) qui s'articule selon les neuf (9) étapes suivantes :

- ⊗ Filtrer par le papier filtre de 0.45µm, 250 ml d'eau ;
- ⊗ Ajouter 2.5 ml d'acide nitrique NHO_3^- ;
- ⊗ Prélever 100 ml et ajouter 5 ml de NHO_3^- ;
- ⊗ Faire une évaporation à l'aide de bain de sable jusqu'à l'obtention d'un volume de 15 ml ;

- ⊗ Refroidir et ajouter 2 ml d'acide nitrique et 1 ml d'eau oxygénée ;
- ⊗ Faire une évaporation à l'aide de bain de sable jusqu'au volume de 5ml ;
- ⊗ Compléter par l'eau distillée à 50 ml ;
- ⊗ Filtrer et mettre dans un flacon ;
- ⊗ Faire la mesure dans le spectrophotomètre -absorbant.

3.3.2.4. Détermination des nitrites (NO⁻²) :

Les nitrites dans les échantillons à analyser réagissent avec un réactif mixte qui donne un complexe coloré en rose, dont le degré de nuance est proportionnel à la quantité de nitrite présente (ADE, 2013).

**.* Mode opératoire :*

- ⊗ Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- ⊗ Ajouter 1 ml du réactif mixte ;
- ⊗ L'apparition de la coloration rose indique la présence des nitrites ;
- ⊗ Faire la lecture au spectrophotomètre.

3.3.2.5. Détermination des nitrates (NO⁻³)

La détermination des nitrates se fait par le dosage du salicylate de sodium qui, en sa présence, donne une couleur jaune (ADE, 2013).

**.* Mode opératoire :*

- ⊗ Prendre 10 ml d'eau à analyser ;
- ⊗ Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;
- ⊗ Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;
- ⊗ Evaporer à sec à l'étuve à 75-88°C ;
- ⊗ Laisser refroidir ;
- ⊗ Reprendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ et laisser reposer 10 min ;
- ⊗ Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- ⊗ Ajouter 15 ml de Tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre.

3.3.2.6. Détermination de l'azote ammoniacal (NH₄⁺) :

La mesure spectrométrique s'effectue sur un composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylates et hypochlorites en présence de nitropruciate de sodium (ADE, 2013).

**.* Mode opératoire :*

- ⊗ Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- ⊗ Ajouter 4 ml de réactif 1 et 4 ml du réactif 2 ;
- ⊗ Ajuster la solution à 50 ml avec l'eau distillée ;
- ⊗ Attendre 1h 30min (l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH₄⁺) ;
- ⊗ Faire la lecture au spectrophotomètre.

3.3.2.7. Détermination des phosphates (PO₄³⁻) :

Le phosphate, généralement, responsables de l'accélération du phénomène d'eutrophisation s'ils dépassent les normes, celui-ci est considéré comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes (Rodier, 2005).

**.* Mode opératoire :*

- ⊗ Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- ⊗ Ajouter 1ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte ;
- ⊗ Attendre 10 mn (jusqu'au développement de la couleur bleue) ;
- ⊗ Lire directement au spectrophotomètre.

3.3.2.8. Chlore :

Le chlore se combine avec des éléments inorganiques pour former des sels de chlorure et avec des composés organiques pour former des produits organiques chlorés.

Le chlore provoque des dommages environnementaux à des concentrations faibles, il est nocif pour les organismes vivant dans l'eau et dans le sol.

**.* Mode opératoire :*

- ⊙ Remplir une cuve de 10 ml de l'eau à analyser ;
- ⊙ Ajouter un réactif (poudre de DPD) et agiter pendant 20 seconde ;
- ⊙ L'eau se colore avec une couleur rose et à l'aide du photomètre multi paramètre on détermine la teneur du chlore libre dans l'eau.

Pour le chlore total le même mode opératoire est suivi, sauf que la mesure se fait pendant 3 minutes (Anonyme, 2011).

3.3.3. Paramètres bactériologiques :

L'analyse bactériologique a pour but de rechercher et dénombrer les germes existant dans les échantillons d'eau à analyser. Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier, 2005).

L'analyse des eaux prélevées a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants :

- ⊙ Germes totaux ;
- ⊙ Coliformes totaux et fécaux ;
- ⊙ Streptocoques fécaux ;
- ⊙ Clostridium.

3.3.3.1. Recherche et dénombrement des germes totaux :

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

**.* Mode opératoire :*

- ⊙ A partir de l'eau prélevée et des dilutions décimales de 10-1, 10-2, 10-3, 10-4 et 10-5 nous avons porté aseptiquement 1ml en double dans deux boites de Pétri vides d'un diamètre de 90 mm . En totalité 12 boites

contenant 6 différents échantillons « Chaque deux boites contiennent un échantillon identique » ont fait l'objet d'analyse.

⊗ Compléter ensuite avec environ 19 ml de TGEA fondue et refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$.

⊗ Faire ensuite des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

⊗ Laisser solidifier, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de TGEA.

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

⊗ Les boites seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures,
- La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 heures.

⊗ Les colonies apparaissent en masse sous formes lenticulaires.

⊗ Retenir les boites qui renferment entre 15 et 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives.

Calculer ensuite le nombre, de microorganismes dans 1ml à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, et celle de microorganismes à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, à l'aide de l'équation suivante :

$$\frac{\Sigma c}{(n_1 + 0.1n_2)d}$$

Où :

Σc : la somme totale des colonies comptées.

n_1 : nombre de boites comptées dans la 1ere dilution.

n_2 : nombre de boites comptées dans la 2ème dilution.

d : Facteur de dilution à partir duquel le premier comptage a été obtenus.

3.3.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides :

- *Test de présomption :*

Porter aseptiquement :

⊗ 10 ml dans un tube contenant 10ml de milieu BCPLD/C muni d'une cloche de Durham ;

⊗ 1ml dans un tube contenant 10ml de milieu BCPLS/C muni d'une cloche de Durham ;

⊗ - 0,1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPLS/C muni d'une cloche de Durham ;

⊗ Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu, L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

⊗ La lecture se fait selon les prescriptions de la table de *MAC GRADY NPP*.

- *Test de confirmation :*

Le test de confirmation ou test de *MARC KENZIE* est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels, la présence d'*Escherichia Coli*.

Il consiste à faire un prélèvement des tubes de BCPL, agités à l'aide d'une pipete Pasteur et les mettre dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche. Après, Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 h.

⊗ La lecture se fait selon les prescriptions de la table de *MAC GRADY NPP*.

3.3.3.3. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide :

- *Test de présomption :*

Porter aseptiquement :

⊗ 10 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C (double concentration) ;

⊗ 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (simple Concentration) ;

⊗ 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHES/C ;

- ⊙ Bien mélanger le milieu et l'inoculum ;
- ⊙ L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- ⊙ La lecture se fait selon les prescriptions de la table du *NPP*.

- *Test de confirmation :*

Le test consiste à faire un prélèvement des tubes *ROTHE* positifs, agités, à l'aide d'une pipete Pasteur et les mettre dans un tube contenant le milieu *LITSKYEVA* et bien mélanger.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

- ⊙ La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du *NPP*.

3.3.3.4. Recherche et dénombrement des *Clostridium* :

- ⊙ Porter dans deux tubes 1 ml de l'échantillon a analysé ;
- ⊙ Placer les deux tubes dans l'étuve à 80°C pendant 10 minutes suivi par un refroidissement brutal sous l'eau de robinet ;
- ⊙ Compléter chaque tube avec 15 ml de gélose TSN (alun de fer et sulfite de sodium) et mélanger avec précaution ;
- ⊙ Laisser solidifier, puis incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation.

Chapitre 4 :

Résultats et

discussions

4. Résultats et discussion

Notre travail a pour but d'étudier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau du barrage de Bougara et de l'eau rejetée par la STEP et leur conformité aux normes des eaux d'irrigation. De ce fait, les échantillons prélevés ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques et les résultats obtenus sont comparés aux normes.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a tracé des lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées épurées dans l'irrigation sans risques pour la santé humaine dans le cadre du développement durable.

La législation algérienne a permis par le biais du décret interministériel du 02 janvier 2012 de déterminer les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.

Une étude statistique descriptive ainsi qu'une comparaison des valeurs mesurées avec les normes permettent de déterminer la qualité d'eau et la possibilité de son utilisation dans l'irrigation.

4.1. Qualité de l'eau de la STEP :

La STEP de Tissemsilt est une station de traitement à boue activée. L'étude de la qualité des eaux usées épurées de la STEP se fait à travers l'analyse des paramètres physico-chimiques suivantes : le pH, la conductivité, DCO, l'azote (N-NO₃), le phosphore, MES et DBO₅.

La valeur moyenne du pH des eaux rejetées par la STEP de Tissemsilt est de 7.54 qui tend vers la neutralité avec un écart type de 0.068. Cette remarque est valable aussi pour le dosage du DCO qui a une valeur moyenne de 75.33mg/l avec un écart type de 8.46mg/l. Le dosage du DBO₅ montre une moyenne de 15.68mg/l avec un écart type de 2.86mg/l. la concentration moyenne de l'azote (N-NO₃) est de 0.59mg/l. sa variation est importante avec un écart type de 0.41. La concentration moyenne du phosphore est de 1.90mg/l (**Tableau 4.1**).

L'absence des exigences bactériologiques est la cause pour laquelle les tests microbiologiques n'ont pas eu lieu.

Tableau 4.1. : statistique descriptive

	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type
pH	7,54	7,49	7,63	0,068
O₂	4,06	3,38	5,39	0,924
NO₃	0,59	0,31	1,21	0,415
NO₂	0,13	0,07	0,24	0,075
PO₄	1,90	1,85	2,00	0,084
DBO₅	15,68	12,89	18,75	2,858
DCO	75,33	64,93	84,08	8,462

4.2. Qualité de l'eau du barrage :

La qualité de l'eau du barrage est déterminée par un seul échantillon situé loin du déversoir des eaux venues de la STEP afin de voir l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des eaux accumulées dans le barrage.

Le pH de l'eau du barrage est très basique avec une valeur de 9,49. La concentration de l'azote (N-NO₃) est de 1mg/l. La valeur du DBO₅ est de 24.5mg/l alors que celle de la DCO est de 86mg/l. les conditions du travail n'ont pas permis la réalisation des tests microbiologiques.

4.3. Discussion :

Les valeurs des analyses effectuées pour l'eau rejeté par la STEP de Tissemsilt sont au-dessous des valeurs des normes algériennes. Quoique les valeurs des paramètres étudiés respectent les normes, il est difficile de prononcer la conformité de la qualité de ces eaux pour utilisation en irrigation par manque d'informations sur les caractéristiques microbiologiques.

Les analyses de l'autosurveillance effectué pour les eaux usées traitées sont réalisées dans le but de confirmer que l'eau rejetée est sans risque pour l'environnement. Les eaux de la STEP ne sont pas utilisées directement pour

l'irrigation des parcelles. Le barrage de Bougara sert de moyen de stockage et de ce fait apparait l'intérêt de l'étude de certains éléments qui n'ont pas d'exigence particulière pour l'irrigation. La protection de la faune aquatique du barrage est à l'origine de la détermination des valeurs exigées pour le traitement.

Le phosphore (PO_4) est un fertilisant qui peut être nocif en milieu aquatique. Il favorise la prolifération des algues ce qui donne une consommation élevée de l'oxygène et conduit par la suite à un phénomène d'eutrophisation. On remarque que la concentration du phosphore appartient à l'intervalle proposé par les normes algériennes.

L'eau du barrage présente un pH alcalin avec une valeur de 9.49. L'alcalinité de l'eau peut causer la diminution de l'absorption des éléments nutritifs tel que le fer et les oligo-éléments. Reference. Cette situation démontre la variation du pH de l'eau du barrage depuis son origine de la STEP où il été neutre vers une valeur alcaline lui rendant inapproprié pour l'irrigation.

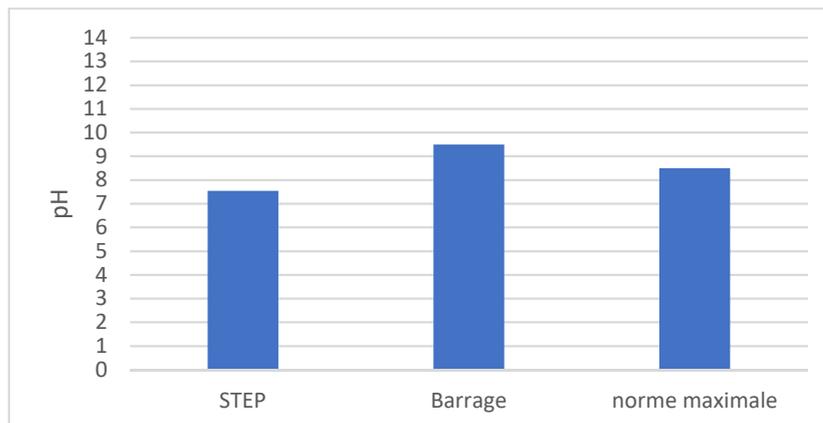


Figure 4.5. : Comparaison du pH

La comparaison des valeurs de la DBO_5 entre la STEP et le barrage montre une augmentation de la valeur ce qui est explicable par le développement des micro-organismes mais reste toujours dans les normes.

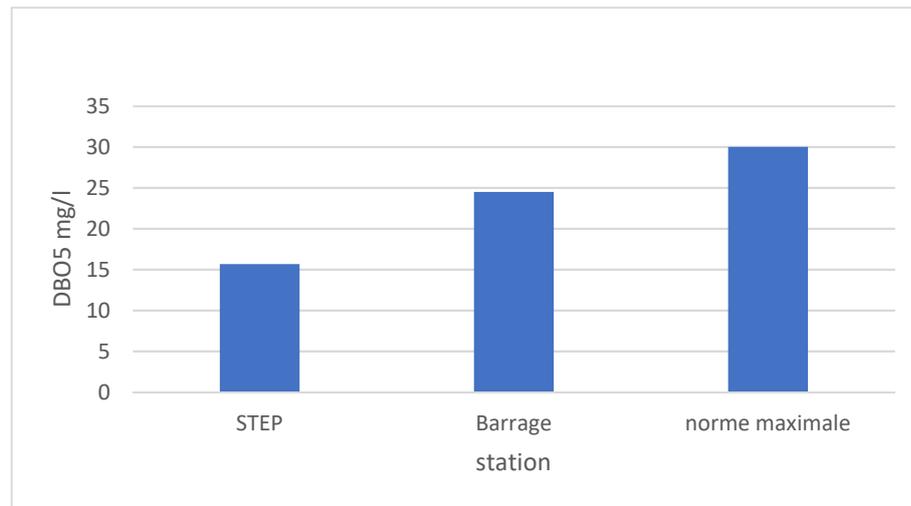


Figure 4.5. : Comparaison de la DBO5

La DCO enregistre une variation importante entre la STEP et le barrage mais reste conforme aux normes. Cette valeur élevée pour l'eau du barrage est proche de la maximale tolérée et montre une charge global en polluant.

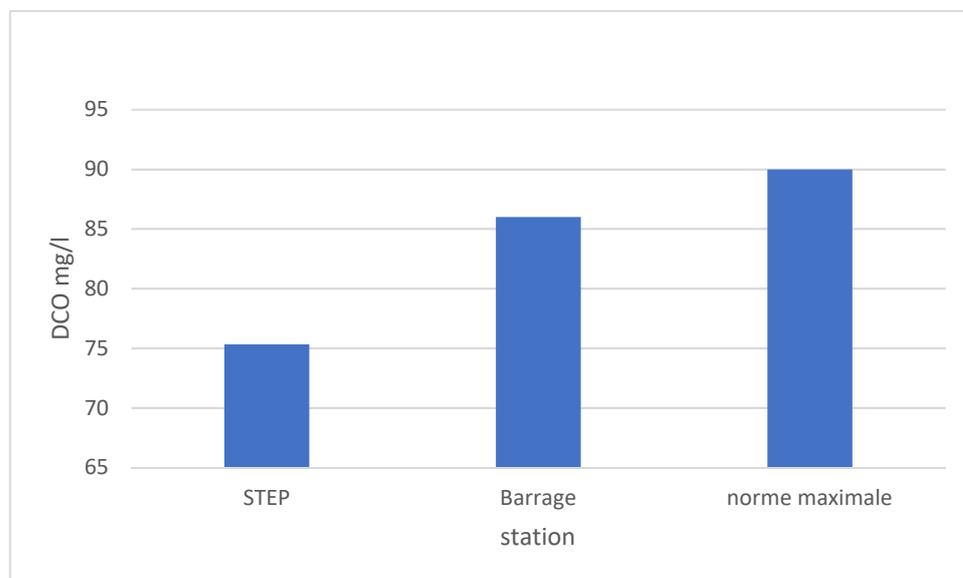


Figure 4.6. : Comparaison de la DCO

L'azote qui est un élément nutritif pour les cultures est présent a des concentration conforme aux normes qui définissent un taux acceptable de 30mg/l. Selon l'OMS, les valeurs de l'azote au-delà de ce seuil sont soumises a des restrictions importantes pour l'utilisation.

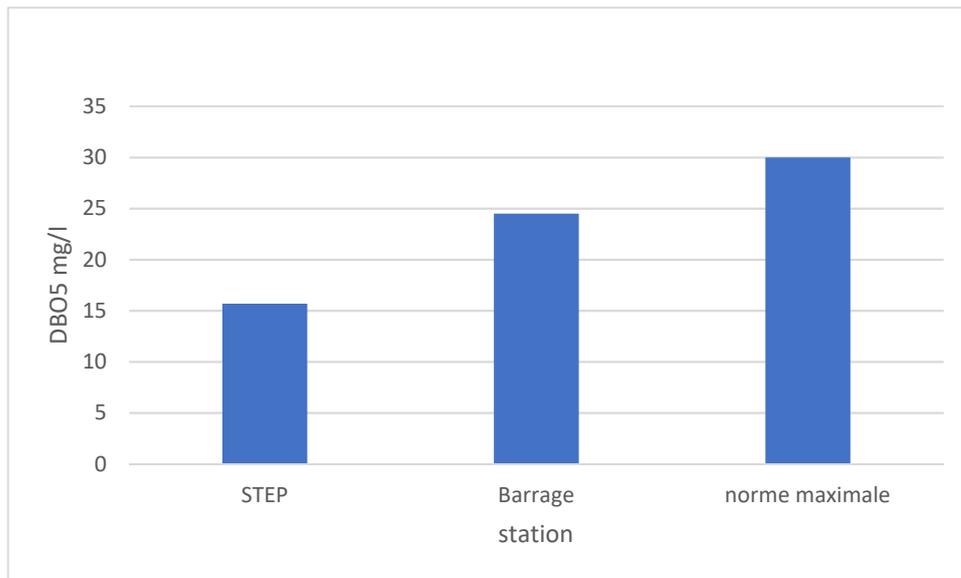


Figure 4.7. : Comparaison du taux d'azote

Le taux de l'oxygène dissous dans l'eau enregistre une nette augmentation entre le barrage et la STEP. L'origine de cette augmentation et l'activité photosynthétique des algues.

Un autre paramètre est à prendre en considération dans la limitation des aires irriguées c'est la qualité des eaux souterraines de la région. La protection de l'environnement pour un développement durable est le premier but de la réutilisation des eaux usées épurées. La réalisation des buts de cette approche doit être selon les directives de OMS pour les objectifs millénaires du développement OMD. La protection des eaux souterraines doit être aussi prise en considération. Si la pollution touche les nappes aquifères ou modifie la nature des eaux souterraines de la zone irriguées l'utilisation de ces eaux doit être arrêté (OMS, 2012).

Les recommandations des experts de l'OMS (1973) exigent la disponibilité des informations sur toutes les sources naturelles ou résiduaires afin de pouvoir ajuster le type de traitement.

La législation dans plusieurs pays comme le Maroc, la France et certains pays de l'Union européenne prévoit un nombre d'échantillon de 24 sur toute l'année à une fréquence d'un échantillon analysé tous les quinze jours

pour les paramètres physico-chimique et microbiologiques. Pour les métaux lourds des analyses sont à effectuer chaque trimestre. Ces normes sont exigibles pour les eaux usées épurées. Les eaux superficielles naturel subissent au moins six tests par an et les eaux souterraines deux tests par an.

Les paramètres indicateurs de la qualité de l'eau destinée à l'irrigation doivent être mesurées selon les méthodes normalisées.

Les rejets de la STEP alimentant le barrage sont évalués a plus de 6 millions m³ ce qui est l'équivalent de plus de la moitié du volume du barrage estimé a 11million m³. La qualité de l'eau doit alors répondre aux mêmes exigences déterminées pour les eaux usées traitées.

La qualité microbiologique des eaux du barrage ne respecte pas les normes. Les résultats d'analyses n'ont pas fait l'objet de comparaison par rapport à la qualité de l'eau de la STEP car elle ne fait pas l'objet de tel étude vue qu'il ne sont pas utilisé directement pour l'irrigation.

Les pratiques agricoles du périmètre irrigué de Bougara doivent utiliser les techniques d'irrigation localise ou il n'y a aucun contact avec le feuillage et les fruits.

La législation en vigueur doit être révisé. Le renforcement des dispositifs de control et l'amélioration du module de gestion intégré doivent être la pierre angulaire dans le développement de la REUE en irrigation.

Une autre problématique est la législation liée à la gestion efficace de l'irrigation est liée à plusieurs facteurs. On note comme facteur principale la tutelle. La gestion du barrage relève des compétences de l'agence national des barrage et transfert (ANBT) alors que le périmètre d'irrigation et géré par l'office national de l'irrigation (ONID). La STEP est sous la tutelle de l'office national de l'assainissement (ONA). L'étude de la qualité des eaux du barrage est une mission dont est chargé l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH). L'absence de cohérence entre ces différents acteurs de la gestion des ressources en eau. A titre d'exemple l'ANRH réalise des

analyses de la qualité de l'eau du barrage mais obtenir ces résultats par l'administration du barrage est payant.

La fréquence des analyses de l'eau fait aussi doit être plus élevé selon le type de culture vise. Les normes internationales exigent au moins une analyse tous les deux mois. Le dosage des métaux lourds n'a pas d'intérêt que si le sol est de texture fine, neutre ou alcalin (Joradp,2012).

Un des éléments déterminants de la qualité d'eau destinée à l'irrigation est le « sodium adsorption ratio » SAR. Le calcul du SAR à partir des activités des ions dissociés permet de tenir compte de l'existence des associations ioniques en solution ou, en d'autres termes, de l'influence des anions sur le pouvoir alcalinisant des eaux. (Rieu, 1981)

L'absence de données sur les valeurs de la SAR pour la qualité des eaux du barrage doit être pris comme facteur décisif pour l'interdiction de leur utilisation en irrigation.

Le choix des pratiques agricole a exerce au sein du périmètre irriguées doit faire l'objet d'une étude approfondi. L'avantage de l'utilisation des eaux usées traités est la baisse d'apport de fertilisant. Cette pratique a permis dans d'autre pays de donner de meilleur résultat sur le plan de rendement et de profit.

Les normes exigées en Algérie en la matière du traitement des eaux usées rejetées sont déterminées en fonction de leur origine pour les industries et leur réutilisation dans le domaine de l'agriculture.

Les normes internationales sont très variables d'un pays a un autre et ceci et fonction des pratiques agricoles, du rendement attendu et des objectifs sanitaires.

Les normes françaises prévoient des classes de qualités selon les traitements et les caractéristiques physico-chimique. Des restrictions d'irrigation sont déterminées en fonction de la qualité de l'eau et la culture à irriguer.

Conclusion

Conclusion :

Dans la nature, l'eau est une véritable source de vie, mais elle peut véhiculer beaucoup de maladies dont certaines peuvent être mortelles. L'exploitation des eaux de surface nous oblige à traiter ces eaux pour les rendre utilisables sans risque pour la santé humaine et animale.

Les eaux usées sont de plus en plus utilisées pour irriguer les cultures dans les pays en voie de développement comme dans les pays industrialisés, l'irrigation est la principale activité économique qui utilise de l'eau avec un volume de 70%. La réutilisation de l'eau du barrage de Bougara dans l'irrigation est dans ce but.

Le barrage de Bougara, proposé comme zone humide, est alimenté par des eaux provenant de la STEP et des précipitations localisées dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais. Le barrage irrigue un périmètre agricole de 798 ha en utilisant son stock qui pourra atteindre 11 millions m³.

La qualité de l'eau est en générale acceptable sauf pour la valeur du pH qui est élevée. Les eaux usées rejetées par la STEP de Tissemsilt dans le barrage sont d'une bonne qualité et répondent aux exigences du traitement approprié. Une surveillance en continu de la qualité d'eau du barrage doit être envisagée.

L'amélioration du cadre de gestion du périmètre d'irrigation ainsi que le renforcement sur le plan législatif sont deux volets sur lesquels doit intervenir l'état en tant que tutelle organisatrice des activités d'irrigation.

Le choix des cultures et des techniques d'irrigation doit être fait en respectant les exigences environnementales et sanitaires en visant un meilleur rapport coût-bénéfice.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abderrahim, A. 2016.** Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation en eaux usées épurés du barrage BOUGARRA sur le rendement de l'orge (Saïda 183) dans le périmètre agricole de Tissemsilt. Mémoire master. Université Ibn Khaldoun Tiaret. 59p.
- **ADE, 2013.** Protocole Analyses Physico-chimiques Et Bactériologiques Des Eaux. p 16
- **Bendada, K ; Boulakradeche, M. 2011.** Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie D'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la Détermination de la pollution et de la bioaccumulation des Métaux lourds. Master. Univers Hourri Boumediene.(Alger). 57 pp
- **BOUAROUR R., 2008.** Analyses physico-chimique et le traitement des eaux du barrage de Taksebt, mémoire de fin d'étude (D.E.U.A).9p.
- **Chaïbi, M. ; Khedouci, F.,2012.** Etude de la qualité des eaux du barrage Tichi Haf : Les algues bioindicatrices. Mémoire master. Univ- bejaia. 59p.
- **Dadi, M.2010** l'évaluation de la possibilité de réutilise en agriculture l'effluent traité . maître en environnement .Université de Sherbrooke. Quebec, canada 04-162
- **Desjardins, R. 1997.** Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechniques de Montréal. Canada. p 303.
- **Djeddi, H.** utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Thèse de Magister écologie. Faculté des sciences de la nature et de la vie. univers Constantine.(Alger) .108 pp
- **Direction des ressources hydriques. 2015.** Fiche technique du barrage Bougara
- **Direction des services agricoles, .**
- **Emberger, L. 1955.** Une classification biogéographique des climats. Rec. Travaux , laboratoire botanique , géologique, fac sc.7(11) : 3-43

- **El Asslouj J ; e Kholtei S ; El Amrani N et Hilali A. 2007.** Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées. Afrique SCIENCE 03(1) (2007) 109 – 122
- **Guy, M., Christines, L. 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. Paris. p181
- **Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire. N°35** du 23 mai 2007. Décret exécutif n° 07-149 du 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent. :P 8-10
- **Journal Officiel De La République Algérienne Démocratique et Populaire. N° 41** du 15 juillet 2012. Arrêté interministériel du 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épuré. :P 20 – 21
- **Ladjal, R., 2013.** Problématique de la mobilisation et de la préservation des ressources hydrique dans le Sersou, Magister hydraulique, université, Tlemcen (Alger). 125 pp
- **Meziane A. ,2014.** Etude des performances du traitement biologique de la station d'épuration El Karma- Oran. Mémoire Master. Univ Oran. p117.
- **O.M.S., 2012.** Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excreta et des eaux ménagères. Vol I, II et IV. pp.
- **Ramade F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Dunod 2emeédition, 930 p.
- **Rene, M., 1981.** Sodium Adsorption Ratio et estimation du pouvoir alcalinisant des eaux Cah. O.R.S.T.O.M., sér. *Pédol.*, vol. XVIII, n°2, 1980-1981 : pp123-128.
- **Rodier. J, 2005.** L'analyse de l'eau. Ed DUNOD, Paris. 1883P.

- **Vaillant**, J.R. (1974). Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires, eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, p 413

الملخص

استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري يمثل بديلا غير تقليدي لنقص المياه. سد بوقرة الواقع بين تيسمسيلت وتيارت يغطي منطقة مسقية تقدر بـ 798 هكتار، ويتم تغذيته بالإضافة إلى مياه الأمطار والجريان السطحي بالمياه القادمة من محطة معالجة المياه المستعملة تيسمسيلت. نوعية مياه محطة المعالجة مستوفية للمعايير بينما مياه السد تسجل قيمة pH عالية. الكلمات المفتاحية: سد، بوقرة، محطة معالجة، ري، مياه صرف صحي معالجة.

Résumé

L'utilisation des eaux usées épurées a des fins d'irrigation constitue une alternative non-conventionnelle face au déficit hydrique. Le barrage de Bougara situé entre Tissemsilt et Tiaret irrigue un périmètre de 798ha et est alimenté en plus des eaux de précipitations et de ruissellement par des eaux venant de la STEP Tissemsilt. La qualité de l'eau de la STEP répond aux normes tandis que l'eau du barrage présente une valeur du pH élevé.

Mot clés : barrage, Bougara, STEP, irrigation eaux usées épurées

Abstract

The re-use of treated wastewater for goals of irrigation is a non-conventional alternative facing water deficit. Bougara's dam situated between Tissemsilt et Tiaret is built to irrigate a perimeter of 798ha and is supplied by the precipitations, runoff and treated wastewater coming from the STEP Tissemsilt. Water quality of the STEP Tissemsilt is conform to norms while the water of the dam presents an elevated ph.

Keywords: dam, Bougara, STEP, irrigation, treated wastewater.