

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOU MAMMERRI DE TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Eau et Environnement

Thème

Evaluation de la pollution organique le long de l'Oued Sébaou par la méthode du profil d'oxygène

Présenté par :

M^{elle}SAD CHAUCHE Lilia&

M^rOULD BOUKHITINE Khaled

Soutenu publiquement, devant le jury d'examen composé de :

Président :	M ^r . SMAIL A.	MCB	U.M.M.T.O.
Promoteur :	M ^r . METAHRI M.S .	MCA	U.M.M.T.O.
Co promotrice:	M ^{me} .BERROUANE N.	Enseignante	U.M.M.T.O.
Examineur :	M ^r . BERRADJ O.	MCB	U.M.M.T.O.
Examinatrice :	M ^{me} . AISSAOUI D.	Doctorante	U.M.M.T.O.

Promotion : 2018/2019

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements, en premier lieu, à notre promoteur **M.METAHRI** d'abord, pour avoir accepté à superviser notre projet de fin de cycle, ensuite pour nous avoir prodigué des conseils pour concevoir et élaborer ce document. On le remercie surtout pour son entière disponibilité et sa patience.

Nos sincères remerciements vont à Madame **BERROUANE** pour avoir Co-encadré ce travail. Ses conseils, son dynamisme ont été une source de motivation.

Nos remerciements vont également aux membres de jury qui ont acceptés d'examiner ce travail et pour toutes leurs remarques et leurs critiques.

A tous nos professeurs qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour.

Ainsi qu'à tous ceux qui nous ont encouragé et soutenus de près ou de loin, nos sincères remerciements.

Merci à toute la promo « EAU ET ENVIRONNEMENT, 2019 » pour tout les bons moments partagés ainsi que pour leur soutiens.

Merci pour toute personne qui utilisera ce document pour un bien.

Dédicaces

Il me tient à cœur de dédier ce modeste travail à ceux qui m'ont donné la vie source de mon courage et mon inspiration, mes très chers *parents* pour tous les sacrifices qu'ils ont fournis pour mes études.

À toi *maman*

Je t'aime et rien ne pourra remplacer ton amour dans mon cœur. J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que tu m'as apprises.

À la mémoire de mes chers **grands parents**. Que Dieu vous accueille dans son vaste paradis.

À tous mes frères et à leurs femmes,

FARID et sa femme **HAYET**, **SLIMANE**, **MOHAMMED** et sa femme **DALILA**, **CHABANE** et sa femme **DJAMILA**, **OMAR** et sa femme **NOUARA**, **MAHMOUD**, **HILAL**, **MUSTAPHA** et **AMAR**. Je vous aime profondément et je vous respecte autant, merci pour votre soutien.

À mes chères **FATIHA**, **BAHIA**, **LIZA**.

À mes adorables neveux et nièces

YACINE, **SARAH**, **KASSIA**, **MIRELLE**, **DIMIA**, **ARINASSE**, **DAN**, **MASTINASSE**.

À toute la famille **SAD CHAUCHE** et à tous ceux qui me connaissent.

À ma chère unique et meilleure amie **REZKI Dalila**, qui m'a soutenue dans les moments les plus difficiles

À ma cousine **BELKAID Zohra** pour son soutien et ses conseils.

À Monsieur **TIBERRANINE Farid**, merci pour son aide et son soutien. Ce mémoire m'a montré combien je compte pour vous.

Lydia

Liste des tableaux

Tableau01 : Effet de quelques polluants sur l'écosystème aquatique	7
Tableau 02 : Variations de la saturation de l'eau en oxygène dissous en fonction de la température.....	10
Tableau 03 : Paramètres morphologiques du bassin versant de Sébaou	18
Tableau 04 : Principales sablières du haut Sébaou.....	20
Tableau 05 : Précipitations mensuelles et annuelles (en mm) de la période 2012-2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou.....	21
Tableau 06 : Température moyenne mensuelle et annuelle en °C à la station Tizi-Ouzou pendant la période (2012-2018)	22
Tableau 07 : Humidité mensuelle et annuelle (en %) de la période 2012-2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou.....	23
Tableau 08 : Moyennes mensuelles et annuelles des vitesses de vent en (m/s).....	24
Tableau 09 : Unités industrielles polluantes de la wilaya de Tizi-Ouzou	25
Tableau 10 : Coordonnées GPS et altitudes des points de prélèvement	26
Tableau 11 : Classification de la vitesse du courant selon l'échelle de berg	30
Tableau12: Normes de rejets appliquées en Algérie.....	32
Tableau 13 : Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de Boubhir.....	37
Tableau 14: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de Boubhir	38
Tableau 15: Variance totale expliquée des eaux de Boubhir	38
Tableau 16: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de Boubhir	38
Tableau 17: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de Fréha.....	39
Tableau 18: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de Fréha	40
Tableau 19 : Variance totale expliquée des eaux de Fréha	40
Tableau 20 : Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de Fréha	41
Tableau 21: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau du Pont de bougies	42
Tableau 22: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux du Pont de bougies... ..	42
Tableau 23 : Variance totale expliquée des eaux du Pont de bougies.....	42
Tableau 24 : Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux du Pont de bougies	43
Tableau 25: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau Boukhalfa	44
Tableau 26 : Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux du Boukhalfa.....	44
Tableau 27: Variance totale expliquée des eaux de Boukhalfa.....	44
Tableau 28: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de Boukhalfa. ..	45
Tableau 29: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de DBK.....	46
Tableau 30: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de DBK	46
Tableau 31: Variance totale expliquée des eaux de DBK.....	47
Tableau 32: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de DBK.....	47
Tableau 33: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de KafLaagab.....	48

Liste des tableaux

Tableau 34: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de KafLaagab	49
Tableau 35: Variance totale expliquée des eaux de KafLaagab.....	49
Tableau 36: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de KafLaagab	49
Tableau 37: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux deBaghlia	50
Tableau 38: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de Baghlia	51
Tableau 39: Variance totale expliquée des eaux de Baghlia.....	51
Tableau 40 : Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de Baghlia.....	52

Liste des figures

Figure 01 : Situation géographique du bassin versant de Sébaou	17
Figure 02 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant de Sébaou	19
Figure 03: Oxymètre de terrain	28
Figure 04: pH mètre	29
Figure 05: Dispositif de filtration.....	30
Figure 06 : Evolution des teneurs en oxygène dissous et des pourcentages de saturation des eaux de l'Oued Sébaou en Juin 2019	33
Figure 07 : Variation des moyennes des températures ambiantes le long de l'Oued Sébaou..	33
Figure 08 : Variations thermiques des eaux le long de l'Oued Sébaou du mois de Juin 2019	34
Figure 09 : Variations du pH des eaux de l'Oued Sébaou	35
Figure 10 : Evolution des teneurs en matières en suspension de l'amant à l'aval de Sébaou..	36
Figure 11: Evolution de la vitesse d'écoulement de l'Oued Sébaou.....	36
Figure 12:Diagramme de composantesà Boubhir	39
Figure 13: Diagramme de composantes à Fréha	41
Figure 14: Diagramme de composantes au Pont de bougies.....	43
Figure 15: Diagramme de composantes à Boukhalfa.....	45
Figure 16: Diagramme de composantes à DBK.....	48
Figure 17: Diagramme de composantes à KafLaagab.....	50
Figure 18 : Diagramme de composantes à Baghlia.....	52
Figure 19: Variation de la température de l'eau en fonction de la température Ambiante.....	53
Figure 21 : Variation de la Saturation en O ₂ en fonction des ppm	53
Figure 22 : Variation des ppm en fonction de la saturation en O ₂	54
Figure 23 : Variation des MES en fonction de la saturation en O ₂	55
Figure 24 : Variation des saturations en fonction du pH	55
Figure 25 : Variation de la T° de l'eau en fonction la T °Ambiante.....	56
Figure 26 : Variation des MES en fonction des ppm.....	56

Liste des abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

Alt : Altitude.

C° : Degré Celsius.

Cl- :Chlore.

cm : Centimètre.

CO₂ : Hydroxyde du carbone

COTITEX :Coton Industrie Textile

Cs :Concentration standard.

CP : Composantes principales.

d : Distance.

DBK :Draà Ben Khedda.

DBO :Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

ddl : Degré de liberté.

Déc : Décembre.

DHEF : Direction de l'Hydraulique et des Forages.

DRE : Direction des Ressources en Eau

E : Est

E. coli :Escherichia coli

ENEL :

Eq/hab :Equivalent/habitant.

Fév : Février

g : Gramme

h : Heure.

H⁺ : Ion hydrogène

ha : Hectare

Liste des abréviations

Hm³ : Hectomètre cube.

J : Jour.

Jan : Janvier.

Juil :Juillet.

K+ :Potassium.

Km : Kilomètre.

Km² : Kilomètre carré.

K-M-O : Kaiser-Meyer-Olkin.

l : Litre.

Long : Longitude.

m : Mètre.

m³ : Mètre cube.

MES : Matière en suspension

Mg :Magnésium.

mg :Milligramme

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

MN :Matière Minérale.

MO : Matière Organique.

MVS :Matière Volatiles Sèche.

N :Azote.

Na⁺ : Sodium.

NE : Nord Est.

NNE : Nord Nord Est.

Nov : Novembre.

O₂ : Oxygène.

O : Ouest.

OD :Oxygène dissous.

Oct : Octobre.

Liste des abréviations

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office National d'Assainissement.

ONM : Office National de la Météorologie.

ORLAC :

P : Phosphore.

pH : Potentiel d'hydrogène.

P : Poids

ppm : Partie par million.

s : seconde.

S :Saturation.

Sep : Septembre.

SNBL :

SSE : Sud Sud Est.

STEP :Station d'épuration.

t : Temps.

T-O : Tizi-Ouzou.

Tot : Total.

v : Volume.

Tables des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Tables de matières

Introduction générale..... 2

Chapitre I :Pollution des eaux

I.1. Définition de la pollution 4

I.2. Sources de la pollution..... 4

I.3. Conséquences de la pollution sur la vie aquatique 7

I.4. Pollution organique et rôle de l'oxygénation..... 8

I.5.Oxygène dissous 9

I.6.Facteurs Influençantla concentration de l'oxygène dissous dans l'eau 10

I.7. Paramètres physico-chimique de l'eau 11

I.7.1. Oxygène dissous 11

I.7.2. Température 11

I.7.3. Potentiel d'hydrogène 11

I.7.4. Matières en suspension 11

I.7.5. Vitesse d'écoulement 12

I.8.Pouvoir auto épurateur et capacité d'assimilation d'un hydro-système 12

I.9. Facteurs influençant l'autoépuration..... 12

I9.1. Débit d'écoulement..... 12

I.9.2. Température 13

I.9.3. Oxygène dissous 13

I.9.4. pH et alcalinité 13

I.9.5. Abondance en MO 13

I.9.6. Eléments toxiques 13

Tables des matières

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Objectif du travail	16
II.2. Zone d'étude	16
II.2.1. Situation géographique	16
II.2.2. Présentation de l'Oued de Sébaou	17
II.2.3. Géomorphologie	18
II.2.4. Hydrogéologie	18
II.2.5. Réseau hydrographique	19
II.2.6. Vulnérabilité de la nappe alluviale de Sébaou.....	20
II.2.7. Etude hydro climatique.....	21
II.2.8. Foyers de la pollution de l'oued Sébaou	24
II.3. Echantillonnage	26
II.3.1. Période d'échantillonnage	26
II.3.2. Lieux d'échantillonnage	26
II.4. Technique de prélèvement.....	26
II.5. Conservation et expédition des bouteilles	27
II.6. Matériels utilisés.....	27
II.7. Méthodes d'analyse	27
II.7.1. Oxygène dissous	28
II.7.2. Température.....	28
II.7.3. potentiel Hydrogène.....	28
II.7.4. Matières en suspension.....	29
II.7.5. Vitesse d'écoulement.....	30

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Oxygène dissous.....	32
III.2. Température de l'eau.....	33
III.3. Potentiel d'hydrogène.....	34
III.4. Matières en suspension.....	35
III.5. Vitesse d'écoulement	36
III.6. Analyse en Composantes Principales (ACP)	36
III.7. Application de l'ACP aux données des eaux de l'Oued Sébaou.....	37
III.7.1. Au niveau de Boubhir	37

Tables des matières

III.7.2. Au niveau de Fréha.....	39
III.7.3. Au niveau du Pont de bougies.....	42
III.7.4. Au niveau de Boukhalfa.....	44
III.7.5. Au niveau de DBK.....	46
III.7.6. Au niveau de KafLaagab.....	48
III.7.7. Au niveau de Baghlia.....	50
III.8. Modélisation de certains paramètres physico-chimiques.....	53
III.8.1. Au niveau de Fréha.....	53
III.8.2. Au niveau du Pont de bougies.....	53
III.8.3. Au niveau de Boukhalfa.....	53
III.8.4. Au niveau de DBK.....	55
III.8.5. Au niveau de KafLaagab.....	55
III.8.6. Au niveau de Baghlia.....	56
Conclusion.....	58
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Introduction générale

L'état de la pollution des milieux aquatiques que connaît le monde actuellement est la résultante d'une forte croissance démographique, de l'urbanisation et de l'industrialisation. Les effluents générés par les diverses activités anthropiques sont déversés dans la plupart des cas sans traitements préalables dans les cours d'eau. Cet état de fait induit la dégradation de leur qualité physique, chimique et biologique et nuit à leur capacité de régénération qui se traduit par des chutes brutales des niveaux d'oxygène dissous dans l'eau (Sassoui, 2006).

L'Oued Sébaou, principale source d'alimentation de la nappe phréatique, principal réservoir hydrique souterrain de la wilaya de Tizi-Ouzou avec une capacité théorique de 120 hm³ est un exemple concret de cette dégradation.

Les constats faits sur l'état actuel de l'Oued sont alarmants. Les raisons sont multiples et tous les secteurs sont jugés suspects. Les industries qui jettent leurs eaux résiduaires brutes chargées en polluants complexes dans l'Oued, passant par les agriculteurs dont la plupart ignorent le danger des eaux de ruissellement agricoles chargées en fertilisants et en pesticides. Ces derniers altèrent à la fois, la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines par infiltration. A ces rejets s'ajoute l'état de vétusté que connaît les sept STEP de la wilaya, qui en plus de l'insuffisance des ouvrages de traitement elles nécessitent un redimensionnement vu le flux énormes d'eaux usées qui ne cessent de croître.

C'est dans ce contexte que nous avons effectué une étude de la variation spatiale de quelques paramètres physico-chimique des eaux de l'Oued Sébaou, afin de mettre en évidence le phénomène d'autoépuration des eaux. Nous avons travaillé dans la mesure de nos moyens qui sont fort limités, pour attirer l'attention afin de sensibiliser les collectivités sur le danger réel que court l'Oued et de proposer des perspectives qui serviront dans la protection de ce hydro-système et de son environnement.

Ce travail est une ébauche qui donnerait un aperçu sur la pollution de l'oued Sébaou.

Introduction

Les eaux souterraines et superficielles destinées aux différents usages sont souvent vulnérables à la pollution (biologique, chimique ou physique). Dans ce contexte de gestion durable des ressources en eau, la prédiction du risque de pollution et la protection de ces ressources sont d'une importance capitale. Pour cela, la sauvegarde, à moyen et à long terme, de la qualité de ces ressources s'impose. Cette protection peut se faire par la délimitation des zones sensibles à la pollution (Tababoucht, 2017).

I.1. Définition de la pollution des eaux

C'est toute modification de la composition physique, chimique et/ou biologique d'une eau par l'ajout de substances susceptibles d'altérer sa qualité, son aspect esthétique et de compromettre son utilisation. L'agent polluant quel que soit sa nature provoque soit une gêne ou une contamination du milieu (Babou et al, 2018).

I.2. Sources de pollution

Il existe plusieurs classifications de la pollution, selon les types des polluants, leur origine et leur capacité de dispersion ainsi que leur pouvoir de dégradation :

A. Selon le type de polluant : trois catégories sont à citer :

➤ Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (centrale thermique et eau de refroidissement) et la pollution radioactive (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) (Rahouk Kada, 2014).

➤ Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories (Mekhalif, 2009) :

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols...);
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

➤ Pollution biologique

Elle est soit d'origine animale ou humaine, engendrée par des rejets urbains et devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur tel qu'un lac, une rivière...etc. La présence de microorganismes pathogènes (E. coli, Streptocoques fécaux,

Salmonelles, vibrions) peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde, choléra) (Berrouane et al, 2018).

B. Selon l'origine de la pollution : On distingue quatre catégories :

➤ **Pollution domestique**

Nos eaux usées sont chargées de divers produits de différentes natures comme les détergents, les excréments, les peintures ou les huiles de friture... Les eaux usées domestiques sont divisées en eaux de vannes et en eaux ménagères et ne proviennent pas uniquement d'un usage domestique, mais aussi des eaux collectives (bâtiments administratifs, nettoyage des rues, hôpitaux, écoles, marchés, etc.). Le problème est que ces eaux ne sont pas toutes épurées et donc certaines d'entre elles se retrouvent rejetées dans nos cours d'eau sans traitement, avec tous les polluants qu'elles véhiculent.

À travers ses activités l'homme rejette d'une part des pollutions biologiques, urinaires et fécales. L'urine apporte le Cl^- , K^+ , Na^+ et surtout les matières organiques telles que l'urée, l'acide urique, la créatine et autres (Benayache, 2014).

➤ **Pollution urbaine**

Ce sont les eaux usées des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectifs et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par des petites entreprises. Le flot déversé est très variable en fonction de l'importance de l'agglomération et de son activité (Rahoukada, 2014). Nos eaux usées urbaines sont constituées de matières organiques biodégradables consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et de produits chimiques (Lounaas, 2009).

➤ **Pollution industrielle**

Les activités industrielles (alimentaire, agricole, tannerie et textile, papeterie, industrie pétrochimique, etc.) rejettent un bon nombre de substances qui polluent nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive dont on ignore les effets à long terme. Ces rejets renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxiques même à très faible concentration (Lounaas, 2009). Les pollutions générées sont très variables en fonction de la diversité des activités industrielles et des procédés de fabrication. Elles peuvent être (Rahoukada, 2014) :

- Sous forme particulaire : matières en suspension, colloïdes de nature organique ou minérale ;
- Sous forme dissoute (d'origine solide, liquide ou gazeuse) ;
- Sous forme thermique.

➤ **Pollution agricole**

Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculture est conduite à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux, il s'agit principalement (Hamdi et al, 2017) :

- Engrais chimiques azotés et phosphorés ;
- Produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures.

Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (Lounaas, 2009).

C. Selon la capacité de dispersion : on les classe en :

➤ **Pollution ponctuelle**

Elle est formée par des rejets localisés, plus ou moins abondants relativement faciles à identifier. Chronique ou accidentelle, cette pollution est provoquée par des déversements domestiques, urbains, ou industriels peu ou non traités (Tababoucht, 2017).

➤ **Pollution diffuse**

Cette pollution est provoquée par des déversements agricoles ou des polluants atmosphériques. Elle est due au lessivage et à l'érosion plus ou moins rapide et accusée des sols. Différentes substances sont entraînées vers les nappes et les rivières tels que les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides. Cette pollution peut s'étendre sur de grandes surfaces. Elle est difficile à identifier et donc difficile à maîtriser (Tababoucht, 2017).

D. Selon le pouvoir de dégradation

Une autre classification très importante est fondée sur le pouvoir de dégradation des déchets polluants. On distingue ainsi deux classes principales (RahouKada, 2014) :

➤ **Matières biodégradables**

Affectées par les activités biologiques des microorganismes, ces substances sont soumises aux divers processus biochimiques de conversion. Cette fraction biodégradable peut être structurée en deux groupes : matières aisément dégradables, composées de substances

solubles, ces matières ont la caractéristique de pouvoir être directement absorbées par les bactéries ; et les matières lentement dégradables, composées de substrats particuliers formés par un mélange de substances organiques solides, colloïdales et solubles. Ces matières sont soumises à certains processus intermédiaires avant d'être absorbées par les populations bactériennes.

➤ **Matières non-biodégradables**

Ces substances inertes ne subissent aucun phénomène biologique de transformation. Ces matières sont soit présentes dans les eaux résiduaires, comme les métaux lourds, soit issues des phénomènes de mortalité des micro-organismes au cours des processus biologiques d'épuration. Les composants non-biodégradables solubles peuvent traverser la station d'épuration sans être modifiés mais les matières inertes en suspension peuvent être éliminées par des mécanismes de décantation.

I.3. Conséquences de la pollution sur la vie aquatique

Les conséquences de la pollution des milieux aquatiques sont multiples. Elles conduisent à des mortalités massives d'espèces, mais elles ont aussi des effets moins visibles : une eutrophisation des milieux, des effets toxiques à plus ou moins long terme, contamination microbiologiques et des maladies ou des perturbations endocriniennes.

<https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau>

Le tableau 1 ci-dessous résume les effets de quelques polluants sur l'écosystème aquatique.

Tableau 01 : Effets de quelques polluants sur l'écosystème aquatique (Amara et al, 2016).

Nature de la pollution	Effet sur l'environnement
Pollution organique biodégradable	Leur dégradation par voie microbienne consomme de l'oxygène dissous, ce qui entraîne l'asphyxie du milieu et la mort de la faune
Pollution azotée et phosphatée	Cause l'eutrophisation qui asphyxie le milieu
Pollution organique non biodégradable (toxique)	Notamment les hydrocarbures(HAP) s'accumulent et enrobent les plantes, les berges, stoppant leurs échanges vitaux et interdisant le développement de la faune et la flore. Lorsqu'ils forment un film de surface, ils s'opposent à l'oxygénation naturelle de l'eau.
MES	Réduisent la transparence et empêchent la pénétration de la lumière, ce qui freine la photosynthèse, conduisent aussi à des fermentations contribuant aux carences en oxygène, et ont des effets mécaniques sur les poissons par colmatage des branchies
Pollution saline	Elle conduit à des chocs osmotiques qui perturbent la faune et la flore
Pollution thermique	Les variations thermiques influent la solubilité de l'O ₂
Pollution radioactive	Elle peut être très acide et perturbe l'environnement

I.4. Pollution organique et rôle de l'oxygénation

Matières organiques est un terme générique qui regroupe un très grand nombre de molécules, se trouvant dans un état de décomposition plus ou moins avancé. Elles sont des produits qui apportent du carbone organique et des éléments minéraux pour les plantes. Parmi ces éléments on distingue les éléments majeurs (absorbés en grande quantité, tels que l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, le calcium et le magnésium), les oligoéléments (nécessaires à faible dose, tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le bore, le molybdène et le

vanadium) et les éléments utiles à certaines espèces végétales (le cobalt, le sodium, le chlore et la silice).

Cependant ces éléments nutritifs ne peuvent être absorbés par les plantes qu'après d'être minéralisés par un processus de biodégradation microbienne (l'azote en nitrate et ammonium, le phosphore en phosphate, le soufre en sulfate ...) (Mehda, 2014).

Elles ont longtemps été les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent des déchets domestiques (ordures ménagères, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...). Certaines substances organiques sont facilement biodégradables et peuvent donc être décomposées et éliminées grâce aux capacités naturelles d'autoépuration des milieux aquatiques. Mais, lorsqu'elles sont en excès, leur décomposition peut entraîner l'asphyxie de la faune aquatique (Bahroun, 2016).

I.5. Oxygène dissous

Quantité d'oxygène qui est en solution dans l'eau, et est disponible pour la respiration végétale et animale. Sa mesure est réalisée à l'aide d'un oxymètre. Comme tous les gaz, l'oxygène se dissout dans l'eau, mais cette solubilité est limitée à une valeur seuil, appelée concentration standard ou teneur à saturation, qui varie en fonction de la pression atmosphérique et de l'encombrement du maillage moléculaire de l'eau (provoqué par des substances dissoutes, en premier lieu le chlorure de sodium des eaux marines et par des molécules organiques et/ou toxiques).

Plus la température est élevée, plus la solubilité de l'oxygène dans l'eau est faible. On peut estimer la concentration standard (C_s en g/l) à 1% près en fonction de la température ($^{\circ}\text{C}$) avec la formule suivante (1) :

$$C_s = 468,41 / (31,64 + T^{\circ}\text{C}) \dots\dots\dots(1)$$

On peut exprimer la teneur en oxygène dans l'eau soit en concentration (C en mg/l ou en ppm), soit en pourcentage de saturation (%S) :

$$\%S = 100 \times C / C_s \dots\dots\dots(2)$$

Le pourcentage de saturation donne donc une indication sur le degré d'équilibre (pour l'oxygène) entre l'air et l'eau. Lorsque $\%S < 100\%$, l'eau est sous-saturée en oxygène, et lorsque $\%S > 100\%$, l'eau est sursaturée en oxygène. <https://www.VetoFish.com/définition/Oxygène-dissous>.

I.6. Facteurs influençant la concentration de l'oxygène dissous dans l'eau

Il existe plusieurs facteurs qui altèrent la concentration en oxygène dissous dans un cours d'eau, on peut citer :

➤ **Degré de turbulence**

Un brassage important augmente le contact eau-air et par conséquent le taux d'oxygène dissous (CVRB, 2005).

➤ **Température de l'eau**

Joue un rôle très important dans la dissolution de l'oxygène, une eau fraîche contient généralement plus d'oxygène dissous qu'une eau chaude (CVRB, 2005). 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 (Benayache, 2014). Le tableau 2 représente les variations de la teneur en oxygène qui vont de paire avec les variations de la température des eaux.

Tableau 02 : Variations de la saturation de l'eau en oxygène dissous en fonction de la température (Degrement, 2005).

T (°C)	0	5	10	15	20	25	30
Oxygène dissous (mg/l)	14,26	12,37	10,92	9,76	8,84	8,11	7,53

➤ **Matière organique**

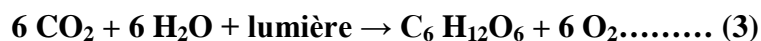
Lorsqu'une eau usée, très riche en matières organiques est rejetée sans traitement préalable dans les eaux de surface, les micro-organismes aérobies consomment une grande partie de l'oxygène dissous dans l'eau, provoquant la diminution de sa concentration. Or, la vie aquatique dépend de sa teneur, ce phénomène d'asphyxie perturbe donc l'écosystème aquatique dans son ensemble (RahouKada, 2014).

➤ **Eutrophisation**

Il s'agit d'une modification des écosystèmes aquatiques qui se produit lorsque le milieu reçoit trop de matières nutritives assimilables par les algues assurant ainsi leur prolifération. Les principaux nutriments à l'origine de ce phénomène sont le phosphore (contenu dans les phosphates) et l'azote (contenu dans l'ammonium, les nitrates et les nitrites). L'eutrophisation s'observe surtout dans les écosystèmes dont les eaux se renouvellent lentement et en particulier dans les lacs profonds. Ce processus est naturellement lent mais il peut être fortement accéléré

par l'apport d'effluents domestiques, industriels et/ou agricoles et conduit à la transformation de l'écosystème aquatique en quelques décennies voire même en quelques années en milieu eutrophisé <http://www.vedura.fr/environnement/pollution/eau-eutrophisation-ecosystemes-aquatiques>

La photosynthèse des plantes et des algues peut faire varier les taux d'oxygène dissous sur une période de 24 heures. Le jour, les plantes produisent de l'oxygène, la nuit, elles le consomment lors de leur respiration ce qui provoque l'asphyxie du milieu. L'activité photosynthétique des algues qui se manifeste dans l'oued se fait selon la réaction (3) (CVRB, 2005) :



I.7. Paramètres physico-chimique de l'eau

I.7.1. Oxygène dissous

L'oxygène dans l'eau est un paramètre non négligeable pour la survie des espèces. Sa solubilité est fonction de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. (Hamdi et al ;2017).

I.7.2. Température

Elle joue un rôle important dans la variation des paramètres chimiques, et bactériologiques. Elle varie en fonction des saisons et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. Elle doit être mesurée in situ, les appareils de mesure de la conductivité ou de pH possèdent généralement des thermomètres intégrés (Bahroun,2016).

I.7.3. Potentiel d'hydrogène

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans ces phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température. Il dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et le bassin versant traverser.

Ce paramètre joue un rôle primordial à la fois (Benayache,2014):

- Dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) ;
- Dans les processus biologiques (dont certains exigent des limites très étroites de pH) ;
- Dans l'efficacité de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de la corrosion, chloration).

I.7.4. Matières en suspension

Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées ni à l'état colloïdal. C'est la quantité des particules solides de nature minérale et organique véhiculées par les eaux usées, leur quantité est exprimée par la formule (4) (Sassoui, 2006) :

$$\text{MES} = 70\% \text{MVS} + 30\% \text{MN} \dots \dots \dots (4)$$

Avec :

Matières volatiles sèches (MVS) : Représentent la fraction organique des MES.

Matières minérales (MN): Représentent la fraction minérale des MES.

I.7.5. Vitesse d'écoulement

La vitesse du courant est une composante du milieu, bien connue pour son action sélective sur les peuplements, elle dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un flotteur lâché en surface du cours d'eau sur une distance bien déterminée, le temps est mesuré par un chronomètre (Haouchine, 2011 et Abed ; 2017).

I.8. Pouvoir auto épurateur et capacité d'assimilation d'un hydro système

Depuis longtemps, l'existence de processus naturels d'amélioration de la qualité de l'eau est reconnue. En se basant sur l'idée que les eaux usées ne peuvent pas causer de dommages sérieux aux hydro systèmes, l'homme les a rejetées dans les rivières ; Or, même après traitement, les effluents contiennent de la MO, des micro-organismes et des éléments fertilisants qui peuvent altérer les hydro systèmes.

L'autoépuration est définie comme la quantité de charge organique éliminée ou assimilée par une série de processus complexes physiques, chimiques, biologiques qui conduisent finalement à la disparition ou à la transformation de la pollution sur une distance de rivière ou pour un temps donné, les hydro systèmes possèdent une "mémoire", nommée pouvoir auto-épurateur, leur permettant d'assimiler des rejets organiques, aussi bien d'origine naturelle qu'humaine ; la nature de ces derniers ne diffère pas fondamentalement des autres apports organiques. Elles sont caractérisées par une plus grande richesse en nutriments (N, P, K...) (Namour, 1999 et Bahroun, 2016 et Metahri, 2002).

La capacité d'assimilation d'un cours d'eau est le pouvoir d'un écosystème aquatique à assimiler une substance organique sans se dégrader ou nuire à son intégrité biologique. C'est-à-

dire qu'une rivière aurait la capacité à assimiler un contaminant en modifiant sa structure sans se dégrader pour autant (Namour,1999).

I.9.Facteurs influençant l'autoépuration

Plusieurs facteurs sont responsables de l'autoépuration en rivière, à savoir :

I.9.1. Débit d'écoulement

Il joue un rôle très important dans le processus d'autoépuration des cours d'eau. La turbulence favorise le transfert de l'oxygène atmosphérique vers la phase liquide, ce dernier est indispensable aux réactions biochimiques d'oxydation du substrat organique (pollution) par les micro-organismes naturellement présents dans les eaux naturelles (Metahri,2002).

I.9.2. Température

Les variations thermiques ont une action sur l'oxydation des matières organiques, car certaines espèces microbiennes n'arrivent pas à les tolérer. Dans les basses températures, les réactions d'oxydation sont freinées, tandis que son augmentation accélère le processus et provoque par la suite une diminution du taux d'oxygène dissous (Benayache,2014).

I.9.3. Oxygène dissous

Fournit par l'action photosynthétique des algues et par l'atmosphère à travers l'interface eau/ air du cours d'eau surtout avec l'action des vents et du brassage des eaux. Il contribue à la transformation et à la minéralisation des déchets organiques par les microorganismes (Sassoui, 2006).

I.9.4.L'abondance de la matière organique

Les énormes quantités de matières organiques rencontrées dans nos rivières sont la résultante de divers rejets comme (ménagers brutes non assainies ou traités par les STEP et n'ont pas subits des traitements tertiaires, les rejets liquides agricoles issus de ruissellement d'eau d'irrigation et entraînant des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important, auquel on rajoute des rejets industriels dont les caractéristiques varie d'une industrie à l'autre).En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, ils contient également des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures.

Ceci conduit au phénomène d'eutrophisation qui se manifeste par une prolifération des microalgues, qui croissent sous l'effet conjugué de la présence des dérivés azotés et phosphorés dans l'eau et de la photosynthèse due aux radiations solaires (RahouKada, 2014 et Sassoui, 2006).

I.9.5. Potentiel d'hydrogène

Les bactéries ne peuvent exister et dégrader les composés organiques dans un milieu à pH neutre ou basique, dans un milieu acide toute vie biologique disparaît (Sassoui, 2006).

I.9.6. Eléments toxiques

Ce sont des substances solides ou liquides qui perturbent le bon déroulement de l'activité biologique. On cite (Sassoui, 2006) :

- Les composés organiques non biodégradables ; ils sont toxiques même à faible concentration tels que les hydrocarbures ; les pesticides ; les produits organiques de synthèse (phénols, aldéhydes, produits azotés, etc.) ;
- La plupart des métaux lourds sont toxiques même à des concentrations relativement faibles ;
- Les fortes teneurs en sels dissous peuvent inhiber l'action biologique.

II.1. Objectif du travail

Les paramètres physico-chimiques de l'eau jouent un rôle important dans la détermination de sa qualité, et son attribution pour l'alimentation en eau potable, irrigation, industrie...etc. (Bahroun, 2016)

Notre travail s'est basé sur l'étude du niveau de la pollution organique de l'Oued Sébaou et son impact sur sa capacité auto-épuratrice. Les objectifs sont portés sur le suivi des variations de quelques paramètres physico-chimiques des eaux de surface de l'Oued Sébaou et en particulier le profil d'oxygène dissous.

II.2. Zone d'étude**II.2.1. Situation géographique**

Le bassin versant de l'Oued Sébaou se localise à 80 Km à l'Est d'Alger, il s'étend sur une superficie de 2500 Km² (figure 1). Du point de vue administratif, la région d'étude englobe deux wilayas, la wilaya de Tizi-Ouzou qui englobe le haut et le moyen Sébaou, quant au bas Sébaou il fait partie de la wilaya de Boumerdes. Le bassin versant de l'Oued Sébaou se positionne entre les possibilités Nord (36°30) et (37°00) et les longitudes Est (03°30) et (04°30). Ses limites naturelles sont (Merzougui, 2014) :

- Au Nord : la chaîne littorale et la mer Méditerranée.
- A l'Est : les massifs d'Akfadou et de Béni Ghobri (bassin versant de la Soummam, wilaya de Bejaia).
- A l'Ouest : par le massif de Sidi Ali Bounab et Djebel Bouberek (bassin versant des Isser, wilaya de Boumerdes).
- Au sud et sud Est : par la chaîne de Djurdjura.

La région est caractérisée par une population dense localisée au niveau de nombreux villages perchés sur des crêtes (Tababoucht, 2017).

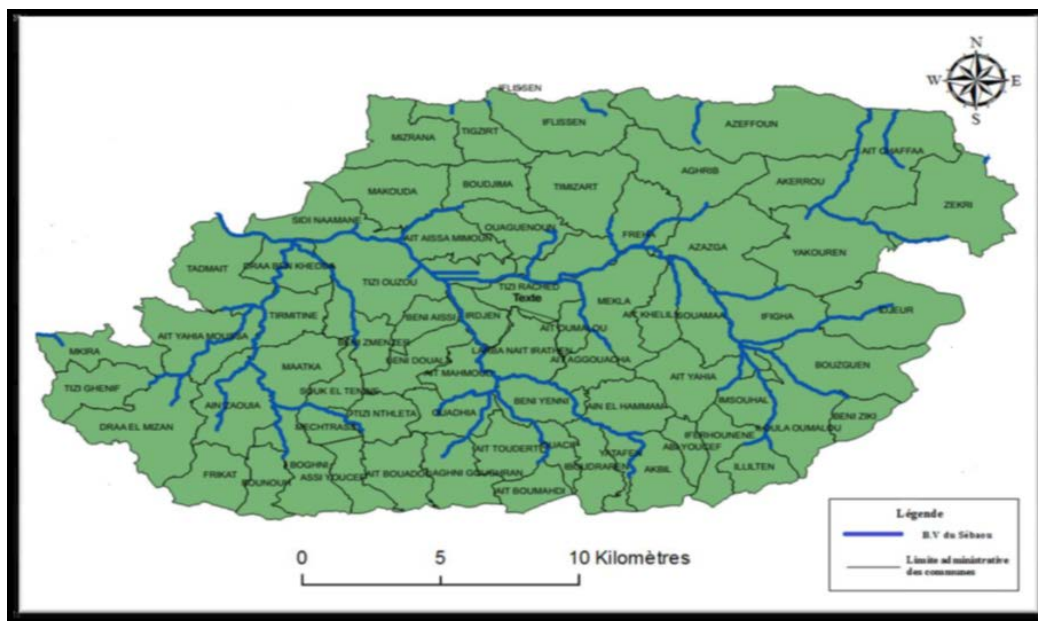


Figure 01 : Situation géographique du bassin versant de Sébaou (ANRH, 2010).

II.2.2. Présentation de l'Oued de Sébaou

L'Oued Sébaou, principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, reçoit l'ensemble des écoulements provenant des bassins versants : flanc méridional de la chaîne côtière (Oueds Diss et Stita) et versant septentrional du Djurdjura (Oueds Boubhir, Rebta, Aissi et Bougdoura). L'Oued Sébaou avec une pente moyenne de l'ordre de 0,3% et une longueur de 117 km et une direction E-O; change trois fois de direction depuis sa source jusqu'à la mer méditerranéenne (Haouchine, 2011 et Merzougui, 2014) :

- Le haut Sébaou: s'étend depuis la source Assif n'Boubhir jusqu'à la cluse de Belloua où l'Oued Sébaou a une direction NNO – SSE ;
- Le moyen Sébaou : forme un premier coude avec le haut Sébaou et prend une direction NE – SO ;
- Le bas Sébaou : forme un deuxième coude au niveau de Tadmaït et marque le changement de direction de l'Oued Sébaou qui devient NNO – SSE.

Sur son parcours se trouvent d'importantes sablières induisant par les extractions de granulats, des perturbations des milieux. Le cours d'eau reçoit également des rejets urbains (des villes d'Azazga, Tamda, Tizi-Ouzou, Draa Benkhedda, Boukhalifa et Tadmaït) ; et des rejets industriels (ENEL, SNLB, COTITEX, ORLAC ...) (Haouchine, 2011).

II.2.3. Géomorphologie

La géomorphologie a pour objet, l'étude des caractères et des modifications de la surface de la terre. Le bassin versant de l'Oued Sébaou présente une grande diversité de paysage. Il apparaît comme une zone de moyennes montagnes, dont l'altitude moyenne est de 497m.)

L'Oued Sébaou traverse tous les ensembles morpho structuraux de la région de Sébaou. La première unité morpho structurale est la chaîne de Djurdjura, elle culmine à LallaKhadidja (2308 m) et Ras Tilmedouine (2305 m). La seconde unité est le socle Kabyle qui domine le bassin de Tizi-Ouzou au Nord et assure la transition avec la chaîne de Djurdjura au Sud.

La limite septentrionale du bassin versant est fournie par la chaîne littorale d'altitude de 600 m à l'Ouest et de 1278 m à l'Est (Djebel Tamgout). Entre la chaîne littorale au Nord et le socle Kabyle au Sud, se trouve le synclinal de Tizi-Ouzou qui contient les marnes du miocène post-nappé. Le tableau 3 récapitule les différentes caractéristiques morphologiques du bassin versant du Sébaou (Merzougui,2014).

Tableau 03: Paramètres morphologiques du bassin versant de Sébaou.

(DRE.W. Boumerdes/ANRH,2010)

Paramètres physiques	Valeurs	Unité
Altitude maximale	1700	M
Altitude moyenne	427	M
Surface	2500	Km ²
Périmètre	250,4	Km
Indice de compacité de Gravelius	1,4	1,4
Indice de pente globale	1,15	1,15

II.2.4. Hydrogéologie

L'extension et la répartition spatiale des alluvions, en section longitudinale et transversale sont déterminées, par les recherches géophysiques (Tababoucht, 2017) :

- Haut Sébaou : la nappe s'étale sur une longueur de 50 km et sur une largeur de 0,8 à 3 km, d'amont vers l'aval, l'épaisseur du remplissage alluvial est en moyenne égale à 10 m, elle varie de 8 m dans la partie amont (Boubroune) et à 15 m dans la partie aval (Belloua), dans cette zone la nappe est libre.

- Moyen Sébaou : la nappe alluviale s'étend sur 13 km de long et 3 km de large. L'épaisseur du remplissage alluvial est de l'ordre de 30 m, les coupes géo électriques et hydrogéologiques montrent l'existence d'horizons argileux discontinus incorporés dans la masse détritique résistante ;
- Bas Sébaou : la puissance du remplissage alluvial est égale en moyenne à 40 m, la largeur de la nappe dépasse par endroit 2000 m (Sidi Daoud). Les coupes géo électriques et hydrogéologiques montrent l'existence de deux couches perméables de résistivité variante de 130 à 150 Ω .m, séparées par un niveau conducteur de résistivité variant de 10 à 20 Ω .m. Dans cette zone la nappe est captive à semi captive.

II.2.5. Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique du bassin du Sébaou est très dense, le drainage s'effectue par une multitude d'oueds répartis en trois axes d'écoulements principaux (Tababoucht, 2017) :

- Les oueds de rive droite proviennent de la chaîne littorale, l'Oued Dis avec le plus fort débit, prend sa source du Djbel Tamgout et débouche dans l'Oued Sébaou juste après son premier coude majeur à la hauteur de Fréha ;
 - Les oueds de rive gauche prennent naissance dans le socle Kabylie ;
- L'Oued Sébaou est le principal oued de la région, traverse toute la plaine alluviale, et d'une centaine de kilomètres environ.

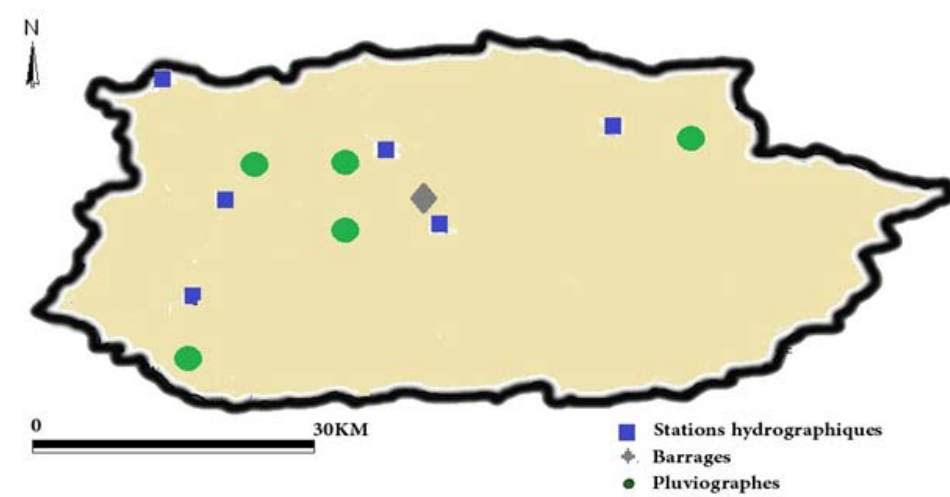


Figure 02: Carte du réseau hydrographique du bassin versant de Sébaou (ANRH, 2010).

II.2.6. Vulnérabilité de la nappe alluviale de Sébaou

La nappe alluviale du Sébaou, criblé de forages, alimente directement ou par adductions interposées l'essentiel de la wilaya de Tizi-Ouzou et une partie de celle de Boumerdes et Alger. Sa capacité d'emmagasinement est de 100 Hm³. Ce volume est renouvelable jusqu'au moi de Mai et correspond à la demande globale annuelle en eau de la wilaya de Tizi-Ouzou à elle seule. L'explication du manque d'eau durant cette période par des arguments climatiques n'est pas toujours convaincante. Les raisons seront liées plutôt aux faits suivants:

- **Pompage pour l'irrigation**

Les superficies des terres irrigables sont estimées à 11750 ha ; elles sont essentiellement localisées dans la vallée du Sébaou (7050 ha), le couloir de Draa El Mizan, les zones des Ouadhias, d'Azzefoun, les piémonts de TiziRached et les tourés de Makouda et de Sidi Naamane. Les pentes sont de l'ordre de 5 à 10 %.

D'après les services de l'hydraulique, seule 3.397 ha sont actuellement irrigués et le déficit en eau est de 75.60 hm³/an soit 80% des besoins en irrigation. Selon l'inventaire de la D.H.E.F, le nombre des forages est de 32 ; les deux tiers sont situés en moyen Sébaou. Le réseau d'irrigation mis en place est nettement inférieur à la demande sans cesse croissante ceci explique l'arsenal de motopompes que l'on observe le long de l'Oued Sébaou avec une profondeur qui va de 14 jusqu'à 45m, les volumes de ces pompages pirates sont mal estimés (Yakoub, 1996).

- **Extraction de sables**

La zone du bas de Sébaou souffre des extractions abusives de sable et de graviers, qui sont des matériaux de construction de base, ces extractions déstabilisent le fond du lit des oueds avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une remise en suspension des éléments fins. Ce phénomène réduit les productions primaires et contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques. Le tableau 4 montre le nombre de sablières installées dans la partie amont de Sébaou (Haouchine, 2011; Tababoucht, 2017).

Tableau 04: Principales sablières du haut Sébaou (Agence des bassins versants, 2014).

Localisation	Propriétaire	Nombre de sablières	Date d'implantation	Volumes annuels extraits (m ³)
Haut Sébaou	BAILECHE	1	1986	50000
	AMRI	2	//	//
	EWMC	3	//	//
	HADDAD	4	//	//

II.2.7. Etude hydro climatique

- **Précipitation**

Elle est caractérisée par une répartition inégale d'un point à un autre et d'une saison à une autre. La hauteur pluviométrique est déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En effet, ce sont les versants Nord, Nord-Ouest et leurs sommets qui reçoivent les précipitations les plus fortes ; celles-ci diminuent vers le Sud au fur et à mesure que les vents s'épuisent (Bebba,2017 et Haouchine,2011). Les valeurs des précipitations mensuelles et annuelles de la zone étudiée données en Annexe I, sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 05 : Précipitations mensuelles et annuelles (en mm) correspondant à la période 2012-2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou(O.N.M. de Boukhalfa de Tizi-Ouzou, 2019).

		Mois												
Précipitations (mm)	Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sép	Oct	Nov	Déc	Tot
	2012	69,5	270	97,8	146,8	40	1,1	0,0	6,4	10,9	96	68,7	39,8	847,0
	2013	221,8	186	93,5	64,5	152	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	104	1063,9
	2014	110	110	172,4	5,3	10	48	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272	832,5
	2015	201	182	70,2	00	10	15	4,1	2,6	41,1	82	102,7	00	710,5
	2016	59,9	96,2	185,3	61,8	68	5,9	00	00	4,2	17	68,4	150,1	716,8
	2017	250	36	29	37,0	2,0	8,8	0,4	00	37,8	35,3	126	138,0	700,3
	2018	31	108	187	102,0	33,0	34	0,5	00	42	182	175	44,0	938,5

La précipitation moyenne durant la période 2012 à 2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou est de l'ordre 830 mm. Noter que l'année 2013 est la plus pluvieuse que les autres années avec un volume de 1063,9 mm/an, tandis que l'année 2017 est la plus faible en terme de pluviométrie avec un volume de 700,3 mm/an.

- **Températures ambiantes**

La température de l'air est un facteur très important qui régit les déperditions d'eau qui s'opèrent par le phénomène de l'évapotranspiration. L'étude des températures moyennes mensuelles et annuelles est primordiale, car elle nous permet d'évaluer le déficit d'écoulement des bassins versants. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz (en particulier O₂) dans l'eau, ainsi que la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques (Mekhalif,2009et Bebba,2017).Les mesures de la température pour la période 2012-2018 sont relevées à la station Boukhalfade Tizi-Ouzou par l'ONMet sont présentées dans l'annexe I.

Le tableau6 résume la répartition mensuelle des valeurs moyennes des températures en degrés (°C), les températures minimales sont observées en générale en mois de Février, avec une moyenne de 10,5 °C. Les températures maximales sont relevées au moisd'Août avec une moyenne de 28,3 °C.

On constate que l'année peut être devisée en deux saisons :

- La période froide s'étale du mois de Novembre au mois de Mai, le mois de Janvier étant le mois le plus froid.
- La saison chaude qui s'étale du mois de Juin au mois d'Octobre, les mois de Juillet et Août étant les plus chauds.

Tableau 06 :Température moyenne mensuelle et annuelle en °C à la station Boukhalfa de Tizi-Ouzou pendant la période 2012-2018 (O.N.M. de Boukhalfa de Tizi-Ouzou, 2019).

• **Humidité de l'air**

		Mois												
Température moyenne en °C	Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot
	2012	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	222,8
	2013	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2	215,4
	2014	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3	10,9	228,8
	2015	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2	226,4
	2016	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6	227,4
	2017	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4	227,3
	2018	11,2	9,9	13,6	16,5	17,8	22,8	27,8	27,4	25,3	19,1	14,9	11,9	218,2
	moy	10,8	10,5	13,3	16,4	19,5	24,3	28,04	28,3	24,7	21,0	15,2	11,6	/

Elle explique l'état de condensation de l'eau dans l'atmosphère, elle correspond au rapport de la tension de la vapeur réelle observée à la tension de la vapeur saturante à la même température(Bahroun,2016). Les variations de l'humidité relative de l'air sont fondamentalement conditionnées par les variations de la température et par la nature des masses d'air locales. On admet que la variation de la température de l'air provoque, en règle générale, une variation contraire de l'humidité relative de l'air (Merzougi,2017).

Le tableau 7 présente un résumé de l'annexe I des valeurs moyennes mensuelles et annuelles de l'humidité relative de l'air du bassin versant correspondant à la période 2012-2018.

Tableau 07 : Humidité mensuelle et annuelle (en %) correspond à la période 2012-2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou(O.N.M. de Boukhalfa de Tizi-Ouzou, 2019).

		Mois													
Humidité moyenne en %	Années	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total	Moy
	2012	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83	866	72
	2013	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83	884	74
	2014	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84	830	69
	2015	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75	830	69
	2016	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85	827	69
	2017	82	75	72	68	62	58	49	56	61	66	76	83	808	67
	2018	79	80	75	75	80	68	59	60	67	76	77	83	879	73

D'après les valeurs d'humidité relative, on constate une valeur moyenne maximale de 74% durant l'année 2013, et une valeur moyenne minimale de 67% durant l'année 2017, et un taux d'humidité moyenne d'ordre 70,42%.

- **Vents**

C'est un mouvement naturel d'une masse d'air qui se déplace suivant une direction déterminée et est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluviaux, de l'évapotranspiration et par conséquent du climat d'une région(Bahroun, 2016 etMerzougi, 2017).Les résultats des moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrés au niveau de la station de Tizi-Ouzou sont présentés dans l'annexe I et résumés dans le tableau 8.

Tableau 08:Moyennes mensuelles et annuelles des vitesses du vent durant la période 2012-2018 (O.N.M. de Boukhalfa de Tizi-Ouzou, 2019).

Année		Mois													
		Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot	Moy
Vitesses du vent en m/s	2012	0,3	xx	Xx	Xx	Xx	xx	xx	Xx	0,7	0,6	1,1	0,9	3,6	0,3
	2013	1,5	1,6	2,6	1,9	1,9	1,7	1,8	1,3	1,3	Xx	Xx	xx	15,6	1,3
	2014	Xx	xx	Xx	Xx	Xx	Xx	xx	Xx	Xx	Xx	Xx	xx	0,0	0,0
	2015	1,0	2,0	1,3	1,7	Xx	Xx	xx	Xx	2,8	2,3	1,7	1,4	14,2	1,2
	2016	2,2	2,5	2,5	2,1	2,7	2,5	2,8	2,5	1,8	1,7	1,5	0,9	25,7	2,1
	2017	1,5	2,2	2,1	2,2	2,2	2,7	2,4	2,9	2	1,2	1,0	1,0	23,4	2,0
	2018	1,5	0,8	1,9	1,2	0,7	0,3	1,2	1,9	1,6	1,3	1,3	0,8	14,5	1,2

On remarque que les valeurs enregistrées pendant la période 2012-2015 ne sont pas significatives. Dans ce cas-là la vitesse moyenne du vent est d'ordre de 1,75 m/s ; c'est une vitesse très faible ; avec une valeur maximale de 2,1m/s pour l'année 2016 ; et une valeur minimale de 1,2m/s pour l'année 2012.

II.2.8. Foyers de la pollution de l'oued Sébaou

Les principales sources de pollution qui affectent l'Oued Sébaou restent les rejets sans traitement ou mal traités, on distingue :

- **Rejets domestiques**

Les rejets d'eaux usées domestiques représentent la source la plus importante de la détérioration de la qualité des eaux de surface et souterraines. Leurs volumes augmentent avec l'augmentation de la demande en eau due à l'évolution démographique et à l'amélioration du cadre de vie du citoyen. Ces eaux proviennent des agglomérations de la vallée et des villages situés sur les hauteurs du bassin versant jusqu'à l'Oued Sébaou. D'après l'agence des bassins côtiers Algérois, le nombre de points de rejet dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 1465 pour une population de 1 044 571 habitants et un volume d'eaux rejetées de 162 543 m³. La charge

polluante d'un effluent domestique est calculée en admettant que chaque habitant produit 54g/j/h de charge polluante entraînée à l'égout en suspension ou en solution ; la charge polluante engendrée par les rejets domestiques dans le bassin du Sébaou est estimée a environ 62 344 754 g/j (Tababoucht, 2017).

- **Rejets industriels**

La wilaya de Tizi-Ouzou comptabilise 93 unités industrielles dont les rejets épurés ou non atterrissent dans l'Oued Sébaou. La composition des rejets diffère d'une unité à une autre selon que l'eau est utilisée comme matière première (industrie agroalimentaire, papèterieetc.) ou comme outil de production (eau de refroidissement). Le tableau 9 indique que seulement 30 rejets sont épurés, ce qui nous renseigne sur les risques que peuvent occasionner les rejets non traités (Agence des bassins versants, 2014).

Tableau 09 : Unités industrielles polluantes de la wilaya de Tizi-Ouzou(Agence des bassins versants,2014).

Branches d'activité	Nombre d'unités industrielles	Lieu de rejet	Nombre et nature de rejet	
			Brut	Epuré
Agroalimentaire	39	Oued Sébaou	27	12
Matériaux de construction	28	Oued Sébaou	16	12
Chimique	8	Oued Sébaou	7	1
Parapharmaceutique	3	Oued Sébaou	3	0
Electrique	5	Oued Sébaou	2	3
Mécanique	2	Oued Sébaou	2	0
Bois et divers	4	Oued Sébaou	2	2
Métallique	4	Oued Sébaou	4	0

- **Rejets agricoles**

La pollution d'origine agricole n'est pas à écarter ici, il se trouve que des contaminations dues aux usages abusifs des engrais eutrophisent l'oued dans quelques régions suite à une pratique irrationnelle de l'agriculture intensive (Tababoucht,2017).

A ceci s'ajoute les rejets des huileries et des stations de service-lavage-graissage, décharges publiques, abattoirs et les déchets hospitaliers (Tababoucht, 2017).

II.3. Echantillonnage

Afin d'avoir des analyses représentatives et fiables, la méthode d'échantillonnage exige une réflexion préalable et une précaution attentive de prélèvement. Les principaux aspects dont il faut tenir en compte pour obtenir un échantillonnage d'eau représentatif sont les suivants (Bahroun,2016) :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage ;
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage ;
- La conservation adéquate de l'échantillon.

II.3.1. Période d'échantillonnage

La composition physico-chimique des eaux résiduaires est différente d'une journée à une autre, d'un mois à un autre et d'une saison à une autre. Dans notre étude, les prélèvements ont été effectués durant le mois de Juin de l'année 2019 au niveau de sept points.

II.3.2. Lieux d'échantillonnage

Sept points de prélèvement ont été choisis de façon à ce qu'ils soient accessibles, leur répartition géographique est résumée dans le tableau 6 suivant :

Tableau 10: Coordonnées GPS et altitudes des points de prélèvement

Points de prélèvements	Coordonnées GPS		ALTITUDE (m)
	N	E	
Boubhir	36°38'26.35"	4°23'9.23"	205
Fréha	36°43'52.37"	4°18'12.27"	126
Pont de bougies	36°43'20.17"	4° 4'58.91"	65
Boukhalfa	36°44'58.42"	4° 1'46.63"	48
DBK	36°45'5.94"	3°56'11.58"	27
KafLaagab	36°46'11.32"	3°53'33.58"	21
Baghlia	36°48'18.98"	3°51'39.46"	16

II.4. Technique de prélèvement

Le prélèvement se fait en immergeant une bouteille, l'ouverture vers le bas jusqu'à 30cm sous la surface de l'eau puis en la remontant en exécutant un mouvement en U. Lorsque le prélèvement est effectué en eau peu profonde, il faut éviter la récolte des particules déposées en surface ainsi que celles provenant des sédiments.

Les cours d'eau peu profonds (moins d'un mètre de profondeur) peuvent facilement être échantillonnés en gué, il s'agit de vous rendre dans le courant principal pour ne pas échantillonner l'eau qui sera influencée par les rives et de se placer face au courant. Pour éviter de contaminer le prélèvement, attendre quelques minutes pour que les sédiments soulevés par les déplacements dans le cours d'eau soient entraînés par le courant (Berrouane et al, 2018).

II.5. Conservation et expédition des bouteilles

Afin d'obtenir des résultats représentatifs, il est impératif de préserver l'intégrité des prélèvements d'eau entre le moment de l'échantillonnage et l'analyse en laboratoire. Les échantillons doivent être conservés à l'obscurité et à une température de 4°C dans une glacière, en attendant leur acheminement vers le laboratoire (Berrouane et al, 2018).

II.6. Matériels utilisés

✓ Matériels utilisés sur terrain

- Bouteilles en plastique de 1.5 l : pour prendre de l'eau ;
- Glacière : afin de conserver les échantillons lors de leur transport vers le laboratoire ;
- Oxymètre portatif HANNA modèle HI 9146 pour mesurer la quantité d'oxygène dissous ;
- Mètre ruban : pour la mesure de la distance ;
- GPS : pour déterminer les coordonnées géographiques ;
- Un chronomètre pour la mesure du temps.

✓ Matériels utilisés au laboratoire

- Verreries (Entonnoirs ; Bêchers de différent volume ; les éprouvettes ...etc.) ;
- Papier filtre ;
- Pompe à vide : pour la filtration ;
- Balance de précision numérique : pour peser les échantillons ;
- Etuve de 105°C : pour séchage des échantillons ;
- pH-mètre WTW540 GLP pour mesurer le pH de l'eau ;
- Un réfrigérateur : pour conserver les échantillons.

II.7. Méthodes d'analyse

- Les paramètres mesurés sur terrain (in situ) sont : la température et l'oxygène dissous à l'aide d'un Oxymètre portatif HANNA modèle HI 9146 et la vitesse du courant.
- Les paramètres analysés au laboratoire sont : le pH et les MES.

II.7.1. Oxygène dissous

Le déficit en oxygène nous informe d'un point de vue qualitatif et de manière très globale sur l'autoépuration, sa concentration a été mesurée par un oxymètre portatif HANNA modèle HI 9146. L'appareillage est composé d'un boîtier d'acquisition et d'une sonde. La sonde est constituée d'une électrode de température et d'une électrode de mesure.

En général les appareils apportent une correction automatique en fonction de la température.

La sonde est plongée directement dans le flux en l'enfonçant le plus possible dans le liquide. Le rinçage de la sonde est effectué naturellement dans le flux. Après la mesure, rincer la sonde avec de l'eau distillée ou l'eau alimentaire.



Figure 03:Oxymètre de terrain

II.7.2. Température

Durant notre étude, la température de l'air a été mesurée à l'aide d'un thermomètre sur terrain ; tandis que la température de l'eau le long de l'oued a été mesurée par un oxymètre portatif de type HANNA modèle HI 9146 qui possède un thermomètre intégré.

II.7.3. potentiel Hydrogène

La détermination du pH se fait à l'aide d'un pH mètre par le protocole suivant :

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Verser un volume d'eau à analyser dans un bécher de sorte à pouvoir immerger l'électrode ;
- Tremper l'électrode dans l'échantillon (voir figure 04) ;
- Laisser stabiliser un moment et noter la valeur.
- Rincer bien l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.



Figure 04:pH-mètre.

II.7.4. Matières en suspension

La mesure des MES a été réalisée par la méthode de filtration sous vide :

- Rincer un papier filtre avec de l'eau distillée ;
- Sécher le papier filtre dans une étuve à 105 C° et on le pèse (P0) ;
- Placer le papier filtre sur le dispositif de filtration(voirfigure05) ;
- Homogénéiser l'échantillon ;
- Verser 500 ml de l'eau à analyser dans ce dispositif ;
- Après filtration, mettre le papier filtre dans une coupelle en verre mise dans une étuve à 105C° jusqu'à déshydratation ;
- Peser à nouveau le filtre noté (P1) ;
- Calculer les concentrations des MES en utilisant la formule ci-dessous :

$$\text{MES} = (P1 - P0) * 1000 / V \dots\dots\dots(5)$$

MES : matières en suspension (en mg/l) ;

P0 : poids de avant la filtration(en mg) ;

P1 : poids du filtre après filtration (en mg) ;

V : volume de l'échantillon filtré (en l).



Figure 05 :Dispositif de filtration

II.7.5. Vitesse d'écoulement

Elle est mesurée par une méthode simple, à l'aide d'un flotteur lâché à la dérive sur une distance connue en même temps que le déclenchement du chronomètre, le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet ainsi de la calculer selon la formule suivante :

$$V = d/t \dots\dots\dots(6)$$

V : vitesse du courant (m/s).

d : distance de n mètres (m).

t : temps de parcours (s).

Tableau 11 :Classification de la vitesse du courant selon l'échelle de berg (Abed, 2017).

Vitesse(cm /s)	Classe
10	Très lente
10-25	Lente
25-50	Moyenne
50-100	Rapide
100	Très rapide

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les eaux de l'Oued Sébaou de l'amont vers l'aval sont représentés respectivement dans les tableaux (1, 2, 3, 4,5) de l'annexe II. Ces résultats sont résumés sur des graphes ci-dessous. Pour les évaluer, une analyse comparative aux normes physico-chimiques de rejets appliquées par l'OMS a été menée. Ces normes sont données en annexe III et résumées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Normes de rejets appliquées par l'OMS (RahouKada, 2014).

Paramètres	Norme appliquée par l'OMS
Température (°C)	<30
pH	6,5- 8,5
MES (mg/l)	< 20

III.1. Oxygène dissous

Les résultats de la variation spatiale des teneurs en oxygène dissous le long de l'Oued Sébaou (figure 06) montrent que les valeurs varient entre 9,67 mg/l et 6,11 mg/l comme valeurs moyennes extrêmes minimales et maximales. Ces fluctuations pourraient s'expliquer par le fait que certains points étudiés reçoivent les rejets d'eaux usées brutes et épurées (domestiques et industriels) de la Wilaya de Tizi-Ouzou, ainsi que les eaux de ruissellement agricoles. Ces rejets sont très riches en matières organiques biodégradables qui subissent une oxydation biologique et font diminuer la concentration de l'OD.

Les teneurs suivent un ordre décroissant de l'amont vers l'aval ; celle enregistrée à **Boubhir** est de 9,42 mg/l, elle s'explique par le fait que la zone d'échantillonnage est loin des habitations et des industries. La plus faible valeur est enregistrée au niveau de **Fréha**, où les rejets domestiques d'Azazga et de Fréha s'ajoutent aux rejets salins de l'unité industrielle l'ENEL, ce qui diminue brutalement la concentration en OD ; d'où l'importance de la réalisation immédiate du projet de la STEP d'Azazga d'une capacité de 50000 hab. Au **Pont de bougies et à Boukhalfa**, les fortes teneurs s'expliquent plutôt par l'efficacité des STEP implantées et la prolifération des algues qui libèrent de l'oxygène par photosynthèse. De **DBK** à Baghliales teneurs diminuent à cause des rejets non traités qui se greffent le long de l'Oued, comme les rejets de Bouhinoun déversés dans l'Oued Sebt pour DBK et les rejets de laiterie riches en matières organiques avec une DBO₅ de 10000 mg/l en plus de la vétusté de sa STEP, et ceux de **KafLaagab** à Tadmaït et l'absence totale de STEP au niveau de **Baghliia**.

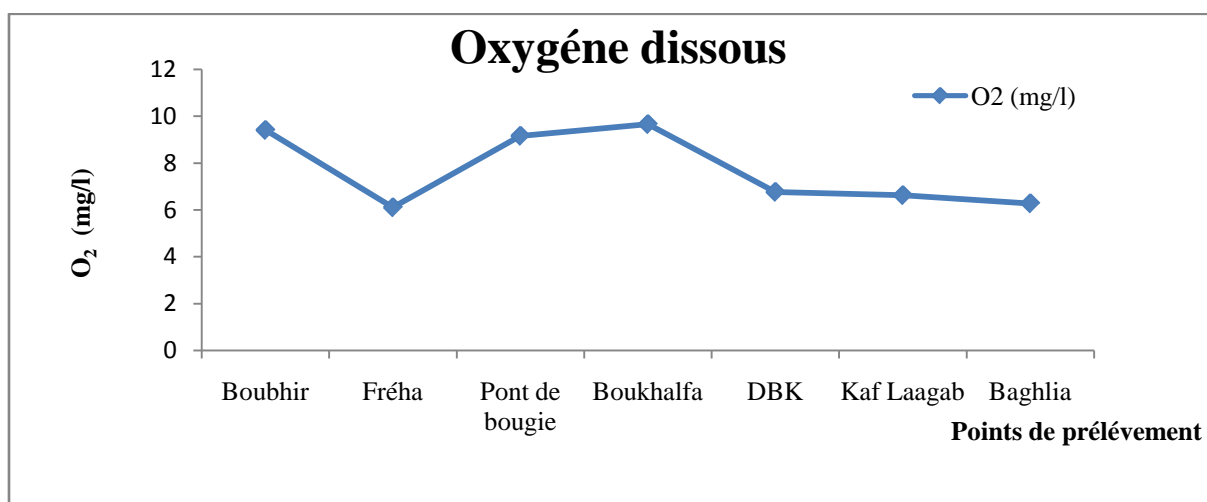


Figure 06 : Evolution des teneurs en oxygène dissous des eaux de l’Oued Sébaou de l’amont vers l’aval durant le mois de Juin 2019.

III.2. Températures

III.2.1. Température ambiante

Les températures ambiantes des sites de prélèvement durant le mois de Juin sont illustrées dans le graphe de la figure 07. Comme la température de l’air est une variabilité saisonnière et comme le mois de Juin fait partie de la saison sèche à Tizi-Ouzou ; on constate d’après le graphe que les températures ambiantes des sept points étudiés fluctuent en moyenne d’un maximum de 24,24°C à DBK et d’un minimum de 23,36 °C à Baghlia. Ces variations s’expliquent par la différence entre les heures de prélèvement et aux diverses conditions météorologiques rencontrées chaque jours d’un point de prélèvement à un autre.

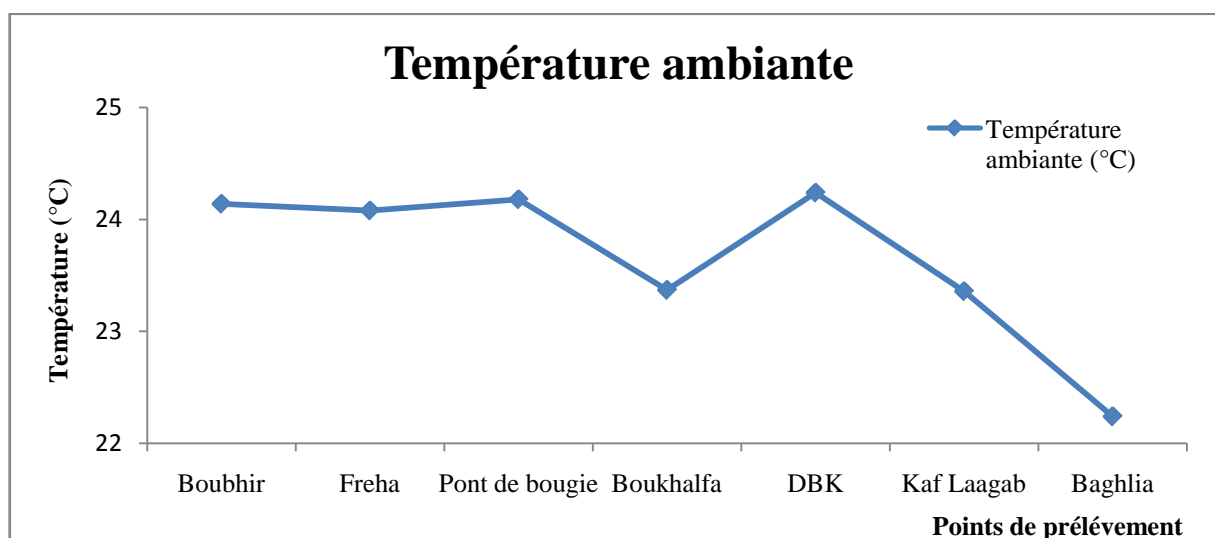


Figure 07 :Variation des moyennes des températures ambiantes le long de l’Oued Sébaou.

III.2.1. Température de l'eau

L'analyse de la variation spatiale de la température de l'eau le long de l'oued Sébaou (figure 08) montre que les températures moyennes enregistrées varient entre un minimum de 20,28 °C et un maximum de 22,67°C, ces variations sont en relation avec la température ambiante, l'heure et la profondeur du point de prélèvement, la saison...etc.

Elle constitue un facteur important dans l'environnement aquatique, régit presque la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Selon les normes de rejets appliquées par l'OMS, la norme de la température des eaux de surface doit être < à 30°C. Par là on constate que les valeurs de la température des eaux de l'Oued Sébaou enregistrées durant notre période d'étude se situent dans une gamme favorable à l'activité microbienne ; Ce qui favorise le traitement biologique et l'autoépuration, ainsi que le développement et la croissance des organismes et de la végétation.

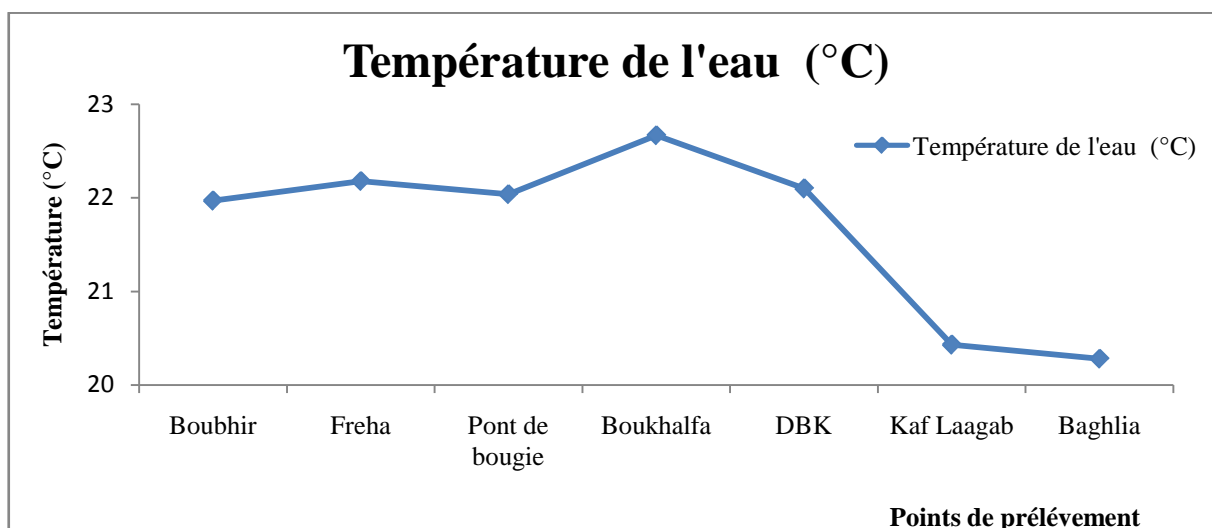


Figure 08 : Variations thermiques des eaux le long de l'Oued Sébaou durant le mois de Juin 2019.

III.3. Potentiel d'hydrogène

Le pH alcalin constitue un milieu idéal pour la prolifération des bactéries, établissent un parfait équilibre biologique permettant la dégradation de la matière organique et la décontamination de l'eau. La figure 09 montre les variations du pH le long de l'Oued Sébaou durant notre période d'étude.

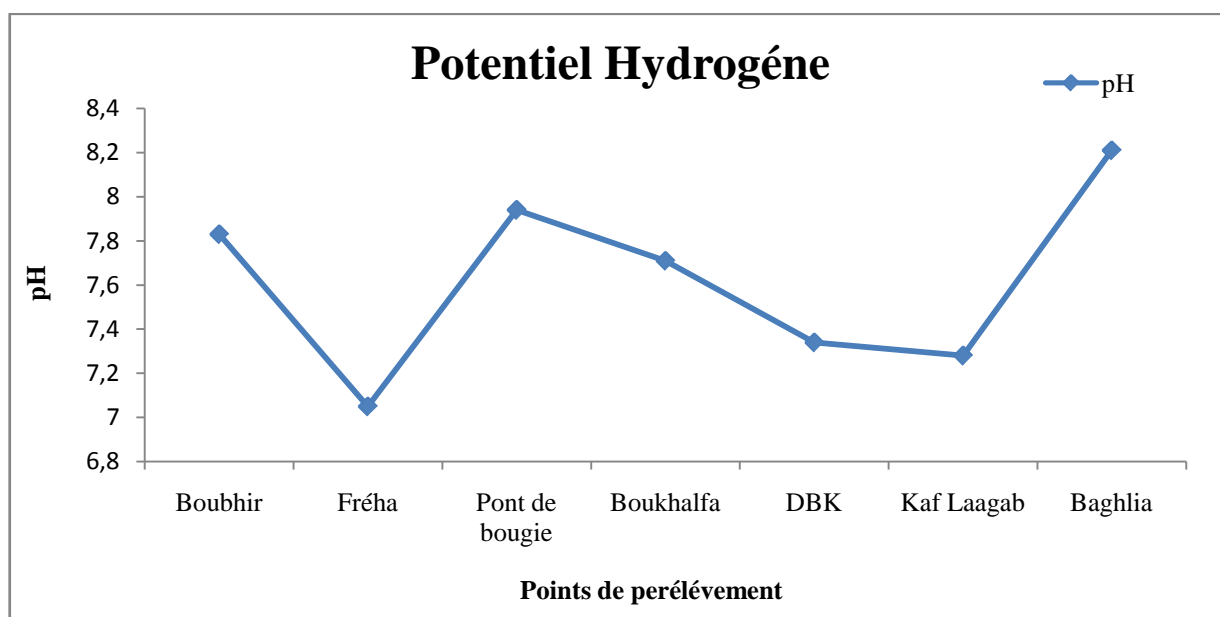


Figure 09 : Variations du pH des eaux de l'Oued Sébaou.

Les valeurs moyennes du pH des sites étudiés varient d'un maximum de 8,21 à un minimum de 7,05. L'élévation légère du pH à Boubhir, au Pont de bougies ; Boukhalfa et Baghlia, peut s'expliquer par l'augmentation de la concentration d'oxygène dissous dans ces points. Tandis que les faibles valeurs enregistrées à Fréha, DBK et KafLaagab s'expliquent par les fortes charges polluantes qui consomment des grandes quantités d'oxygène.

D'une façon générale, la gamme des valeurs du pH obtenues (8,21-7,05) cadre bien avec la norme de rejets appliquée par l'OMS et ne montrent aucun effet défavorable sur la qualité de ces eaux.

III.4.Matières en suspension

L'analyse spatiale de la variation des teneurs en matières en suspension de l'amont vers l'aval de l'Oued Sébaou (figure 10), a montré que les valeurs des MES enregistrées durant le mois d'étude varient de 5,78 mg/l à 19,84 mg/l. Ces variations sont dues principalement aux vitesses d'écoulement qui diminuent de l'amont vers l'aval, ainsi qu'aux conditions météorologiques des points de prélèvement et de la charge organique qu'ils reçoivent. D'une manière générale les valeurs trouvées suivent largement la norme de rejets appliquée par l'OMS qui doit être < 20 mg/l.

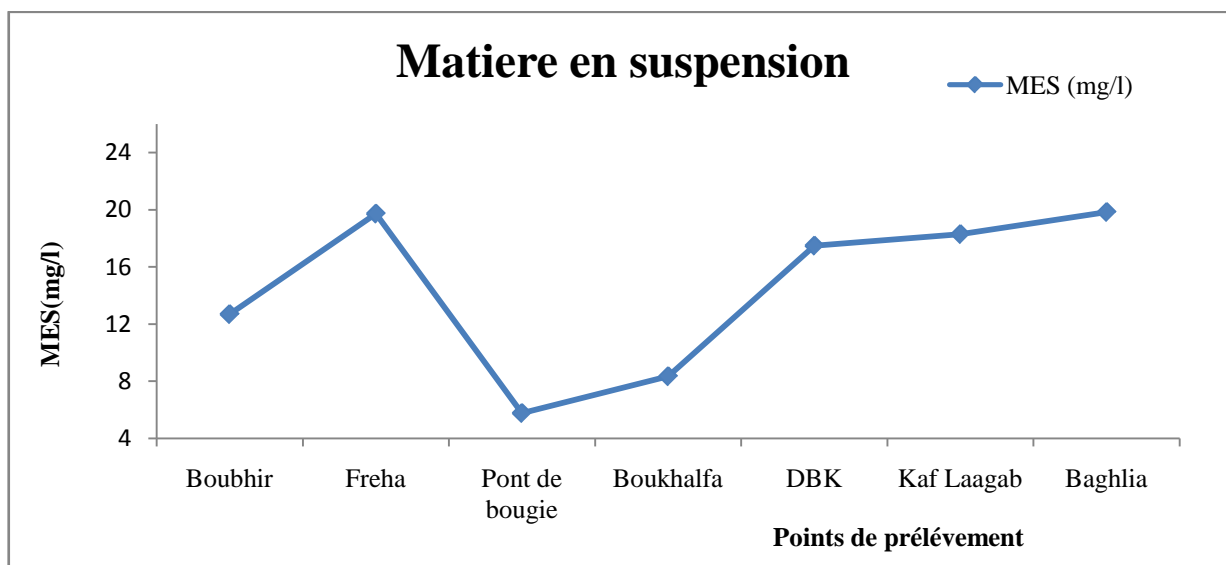


Figure 10 : Evolution des teneurs en matières en suspension de l’amont à l’aval de Sébaou.

III.5. Vitesse d’écoulement

D’après la figure 11 on constate que l’Oued Sébaou est caractérisé par un profil de vitesse décroissant d’amont en aval, effet des conditions morfo-dynamiques du cours d’eau, caractérisé par une pente plus élevée en amont et un élargissement du lit de l’Oued en aval.

Ces observations se traduisent par un phénomène de transport solide important conduisant à la formation de sédiments en aval.

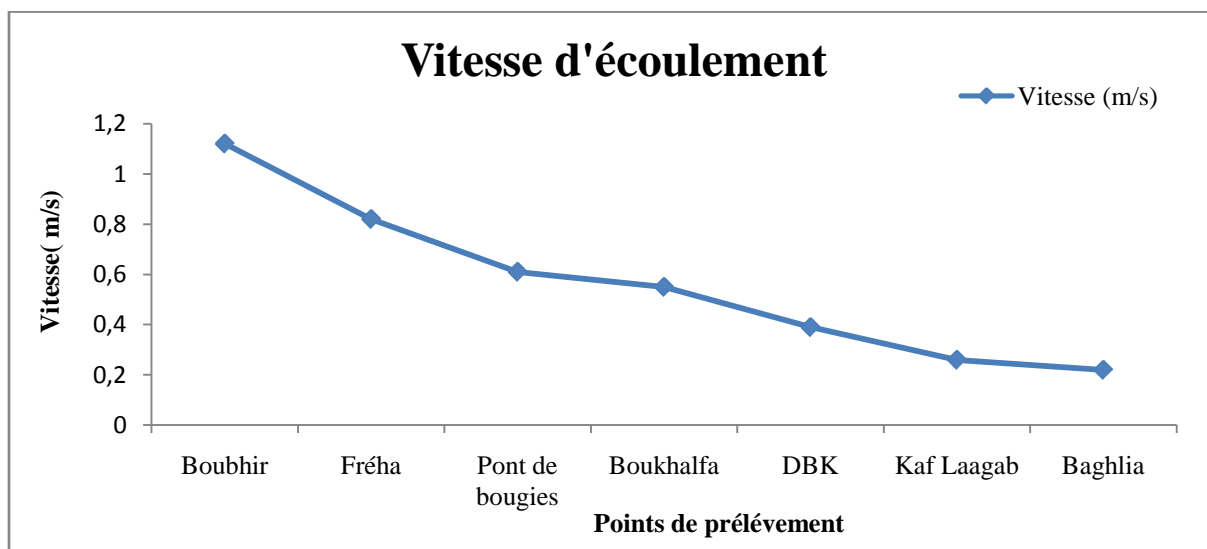


Figure 11 : Evolution de la vitesse d’écoulement de l’amont vers l’aval de l’Oued Sébaou.

III.6. Analyse en Composantes Principales (ACP)

Pour le traitement des résultats nous avons utilisé une méthode fondamentale en statistique descriptive multi dimensionnelle : l’Analyse en Composantes Principales (ACP) ; qui

est une méthode d'analyse factorielle de données, ayant pour but de décrire et de résumer les informations quantitatives relatives à l'observation des caractères mesurés sur un échantillon d'individus, afin de comprendre comment les effets de phénomène se combinent.

III.7. Application de l'ACP aux données des eaux de l'Oued Sébaou

Après avoir évalué la qualité physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou, nous avons jugé utile de faire une étude statistique des paramètres étudiés dans le but de trouver les corrélations existantes entre ces derniers.

On dispose d'une série de données des paramètres physicochimiques : pH, T° de l'eau, T° ambiante, ppm, saturation en O₂, MES et la vitesse d'écoulement du mois de juin 2019, où on précède par l'élimination de toutes les données non concomitantes.

III.7.1. Au niveau de Boubhir

- Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Le test Bartlett de la sphéricité nous permet la mesure de la normalité de la distribution, son critère significatif est $< 0,05$. Quand à l'indice de K-M-O, il nous un renseigne si la distribution des valeurs est adéquate pour l'exécution de l'analyse factorielle. Le tableau ci-dessous résume à la fois le test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O.

Tableau 13: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de Boubhir.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,683
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	13,039
	ddl	13
	Signification de Bartlett	,000

D'après les résultats du tableau, on constate que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Médiocre » (= 0,683).

- Matrice de corrélation

Le tableau suivant représente la matrice de corrélation des paramètres physicochimiques étudiés des eaux de Boubhir (Amont de l'Oued Sébaou).

Tableau 14: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique des eaux deBoubhir.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation (%)
pH	1,000	,793	,685	,401	,115
T° ambiante	,793	1,000	,303	,356	,145
T° Eau	,685	,303	1,000	-,120	,464
O ₂ (mg/l)	,401	,356	-,120	1,000	,126
Saturation (%)	,115	,145	,464	,126	1,000

- Variance totale expliquée par les valeurs propres

La matrice de corrélation est carrée, symétrique et réelle. Elle est donc diagonalisable. Sa diagonalisation nous permet de calculer les valeurs propres ainsi que la contribution à la variance en termes de pourcentage. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 15 suivant :

Tableau 15:Variance totale expliquée des eaux de Boubhir.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	2,448	48,954	48,954	2,448	48,954	48,954
2	1,251	25,010	73,964	1,251	25,010	73,964
3	,890	17,798	91,762			
4	,412	8,238	100,000			
5	1,304E-016	2,607E-015	100,000			

L’analyse de la variance totale montre qu’à partir de cinq (5) variables réelles constituant la matrice des données, on aboutit à deux variables fictives dites composantes principales restituant 73,964 % de l’information globales, les autres composantes contribuent très faiblement à l’explication de la variance totale.

- Matrice des composantes

Tableau 16: Matrice des composantes entre les CP’ et les variables des eaux de Boubhir.

	Composante	
	1	2
pH	,943	-,133
T° ambiante	,818	-,312
T° Eau	,717	,613
O ₂ (mg/l)	,440	-,671
Saturation (%)	,425	,556

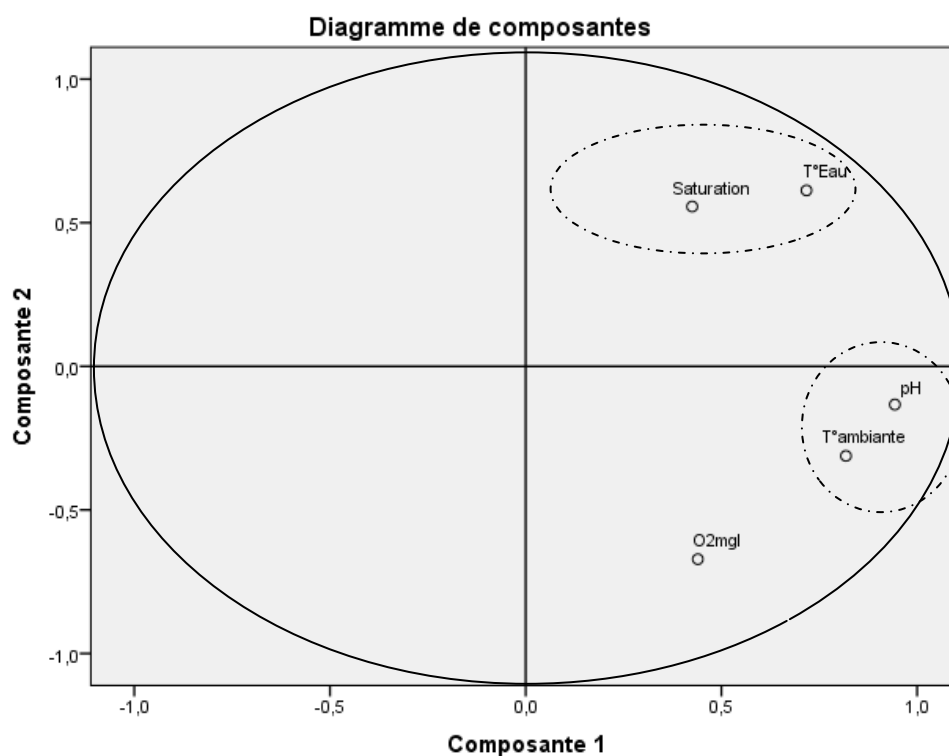


Figure 12: Diagramme de composantes à Boubhir.

La répartition des variables est relativement proche du contour du cercle de corrélation ce qui signifie leur forte contribution sur les deux axes. Les variables physiques pH, T° ambiante et T° de l'eau sont proches positivement de l'axe 1. La variable ppm se rapproche positivement de l'axe 2 contrairement à la variable saturation en O₂. D'après ces remarques, on constate qu'il y a deux corrélations : une entre les paramètres physiques (pH, T° ambiante) et l'autre entre les paramètres (T° de l'eau et saturation en O₂).

III.7.2. Au niveau de Fréha :

- Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Tableau 17: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice KMO des eaux de Fréha.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,583
Test de sphéricité de Bartlett	Chi-deux approximé	63,039
	ddl	15
	Signification de Bartlett	,000

D'après les résultats du tableau, on constate que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Misérable » (= 0,583).

-Matrice de corrélation

Le tableau suivant fait apparaitre des corrélations entre les paramètres physicochimiques des eaux de l’Oued Sébaou au niveau de Fréha.

Tableau 18: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l’eau de l’Oued Sébaou au niveau deFréha.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation(%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,965	-,968	,964	,951	-,887
T° ambiante	-,965	1,000	,980	-,963	-,984	,960
T° Eau	-,968	,980	1,000	-,923	-,936	,917
O ₂ (mg/l)	,964	-,963	-,923	1,000	,980	-,947
Saturation (%)	,951	-,984	-,936	,980	1,000	-,958
MES (mg/l)	-,887	,960	,917	-,947	-,958	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 19:Variance totale expliquée des eaux de Fréha.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,762	96,035	96,035	5,762	96,035	96,035
2	,131	2,187	98,222	,131	2,187	98,222
3	,080	1,338	99,560			
4	,024	,407	99,967			
5	,002	,033	100,000			
6	8,964E-017	1,494E-015	100,000			

L’analyse de la variance totale montre qu’à partir de six (6) variables réelles constituant la matrice des données, on aboutit à deux variables fictives dites composantes principales restituant 98,222 % de l’information globales, les autres composantes contribuent très faiblement à l’explication de la variance totale.

-Matrice des composantes

Tableau 20: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux deFréha.

	Composante	
	1	2
pH	,975	,198
T° ambiante	-,995	-,011
T° Eau	-,974	-,161
O ₂ (mg/l)	,983	-,054
Saturation (%)	,988	-,080
MES (mg/l)	-,964	,238

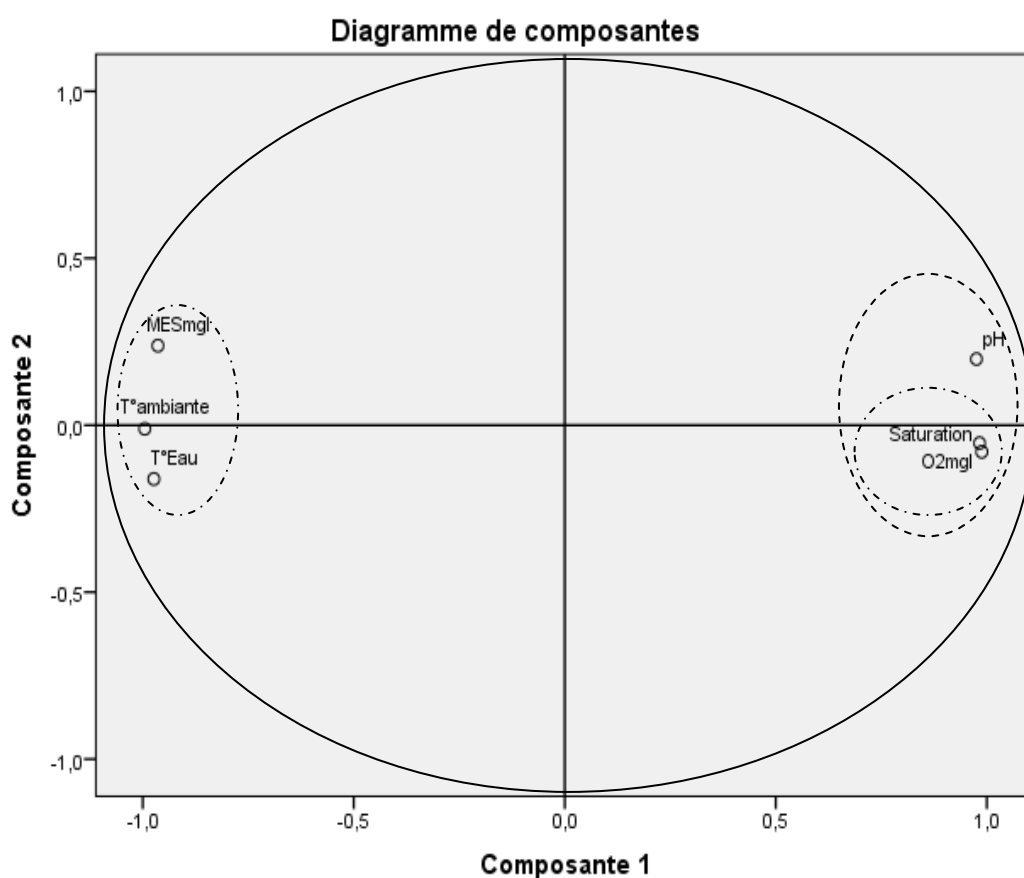


Figure 13:Diagramme de composantesà Fréha.

La répartition des variables est très proche du contour du cercle de corrélation ce qui signifie qu'ils contribuent fortement sur les deux axes. Les variables pH, ppm, etsaturation en O₂sont positivement représentées sur l'axe 1 ; contrairementaux variables T° ambiante,T° de l'eau et MES. On constate aussi une très forte corrélation entre les deux paramètres chimiques (ppm et saturation en O₂) et une autre entre les paramètres (T° de l'eau etT° ambiante).

III.7.3. Au niveau de Pont de bougies:

- Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Tableau 21: Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux du Pont de bougies.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,653
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	63,039
	Ddl	19
	Signification de Bartlett	,000

Les résultats de ce tableau démontre que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Médiocre » (= 0,653).

-Matrice de corrélation

Tableau 22: Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau du Pont de bougies.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation(%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,810	-,740	,767	,761	,569
T° ambiante	-,810	1,000	,813	-,847	-,839	-,632
T° Eau	-,740	,813	1,000	-,997	-,979	-,947
O ₂ (mg/l)	,767	-,847	-,997	1,000	,991	,939
Saturation(%)	,761	-,839	-,979	,991	1,000	,946
MES (mg/l)	,569	-,632	-,947	,939	,946	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 23: Variance totale expliquée des eaux du Pont de bougies

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,216	86,933	86,933	5,216	86,933	86,933
2	,575	9,576	96,509	,575	9,576	96,509
3	,185	3,088	99,597			
4	,024	,403	100,000			
5	6,627E-016	1,105E-014	100,000			
6	-4,338E-016	-7,229E-015	100,000			

L'analyse de la variance totale montre qu'à partir de six (6) variables réelles constituant la matrice des données, on aboutit à deux variables fictives dites composantes principales

restituant 96,509 % de l'information globales, le reste des composantes ont une très faible explication de la variance totale.

-Matrice des composantes

Tableau 24: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux du Pont de bougies.

	Composante	
	1	2
pH	,824	-,490
T° ambiante	-,881	,354
T° Eau	-,984	-,144
O ₂ (mg/l)	,994	,096
Saturation (%)	,990	,107
MES (mg/l)	,908	,410

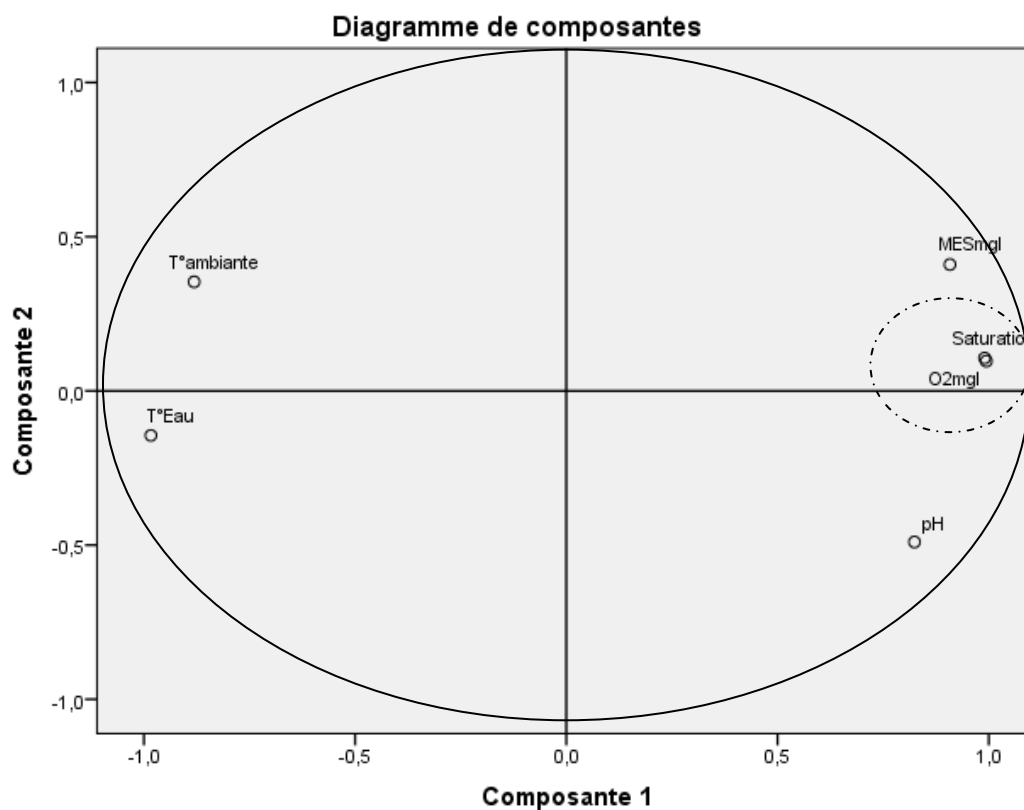


Figure 14: Diagramme des composantes à Pont de bougies.

La répartition des variables est relativement proche du contour du cercle de corrélation ce qui signifie de leur forte contribution sur les deux axes. Les variables physiques T° ambiante et T° de l'eau sont proches négativement de l'axe 1. Les variables pH, ppm, saturation en O₂ et MES se rapprochent positivement de l'axe 1. Une très forte corrélation est à signaler entre les deux variables chimiques ppm et saturation en O₂ (surposition).

III.7.4. Au niveau de Boukhalfa

-Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Tableau 25:Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de Boukhalfa.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,510
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	63,039
	ddl	21
	Signification de Bartlett	,000

D'après les résultats du tableau, on constate que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Misérable » (= 0,510).

-Matrice de corrélation

Tableau 26:Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de Boukhalfa.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation(%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,774	-,588	,949	,833	,765
T° ambiante	-,774	1,000	,941	-,890	-,822	-,846
T° Eau	-,588	,941	1,000	-,784	-,808	-,868
O ₂ (mg/l)	,949	-,890	-,784	1,000	,896	,864
Saturation(%)	,833	-,822	-,808	,896	1,000	,990
MES(mg/l)	,765	-,846	-,868	,864	,990	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 27:Variance totale expliquée des eaux de Boukhalfa.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,212	86,866	86,866	5,212	86,866	86,866
2	,497	8,275	95,141	,497	8,275	95,141
3	,261	4,355	99,496			
4	,028	,465	99,961			
5	,002	,039	100,000			
6	-6,344E-016	-1,057E-014	100,000			

D'après l'analyse du tableau de la variance totale on note six (6) variables réelles, et les deux premières variables fictives dites composantes principales restituent 95,141 % de

l'information globales, tandis que les autres composantes contribuent très faiblement à l'explication de la variance totale.

-Matrice des composantes

Tableau 28:Matrice des composantes entre lesCP' et les variables des eaux de Boukhalfa.

	Composante	
	1	2
pH	,877	,465
T° ambiante	-,943	,183
T° Eau	-,893	,438
O ₂ (mg/l)	,963	,209
Saturation (%)	,958	,047
MES (mg/l)	,955	-,095

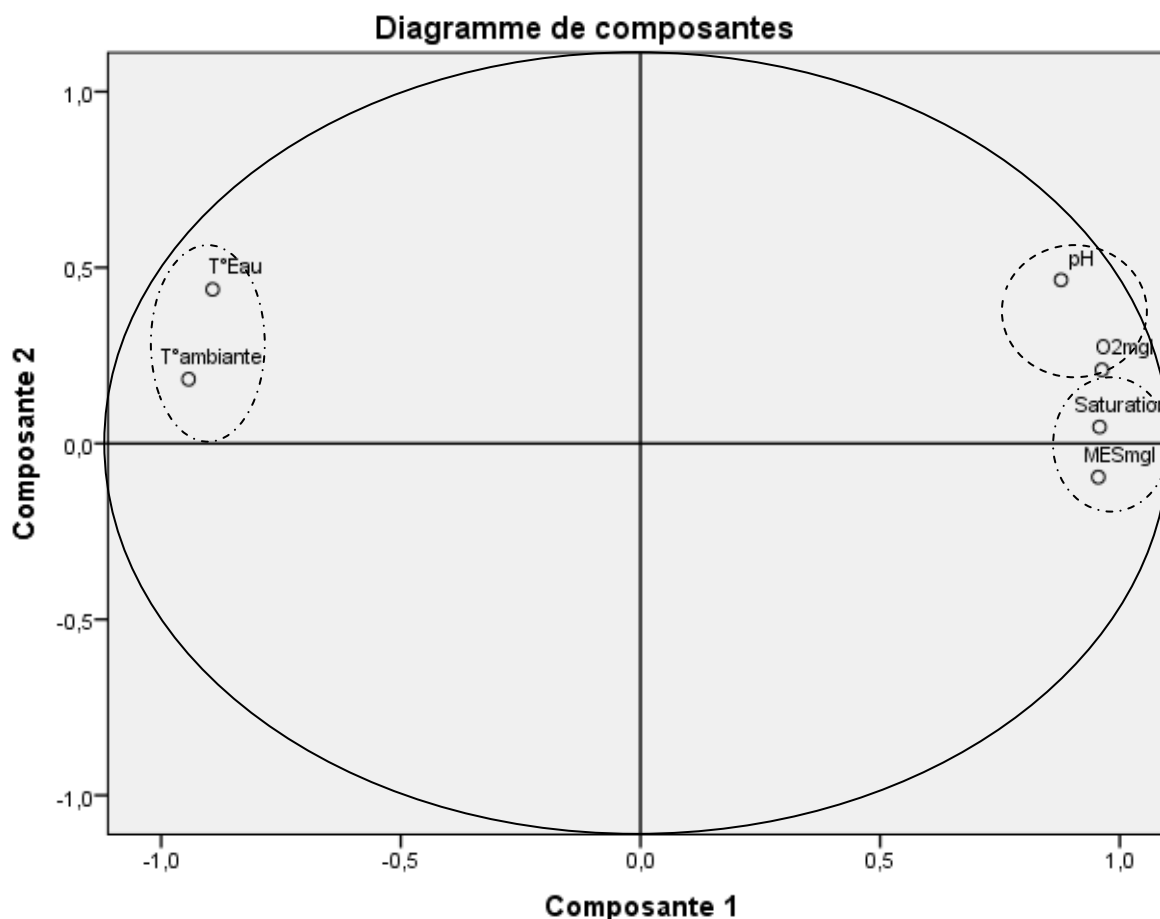


Figure 15:Diagramme de composantes à Boukhalfa.

Les variables contribuent fortement sur les deux axes vue que leur répartition est relativement proche du contour du cercle de corrélation. Les variables pH,ppm,saturation en O₂et

MESse rapprochent positivement de l'axe 1 contrairement aux variables T° ambiante et T° de l'eau.

D'après ces remarques, on constate qu'il y'a trois corrélations à signaler : la plus forte entre les paramètres (MES et Saturation en O₂), à celle-ci s'ajoute une autre entre (pH et ppm) et une dernière entre (T° ambiante et T° de l'eau).

III.7.5. Au niveau de DBK

-Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Tableau 29:Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux de DBK.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,653
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	63,039
	ddl	21
	Signification de Bartlett	,000

D'après les résultats du tableau, on constate que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Médiocre » (= 0,653).

-Matrice de corrélation

Tableau 30:Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de DBK.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation(%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,964	-,975	,976	,993	-,835
T° ambiante	-,964	1,000	,959	-,974	-,936	,904
T° Eau	-,975	,959	1,000	-,956	-,981	,882
O ₂ (mg/l)	,976	-,974	-,956	1,000	,957	-,920
Saturation(%)	,993	-,936	-,981	,957	1,000	-,816
MES(mg/l)	-,835	,904	,882	-,920	-,816	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 31: Variance totale expliquée des eaux de DBK.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,679	94,658	94,658	5,679	94,658	94,658
2	,235	3,910	98,569	,235	3,910	98,569
3	,051	,849	99,418			
4	,035	,582	100,000			
5	4,547E-016	7,579E-015	100,000			
6	2,011E-016	3,351E-015	100,000			

L'analyse de la variance totale montre qu'à partir de six (6) variables réelles constituant la matrice des données, on remarque 98,569 % de l'information globales est restitué par deux variables fictives dites composantes principales.

-Matrice des composantes

Tableau32: Matrice des composantes entre les CP' et les variables des eaux de DBK.

	Composante	
	1	2
pH	,985	,165
T° ambiante	-,983	,037
T° Eau	-,986	-,070
O ₂ (mg/l)	,991	-,037
Saturation (%)	,974	,209
MES (mg/l)	-,916	,395

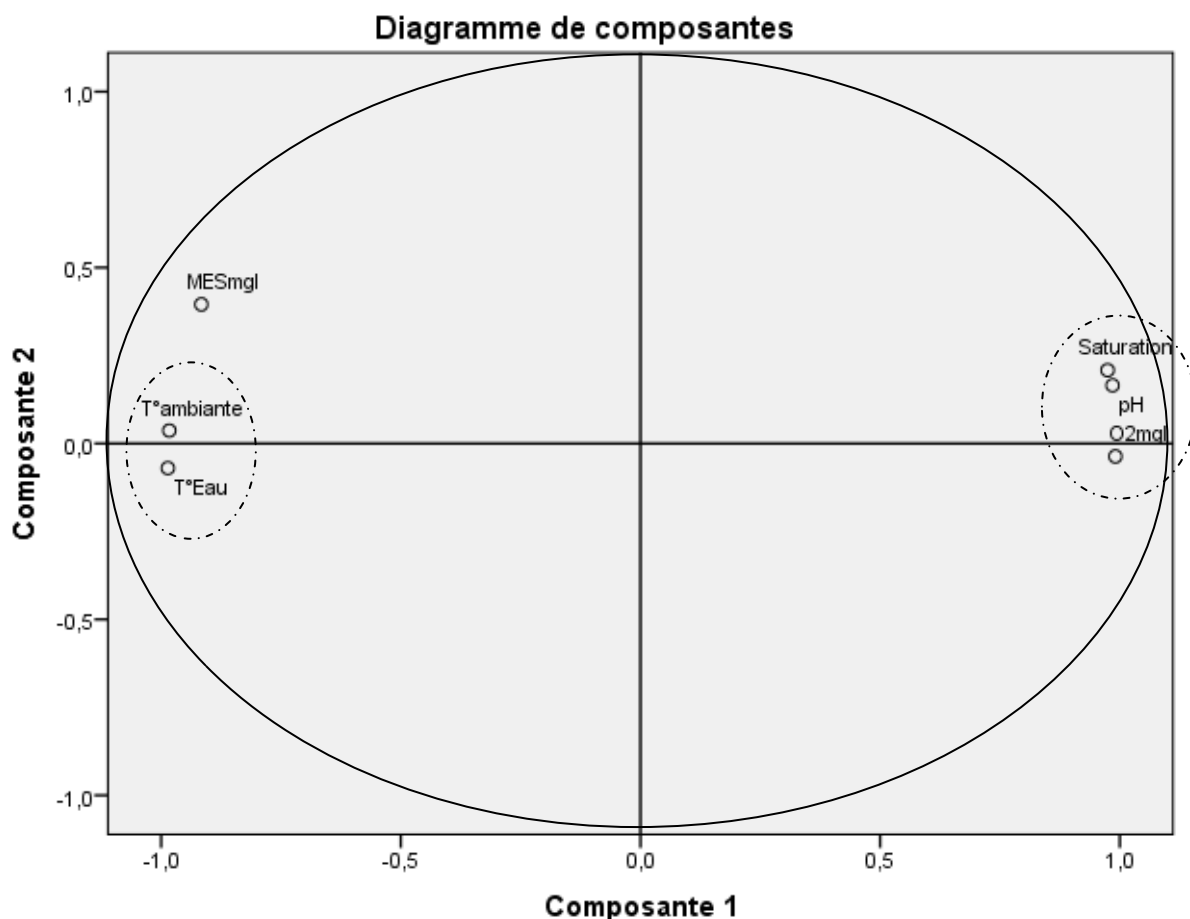


Figure 16:Diagramme de composantes à DBK.

La répartition des variables est relativement proche du contour du cercle de corrélation, ceci reflète de leur forte contribution sur les deux axes. Les variables physiques T° ambiante et T° de l’eau et MES sont proches négativement de l’axe 1, alors que les variables pH, ppm, saturation en O₂ se rapprochent positivement de l’axe 1. De très fortes corrélations sont à signaler, la plus importante est celle entre pH et saturation en O₂, une autre entre pH et ppm. On observe une autre aussi entre T° ambiante et T° de l’eau.

III.7.6. Au niveau de KafLaagab

-Test de Sphéricité de Bartlett et l’indice K-M-O

Tableau 33:Test de Sphéricité de Bartlett et l’indice K-M-O des eaux de KafLaagab.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,783
Test de sphéricité de Bartlett	Chi-deux approximé	63,039
	ddl	21
	Signification de Bartlett	,000

Les résultats de ce tableau démontre que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Bien » (= 0,783).

-Matrice de corrélation

Tableau 34:Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de KafLaagab.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation(%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,875	-,895	,918	,688	-,560
T° ambiante	-,875	1,000	,958	-,903	-,832	,373
T° Eau	-,895	,958	1,000	-,810	-,648	,590
O ₂ (mg/l)	,918	-,903	-,810	1,000	,891	-,280
Saturation(%)	,688	-,832	-,648	,891	1,000	,145
MES(mg/l)	-,560	,373	,590	-,280	,145	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 35:Variance totale expliquée des eaux de KafLaagab.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	4,540	75,666	75,666	4,540	75,666	75,666
2	1,227	20,454	96,120	1,227	20,454	96,120
3	,192	3,196	99,316			
4	,041	,684	100,000			
5	9,145E-017	1,524E-015	100,000			
6	2,776E-017	4,626E-016	100,000			

L'analyse de la variance totale montre qu'à partir de six (6) variables réelles constituant la matrice des données, on aboutit à deux variables fictives dites composantes principales restituant 96,120 % de l'information globales, les autres composantes contribuent très faiblement à l'explication de la variance totale.

-Matrice de composantes

Tableau 36:Matrice des composantes entre lesCP' et les variables des eaux de KafLaagab.

	Composante	
	1	2
pH	,958	-,142
T° ambiante	-,975	-,070
T° Eau	-,948	,200
O ₂ (mg/l)	,954	,195
Saturation(%)	,810	,584
MES(mg/l)	-,454	,885

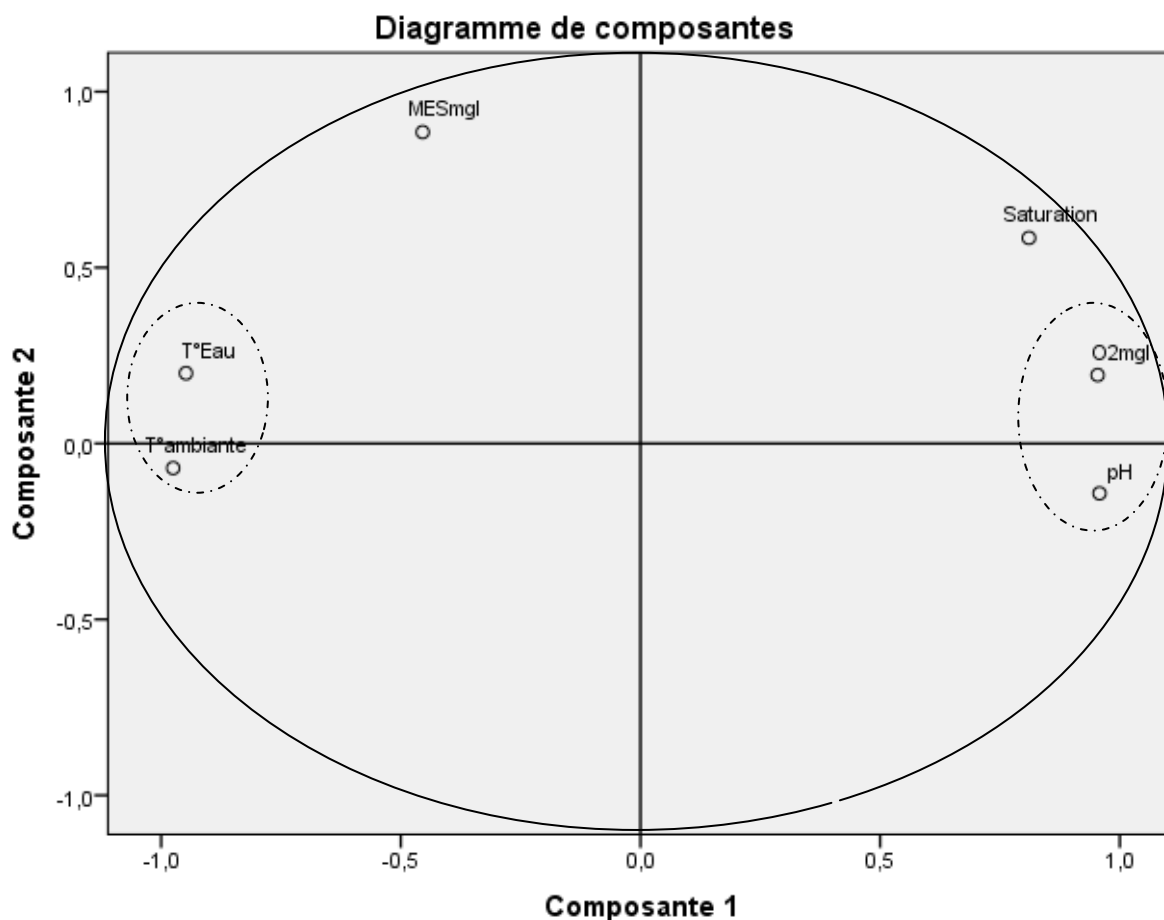


Figure 17 :Diagramme de composante de KafLaagab.

La répartition des variables est proche du contour du cercle de corrélation ce qui signifie qu'ils contribuent fortement sur les deux axes. Les variables pH, ppm, etsaturation en O₂ sont positivement représentées sur l'axe 1 ; contrairementaux variables T° ambiante,T° de l'eau, tandis que la variable MES est négativement représentée sur l'axe 2. On observe une corrélation entre deux paramètres T° de l'eau etT° ambiante et une autre entre ppm etpH.

III.7.7. Au niveau deBaghlia

-Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O

Tableau 37:Test de Sphéricité de Bartlett et l'indice K-M-O des eaux deBaghlia

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		,691
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	63,039
	ddl	21
	Signification de Bartlett	,000

D'après les résultats du tableau, on constate que la signification de Bartlett tend vers 0,000 et le K-M-O globale de la matrice se situe dans la fourchette « Médiocre » (= 0,691).

-Matrice de corrélation

Tableau 38:Matrice de corrélation des paramètres physicochimique de l'eau de l'Oued Sébaou au niveau de Baghlia.

Corrélation	pH	T° ambiante	T° Eau	O ₂ (mg/l)	Saturation (%)	MES(mg/l)
pH	1,000	-,977	-,942	,934	,942	,936
T° ambiante	-,977	1,000	,907	-,895	-,892	-,919
T° Eau	-,942	,907	1,000	-,974	-,996	-,919
O ₂ (mg/l)	,934	-,895	-,974	1,000	,965	,977
Saturation(%)	,942	-,892	-,996	,965	1,000	,904
MES (mg/l)	,936	-,919	-,919	,977	,904	1,000

-Variance totale expliquée par les valeurs propres

Tableau 39:Variance totale expliquée des eaux de Baghlia.

Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	5,694	94,898	94,898	5,694	94,898	94,898
2	,172	2,868	97,766	,172	2,868	97,766
3	,116	1,927	99,694			
4	,018	,306	100,000			
5	3,428E-016	5,713E-015	100,000			
6	-5,657E-016	-9,428E-015	100,000			

D'après l'analyse du tableau de la variance totale on note six (6) variables réelles, les deux premières variables fictives dites composantes principales restituent 97,766 % de l'information globales, tandis que les autres composantes contribuent très faiblement à l'explication de la variance totale.

-Matrice de composantes

Tableau 40 :Matrice des composantes entre lesCP' et les variables des eaux de Baghlia.

	Composante	
	1	2
pH	,981	-,148
T° ambiante	-,956	,274
T° Eau	-,982	-,155
O ₂ (mg/l)	,983	,130
Saturation(%)	,975	,178
MES(mg/l)	,967	-,047

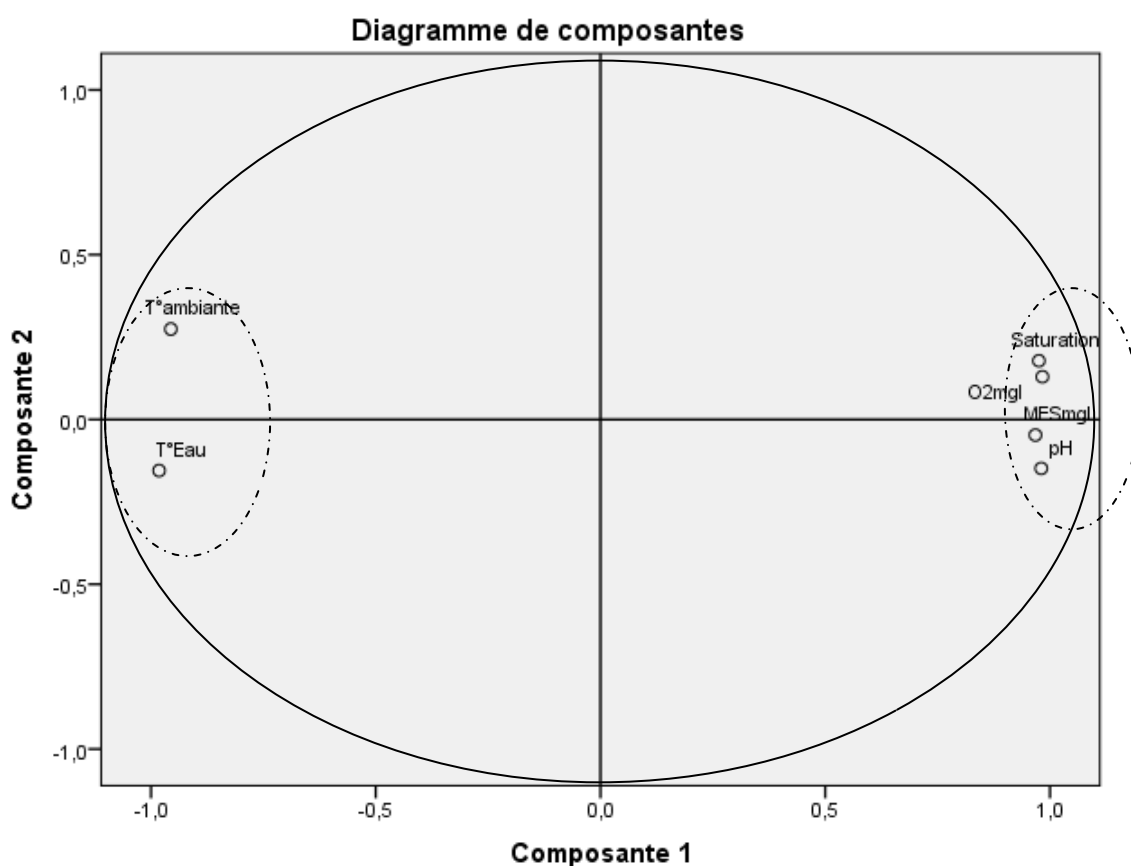


Figure 18:Diagramme de composantes à Baghlia.

Les variables contribuent fortement sur les deux axes vue que leur répartition est relativement proche du contour du cercle de corrélation. Les variables pH, ppm,saturation en O₂et MESse rapprochent positivement de l'axe 1contrairement aux variablesT° ambiante et T° de l'eau.D'après ces remarques, on constate qu'il y'a plusieurs corrélations, les plus représentatives sont : une entre les paramètres (MES et ppm) et une deuxième entre (Saturation

en O₂ et ppm), une troisième entre (pH et ppm) Ainsi qu'une quatrième entre (saturation en O₂ et pH) et une dernière entre (MES et pH).

Conclusion générale

Le suivi spatial de quelques paramètres physico-chimiques des eaux de l'oued Sébaou, de l'amont vers l'aval, nous a fourni l'image d'une pollution relativement intense ; qui se traduit par une importante charge minérale et organique pendant la saison sèche, et qui engendre des diminutions du profil d'oxygène observées dans les zones polluées qui reçoivent directement les rejets urbains, agricoles et industriels, bruts et épurés de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Les constats tirés à partir de cette étude montrent que :

- ❖ les résultats obtenus révèlent que sur le plan qualitatif les eaux de l'Oued Sébaou sont caractérisées par les paramètres physico-chimiques suivants :
 - Le profil global en oxygène dissous qui diminue fortement dans les zones polluées (Fréha, KafLaagab, DBK et Baghlia), mais reste conforme aux normes d'eaux superficielles (OMS, normes Algériennes, normes Européennes) ;
 - La température des eaux cadre bien avec la norme des eaux de surface et favorise l'activité biologique et l'autoépuration, ainsi que le développement et la croissance des microorganismes et de la végétation ;
 - le pH est neutre à légèrement basique (7,05 à 8,21) ;
 - les teneurs en MES varient de (19,84 mg/l à Baghlia à 5,78 mg/l au Pont de bougies) ;
 - La vitesse d'écoulement suit un ordre décroissant de l'amont vers l'aval de l'Oued et varie de 1,12 m/s enregistrée à Boubhir à 0,22 m/s au niveau de Baghlia.

À la lumière de ces résultats, on conclut que malgré la forte influence qu'exercent les activités anthropiques sur la qualité de ces eaux, l'oued Sébaou conserve sa capacité auto épuratrice.

- ❖ L'analyse en composantes principales dégage des corrélations significatives entre les paramètres physico-chimiques de ces eaux pour les sept points étudiés, les plus expressives sont :
 - À Fréha : deux fortes corrélations sont à signaler une entre (Saturation en O₂ et ppm) et une autre entre (T° ambiante et T° de l'eau) avec un taux de 98% ;
 - Au Pont de bougies : une très forte corrélation est à signaler entre les deux variables chimiques ppm et saturation en O₂ (sur position) avec un taux de 99% ;
 - À Boukhalfa : la plus forte entre les paramètres (MES et Saturation en O₂) avec un taux de 99% ;

Conclusion générale

- À DBK : la plus importante est celle entre (pH et saturation en O₂) avec un taux de 99% ;
- À KafLaagab : On observe une corrélation entre deux paramètres (T° de l'eau et T° ambiante) avec un taux de 95% ;
- À Baghlia: une entre (MES et ppm) avec un taux de 97%.

Pour la suite de cette étude et pour préserver l'Oued Sébaou, il est souhaitable de :

- ✓ Mesurer à grande échelle l'impact des rejets polluants sur l'Oued Sébaou et son environnement afin de remédier et limiter cette pollution avant d'arriver au seuil d'irréversibilité ;
- ✓ Etudier l'emplacement des décharges ménagères des agglomérations en les installant loin des zones vulnérables;
- ✓ Pour toute entreprise implantée aux périphéries de l'oued, il est obligatoire de disposer d'une STEP en son sein, et en cas d'absence, appliquer une taxe pour tout rejet d'effluents bruts dans l'oued ;
- ✓ Inciter les agriculteurs à l'utilisation rationnelle des engrais et des produits phytosanitaires en les sensibilisant aux dangers réels qu'ils provoquent aux hydrosystèmes ;
- ✓ Implantation des STEP en cas d'absence (Fréha, Tadmaït) et la réhabilitation des STEP existantes en cas d'insuffisance du rendement épuratoire (cas des STEP Ouest, Est de T-O et celle de DBK) ;
- ✓ Un travail d'information, d'éducation et de sensibilisation est indispensable, par l'encouragement des efforts des associations actives pour la protection de l'environnement (caravane de sensibilisation, conférence, médiatisation ...).

Références bibliographiques

Amara A. et Zemmouche N., 2016 : Traitement des eaux de rejets de la STEP Est de Tizi-Ouzou. Suivi des paramètres de pollution. Mémoire de Master, UMMTO.

Babou L. et M'zyene N., 2018 : Suivi des paramètres physico-chimiques des eaux brutes et traitées de la STEP Est de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master, UMMTO.

Bahroun S., 2016 : Objectifs environnementaux de rejet pour les polluants dans le milieu récepteur et optimisation du pouvoir auto-épurateur : Cas de l'Oued Kébir EST (Nord EST Algérien). Thèse de Doctorat, Université Badji-Mokhtar-Annaba.

Bebba N., 2017 : Impactes des paramètres environnementaux et distribution spatio-temporelle des éphéméroptères dans les Oueds de Biskra et Batna. Thèse de Doctorat en biologie, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

Benayache N. Y., 2014 : Evaluation du niveau de la pollution organique des barrages Hammam Grouz et Béni-Harroune. Mémoire de Master, Université de Constantine 1.

Berrouane N. et Khoumeri M., 2018 : Impact des rejets de STEP de la ville de Tizi-Ouzou sur la qualité biologique des eaux de consommation. Cas de forages de Boukhalfa. Mémoires de Master, UMMTO.

CVRB, 2005 : Oxygène dissous. Projet j'adopte un cours d'eau.

Degrement, 2005 : Mémento technique de l'eau.

Hamdi H. et Oukherfellah S., 2017 : Evaluation des rejets journaliers (DBO₅, DCO, Nt, Pt) en équivalent habitant cas de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master, UMMTO.

Haouchine S., 2011 : Recherches sur la faunistique et l'écologie des macros invertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de Magister, UMMTO.

<https://www.eaufrance.fr/les-impacts-de-la-pollution-de-leau>

<http://www.vedura.fr/environnement/pollution/eau-eutrophisation-ecosystemesaquatiques>.

Références bibliographiques

Lounaas A.,2009 : Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kromade Skikda. Mémoire de Magister, Université de Skikda.

Loire Estuaire, CMB, Cahier indicateur°1,2002 : L'oxygène de l'eau.

Mehda S., 2014 : Evaluation du risque de la contamination physico-chimique et biologique des eaux souterraines par les polluants d'origine agricole dans la région d'El Oued. Mémoire de Magister, Université Kased Merbah, Ouargla.

Mekhalif F.,2009 : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister, Université de Skikda.

Menna W., 2016 : Les analyses qualitatives et quantitatives des eaux de distribution à la ville de Bab- Ezzouar. Mémoire de Master, UMMTO.

Merzougi F., 2014 : Approche méthodologique GOD de l'étude de vulnérabilité d'une nappe d'eau souterraine (Cas de la nappe alluviale du Sébaou). Mémoire de Master, E.N. S.H. ARBAOUI Abdellah.

Metahri M. S.,2002 : caractérisations de l'état de pollution et modélisation du pouvoir auto-épurateur du Sébaou par la méthode du bilan d'oxygène et évaluation de la pollution par les nitrates. Mémoire de Magister, UMMTO.

Namour P., 1999 : Autoépuration des rejets organiques domestiques, nature de la matière organique résiduaire et son effet en rivière. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard – LYON 1. France.

Rahou Kada B., 2014 : Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'EL-kerma Oran. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf, Oran.

Rodier J., 1996 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduelles et de mer. 8^{ème} édition.

Sassoui A., 2006 : Etude de la pollution et de l'autoépuration des eaux de l'Oued Mellah (Rejets de la ville de Djelfa). Mémoire de Magister, Université Ziane Achour, Djelfa.

Tababoucht S., 2017 : Etude de la pollution des eaux superficielles et souterraines du bassin versant du Sébaou. Mémoire de Master, E.N.S.H. ARBAOUI Abdellah.

Références bibliographiques

Yakoub B., 1996 : Le problème de l'eau en grande Kabylie (le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi- Ouzou). Édité par l'université de Tizi-Ouzou.

Annexe I

1. Tableau illustrant les résultats des précipitations mensuelles et annuelles (en mm) correspondant à la période (2012-2018) du bassin versant de l'Oued Sébaou (ONM Boukhalfa, 2019)

Mois Années	Précipitation	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sép	Oct	Nov	Déc	Tot
		2012	Précipitations en mm&1/10	69,5	270	97,8	146,8	40	1,1	0,0	6,4	10,9	96	68,7
2013	Précipitation en mm&1/10	221,8	186	93,5	64,5	152	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	104	1063,9
2014	Précipitation en mm&1/10	110	110	172,4	5,3	10,0	48	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272	832,5
2015	Précipitation en mm&1/10	201	182	70,2	0,0	10	15	4,1	2,6	41,1	82	102,7	0,0	710,5
2016	Précipitation en mm&1/10	59,9	96,2	185,3	61,8	68	5,9	0,0	0,0	4,2	17	68,4	150,1	716,8
2017	Précipitation en mm&1/10	250	36	29	37,0	2	8,8	0,4	0	37,8	35,3	126	138,0	700,3
2018	Précipitation en mm&1/10	31	108	187	102,0	33	34	0,5	0	42	182	175	44,0	938,5

2. Tableau présentant les moyennes mensuelles et annuelles des températures en C° à l'ONM de Boukhalfa de Tizi-Ouzou pendant la période (2012-2018)

		Mois													
Température moyenne en °C	Année	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Tot	Moy
	2012	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	222,8	18,6
	2013	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2	215,4	18,0
	2014	12,3	12,8	12,3	17,5	19,2	23,7	27,0	28,0	26,2	21,6	17,3	10,9	228,8	19,1
	2015	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2	226,4	18,9
	2016	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6	227,4	19,0
	2017	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4	227,3	18,9
	2018	11,2	9,9	13,6	16,5	17,8	22,8	27,8	27,4	25,3	19,1	14,9	11,9	218,2	18,2

Annexe I

.3. Tableau Présentant les valeurs mensuelles et annuelles de l'humidité de l'air en (%) correspondant à la période 2012-2018 du bassin versant de l'Oued Sébaou.

Mois Années		Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total	Moy
	2012	Humidité moy en%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83	866
HUM/moy mini en%		55	63	52	50	45	36	34	23	36	38	53	57	542	45
Hum/moy Max en%		95	98	97	95	93	87	86	78	89	90	96	97	1102	92
2013	Humidité moy en%	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83	884	74
	HUM/moy mini en%	55	56	47	50	53	39	37	32	45	41	60	59	573	48
	Hum/moy Max en%	95	96	93	96	96	91	91	88	96	92	97	97	1127	94
2014	Humidité moy	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84	830	69
	HUM/moy mini en%	53	50	55	41	39	38	32	32	36	39	46	61	521	43
	Hum/moy Max en%	95	96	97	92	93	90	82	85	86	91	87	96	1089	91
2015	Humidité moy en%	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75	830	69
	HUM/moy mini en%	55	55	46	42	35	32	23	33	40	47	53	48	510	43
	Hum/moy Max en%	97	96	96	94	88	87	82	84	86	90	95	92	1084	90
2016	Humidité moy en%	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85	827	69
	HUM/moy mini en%	52	49	51	51	46	31	30	34	34	38	49	64	530	44
	Hum/moy Max en%	92	91	93	94	92	87	82	82	83	84	91	95	1065	89

Annexe II

Tableau 01: Prélèvements de Boubhir

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	25,00	24,00	24,00	21,70	26,10	24,14
T° eau (°C)	24,10	20,77	21,00	20,70	23,30	21,97
Oxygène dissous (mg/l)	8,90	9,75	9,64	9,93	8,90	9,42
Saturation en oxygène %	93,80	107,50	102,40	116,20	93,70	102,72
pH	7,75	7,87	7,83	7,92	7,77	7,83
MES (mg/l)	16,10	8,60	19,00	6,90	12,90	12,70
Vitesse d'écoulement (m/s)	1,47	1,20	1,20	0,96	0,77	1,12

Tableau 02 : Prélèvements de Fréha

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	23,10	22,10	24,30	25,00	26,10	24,12
T° eau (°C)	20,60	20,20	22,00	23,50	24,60	22,18
Oxygène dissous (mg/l)	6,25	6,50	6,06	5,95	5,82	6,116
Saturation en oxygène %	72,34	80,20	67,30	64,70	60,73	69,054
pH	7,25	7,34	7,03	6,84	6,81	7,054
MES (mg/l)	19,20	17,00	19,60	20,30	22,60	19,74
Vitesse d'écoulement (m/s)	1,38	0,77	0,66	0,71	0,58	0,82

Annexe II

Tableau 03: Prélèvements de pont de bougies

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	21,70	25,20	26,00	24,00	24,00	24,18
T°eau (°C)	20,70	23,90	24,00	20,90	20,70	22,04
Oxygène dissous (mg/l)	10,10	8,10	7,83	9,82	10,00	9,17
Saturation en oxygène %	122,70	96,75	86,50	118,90	122,70	109,51
pH	8,55	7,62	7,56	7,66	8,45	7,97
MES (mg/l)	5,90	5,40	5,20	6,20	6,20	5,78
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,82	0,72	0,53	0,57	0,36	0,61

Tableau 04: Prélèvements de Boukhalfa

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	24,60	24,55	23,10	22,00	22,60	23,37
T°eau (°C)	24,00	23,65	23,65	21,65	21,90	22,67
Oxygène dissous (mg/l)	9,18	9,55	9,73	10,06	9,84	9,672
Saturation en oxygène %	103,90	112,35	112,45	120,35	114,00	112,61
pH	7,47	7,68	7,70	8,00	7,74	7,718
MES (mg/l)	5,40	8,00	8,50	10,90	8,95	8,35
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,66	0,61	0,58	0,47	0,43	0,55

Annexe II

Tableau 05: Prélèvements de DBK

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	24,30	23,40	22,50	25,00	26,00	24,24
T° eau (°C)	22,00	20,60	20,40	23,60	23,90	22,10
Oxygène dissous (mg/l)	6,81	7,11	7,82	6,12	5,99	6,77
Saturation en oxygène %	81,40	84,60	87,50	68,20	67,60	77,86
pH	7,42	7,48	7,61	7,13	7,06	7,34
MES (mg/l)	19,87	15,20	12,10	20,24	20,12	17,51
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,50	0,48	0,36	0,32	0,29	0,39

Tableau 06: Prélèvements de KafLaagab

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	22,00	22,60	24,70	22,90	24,60	23,36
T° eau (°C)	20,30	20,30	20,80	20,30	20,70	20,48
Oxygène dissous (mg/l)	6,81	6,70	6,46	6,60	6,57	6,63
Saturation en oxygène %	75,10	70,23	68,20	69,30	67,76	70,12
pH	7,54	7,43	6,84	7,37	7,23	7,28
MES (mg/l)	19,50	16,20	20,45	17,24	18,12	18,30
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,36	0,29	0,22	0,23	0,20	0,26

Annexe II

Tableau 07: Prélèvements de Baghlia

Paramètres	Nombre de prélèvement et mesure durant le mois de juin 2019					Moyennes
	01	02	03	04	05	
T° ambiante (°C)	23,00	24,40	21,50	20,10	22,20	22,24
T° eau (°C)	20,30	21,10	20,00	19,90	20,10	20,28
Oxygène dissous (mg/l)	6,05	5,35	6,65	6,70	6,65	6,28
Saturation en oxygène %	67,20	60,20	68,85	70,21	68,82	67,06
pH	7,13	6,88	7,26	7,48	7,28	7,21
MES (mg/l)	19,50	19,20	20,12	20,24	20,12	19,84
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,32	0,25	0,21	0,20	0,21	0,22

Annexe III

1. Tableau des normes de rejets appliquées par l'OMS

Paramètres	Normes utilisées par l'OMS
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore
Température	< à 30 °C
pH	6,5-8,5
DBO ₅	< à 30 mg/l
DCO	< à 90 mg/l
MES	< à 20 mg/l
NH ⁺⁴	< à 0,5 mg/l
NO ₂	1 mg/l
NO ₃	< à 1 mg/l
P ₂ O ₅	< à 2 mg/l

2. Tableau des valeurs de l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin.

Indice K-M-O	SIGNIFICATION
> à 0,80	Excellent
>à0,70	Bien
> à 0,60	Médiocre
>à0,50	Misérable
<à 0,50	Inacceptable

Résumé

L'Oued sebaou principal cours d'eau de la wilaya de TiziOuzou, a connu au fil de ces dernières années une dégradation assez importante de sa qualité physico-chimique et biologique, qui altéré sa capacité d'autoépuration. Cette dégradation est engendrée par les rejets bruts industriels, domestique et les eaux de ruissellement agricole ainsi que les rejets des stations d'épuration qui se greffent le long de l'Oued. Ce travail porte essentiellement sur l'étude spatiale de la variation de quelques paramètres physicochimique (oxygène dissous, température ambiante, température de l'eau, PH, MES, vitesse d'écoulement) de l'amont vers l'aval de Oued Sébaou. Les résultats ont montrés des diminutions importantes des concentrations en oxygène dissous dans les zones à forte pollution organiques telles que Fréha, DBK, KafLaghab, Baghlia qui déséquilibrent par la suite son pouvoir auto épurateur, quand au reste des paramètres étudiés, on a constaté qu'ils cadrent bien avec les normes de rejets établies par l'OMS. Dans le but d'établir une relation entre les différents paramètres étudiés, nous avons procédé à un traitement statistique utilisant l'Analyse en Composants principale(ACP). En synthétisant les informations issues des variables analysées, notre mapping nous montre deux fortes corrélations au niveau de Fréha (entre Saturation en O₂ et ppm et une autre entre T° ambiant et T° de l'eau avec un taux de 98%) ; une autre à Boukhalfa (entre les paramètres MES et Saturation en O₂ avec un taux de 99%) ; une autre très forte au niveau de pont de Bougies (entre les deux variables chimiques ppm et saturation en O₂(sur position)avecun taux de 99%) ; à DBK (la plus importante est celle entre PH et saturation O₂) avec un taux de 99%) ; à KafLaagab (entre deux paramètres T° de l'eau et T° ambiante avec un taux de 95%) et enfin à Baghlia (entre les MES et ppm avec un taux de 97%).

Mots clés: oxygène dissous, profil d'oxygène, autoépuration, rejets.

Summary

The OuedSébaou river main stream of the wilaya ofTizi-Ouzou, has experienced in recent years a significant degradation of its physicochemical and biological quality, wich alters its ability to self-purification. This degradation is caused by industrial, domestic and agriculturalrun-off discharges as well as discharges from treatment plants grafted along the wadi. This work focuses on the spatial study of the variation of some physicochemical parameters (dissolved oxygen, ambient temperature, water temperature, PH, SS, flow velocity)from upstream to do downstream of the OuedSébaou. The results showed significant decreases in dissolved oxygen concentratons in areas with high levels oforganic pollution such as Freha, DBK, KafLaagab, Baghliawich subsequently outbalace its self-purifying power. For the rest of the parameters studied, it was found that they fit well with the discard standards established by WHO. In order to establish a relationship between the different parameters studied, we proceeded to a statistical treatment using principal Component Analysis (PCA). By synthesizing the information from the analyzed variables, our mapping shows two strong correlations at the Fréha level (beteen saturation in O₂ and ppm and another between T° ambient and T° of the water with a rate of 98%); another one in Boukhalfa (between the parameters MES and O₂ saturation with a rate of 98%); another very strong at Candle Bridge (between the tow chemicalvariables ppm and saturation in O₂(on position) with a rate of 99%) at DBK (the most important is between (Ph and O₂ saturation with 99%); at Kaf Laagab (between tow parameters T° of water and t ambient with a rate of 95%) and finally with Baghlia (between the MES and ppm with a rate of 97%).

Key words: dissolved oxygen, oxygen profile, self-purification, releases.