

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف

Université Chadli Bendjedid d'El tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de biologie



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Recherche

« Sol, Eau et Environnement »

THEME :

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique
des eaux de l'oued Kébir-Est (Région d'El-Tarf, Algérie).

Soutenu le 09 juin 2016

Par

DROUCHE Yasmine

Devant le jury :

Président : M. BENTOUILI M. Y., Maître assistant -A-, Université Chadli Ben Djedid d'El Tarf.
Examineur : Dr. BOUCHAKER A., Maître de conférences -A-, Université Chadli Ben Djedid d'El Tarf.
Encadreur : Dr. LABAR S., Maître de conférences -A-, Université Chadli Ben Djedid d'El Tarf.
Co-encadreur : Mme. BOUABDALLAH S., Chef de service, Direction des ressources en eaux d'El Tarf.

Année universitaire 2015 – 2016

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de m'avoir guidé durant toutes ces années et m'a permis de réaliser ce travail en me donnant la force, la patience et la volonté.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes gratitudes et mes remerciements pour toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Je tiens tout d'abord à remercier le Dr Labar Sofiane mon encadreur pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité dans ce projet.

Mes profonds remerciements pour les membres de jury Mr M.Y Bentouili et A .Bouchker qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie très sincèrement Mr et Mme Telailia, professeurs à l'université d'El Tarf pour l'aide l'encouragement qu'ils m'accordés durant mon cycle d'étude.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à :

Mes parents, qui m'ont beaucoup soutenu, encouragé et épaulé tout au long les années de mes études, ma sœur Asma et mon petit frère Azzou.

Enfin, Je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin ont apporté leur contribution à ce travail. Je leur exprime toute ma reconnaissance et ma gratitude.

Je dédier ce travail

A

Mes parents pour tout l'amour qui je ressente pour eux

Ma chère sœur Asma et mon cher frère Azzou

Mes chères cousine Myna, Kouta, Nour, Maissa, Lyna

Mes cousins

Mes tantes et mes oncles

Mes copines Karima, Ilhem et Houda

Yasmine

Table de matière

Dédicace	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des photos	
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : Cadre physique	
Introduction	3
A-Description de la zone d'étude	3
1-Bref aperçu sur la wilaya.....	3
1-1.situation géographique.....	3
2-présentation du bassin versant de l'oued Kébir Est.....	4
2-1.situation géographique.....	4
2-2. climatologie du site.....	6
2-2-1. pluviométrie.....	6
2-2-2.La température.....	7
2-2-3. Les vents.....	7
2-3. Orographie.....	8
2-4. La géologie du site.....	11
2-5. Les ressources en eau du sous-bassin versant de l'oued Kebir-Est.....	13
2-5-1.Les eaux de surface.....	13
2-5-2. Les eaux souterraines.....	15
2-6. Le couvert végétal.....	17
2-7. Contexte socio-économique du sous-bassin versant de l'oued Kébir Est.....	20
2-8 .Caractéristiques morphométriques du bassin versant de l'oued Kebir Est.....	22

Table de matière

3. Régime d'écoulement de l'oued Kébir Est.....	22
4. Les différents rejets déversant dans l'oued Kebir Est.....	25
CONCLUSION :.....	26

CHAPITRE II : Matériels et méthodes

Introduction

I-Eaux.....	27
I-1. Echantillonnage.....	27
I-1-1-Site et période de prélèvement.....	27
I-1-2-Technique de prélèvement.....	29
I-1-3- Analyse de l'échantillon d'eau.....	30
I-1-4-Méthodes d'analyse des différents paramètres.....	31
I-1-4-1- Paramètres In situ.....	31
I-1-4-2-Paramètres de pollution naturelle.....	34
I-1-4-3-Paramètres de pollution anthropique.....	38
I-1-4-4-Paramètres Microbiologiques.....	40
I-1-4-4-1 : le matériel utilise au laboratoire	41
I-1-4-4-2. La méthode d'analyse.....	41
II- sol	43
II-1-Site et période de prélèvement.....	43
II-2-Echantillonnage.....	43
II-2-1 .Prélèvement du sol.....	43
II-2-2. Préparation de l'échantillon.....	43
II-2-3. Matériels et Méthodes d'analyse	45

Table de matière

II-2-3-1.paramètres mesuré In situ	45
II-2-3-2.paramètre mesuré au laboratoire	46
III- Méthodologie de traitement des données	50
III- 1.Traitement des données par diagramme.....	52
III- 2. Traitement des données par la méthode de l'indice de pollution organique (IPO).....	52
Conclusion.....	53

CHAPITRE III : Analyse et discussion des résultats

Introduction.....	54
III -1.les sols.....	54
III-2.Les eaux de l'oued Kèbir Est.....	54
III-2-1.Facies chimique.....	54
III-2-2. Paramètres In situ.....	55
III-2-2-1.pH et Eh.....	55
III-2-2-2. Conductivité électrique, Salinité, Solides Dissous Totaux (TDS)....	57
III-2-2-3.Turbidité.....	61
III-2-2-4.Oxygène dissous.....	63
III-2-2-5. La température.....	64
III-2-3. Éléments majeurs.....	66
III-2-3-1. Calcium.....	66
III-2-3-2.Magnésium.....	67
III-2-3-3.le sodium.....	69
III-2-3-4. Le potassium.....	70

Table de matière

III-2-3-5. Bicarbonates.....	72
III-2-3-6. Les Sulfates.....	73
III-2-3-7. Les Chlorures.....	75
III-2-4. Qualité des eaux d'irrigation.....	76
III-2-5. Indicateurs de pollution.....	77
III-2-5-1 : Nitrates NO_3^-	77
III-2-5-2 Nitrites NO_2^-	79
III-2-5-3 Ammonium NH_4^+	80
III-2-5-4. Phosphate PO_4^-	82
III-2-5-5. Indice de pollution organique IPO	84
III-2-5-6. Aspect bactériologique	85
Conclusion.....	87
Conclusion générale..... ;	88
Références bibliographiques.....	89

Liste des tableaux

Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles en mm.....	7
Tableau 02 : Températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C).....	7
Tableau 03 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent en Km/h (1991-2009).....	8
Tableau 04 : Superficie des formations quaternaires sur le bassin versant.....	12
Tableau05: Répartition de la couverture végétale dans le bassin versant étudié.....	18
Tableau 06 : Les principales cultures rencontrées dans le bassin versant Kébir Est.....	20
Tableau07 : Population par commune du sous-bassin versant de l'oued Kébir Est en 2013....	21
Tableau08 : caractéristiques morphométriques du bassin versant de l'oued Kebir Est.....	22
Tableau09 : Bilan global de l'oued Kébir Est.....	24
Tableau 10 : Débits moyens mensuels fréquents (m ³ /s)de l'oued Kébir Est.....	25
Tableau11: Description des stations étudiées et leurs caractéristiques.....	28
Tableau12 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique.....	33
Tableau13 : récapitulatif des méthodes d'analyse du paramètre physico-chimique.....	40
Tableau14 : matériel utilisé pour l'analyse bactériologique.....	41
Tableau15 : Les normes des eaux potables selon l'OMS.....	51
Tableau 16 : Grille de la qualité (IPO)	
Tableau17 : Valeurs globales du pH et Eh (Janvier-Mai 2016).....	55
Tableau 18 : Valeurs globales de CE (Janvier-Mai 2016).....	57
Tableau19 : valeurs globales de la turbidité (Janvier-Mai 2016).....	61
Tableau 20 : valeurs globales de l'oxygène dissous (Janvier-Mai 2016).....	63
Tableau21 : valeurs globales de la température (Janvier-Mai 2016).....	64
Tableau 22: Valeurs globales de Ca ⁺⁺ (Janvier-Avril 2016).....	66
Tableau 23: Valeurs globales du Mg ⁺⁺ (Janvier-Avril 2016).....	67
Tableau 24: Valeurs globales du Na ⁺ (Janvier-Avril 2016).....	69
Tableau 25: Valeurs globales du Na ⁺ (Janvier-Avril 2016).....	70

Liste des tableaux

Tableau 26: Valeurs globales du HCO_3^- (Janvier-Avril 2016).....	72
Tableau27: Valeurs globales du SO_4^{2-} (Janvier-Avril 2016).....	73
Tableau28: Valeurs globales du Cl^- (Janvier-Avril 2016).....	75
Tableau29: Valeurs globales du NO_3^- (Janvier-Mai 2016).....	77
Tableau30: Valeurs globales du NO_2^- (Janvier-Mai 2016).....	79
Tableau 31: Valeurs globales du NH_4^+ (Janvier-Mai 2016).....	81
Tableau32: Valeurs globales du PO_4^- (Janvier-Mai 2016).....	82
Tableau33: Valeurs globales d'IPO (Janvier-Mai 2016).....	84
Tableau 34 : Références de qualité des paramètres bactériologiques dans l'eau destinée à la Consommation humaine.....	86
Tableau35 : Résultats des analyses bactériologiques.....	86

Liste des figures

Figure 01 : Situation géographique de la wilaya d'El Tarf.....	4
Figure02 : Découpage administratif de la wilaya d'El Tarf	4
Figure 03 : Situation géographique du sou bassin de l'oued Kebir Est.....	6
Figure04 : Représentation du relief du bassin versant de l'oued Kebir Est.....	10
Figure05 : Profil en long de l'oued Kebir Est.....	10
Figure 06: Carte lithologique du bassin versant étudié.....	13
Figure07 : Carte hydrogéologique de la wilaya d'El Tarf.....	17
Figure 08 : Occupation du sol du bassin versant étudié.....	18
Figure09: Variabilité des coefficients moyens des débits mensuels de l'oued kébir Est.....	23
Figure 10 : Débits moyens mensuels fréquentiels (m ³ /s)de l'oued Kébir Est.....	25
Figure 11 : les sites de prélèvements	29
Figure 12 : Opération de quartage.....	44
Figure13 : diagramme de piper des eaux de l'oued Kébir Est.....	55
Figure14 : variation temporelle du pH (Janvier-Mai 2016).....	56
Figure15 : Variation spatiale du pH (Avril 2016).....	56
Figure 16 : Variation temporelle de CE (Janvier-Mai).....	57
Figure17 : Variation spatiale de CE (Avril 2012).....	58
Figure18: Variation temporelle du TDS (Janvier-Mai 2016).....	59
Figure19 : Variation spatiale du TDS (Avril 2016).....	59
Figure20 : variation temporelle de la salinité (Janvier-Mai 2016).....	60
Figure 21 : Variation spatiale de la salinité (Avril 2016).....	61
Figure 22 : variation temporelle de la turbidité (Janvier-Mai 2016).....	62
Figure 23 : Variation spatiale de la turbidité (Avril 2016).....	62
Figure 24 : variation temporelle de l'oxygène dissous (Janvier-Mai 2016).....	63
Figure 25 : Variation spatiale de l'oxygène dissous (Avril 2016).....	64

Liste des figures

Figure 26 : variation temporelle de la température (Janvier-Mai 2016).....	65
Figure 27 : Variation spatiale de la température (Avril 2016).....	65
Figure28: Variation temporelle du Ca^{++} (Janvier- Avril 2016).....	66
Figure 29: Variation spatiale du Ca^{++} (Avril 2016).....	67
Figure 30 : Variation temporelle du Mg^{++} (Janvier- Avril 2016).....	68
Figure 31 : Variation spatiale du Mg^{++} (Avril 2016).....	68
Figure32 : Variation temporelle du Na^+ (Janvier- Avril 2016).....	69
Figure33 : Variation spatiale du Na^+ (Avri2016).....	70
Figure34 : Variation temporelle du K^+ (Janvier- Avril 2016).....	71
Figure 35 : Variation spatiale du K^+ (Avril 2016).....	71
Figure36 : Variation temporelle du HCO_3^- (Janvier- Avril 2016).....	72
Figure37 : Variation spatiale du HCO_3^- (Avril 2016).....	73
Figure38 : Variation temporelle du SO_4^{--} (Janvier- Avril 2016).....	74
Figure39 : Variation spatiale du SO_4^{--} (Avril2016).....	74
Figure40 : Variation temporelle du Cl^- (Janvier- Avril 2016).....	75
Figure 41: Variation spatiale du Cl^- (Avril 2016).....	76
Figure 42 : Diagramme de Wilcox des eaux de l'oued Kebir Est.....	77
Figure43: Variation temporelle du NO_3^- (Janvier- Mai 2016).....	78
Figure44 : Variation spatiale du NO_3^- (Avril 2016).....	78
Figure45 : Variation temporelle du NO_2^- (Janvier- Mai 2016).....	79
Figure46 : Variation spatiale du NO_2^- (Avril 2016).....	80
Figure47 : Variation temporelle du NH_4^+ (Janvier- Mai 2016).....	81
Figure48: Variation spatiale du NH_4^+ (Avril 2016).....	82
Figure49 : Variation temporelle du PO_4^- (Janvier- Mai 2016).....	83

Liste des figures

Figure50: Variation spatiale du PO_4^- (Avril 2016).....	83
Figure51 : Variation temporelle d'IPO (Janvier- Mai 2016).....	84
Figure52 : Variation spatiale d'IPO (Avril 2016).....	85

Liste des photographies

Photo01 : Technique de prélèvement.....	30
Photo02 : appareil multi paramètre.....	30
Photo 03 : Photomètre de Flamme.....	37
Photo 04: Spectrophotomètre UV/ Visible.....	38
Photo 05 : la rampe et le filtre.....	41
Photo06 : Refus dans les différents tamis.....	45
Photo 07 : Multi testeur du sol (combitester-testeur de sol 3en 1).....	46
Photo 08: le four a moufle.....	47
Photo 09 : multiparamètre portatif.....	49
Photo10 : Un pH-mètre.....	50
Photo 11 : Un agitateur.....	50



Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Introduction :

La problématique de l'eau est indissociable du développement durable dans la mesure où l'eau doit permettre de répondre aux besoins des générations actuelles sans hypothéquer, la capacité des générations futures à satisfaire les leurs (PNUD, 2009)

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture et l'industrie (Harrat et Achour, 2010).

La gestion des ressources en eau, en quantité et en qualité, reste au centre des préoccupations du pays compte tenu de l'insuffisance des ressources qui est souvent aggravée par la sécheresse.

Le degré de qualité exigible des eaux dépend évidemment de ces usages, et on est particulièrement attentif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, elle même dépendante de celle des ressources en eau disponibles (Festy et al, 2003).

La qualité de l'eau est un facteur influençant l'état de santé et la mortalité de l'humain et des animaux (Kazi *et al*, 2009). L'industrialisation, l'utilisation non rationnelle des engrais, des pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs (Mullis *et al*, 1997). Plusieurs cas de pollution ont déjà fait l'objet de nombreuses études et publications dans des journaux internationaux.

La Wilaya d'El Tarf jouit sur le plan hydrique d'un double avantage : les eaux superficielles du Nord qui quadrillent la quasi totalité du territoire de la wilaya (Oued Kebir, Oued Bounamoussa , Oued El- Hout), et les eaux souterraines représentées principalement par deux importants systèmes aquifères répartis sur la plaine d'Annaba-Bouteldja et la plaine d'El tarf-Ain Assel.

La région d'El Tarf est une zone essentiellement rurale où les ressources hydriques sont fortement sollicitées pour les activités agricoles. La dégradation de la qualité des eaux naturelles est provoquée par les rejets liquides domestiques, industriels et l'emploi des engrais et pesticides dans l'agriculture. La charge de ces rejets est de plus en plus croissante avec le développement socio-économique de la région.

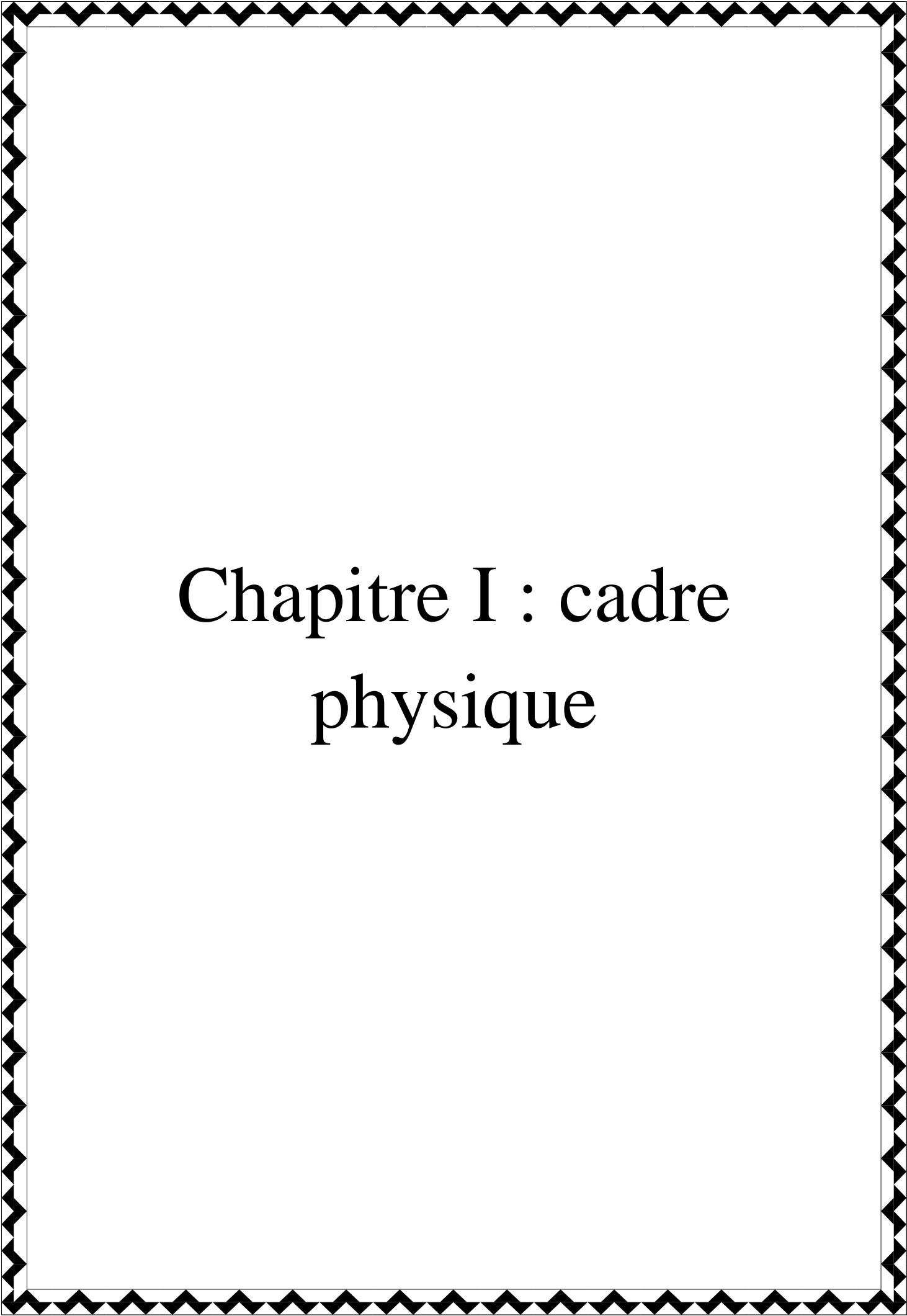
Le principal objectif de cette étude est la détermination de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'oued Kebir Est, ainsi que le degré de pollution des ces

INTRODUCTION GENERALE

dernières grâce à une série mensuelle d'échantillonnage des eaux de différents points de l'oued.

Ainsi, pour atteindre l'objectif nous avons abordé la problématique de la manière suivante :

- Présentation de la région d'étude (chapitre 01).
- Matériel et méthode (chapitre 02).
- Analyse et discussion des résultats (chapitre 03).



Chapitre I : cadre physique

Introduction :

Dans les bassins versants du Nord-Est Algérien, la pollution présente un problème complexe. L'utilisation des caractéristiques physiques du milieu est très utile car elle permet d'expliquer l'ampleur et l'évolution du processus de pollution sur les versants.

C'est pourquoi, nous avons consacré ce chapitre sur la description de la région d'étude et à la reconnaissance des caractéristiques physiques du bassin versant de l'Oued Kébir Est pour montrer l'influence des facteurs physique à la stabilité du milieu.

A-Description de la zone d'étude :

1- Bref aperçu sur la wilaya :

1-1.situation géographique

La wilaya d'El Tarf se situe à l'extrême Nord-est de l'Algérie donc avec la frontière tunisienne. Elle s'étend sur une superficie d'environ 2998 m² avec un littorale de 90 km.

Elle est limitée :

- *au nord par la mer méditerranéen ;
- *à l'est par la Tunisie ;
- *au sud par la wilaya de Souk-Ahras ;
- *au sud-est par la wilaya de Guelma ;
- *à l'ouest par Annaba.

Elle est dirigée comme wilaya en 1985, comprend 07 daïras et 24 communes (figure N°01).

La population totale de la wilaya est estimée a 420246 habitants (D'après le recensement de 1998) Soit une densité de 129 habitants par Km².



Figure 01 : situation géographique de la wilaya d’El Tarf (Direction du commerce de la wilaya d’El Tarf 2014)

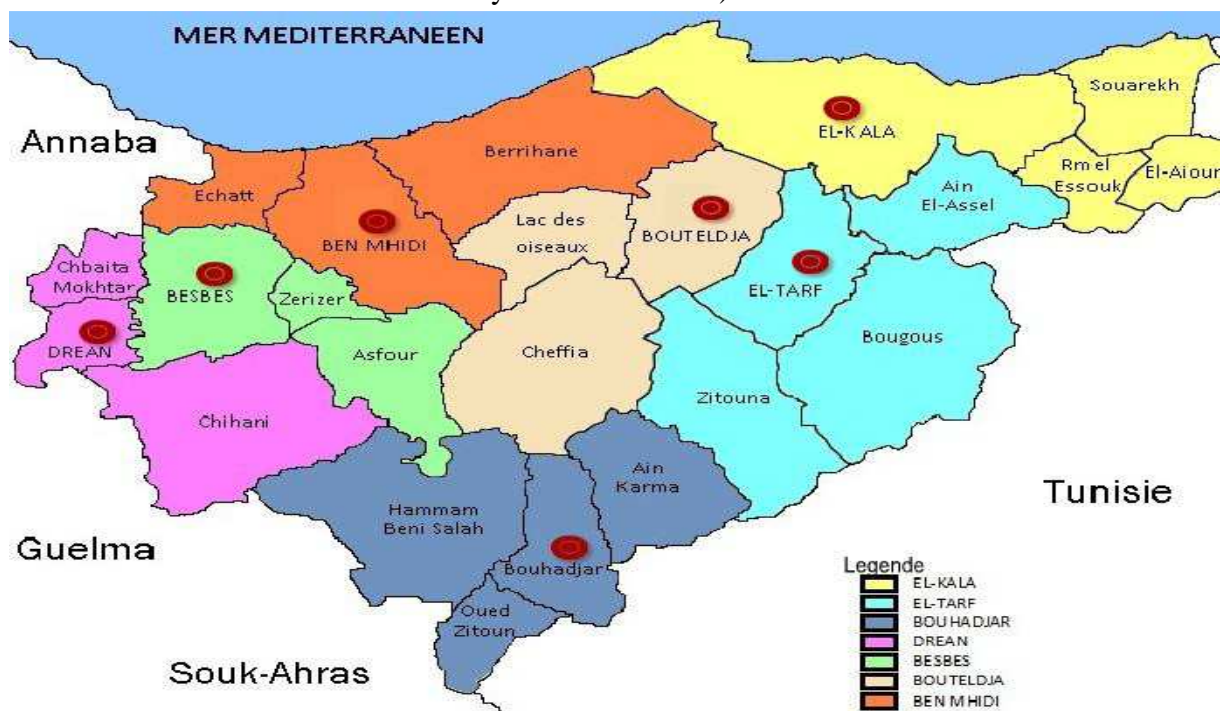


Figure 02 : découpage administratif de la wilaya d’El Tarf (direction de la santé et de la population de la wilaya d’El Tarf 2014)

2-présentation du bassin versant de l’oued Kébir Est :

2-1-situation géographique :

Le bassin versant de l'oued Kébir Est débute par les amonts de la commune d'Ain Assel et Bougous. Il est contigu aux versants côtiers constantinois et forme le versant nord du dernier tronçon de la chaîne septentrionale de l'Atlas tellien (Torki, 2010). Le bassin versant de l'oued Kébir Est se trouve inclus, à environ 50%, dans chacun des deux pays voisins : l'Algérie et la Tunisie. Sa plaine, formée par la réunion de trois oueds importants (Kébir, Ballauta, Bougous), draine les flancs des montagnes de Kroumerie et reçoit, dans sa vallée moyenne, de nombreux affluents sur sa rive gauche : Guergour, Bouhaloufa et Boulathan.

Le bassin versant de l'Oued Kébir Est limité :

- Au Nord, par le cordon dunaire de Bouteldja formant un obstacle avec la mer Méditerranée,
- Au Sud, par les collines d'Oum Diss et Rhorra,
- A l'Est, par les communes d'Ain Drahem et Fernana,
- A l'Ouest, par le bassin versant de Bounamoussa

Le bassin versant de l'Oued Kébir Est s'étend sur une longitude allant de 7°58' à 8°35', une latitude de 36°30' à 36°55'. Il occupe une superficie de 681,33 km² et englobe les communes de : Bouteldja, El Taref, Bougous, Chaffia, Ain Assel, Ain Kerma, Roum El Souk, Lac des Oiseaux, Berrihane et aussi Ain Drahem et Fernana en Tunisie. (TORKI 2010)

L'oued El Kebir est formé par la confluence de deux principaux affluents, l'oued ballouta qui prend sa naissance à l'est et l'oued bougous à l'ouest, la jonction forme l'oued El kebir Est à Mexa), en ce point fût entrepris en 1984 le projet de construction du barrage de Mexa par l'ANB (Agence nationale des barrages). (MOUSSA 2015)

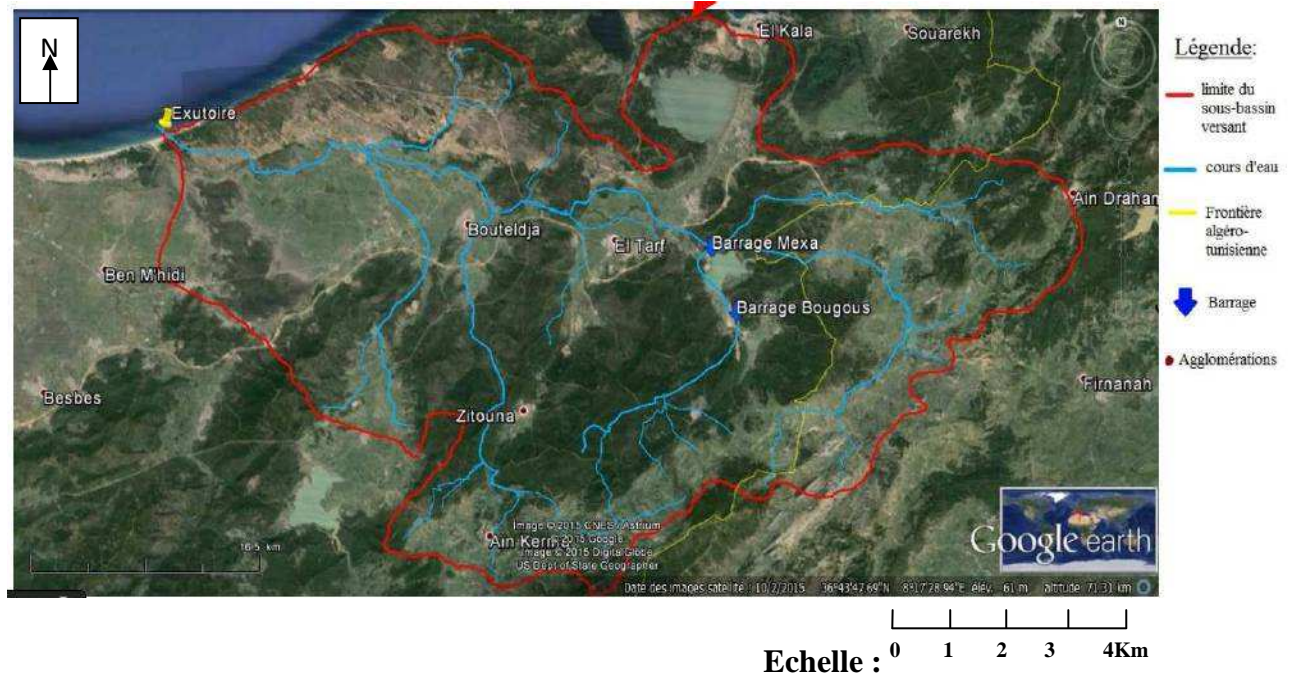


Figure 03 : Situation géographique du sous-bassin versant de l’oued Kébir Est

(Google earth 2016)

2-2. climatologie du site :

Le sous-bassin versant de l’oued El Kebir a le même climat que celui de la wilaya d’El tarf qui est méditerranéen humide, marqué par une pluviométrie annuelle de 1.200 mm. (ANDI, 2013)

2-2-1. pluviométrie :

Pour mieux caractériser le complexe physique du sous bassin versant de l’oued el kebir Est, une analyse des observations hydro climatiques s’impose. Elle permet de mettre à jour les conditions climatiques agissant directement sur l’écoulement. Dans notre étude nous somme basés sur les données climatiques de la station du lac des oiseaux de référence sur une période de 23 ans allant de 1991 à 2014.

Tableau 01 : Précipitations moyennes mensuelles en mm (in Moussa 2014)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
Station lac des oiseaux	65.3	75	203.2	139	160	79.7	28.8	23.8	5.7	6	0.9	2.1	789,4

2-2-2.La température:

La température est l’un des facteurs les plus importants dans l’étude d’un bassin versant. En effet, elle contribue énormément dans les variations hydrologiques et hydriques d’une région donnée en agissant sur l’évaporation et l’évapotranspiration. Nous nous sommes basés, dans notre analyse, sur les températures observées au niveau de la station de Bouteldja de 1991 à 2013 (22 ans) (station métrologique de Bouleldja)

Tableau 02 : Températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C) (Moussa 2014)

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	Moy
Station de bouteldja	24.27	20.55	16.07	12.16	10.7	11.06	13.4	14.55	18.4	21.9	25.3	26.64	17,91

2-2-3. Les vents :

Le vent est un facteur très important du climat notamment dans une étude hydro environnementale. Il forme, avec la pression et la température, un système complexe qui favorise la formation, le déplacement des nuages et les précipitations dans une région donnée. C’est pour cela que la mesure de la vitesse du vent est très importante car elle nous permet d’avoir une idée du climat concerné. Dans notre étude, nous avons choisi comme modèle la station météorologique de Bouteldja. La direction des vents est de domination Nord-Ouest. Le tableau suivant résume les vitesses moyennes mensuelles du vent en km/h dans ladite station sur 18 ans dans la période allant de 1991 à 2009 (station métrologique de Bouteldja).

Tableau 03 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent en Km/h (1991-2009) (Moussa 2014)

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	Moy
Station boutelja	1.74	1.02	1.25	1.81	2.30	2.71	1.77	2.16	2.20	2.40	2.68	2.77	2,06

2-3. Orographie :

Sur le plan géomorphologique, il est possible de diviser le bassin versant en quatre zones bien différenciées (Torki, 2010):

- la zone des plaines
- la zone des dunes
- la zone des marécages et des lacs
- la zone des collines

➤ Zone des plaines :

Encadrée par les massifs de la chaîne numidique, cette zone est constituée par les plaines de Bouteldja et d'El Tarf situées, toutes deux à l'Ouest du bassin versant, formant le couloir Bouteldja - El Tarf - Ain Assel.

Tandis que la plaine de Bouteldja se situe entre les dunes du Nord et les monts du Sud, la plaine d'El-Tarf se situe, quant à elle, entre les collines de la chaîne numidique dont elle est entourée. Ces deux plaines ont pratiquement le même type de dépôts : Argiles des marécages, alluvions limoneuses du fond des vallées, alluvions des basses et moyennes terrasses et les alluvions des hautes terrasses qui n'affleurent que dans la plaine d'El Tarf.

➤ La zone des dunes :

Elle s'étend sur une superficie de l'ordre de 150 km² ayant approximativement la forme d'un triangle dont les sommets sont à la jonction de l'Oued Bounamoussa à l'Ouest, la plaine de Bouteldja au Sud où elle s'enfonce sur une vingtaine de kilomètres jusqu'aux pieds des djebels Bourdim et Hadja Siah à l'Est.

Par endroits, ces masses de sable sont séparées les unes des autres par des bas-fonds occupés par d'innombrables garaets, mares d'eau, etc.

➤ **La zone des marécages et des lacs :**

Elle est située surtout à l'Ouest du bassin versant où l'on rencontre, entre autres, les marais de M'krada qui s'étendent sur plus de 12 000 ha, la gareat d'El Khoubzi ainsi que le Lac des Oiseaux. C'est une zone à très faible pente où les deux principaux cours d'eau (Bounamoussa et Kébir Est) se trouvent dans l'incapacité de drainer les eaux des saisons pluvieuses, ce qui engendre la stagnation des eaux sur une très longue période de l'année.

➤ **La zone des collines :**

Représentée par les monts de Chaffia, cette zone est située essentiellement dans la partie Sud du bassin versant et constitue un ensemble de chaînes de montagnes allongées sur une dizaine de kilomètres et orientées NNE-SSO. (Figure 3).

Les points culminants sont les djebels Rhorra (1202 m), Oum El Diss (1150 m), Dir (1041 m), Ghedhir (713 m), Ain El Erg (981 m), Souani (808 m) et Halloufa (786 m). Le Djebel Rhorra de direction SO-NE correspond à des crêtes de roches au pendage très fort où l'on observe une structure synclinale qu'utilise en partie l'Oued Bougous.

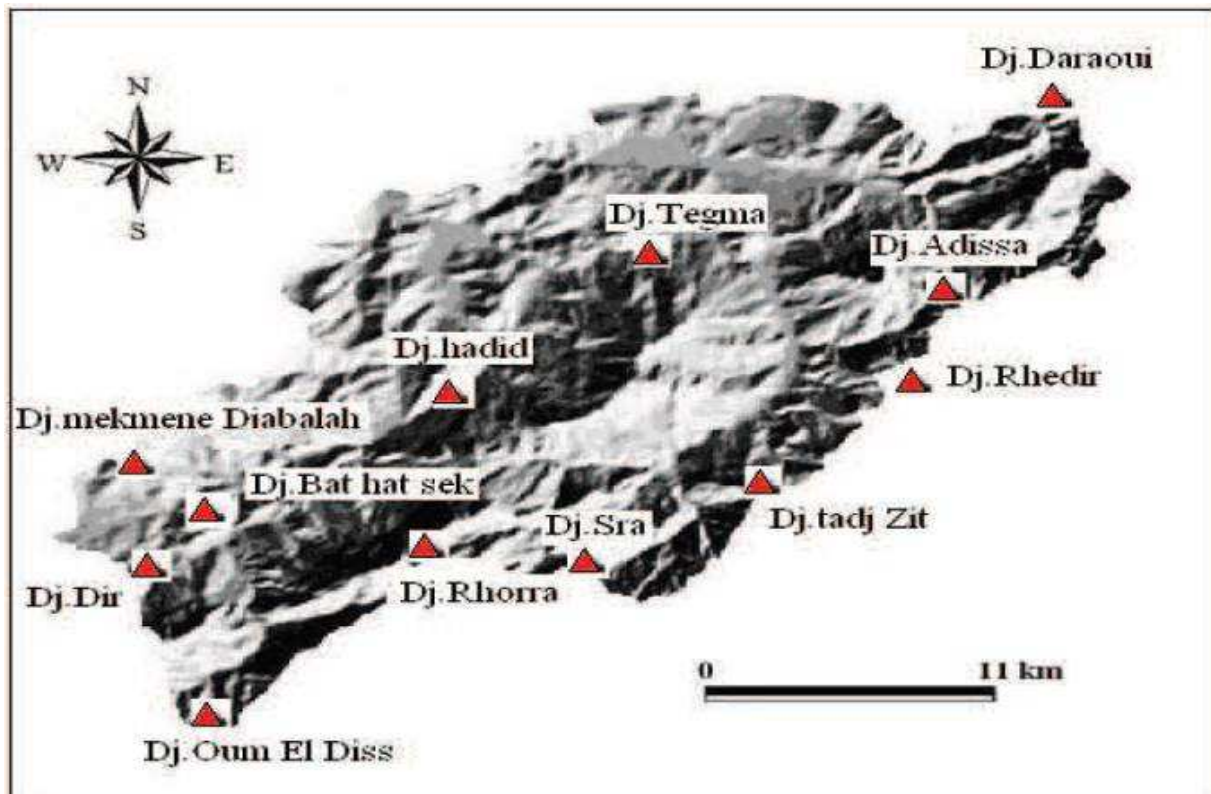


Figure 04 : Représentation du relief du bassin versant de l'Oued Kébir Est (Torki, 2010).

La figure 05 suivante montre que l'oued Kébir-Est débute son trajet de l'amont avec une forte pente et continuera à l'aval presque les 2/3 restant de son parcours et à moins de 100m d'altitudes avec une pente très douce où il le rejoint d'autres cours d'eaux.

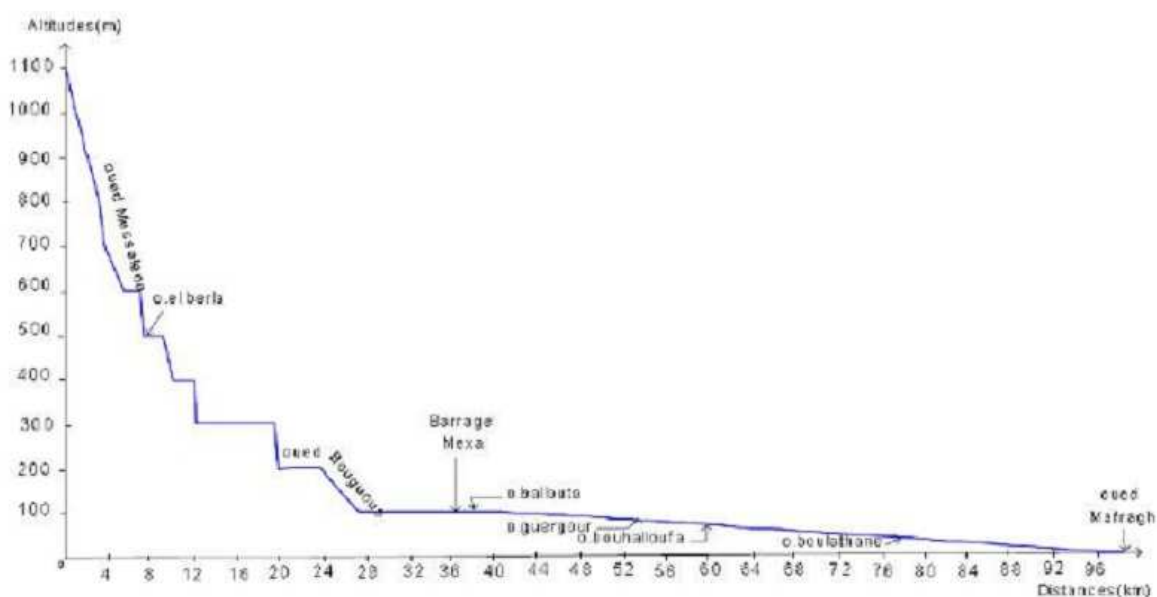


Figure05 : Profil en long de l'oued Kébir-Est (LABAR, 2003)

2-4. La géologie du site :

La géologie d'un bassin versant intervient dans la détermination des flux et courants d'eau de surface ou souterraine. Elle intervient dans dynamique de l'eau et le rapport avec son environnement.

La nature de la roche joue un double rôle : Son influence se fait sentir, d'une part, sur le régime du cours d'eau, et, d'autre part, sur l'érosion et le transport solide. La lithologie de notre zone d'étude présente les variétés suivantes.

➤ Le Secondaire :

Représenté par des marnes, marno-calcaires et des schistes légèrement argileux avec des intercalations de calcaire, le secondaire affleure ainsi à l'Est du sous-bassin versant au niveau des monts Bousouaqui (Tunisie), Cheffia et enfin cap rosa par le crétacé supérieur.

➤ Le Tertiaire :

Selon (LABAR, 2003), il est défini par des formations grés-argileuses Numidiennes couvrants d'ouest en Est particulièrement tous les secteurs de montagnes jusqu'à El Kala. On distingue :

- L'Éocène inférieur : Il affleure en une série transgressive de calcaire massif à faciès épineurien.
- L'Éocène supérieur : Il est caractérisé par des formations argileuses du Numidien de couleur rouge ou grise. Parfois sur la base vert à brunâtre d'où le nom des flyschs type Numidien limitant les alluvions des oueds avec des intercalations des bancs gréseux.
- l'Oligocène : Occupant 4,4 % de superficie (TOURKI,2010), il est représenté par des argiles surmontées par des grés Numidiens avec des intercalations des petits bancs de grés quartzeux qui se définissent sur tout les reliefs des collines du flanc sud de la plaine d'El-Tarf et limitent les alluvions des oueds.

➤ Le Quaternaire :

Il se définit par des alluvions qui affleurent en éboulis de pente résultant des phénomènes successifs d'érosion, d'altération , de transports et de dépôts des éboulis du grés

Numidien ou des limons, sables sur les rives des oueds, les estuaires et les lacs. Il est défini par :

- Le Quaternaire ancien
- Le Quaternaire moyen
- Le Quaternaire récent
- Le Quaternaire actuel

En utilisant le Système d'Information Géographique (SIG), (Torki, 2010) nous a déterminé les surfaces de chaque formation lithologique ainsi que leurs ratios par rapport à la surface du bassin versant (Tableau 4).

Tableau 04 : Superficie des formations quaternaires sur le bassin versant

(Torki, 2010).

Type de lithologie	Surface (km ²)	Surface (%)
Formations superficielles (alluvions limoneuses)	46,74	6,86
Formations triasiques	18,35	2,69
Alternance marnes et de calcaires	18,40	2,70
Calcaires, calcaires marneux	24	3,52
Conglomérats, sables, argiles	29,67	4,35
Grès et argiles	514,16	75,46
Grès numidiens	30,01	4,40
Total	681,33	100

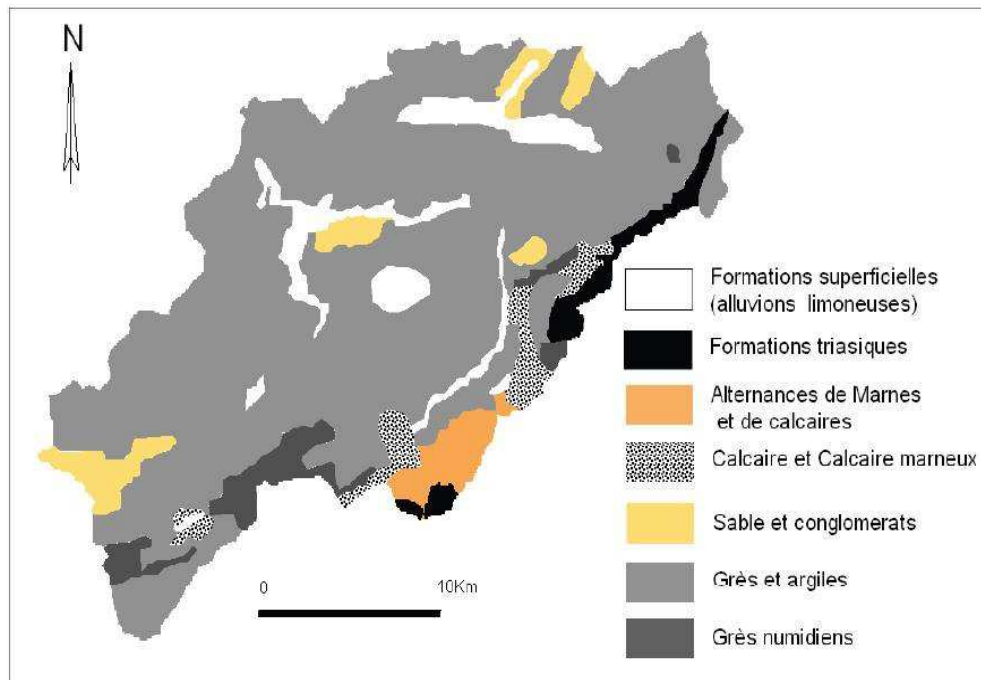


Figure 06: Carte lithologique du bassin versant étudié (Torki, 2010).

2-5. Les ressources en eau du sous-bassin versant de l'oued Kebir-Est :

2-5-1. Les eaux de surface :

Située à l'extrême Nord- Est du pays, le sous bassin versant de l'oued Kébir Est se distingue par la particularité de son climat pluvieux et humide que favorise sa position géographique maritime à laquelle s'ajoute le phénomène d'accumulation des eaux de surface des dépressions naturelles des réserves lacustres de Tonga-Obéira-El Mellah et du Lac des Oiseaux.

Les précipitations annuelles varient de 600 à 1200 mm voire 1500 mm (direction d'hydraulique de la wilaya d'El Tarf) considérées parmi les plus importantes des pays permettant l'apport hydrique global de près de 503 millions de M³ dénotent la position privilégiée de la wilaya. Cependant seule une partie de cette ressources soit 254 millions de M³ est retenue, ce qui représente 50% du volume total reçu. (Direction d'hydraulique de la wilaya d'El-Tarf, 2014)

➤ L'oued Kebir-Est

L'oued Kebir-Est prend sa source dans les altitudes montagneuses de la frontière algérotunisienne. Il naît de la confluence de deux principaux affluents, l'oued Ballouta venant de l'Est et l'oued Bougous de l'Ouest. Leur jonction forme l'oued KebirEst à Mexa, en ce

point fût entrepris en 1984 le projet de construction du barrage de Mexa par l'ANB (Agence nationale des barrages). (LABAR, 2003) Après avoir traversé les gorges de Mexa, le Kebir-Est prend son parcours parallèle à la côte méditerranéenne, traverse la plaine d'El Tarf et reçoit à gauche l'oued Guergour, puis la plaine de Bouteldja recevant sur sa même rive gauche l'oued Bouhalloufa ensuite l'oued Boulathane, alors que sur sa rive droite il collecte les eaux de ruissellement des oueds Bou Redim et Bougles étant exutoires du massif dunaire de Bouteldja .

➤ **le barrage de Mexa :**

Selon les chiffres de la direction hydraulique de la wilaya d'El-Tarf, le barrage de Mexa est situé à 10 km au Sud-Est de la ville d'El-Tarf sur l'oued Kebir-Est. Il a été réalisé par l'entreprise nationale de la réalisation des barrages (ENRB) de 1983 à 1999 et mis en service en 2003. Avec une capacité de rétention de 30,27 Hm³ d'eau sur 103 Hm³ d'apport annuel, ce barrage a pour rôle l'alimentation en eau potable des villes d'Annaba, El-Tarf, El Kala, Souarekh, El Aioun, Ramel Souk, Drean, Besbes, Ben M'hidi, Echatt, Ben Amar, et Ain Assel. En dehors de l'alimentation de ces villes en eau potable, le barrage de Mexa est utilisé pour la régularisation des crues de l'Oued Kebir-Est et donc la réduction des inondations vers la plaine d'El-Tarf. Il est exploité par le département d'exploitation barrage Mexa de l'agence nationale des barrages et des transferts (ANBT). Son entretien est assuré par le même organisme. C'est un barrage conçu pour s'autoréguler grâce au déversoir dont il est muni. L'agence nationale des ressources en eau est chargée du suivi de la qualité de l'eau dudit barrage.

➤ **Le barrage de Bougous :**

Le barrage de Bougous est situé au Sud-Est, à 20 km de la ville d'El-Tarf sur l'oued Bougous. Il a été réalisé en 2005 par l'entreprise chinoise Sinohydro corporation et mis en service en 2010. Il occupe une superficie de 400 ha pour une capacité de rétention de 66,20 Hm³ et est exploité par le département d'exploitation barrage Bougous de l'agence nationale des barrages et des transferts (ANBT). Tout comme le barrage de Mexa, il est conçu pour s'autoréguler grâce au déversoir dont il est muni et l'agence nationale des ressources en eau est chargée du suivi de la qualité de son eau. Son rôle est de soutenir le barrage de Mexa qui se trouve en aval et mais aussi d'alimenter en eau potable les agglomérations de Annaba, El-Tarf, El Kala, Souarekh, El Aioun, Ramel Souk, Ain Assel, Bougous, Mechta M'jouda, Drean, Besbes, Ben M'hidi, Echatt, Ben Amar, Bouteldja, Lac des oiseaux, K'bouda, Sidi

Kassi, Chihani, Chbaita Mokhtar et Zerizer. Un autre point en commun de ce barrage avec celui de Mexa est son rôle de régulateur de crue de l'oued Kebir-Est. (DHW-El Tarf, 2014)

A ces barrages s'ajoute une dizaine de retenues collinaires destinées pour l'irrigation des terres cultivées (voir figure 2).

➤ **le lac oubeira :**

Le lac Oubeira est un plan d'eau de type « étang » c'est-à-dire de moins de 6 m de profondeur. Ses coordonnées géographiques au centre sont :

- 36° 50' 695 Nord

- 8° 23' 272 Est ; de ce fait, il est localisé à 2,3 km au sud-est du lac Mellah.

Ce lac a une superficie de 2256 ha et un périmètre de 19,80 km.

Il est classé réserve intégrale au sein du PNEK et site Ramsar. (la direction d'hydraulique de la wilaya d'El Tarf, 2011).

➤ **le lac des oiseaux :**

« C'est un lac d'eau douce d'une superficie de 120 hectares en période hivernale et 70 en période sèche. Malgré sa taille réduite, il abrite la nidification de nombreuses espèces rares comme l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca* et la Talève sultane *Porphyrio porphyrio* et plusieurs odonates. Sa flore est également très riche, pour certaines espèces végétales c'est l'unique station. Le lac des Oiseaux est, de par sa localisation au nord de la route nationale 44, un centre naturel privilégié pour l'éducation environnementale. » (DGF, 2003)

2-5-2. Les eaux souterraines :

La carte hydrogéologique de la wilaya d'El-Tarf (Figure 6) établie par l'agence de bassin hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue (ABHC in Labar, 2003) distingue les différents aquifères existants dans la région. Deux importants systèmes aquifères sont répartis sur la plaine d'Annaba- Bouteldja et la plaine d'El tarf-Ain Assel.

➤ **La nappe de la plaine de Annaba- Bouteldja :**

Cette plaine est caractérisée par une nappe profonde très intéressante appelée nappe des graviers. Elle est surmontée par une nappe libre couvrant l'ensemble de la plaine. Elle est

limitée au sud par la nappe superficielle des terrasses constituée par des cailloutis galets, et au nord par les deux nappes (Labar, 2003):

- Nappe superficielle du cordon dunaire au Nord ouest qui est constituée de sables dunaires éoliens et repose sur un substratum argileux.
- Nappe superficielle du massif dunaire de Bouteldja du côté Nord Est, formé de sables éoliens épais souvent avec intercalations de lentilles d'argile.

➤ **La nappe de la plaine d'El Tarf :**

Elle est caractérisée par la superposition de deux nappes : nappe superficielle et nappe profonde captive.

- Nappe superficielle couvrant l'ensemble de la plaine d'El-Tarf, contenue dans des formations alluvionnaires et des argiles plus au moins sableuses. Elle repose sur un substratum argileux qui forme le toit de la nappe captive des graviers
- Nappe captive constituée essentiellement de galets et graviers et se repose sur un substratum marneux imperméable. Dans ses rapports l'agence du bassin hydrographique Seybousse-Mellegue signale que dans la région Nord-Ouest, cette nappe est en contact avec la nappe superficielle de boutelja sa limite sud est au niveau de Ain Khia (Labar, 2003).

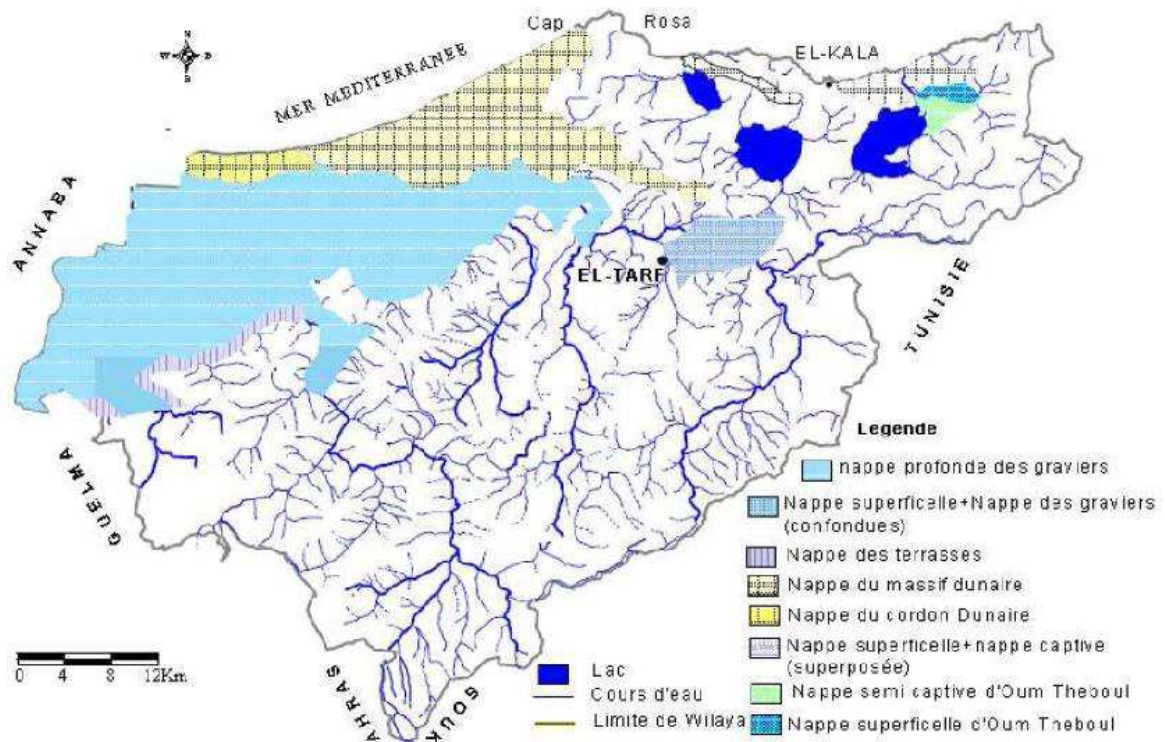


Figure 07 : Carte hydrogéologique de la wilaya d'El Tarf (ABH, 2003) *in* (LABAR, 2003)

2-6. Le couvert végétal :

Le développement de la couverture végétale dépend de la combinaison des facteurs physico-géographiques tels que le climat, le relief, la lithologie et l'action humaine qui s'impose par la mise en culture des terres. Pour cela, il est nécessaire de connaître les différents types de végétaux et leur répartition dans le bassin de Kébir Est.

La couverture végétale joue un rôle important dans l'écoulement superficiel et la protection du sol contre l'érosion hydrique et le transport des matériaux solides. La répartition du couvert végétal au niveau du bassin versant de l'Oued Kébir Est est donnée par la carte d'occupation du sol de la figure08.

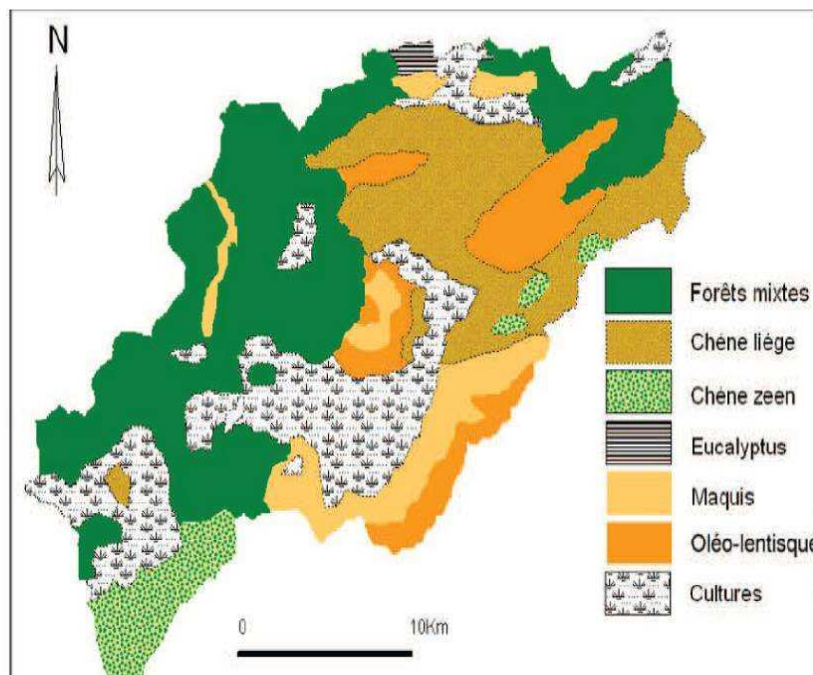


Figure 08 : Occupation du sol du bassin versant étudié (Torki, 2010).

L'occupation du sol du bassin est constituée de deux domaines : le domaine forestier (forêt et maquis) et le domaine agricole (différents types de cultures) (Torki, 2010)

Tableau05: Répartition de la couverture végétale dans le bassin versant étudié (Torki, 2010).

Type de Végétation	Surface (km2)	Surface (%)
Forêt mixte	244	35,81
Chêne liège	122,47	17,98
Chêne zeen	39,42	5,79
Eucalyptus	3,62	0,53
Maquis	62,81	9,22
Oléo-lentisque (maquis dégradé)	69,94	10,27
Cultures	139,07	20,41
Total	681,33	100

❖ les forets :

Elle représente une bonne partie de la superficie du bassin, avec 60,11% (Tableau 3). Le couvert forestier englobe principalement le chêne liège et le chêne zeen. La forêt mixte comporte les deux espèces végétales : Le chêne liège et le chêne zeen avec un sous bois plus au moins dense.

Très peu développé dans un milieu frais et ombragé (5,79%), le chêne zeen élimine les autres essences à partir de 700 m. A l'état de peuplement pur, le chêne zeen crée des conditions ignifuges : Les incendies qui s'y déclarent se réduisent à des feux de surface qui peuvent s'étendre d'eux mêmes à la tombée de la nuit (dans les conditions météorologiques normales).

Sur les dunes consolidées et les grès fracturés couverts de formations quaternaires épaisses, le chêne liège montre une exigence hydrophile. Le chêne liège descend à sa plus basse altitude dans la vallée de l'Oued Teboul (Fig.5). Dans les positions ombragées et en présence des sources, le chêne liège est accompagné de chêne zeen isolé à partir de 50 m d'altitude.

L'Eucalyptus est peu évolué dans notre zone d'étude (moins de 1% de la surface du bassin). Il a été introduit en Algérie afin d'assainir les zones marécageuses, d'où sa présence dans les zones humides et les bas fonds à drainage difficile.

❖ Les maquis :

Ce sont des broussailles sous forme d'un maquis méditerranéen, dispersé dans plusieurs endroits et particulièrement sur les piémonts (Fig.5) ayant subi une agression (incendie). Ils sont constitués surtout d'Erica arborea, de Collicotum villosa, de Cistus triflorus.....etc.

La série de l'oléo-lentisque est assez bien représentée dans notre bassin versant avec 10%. Nous la retrouvons dans les terrains lourds du Tell et au niveau des piémonts dégradés entre Ain el Karma et Bouhajar. Ce couvert forestier souvent clairsemé est développé sur les marnes argileuses laissant apparaître, entre la végétation éparse, un sol nu.

En ce qui concerne l'association hydrophile, l'inondation temporaire a favorisé le développement de plusieurs types de végétation dont on peut citer quelques espèces comme le peuplier et le laurier-rose que nous retrouvons également dans les lits des oueds.

❖ **Les cultures :**

Elles occupent les formations gréso-argileuses du numidien, les alluvions du quaternaire et les piémonts des reliefs montagneux où on rencontre principalement les cultures céréalières.

Les cultures proprement dites (céréalicultures) sont peu développées dans le bassin. On y rencontre principalement les cultures maraîchères, industrielles et fourragères.

Pour des raisons pratiques et pour ne pas surcharger la carte du couvert végétal, nous avons préféré ne représenter que les associations végétales des terres cultivées que nous citerons à titre indicatif dans le tableau ci-dessous. Ainsi, les principales cultures rencontrées (d'après les services agricoles de la Wilaya d'El Taref) sont illustrées dans le tableau 6 qui fait ressortir essentiellement la prédominance des cultures céréalières et des fourrages

Tableau 06 : Les principales cultures rencontrées dans le bassin versant Kébir Est (Torki, 2010)

Cultures	Surface (%)
Céréales	24,7 %
Légumes secs	3,3 %
Fourrages	23,8 %
Cultures industrielles	12,9 %
Cultures maraîchères	15,6 %
Arboriculture	8,3 %
Jachères	11,4 %

2-7. Contexte socio-économique du sous-bassin versant de l'oued Kébir Est:

Le sous-bassin versant de l'oued Kébir-Est est inclus en sa plus grande partie dans la wilaya d'El-Tarf hormis la partie Est qui se trouve sur le territoire tunisien. Notre étude porte sur la partie qui se trouve sur le territoire algérien. Les communes principales concernées sont donc les communes de :

- Ramel Souk, - Ain Assel, - Bougous,- El Tarf, - Zitouna, - Ain Kerma, - Bouteldja,- Lac des oiseaux et Berrihane.

❖ Population :

Ces localités réunies rassemblent 130 492 habitants en 2013 selon la direction des services agricoles (DSA) d'El-Tarf. Ainsi le tableau suivant illustre la répartition de cette population par commune dans le sous-bassin versant. Le calcul a été fait à partir du dernier recensement général de population et de l'habitat (RGPH) datant de 2008.

Tableau07 : Population par commune du sous-bassin versant de l'oued Kébir Est en 2013
(Moussa 2015)

Communes	population
Ramel Souk	4 713
Ain Assel	18 599
Bougous	11 634
El Tarf	28 682
Zitouna	10 499
Ain Karma	15 612
Bouteldja	19 102
Lac des oiseaux	11 340
Berrihane	10 311
Total	130492

❖ Agriculture :

Selon (ANDI, 2013), El Tarf est « marquée par une vocation agricole de longue date et conserve aujourd'hui encore un réseau d'exploitation très riche avec une dominance des cultures herbacées. » Le vignoble n'occupe que 1,66 % de la surface agricole utile, L'arboriculture qui n'occupe que 8,13 % de la surface agricole utile, la culture industrielle de la tomate, de l'arachide et du tabac qui sont des créneaux naturellement de la région. La richesse floristique est estimée à 600 espèces qui s'étendent sur un espace forestier de 166.311 Ha. Selon (ANDI, 2013), l'agriculture dispose d'une Superficie Agricole Utile de 73.346 Ha et d'un potentiel forestier important dans toute la wilaya d'El Tarf. Cependant, près de 20 000 Ha, soit environ 28% de la surface agricole utile(SAU) sont sujet à de fréquente inondations

se prolongeant parfois au delà du mois d’Avril d’où environ 7500Ha de perte de surface de cultures variées (DSA d’El-Tarf 2000).

2-8.Caractéristiques morphométriques du bassin versant de l’oued Kebir Est :

Tableau08 : caractéristiques morphométriques du bassin versant de l’oued Kebir Est

(Labar, 2003)

Paramètres	Symbole	Unité	El-Kebir-Est
Superficie	A	Km ²	1740
Périmètre	P	Km	220
Coefficient de compacité	Kc	-	1.48
Altitude Moyenne	Hmoy	m	243
Altitude Médiane	H50%	m	210
Altitude de fréquence 5%	H5 %	m	760
Altitude de fréquence 95%	H95 %	m	110
Dénivelé simple	D	m	650
Longueur du rectangle équivalent	L	Km	90.87
Largeur du rectangle équivalent	I	Km	19.15
Indice de pente de ROCH	Ip	%	30.01
Indice de pente Globale m/Km	Ig	m/Km	7.15
Dénivelé spécifique	Ds	m	298.25
Classe de Relief			Fort

3. Régime d’écoulement de l’oued Kébir Est :

L’oued Kébir Est se caractérise par un débit moyen de l’ordre de 6,71 m³/s (Labar, 2003). En outre l’oued est défini par une importante variation d’une année à l’autre d’où une alternance multiples d’années excédentaires et années déficitaires. Ainsi, le débit le plus élevé a été observé au courant de l’année 1986-1987 (soit Q = 14.83 m³/s), le

plus faible a été observé en 1996-1997 (soit $Q = 0.68 \text{ m}^3/\text{S}$) (Labar 2003). Ainsi, le débit le plus élevé a été observé au courant de l'année 1986-1987 (soit $Q = 14.83 \text{ m}^3/\text{s}$), le plus faible a été observé en 1996-1997 (soit $Q = 0.68 \text{ m}^3/\text{S}$) (Labar 2003).

Nous signalons qu'il a été enregistré à l'Oued Kebir un apport annuel maximal de 467.57 Hm³/an pour l'année 1986-1987 et un apport annuel minimal de 21.36 Hm³/an pour l'année (1996-1997). Evidement l'apport moyen annuel durant 1946-1998 est de 210.05 Hm³/an (Labar 2003).

Finalemnt d'après Labar (labar, 2003) l'oued Kébir Est se fait distinguer par deux périodes :

- Une période des hautes eaux qui débute en Novembre et s'achève en Avril, elle représente environ 90 % de l'écoulement.
- Une période des basses eaux qui débute en Mai et S'achève en Octobre, elle représente environ 10% de l'écoulement.

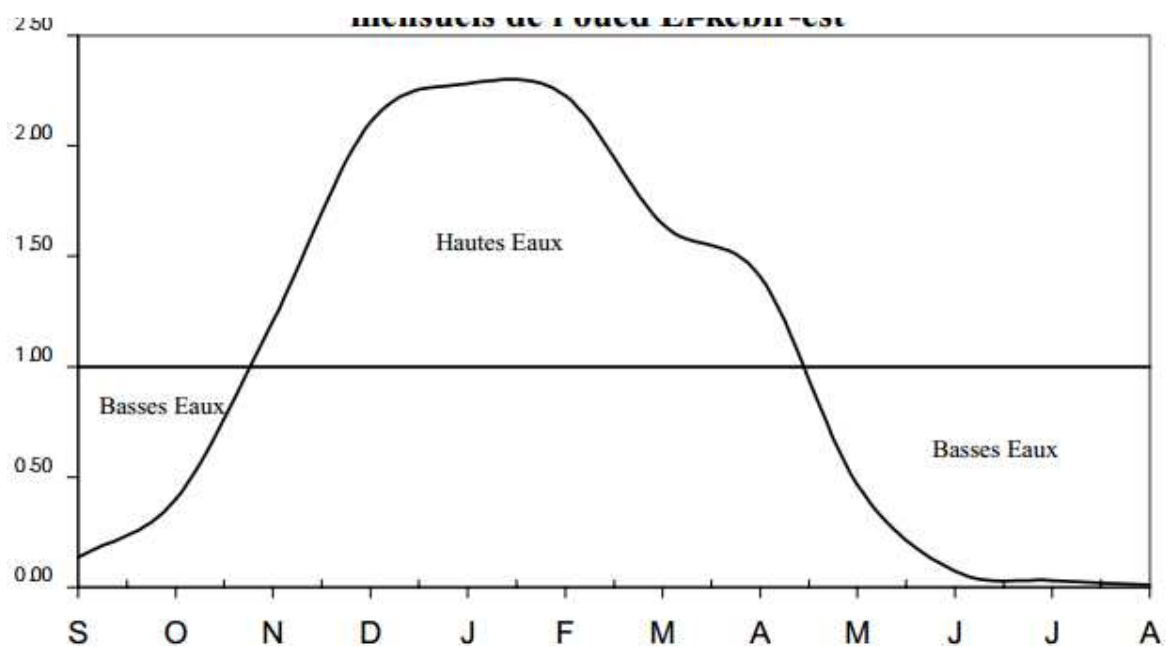


Figure09: Variabilité des coefficients moyens des débits mensuels de l'oued kébir Est

(In Labar 2003)

Ce graphe montre aussi que les coefficients moyens (CMD) des débits mensuels croient du mois de septembre jusqu'au mois de février puis s'amorce la descente qui est moins rapide .Trois pics s'observent respectivement en mois de décembre, février et avril . ce

qui fait distinguer trois périodes de crues. Nous remarquons que le débit le plus élevé s’observe le mois de janvier de 19.5 % de l’apport global et le plus faible est en mois d’août avec un apport de 0.1 % de l’apport global (tableau11) (Labar 2003).

Tableau09 : Bilan global de l’oued Kébir Est (in Labar 2003)

Paramètres	Débit Q(m ³ /s)	Supérficie (km ²)	précipitation P(mm)	Apport max.mens. V(Hm ³)	Apport Moyen V(Hm ³ /an)	Apport min.mens. V(Hm ³ /an)	Déficit D(m)	Ecoulement E(mm)	Coefficient D’écoulement (Ke=E/P) %
Moyenne	6.71	1740	792.70	40.99	210.05	0.20	499.02	293.68	37.05

La répartition fréquentielle des débits mensuels de l’oued Kébir Est définie par le tableau 12a été établie par l’ajustement à une loi de Galton simplifiée [96].

où $Q = \log Q$ et la variable centrée réduite de Gauss $U = (Q - \bar{Q}) / \sigma_Q$ devient $U = (\log Q - \log \bar{Q}) / \sigma_{\log Q}$.

La figure (fig.10) déduite du tableau 10 montres que la dispersion des débits est très marquée pendant les hautes eaux notamment en novembre et avril .Elles est par contre plus réduite en période de basses eaux notamment en juillet et Août (Labar 2003).

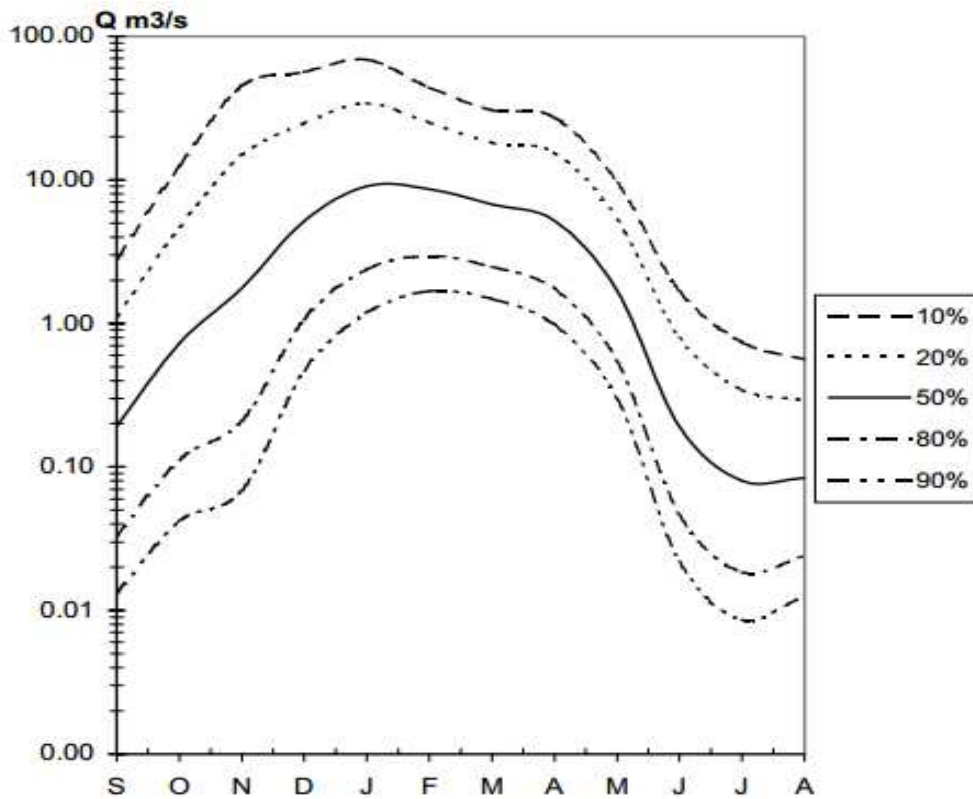


Figure 10 : Débits moyens mensuels fréquents (m³/s) de l’oued Kébir Est (in Labar 2003)

Tableau 10 : Débits moyens mensuels fréquents (m³/s) de l’oued Kébir Est (in Labar 2003)

Mois fréquences	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
10%	2.80	12.52	45.27	56.67	69.06	44.15	30.73	27.37	9.54	1.67	0.74	0.56
20%	1.12	4.70	14.84	24.85	34.33	25.20	18.25	15.43	5.25	0.79	0.35	0.29
50%	0.19	0.72	1.77	5.15	9.04	8.64	6.75	5.17	1.68	0.19	0.08	0.08
80%	0.03	0.11	0.21	1.07	2.38	2.96	2.50	1.73	0.54	0.05	0.02	0.02
90%	0.01	0.04	0.07	0.47	1.18	1.69	1.48	0.98	0.30	0.02	0.01	0.01

4. Les différents rejets déversant dans l’oued Kebir Est :

- L’usine de tomate de Boutheldja verse ces différents rejets dans l’oued El-Kebir
- L’eau usée des agglomérations de Ain El-Assel, El-Tarf, Boutheldja et lac des oiseaux.
- L’eau de refroidissement des machines et de lavages de tomate.
- L’eau de vidange des moteurs de pompage d’eaux.

- Les déchets solides urbains

CONCLUSION :

Le sous bassin versant de l'oued Kèbir Est se trouve dans l'une des régions les plus humides et arrosées de l'Algérie. Il présente un grand potentiel hydrique. Sa plaine est formée par la réunion de trois oueds important (Kèbir Est, Ballauta, Bougous).

On peut conclure que le bassin versant de l'oued Kèbir Est est caractérisé par :

❖ Un climat méditerranéen de deux périodes :

-une période chaude et sèche

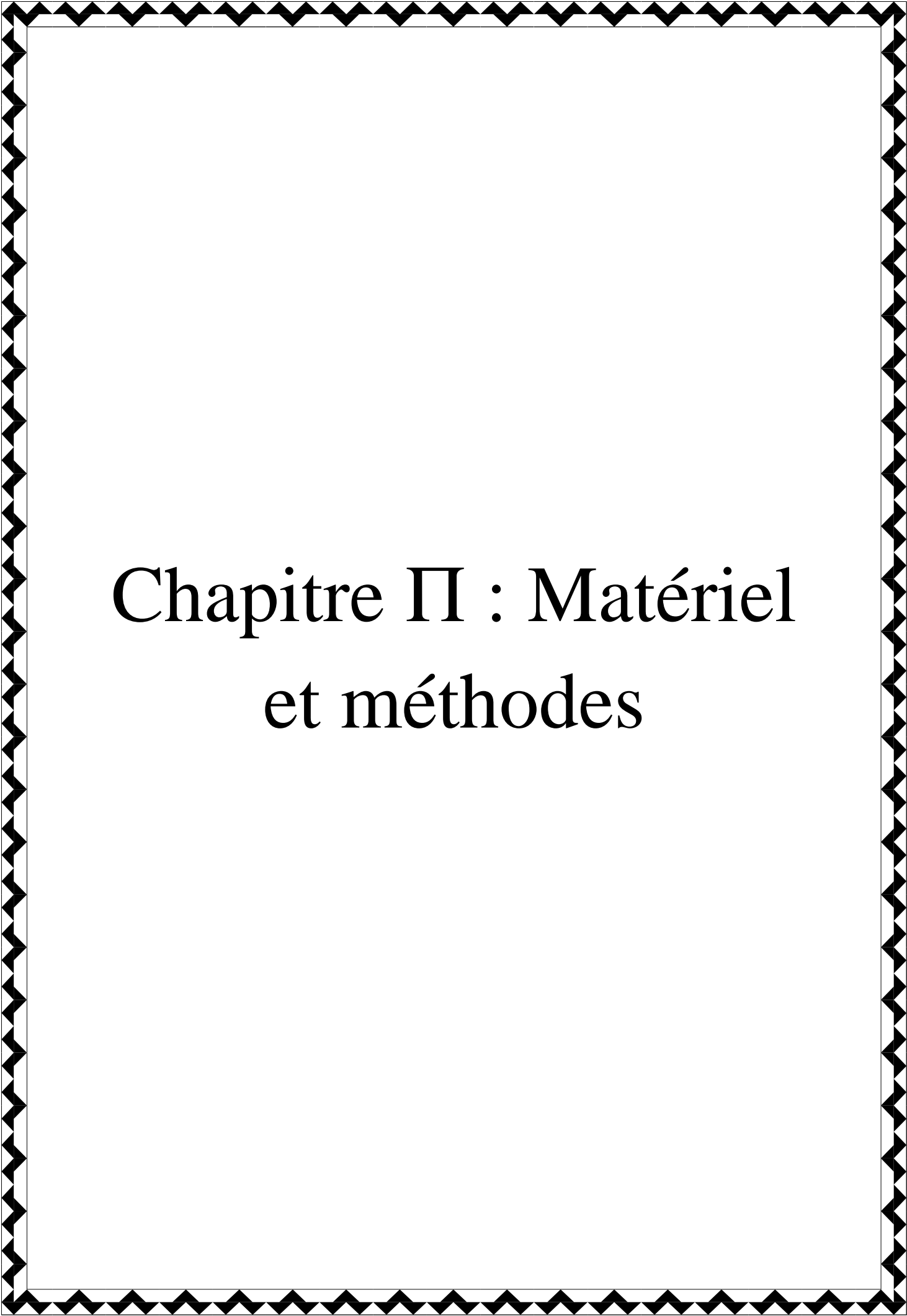
-une période froide et humide.

❖ La prédominance de deux grand ensemble morpho-structuraux :

-La nappe numidienne

-La formation quaternaire

La dégradation de la qualité des eaux naturelles au niveau de ce bassin versant est provoquée par les déchets solides urbains, les rejets liquides, domestiques, et industriels. La charge de ces rejets est de plus en plus croissante avec le développement socio-économique et les changements climatiques globaux.



Chapitre Π : Matériel et méthodes

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons déterminer les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de quelques échantillons d'eaux et les paramètres physico-chimique d'un échantillon du sol, ainsi que nous allons présenter notre méthode de travail et le matériel utilisés.

I- Eaux :**I-1-Echantillonnage :**

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif. Afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur, il faut s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

I-1-1-Site et période de prélèvement :

Les 9 prélèvements d'eau ont été réalisés au niveau de 3 stations (bougous en amont, Ain assel au centre, et sebaa en aval) tout au long de l'oued kebir Est. Pour réalisés notre travail, nous avons effectué un suivi mensuelle sur une période de 5mois de janvier jusqu'au mai 2016.

Les analyses ont porté sur dix-neuf paramètres physico-chimiques qui sont : température, pH, conductivité, oxygène dissous, turbidité, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2+} et PO_4^{3-} ...etc. Pour les paramètres microbiologiques, les prélèvements ont été réalisés durant deux mois, mars et avril 2016.

On a choisi les sites de prélèvements selon l'accessibilité et d'autres caractéristiques exprimées dans le tableau 11.

Tableau11: Description des stations étudiées et leurs caractéristiques

Stations	Coordonnées géographiques	Caractéristiques
ST 1	Latitude: E: 008°24.468 ' Longitude: N:36°42.594 ' Altitude (m) : 69	-Située en amont de l'oued, et à proximité du barrage de bougouss. -Activités agricoles (pâturage)
ST2	Latitude: E: 8° 21.9` Longitude: N: 36° 46.045` Altitude (m) : 32	-Située centre de l'oued, et proximité immédiate de la STEP de Mexa. Localisée sur la route nationale N°44, au près du pond au dessous de l'Oued El -Kebir et Ain Assel. -Rejet domestique de la commune d'Ain Assel -Les boues de la STEP sont rejetées directement dans l'oued. -Activités agricoles (pâturage)
ST3	Latitude: E: 008°06.116 ' Longitude: N:36°49.709 ' Altitude (m) : 1	-Située en aval de l'oued, Localisé sur le chemin de wilaya d'El-Tarf entre lac des oiseaux et village de Sebàa, au près du pond au dessous de l'Oued El Kebir. -Activités agricoles (pâturage)



Figure 11 : les sites de prélèvements (Google Earth 2016)

I-1-2-Technique de prélèvement :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (Rodier et al. 2005). Les échantillons d'eau sont prélevés à l'aide d'un seau en plastique attaché à une corde suffisamment longue pour atteindre la masse d'eau dans l'oued. L'eau prélevée dans la tranche d'eau superficielle d'environ 50 cm d'épaisseur est transvasée dans des bouteilles en plastique préalablement rincées avec l'eau de la station et conservée à 4°C pendant le transport jusqu'au laboratoire d'analyse. Pour les analyses microbiologiques, les flacons utilisés doivent assurer une fois bouchés, une protection totale contre toute contamination. Il est conseillé d'utiliser des flacons en verre de 250, 500, 1000 ml. Avant l'usage, les flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée, car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel détergent ou antiseptique.

Les prélèvements s'effectuent dans les meilleures conditions de stérilisation.



Photo01 : Technique de prélèvement

I-1-3- Analyse de l'échantillon d'eau :

Avant l'analyse au laboratoire nous avons effectuées des mesures sur terrain de certain paramètre physico-chimique à l'aide d'un multi paramètre.



Photo02 : appareil multi paramètre

I-1-4-Méthodes d'analyse des différents paramètres :**I-1-4-1- Paramètres In situ:**

Des paramètres (Température de l'eau, Turbidité, Oxygène dissous, Conductivité, TDS,.....) sont mesurés In situ, immédiatement après le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'un appareil multi paramètre.

L'utilisation de cet appareil consiste à faire plonger la sonde appropriée dans l'eau, après étalonnage, puis a attende quelque seconde avant de lire le résultat de la mesure, après stabilisation de l'affichage sur l'écran.

A/ La turbidité :

La turbidité d'une eau est due a la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier 9eme édition). Elle s'exprime en :

- NTU (Nephelométric Turbidity Unit).

- FTU (Formazine Turbidity Unit).

- JTU (Jackson Turbidity Unit).

B/La température :

La température à une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux (les eaux souterraine et superficielles).La température des eaux de surfaces variée selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres. L'élévation de la température s'accompagne d'une diminution de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface et d'une diminution de la solubilité des gaz, en plus cette augmentation de la température favorise l'autoépuration, et accroît la vitesse de sédimentation (Loup, 1974).

Nous lirons directement la température exprimée en degré Celsius (C°) affiché sur l'écran du multiparamètre.

C/Le pH :

Le potentiel d'hydrogène (pH) est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène $[H_3O^+]$, il est inférieur ou supérieur à sept suivant que

l'eau et acide ou basique. Le pH n'a pas de signification hygiénique mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (Bremond et Vuichard 1973). Cependant, dans certains cas, il peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Les pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (DE Villers *et al*, 2005).

D/ L'Oxygène dissous :

L'oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton (Alzieu, 1989). La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (Rodier, 1996). Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Thierrin *et al*, 2001). La concentration en oxygène dissous dans l'eau est communément exprimée en milligramme par litre (mg/l) ou en pourcentage de saturation (Laurentides, 2009).

E/ La conductivité électrique :

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle dépend de la nature des ions dissous et leurs concentrations (DE Villers *et al.*, 2005). Selon Rejsek (2002), la température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité. La conductivité des eaux s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Detay, 1993). Le tableau au- dessous présente la relation entre la conductivité électrique et la minéralisation globale.

Tableau12 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique (Rodier *et al*, 1984)

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation très faible
100 < C.E < 200 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation faible
200 < C.E < 333 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation élevée

F/Le potentiel redox (Eh) :

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox affecte les états d'oxydation et de réduction des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand la concentration d'oxygène diminue, le milieu devient plus réducteur; ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox (DE Villers *et al*, 2005). Le potentiel redox se mesure en millivolts (mV). Les relevés de potentiel redox aussi sont mesurés sur terrain à l'aide d'un multi paramètre.

G/ Les solides dissous totaux (TDS) :

Les solides dissous totaux représentent une évaluation totale des sels minéraux contenus dans l'eau. Cette valeur traduit une évaluation totale sur le taux de minéraux qui ont été dissous dans l'eau.

Les solides dissous totaux des eaux s'expriment en milligrammes par litre (mg/L).

La détermination de TDS est réalisée au terrain à l'aide d'un multi paramètre portatif.

H/ Salinité :

Dans la plupart des rivières, le risque d'une salinité excessive due à la présence de chlorure de sodium n'existe pas, mais lorsque l'eau est fréquemment réutilisée, et en particulier lorsque l'irrigation est pratiquée à grande échelle, il y a un réel danger que la salinité soit trop forte et l'eau pourrait devenir impropre à l'irrigation. Elle s'exprime en milligrammes par litre (g/l).

I-1-4-2-Paramètres de pollution naturelle:

L'eau est composée de nombreux éléments minéraux et organiques. Sa richesse en minéraux varie selon la composition des sols qu'elle traverse.

Nous citons les paramètres suivants : Calcium (Ca^{++}), Magnésium (Mg^{++}), Chlorure (Cl^-), Potassium (K^+), Sulfate (SO_4^{3-}), Bicarbonate (HCO_3^-), Sodium (Na^+).

A/Calcium (Ca^{++}) :

L'eau est composée de nombreux éléments minéraux et organiques. Sa richesse en minéraux varie selon la composition des sols qu'elle traverse. Les terrains calcaires donneront une eau riche en calcium. Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Sa teneur est liée directement à la nature géologique des terrains traversés. Il existe à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure... etc. (Rodier, 1996). Sa présence dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles, soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4).

B/ Magnésium (Mg^{++}) :

Le magnésium se place au huitième rang parmi les éléments le plus répandu dans la nature. Il constitue 2,5 % de la croûte terrestre. Les principales sources du magnésium contenu dans ces eaux sont les minéraux ferromagnésiens des roches ignées et les carbonates de magnésium des roches sédimentaires. Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau.

C/Chlorure (Cl^-):

Le chlorure est un sel mobile, non toxique, très répandu dans la nature sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl_2). Leur présence dans les eaux de surfaces dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse (Rodier *et al*, 1984), à la pénétration de l'eau de mer dans les régions côtières et à la pollution provenant des rejets urbains et industriels.

D/Potassium (K^+) :

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schistes), des argiles potassiques, de certains rejets industriels et de la dissolution des engrais chimiques (NPK). (Rodier, 2005).

E/Sulfate (SO_4^{2-}):

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont d'origine naturelle (gypse, pyrite, volcans), industrielle (industrie pétrolière, tannerie, papeterie, industrie textile) et proviennent aussi des produits de traitement agricole (Gaujous, 1995).

F/Bicarbonate (HCO_3^-) :

Aux pH des eaux naturelles (entre 7 et 8) les carbonates sont sous formes HCO_3^- (ion bicarbonate ou hydrogénocarbonate) principalement avec des traces d'acide carbonique (ou de dioxyde carbone) et d'ion carbonate (notamment quand le pH est supérieur à 8.3-8.4). (Rodier 9eme Edition).

G/Sodium (Na^+) :

Le dosage de sodium se base sur la méthode de spectrophotométrie à flamme. Son principe se base sur la dissociation des atomes pendant leur passage dans la flamme, et qui émettent de l'énergie à leur excitation. Le sodium va émettre une longueur d'onde bien précise qui sera détectée par des filtres optiques. Le principe consiste à réaliser une courbe d'étalonnage de l'élément à doser avec des concentrations connues, puis évaporer dans la flamme du photomètre l'eau à analyser et déterminer la teneur du Na^+ en connaissant leur longueur d'onde d'absorption.

Ces paramètres dit aussi éléments majeurs, ont été estimé comme suit :

A/Les bicarbonates (HCO_3^-) par méthode volumétrique

-Le Principe :

C'est une technique d'analyse quantitative qui permet de déterminer la quantité d'une Substance nécessaire pour effectuer complètement une réaction chimique donnée. Le titrage Consiste à verser à partir d'une burette un volume précis d'une solution dont la concentration est connue dans une solution contenant la substance à doser, de concentration inconnue. La substance contenue dans le titrant réagit de façon continue avec la substance à analyser. Le point atteint quand on a ajouté suffisamment de titrant pour que la totalité de la substance à analyser réagisse est appelé point d'équivalence. On identifie souvent ce point à l'aide du changement de couleur d'un produit chimique appelé indicateur.

Les différentes conditions pour un titrage réussi sont :

- Connaître la réaction exacte qui a lieu entre le titrant et la substance à analyser.
- Le point d'équivalence doit coïncider avec le point de virage de l'indicateur utilisé (celui où il change de couleur).
- Le volume de titrant requis pour atteindre le point d'équivalence doit être mesuré précisément.

-Le matériel utilisé :

Le bécher, Erlenmeyer, Eprouvette, Fiole jaugée, Burette, Pipette, pipette jaugée et pipette graduée.

B/Le Sodium (Na^+) et Potassium (K^+) par Photométrie à Flamme

-Le principe de la méthode :

Dans la photométrie de flamme, l'excitation est faite à l'aide d'une flamme ou avec l'élément à doser. Après avoir été sélectionnées, les radiations sont évaluées en fonction de leurs intensités lesquelles sont proportionnelles aux nombres d'atomes excités donc à la concentration totale de l'élément présent dans la flamme.

La flamme est connue comme étant un moyen d'excitation peu puissant. Ceci entrainera deux conséquences importantes :

- le spectre obtenu sera peu fourni en raies

-les éléments à bas potentiel d'excitation seront les seules à être excités : Alcalins, Alcalino-terreux et parfois l'aluminium. Les plus importants sont les alcalins.

- Le matériel utilisé :

BIOCODE HYCEL Pass'Ions, Photomètre de Flamme C.374.



Photo 03 : Photomètre de Flamme

**C/ Le Calcium (Ca^{++}), le Magnésium (Mg^{++}), le Chlorure (Cl^-) et les Sulfat (SO_4^{3-})
par Spectrophotométrie UV/ Visible**

-Le principe de la méthode :

Quand un rayonnement d'une longueur d'onde donnée λ traverse un milieu, son intensité diminue en fonction de la densité des espèces absorbantes et de l'épaisseur du milieu.

Cette propriété est utilisée pour déterminer la concentration des espèces chimiques absorbant à une longueur d'onde déterminée. C'est l'interaction entre les photons de la source lumineuse et les ions ou molécules de l'échantillon qui provoque l'absorption lumineuse (Rodier 9eme Edition).

-le matériel utilisé :

Spectrophotomètre UV/ Visible HANNA HI83200-02.



Photo 04: Spectrophotomètre UV/ Visible

I-1-4-3-Paramètres de pollution anthropique :

On note dans les eaux de surface la présence de certains composés chimique d'origine humaine. Nous citons les paramètres suivants : Nitrate (NO_3^-), Nitrite (NO_2^-), Ammonium (NH_4^+) et Phosphate (PO_4^-).

Ces paramètres ont été estimés par la méthode de Spectrophotométrie UV/ Visible.

A. Nitrate (NO_3^-):

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant (Bremond et Vuichard 1973). Ils sont issus de l'oxydation des nitrites par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau.

B. Nitrite (NO_2^-) :

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Ils ne

représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates, leur présence dans les eaux naturelles est faible. Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (Rejsek, 2002).

C. Ammonium (NH_4^+):

Dans l'eau, l'azote se trouve sous deux formes : L'ammoniac (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+). La présence de l'ammonium dans les eaux résulte le plus souvent de la décomposition de matières organique. Il est utilisé comme indicateur de pollution et il est souvent responsable de la mauvaise classe d'une rivière.

D. Phosphate (PO_4^{3-}) :

La pollution causée par les phosphates et due en partie à des rejets d'eaux domestiques et industrielles (détergents et industries chimiques) et en partie à l'utilisation des fertilisants et des engrais considérés comme des éléments favorisant l'eutrophisation des masses d'eau stagnantes (Gaujous, 1997).

Tableau13 : récapitulatif des méthodes d'analyse du paramètre physico-chimique

paramètre	Méthode d'analyse	unités
Turbidité	Multi-paramètre	NTU
Température	Multi-paramètre	°C
pH	Multi-paramètre	/
Oxygène dissous	Multi-paramètre	mg/l
C.E	Multi-paramètre	µs /cm
Eh	Multi-paramètre	mV
TDS	Multi-paramètre	mg/l
Salinité	Multi-paramètre	g/l
Ca⁺	spectrophotométrie	mg/l
Mg²⁺	spectrophotométrie	mg/l
C⁻	spectrophotométrie	mg/l
K⁺	Spectrophotométrie a flamme	mg/l
SO₄⁻	spectrophotométrie	mg/l
HCO₃⁻	volumétrique	mg/l
Na⁺	Spectrophotométrie a flamme	mg/l
NO₃⁻	spectrophotométrie	mg/l
NO₂⁻	spectrophotométrie	mg/l
NH₄⁺	spectrophotométrie	mg/l
PO₄⁻³	Photomètre multi paramètre	mg/l

I-1-4-4-Paramètres Microbiologiques:

Le deuxième volet du suivi de la qualité des eaux de l'oued kebir Est est basé sur la recherche des micro-organismes marqueurs, témoins de contamination fécale.

Les analyses bactériologiques sont réalisés au niveau du laboratoire d'hygiène du ESPPS d'El -kala (établissement public de santé à proximité).

I -1-4-4-1 : le matériel utilise au laboratoire :

Tableau14 : matériel utilisé pour l'analyse bactériologique

Milieu de culture	Produit utilisé	Machine
-gélose slanetz et bartley -gélose ttc tergitol -tube TSI	-eau distillé stérile -réactif de kovacs - filtre	-étuve -bouteille de gaz -bec benzène -anse de platine -la rampe

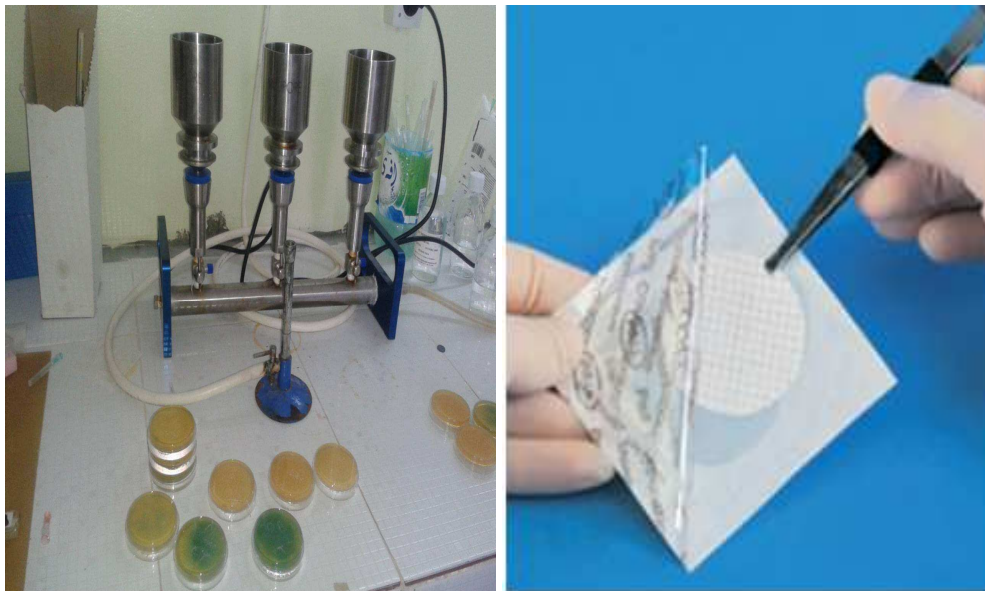


Photo 05 : la rampe et le filtre

I-1-4-4-2. La méthode d'analyse :

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser par la méthode de filtration sur une membrane de cellulose à 0,45 μ m. Ceci permet aux colonies de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à 24 heures, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif. Celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des repiquages judicieux. (Abda, 2015).

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode

opérateur précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier et al., 1996).

A/Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques (Mouly et al, 2008).

➤ Test présomptif

Ce test conduit à un dénombrement présomptif des coliformes totaux et des coliformes fécaux et ceci sur une boîte de gélose lactosée au TTC Tergitol. La boîte a été incubée durant 24 heures à 37 °C. Après ce temps d'incubation, il peut apparaître des colonies rouges (ou roses) et jaunes (ou orangées). Les colonies jaunes correspondantes aux coliformes fécaux ont été repiquées sur des milieux de confirmation.

➤ Test confirmatif

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels : *E. coli*.

Les coliformes fécaux ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes totaux mais pousseront à 44°C sur le milieu TSI ; L'existence de pousse bactérienne, la production d'acide sur la pente et dans le culot, et la production de gaz et d'H₂S, correspondent à une réaction positive pour la présence d'*E. Coli* présumés.

B/Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Anciennement la législation parlait de « SF ». Sous cette dénomination générale, il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant la substance (acide teichoïque) antigénique caractéristique du groupe D. Ces streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal.

➤ Test présomptif

La recherche a été faite de la même manière que les coliformes selon la méthode de filtration sur membrane, mais cette fois la membrane a été placée sur une boîte de milieu de Slanetz et Bartley.

Après 24 heures d'incubation, les streptocoques fécaux ont été apparait sous forme de petites colonies rouges, violettes ou roses visibles sur la boîte.

II- sol :

L'analyse du sol consiste en un ensemble d'opérations successives physique et chimique. Avant de développer ces types d'analyses, il faut tout d'abord commencer par l'opération critique dans l'analyse du sol : c'est l'échantillonnage et le prélèvement d'échantillon de sol ont l'importance n'est pas toujours bien perçue par l'opérateur. Si l'analyse au laboratoire revêt une grande importance, l'échantillonnage et les prélèvements d'échantillons reste la première des conditions pour gérer correctement les apports en fertilisants. Le résultat est une quantité du sol représentative de conditions hétérogènes.

II-1-Site et période de prélèvement :

Le prélèvement de sol est Localisé au prés de l'Oued Kebir Est coté Ain Assel (Latitude: 8° 21.9` E, Longitude: 36° 46.045`N, Altitude (m) : 32). Le prélèvement du sol a été effectué en Mars 2016.

II-2-Echantillonnage :

II-2-1 .Prélèvement du sol :

Le sol destiné pour l'analyse a été prélevé à l'aide d'une pelle. La pelle a été enfoncé jusqu'au ras du sol pour être complètement rempli dans le but d'obtenir un prélèvement homogène à 20 cm de profondeur. Les différents prélèvements ont été bien mélangés, avant d'être mis dans un sac étiqueté.

II-2-2. Préparation de l'échantillon :

L'objectif de la préparation de l'échantillon avant analyse est d'obtenir un échantillon représentatif dans lequel la concentration en polluants est aussi proche que celle présente dans le sol. C'est souvent l'étape la plus longue et celle qui génère le plus de sources d'erreur dans la chaîne analytique. Elle comprend :

- A. Le séchage : à une température compatible avec les caractéristiques des composants recherchés. Pour les métaux, le séchage des échantillons de sol est le plus souvent réalisé à l'air libre, puis à l'étuve à une température à 104°C .
- B. Le quartage : L'échantillon est divisé en quatre parties égales dont on ne retient que la moitié en réunissant deux quart opposés. Cette sélection est homogénéisée et un nouveau quartage est effectué, l'opération pouvant se répéter trois ou quatre fois. On obtient ainsi un échantillon représentatif du matériau initial (fig. 13).

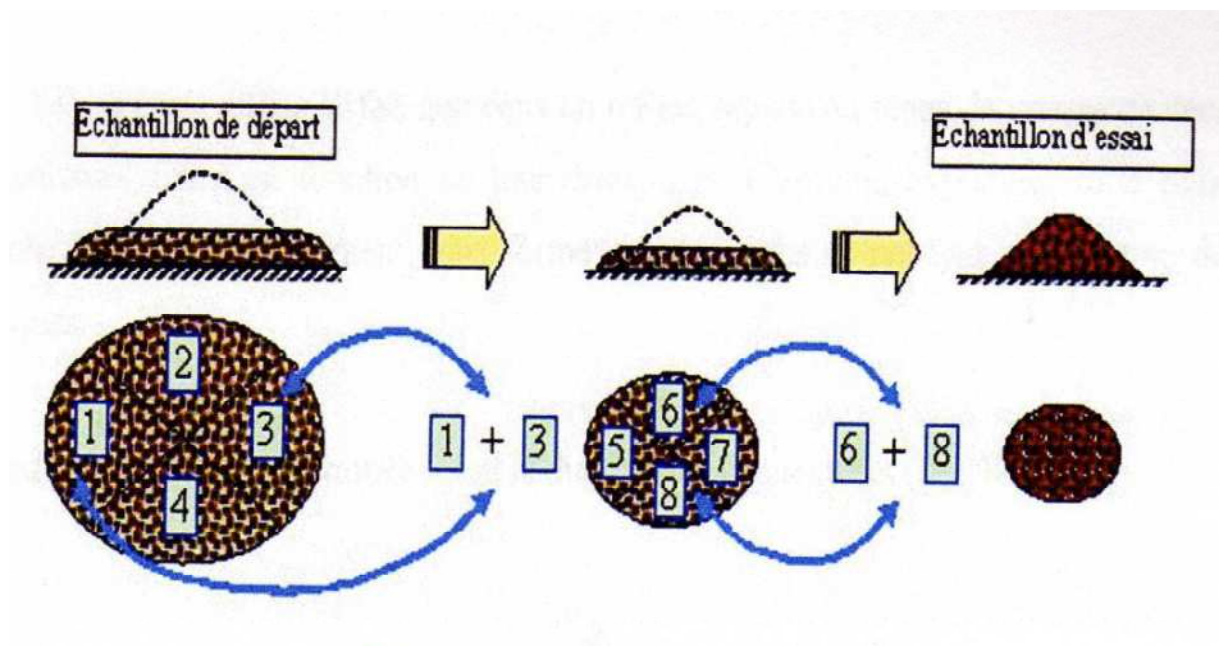


Figure 12 : Opération de quartage

- C. Le tamisage : Pour éventuellement éliminer les gros fragments solides qui ne sont habituellement pas considérés comme faisant partie du sol. La fraction conservée pour analyser est généralement celle inférieure à 2 mm (NF X31-101).

Le tamisage par voie sèche pour les sols dont les particules sont supérieures à $80\mu\text{m}$ et par sédimentation pour les particules inférieures ou égales à $80\mu\text{m}$ qui se font en utilisant une série de tamis (Fig. 14).



Photo06 : Refus dans les différents tamis

II-2-3. Matériels et Méthodes d'analyse :

L'ensemble des expériences de laboratoire a été réalisé à température ambiante : $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Les solutions ont été préparées avec de l'eau distillée. L'ensemble du matériel (verrerie, flacons en polyéthylène...) est systématiquement décontaminé au moyen d'acide nitrique à 10 % pendant 48 h puis rincé à l'eau bi distillée, afin d'éviter toute contamination.

II-2-3-1.paramètres mesuré In situ :

Avant le traitement au laboratoire nous avons effectuées des mesures sur terrain de certain paramètre à l'aide d'un multi paramètre

A/L'humidité et pH du sol:

L'humidité et le pH du sol sont mesurés a l'aide d'un multi testeur du sol (combitester-testeur de sol 3en 1), permet de déterminer rapidement l'humidité et le Ph du sol.



Photo 07 : Multi testeur du sol (combitester-testeur de sol 3en 1)

Le principe de cet appareil est de piquer les deux sondes dans le sol pour obtenir de façon fiable et rapide le suivi du pH et de l'humidité.

B/ La température du sol :

La température du sol est mesurée à l'aide d'un thermomètre à sonde.

Le principe de cet appareil consiste à faire piquer la sonde de la température dans le sol pour obtenir un résultat fiable et rapide de suivi de température du sol.

II-3-2-2.paramètre mesuré au laboratoire :

A/ la matière organique :

La matière organique est déterminée par la méthode de perte au feu (incinération).

***principe :**

La perte au feu permet de mesurer directement la matière organique dans le sol. On place les échantillons pendant une nuit (16 heures) dans un four à moufle à 375 °C. La perte de poids, après calcination, nous donne la matière organique(1).

***appareillage :**

1. Four à moufle
2. Étuve
3. Creuset de porcelaine de 30 ml

***protocole d'analyse:**

-Préparation de l'échantillon :

L'échantillon de sol doit être broyé et tamisé à 2 mm (10 Mesh) pour cette méthode.

-dosage :

- Sécher l'échantillon de sol pendant une nuit (16 heures) à 150 °C.
- Nettoyer les creusets en les chauffant au rouge, puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10 minutes.
- Prendre le poids du creuset vide. Ajouter 10 g de sol séché. Noter le poids final.
- Calciner le sol au four à moufle à 375 °C pendant 16 heures.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres.

-calcul et expression des résultats :

Les résultats de l'échantillon sont calculés à partir de l'une ou l'autre des équations suivantes :

$$\% \text{ M.O.} = [\text{poids sol sec (g)} - \text{poids sol incinéré (g)} / \text{poids sol sec (g)}] * 100$$

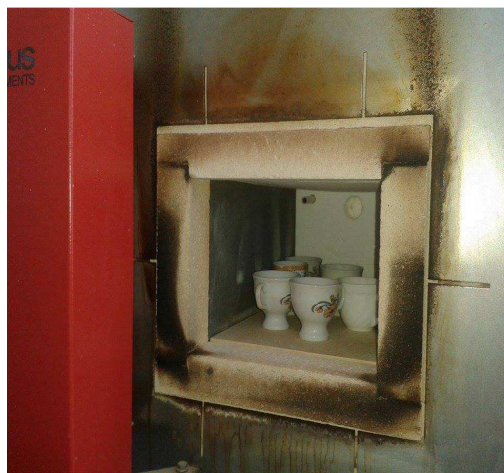


Photo 08: le four a moufle

B/la conductivité électrique, TDS et Salinité :***principe :**

Les mesures de la conductivité, TDS et la salinité s'effectuent par l'utilisation d'un multi paramètre. La conductivité s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$, la salinité et TDS en $\text{mg}/\text{l}(2)$.

***appareillage :**

1. multiparamètre Combo de marque de HANNA.
2. Étuve à une température de $104\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Agitateur mécanique (environ 280 oscillations par minute).
4. Balances analytiques.
5. Tamis avec des ouvertures de 2 mm.

protocole d'analyse :**-préparation de l'échantillon :***

Homogénéiser l'échantillon avec une spatule afin d'avoir un échantillon représentatif. Les roches ou matériaux autres que le sol ou les sédiments doivent être enlevées.

-Sécher l'échantillon à $104\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant au moins 18 heures. Briser les agrégats de l'échantillon afin qu'il passe au travers d'un tamis de 2 mm.

-Dans un bécher, peser 50 g d'échantillon et ajouter 100 ml d'eau.

- Agiter pendant 30 minutes à la température ambiante avec un agitateur mécanique (environ 280 oscillations/minute)

-Laisser décanter le solide et mesurer la conductivité, la salinité et TDS sur la portion liquide à l'aide d'un multiparamètre.



Photo 09 : multiparamètre portatif

C/Le pH :

Le pH est déterminé par la méthode électrométrique(3).

***appareillage :**

1. pH-mètre pour mesurer le pH
2. Agitateur mécanique (environ 280 oscillations/minute)
3. Balances analytiques dont la sensibilité est de 0,1 mg et 0,01 g.

***protocole d'analyse :**

- Sécher les échantillons dans une étuve à environ 37 °C jusqu'à ce qu'ils soient secs .Tamiser les échantillons à 2 mm.
- peser 20g de sol dans un bécherde de 100ml.
- Ajouter 50 ml d'eau distillé.
- Agiter pendant 30 minutes à la température ambiante avec un agitateur mécanique.
- laisser la solution en contact pendant 2heures.
- plonger l'électrode de pH mètre dans le mélange sol eau et prendre la lecture après stabilisation du pH.



Photo10 : Un pH-mètre



Photo 11 : Un agitateur

III- Méthodologie de traitement des données :

Lors du traitement des données et afin de bien caractériser les différentes pollutions des eaux de l'oued Kebir Est, plusieurs logiciels ont été utilisés où plusieurs représentations des données ont été réalisées a savoir :

- l'une statistique avec excel et Staistica, présentant les valeurs maximales, moyennes, minimales et les écarts types ;

- l'autre montre l'évolution des paramètres dans le temps et dans l'espace (excel) afin de caractériser et d'expliquer les effets de pollution naturelle et anthropique.

- Une autre concerne la projection des paramètres physicochimiques sous le logiciel « Diagramme » pour caractériser le facies chimique (Diagramme de Piper) et la qualité d'irrigation (Diagramme wilcox).

Ainsi, ces données sont présentées sous forme de tableaux et figures où les différentes concentrations sont reportées en comparaison avec les normes des eaux potables (1).

(1) Normes de potabilité OMS : WHO, (2006). Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd ed., vol. 1(2006) 515p, Recommendations 1sAddendum, Geneva, Switzerland *in* Labar (2009).

Tableau15 : Les normes des eaux potables selon l'OMS

Paramètre	Normes mg/l
T	25
CE	400
PH	6.5 < PH < 9.5 (1)
Eh	/
O2 diss. (mg/l)	3-5 (Rodier 1996)
Ca	100
Mg	50
Na	150
Cl	200
K+	12
HCO3	/
SO4	250
NO3	50
NO2	0.1
NH4	0.5
Turbidité –NTU- (Nephelometric Turbidity Unit)	< 5 : Eau clair. 5 < NTU > 30 : Eau légèrement trouble. > 50 : Eau trouble.

III- 1. Traitement des données par diagramme :

Les résultats des analyses chimiques des sels exprimés sous la forme ionique, peuvent être portés sur des diagrammes qui permettent de comparer les eaux entre elles, et de les classer en familles chimiques (Hani Bourbia, 2011), c'est un logiciel d'hydrochimie en distribution libre facilitant l'exploitation d'analyse d'eau (Vayana Dominique, 2009) qui permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eau et la qualité des eaux des affluent en vus d'usage agricole en vue d'un usage agricole .Les représentations les plus utilisées sont :

- Le diagramme en losange ou diagramme de Piper ;
- Le diagramme semi-logarithmique Schoëller-Berkaloff ;
- Le diagramme de Riverside ;
- Le diagramme de wilcox.

III- 2. Traitement des données par la méthode de l'indice de pollution organique (IPO)

Le suivie d'analyse dans les différents points a fait l'objet d'un traitement de données par l'établissement d'une carte de pollution organique des eaux naturelles de la région d'étude qui nous renseigne sur l'influence des rejets et la qualité des eaux par le biais d'un indice de pollution organique ; ce dernier se calcule selon la méthode de Leclercq et Maquet (1987) (LECLERCQ Louis, 2001) dont le principe est de répartir les valeurs des éléments polluants en 05 classes, puis de déterminer à partir de ses propres mesures, le numéro de classe correspondant pour chaque paramètre pour en faire la moyenne des numéros de classe. La classification des paramètres pollués se fait selon cinq classes de qualité correspondant aux couleurs standards (Tab, 16).

IPO= moyenne des numéros des classes des 04 paramètres :

Tableau 16 : Grille de la qualité (IPO)

N° Classes	DBO ₅ (MgO ₂ /l)	NH ₄ ⁺ (Mg N/l)	NO ₂ ⁻ (Mg N/l)	PO ₄ ³⁻ (µgP/l)	IPO	Pollution organique
5	> 2	< 0.1	5	15	5.0 - 4.6	Nulle
4	2 - 5	0.1 – 0.9	6 – 10	16 – 75	4.5 – 4.0	Faible
3	5.1 – 10	0.91 – 2.4	11 – 50	76 – 250	3.9 – 3.0	Modérée
2	10.1 – 15	2.5 – 6	51 – 150	251 – 900	2.9 – 2.0	Forte
1	> 15	> 6	> 150	> 900	1.9 – 1.0	Très forte

Conclusion :

finalement, ce chapitre nous a démontré l'efficacité du matériel, des techniques de l'échantillonnage des mesures in situ qui ont représentés leur efficacité de donné un diagnostique préalable (T°, pH, TDS,, NO₃, NO₂,.....Ca, Mg.....) sur l'état de l'environnement, ce qui a facilité le travail du laboratoire, ainsi l'importance d'évaluer le paramètre de pollution physico-chimique et bactériologique.



Chapitre III : Résultats et discussion

Introduction :

Ce chapitre présente une analyse et discussion des résultats des travaux de terrain et de laboratoire afin de caractériser les différentes pollutions des eaux de l'oued Kébir Est. Ainsi, l'étude a été menée à travers l'analyse des paramètres physico-chimique et bactériologique des eaux de l'oued Kébir Est.

III -1.les sols :

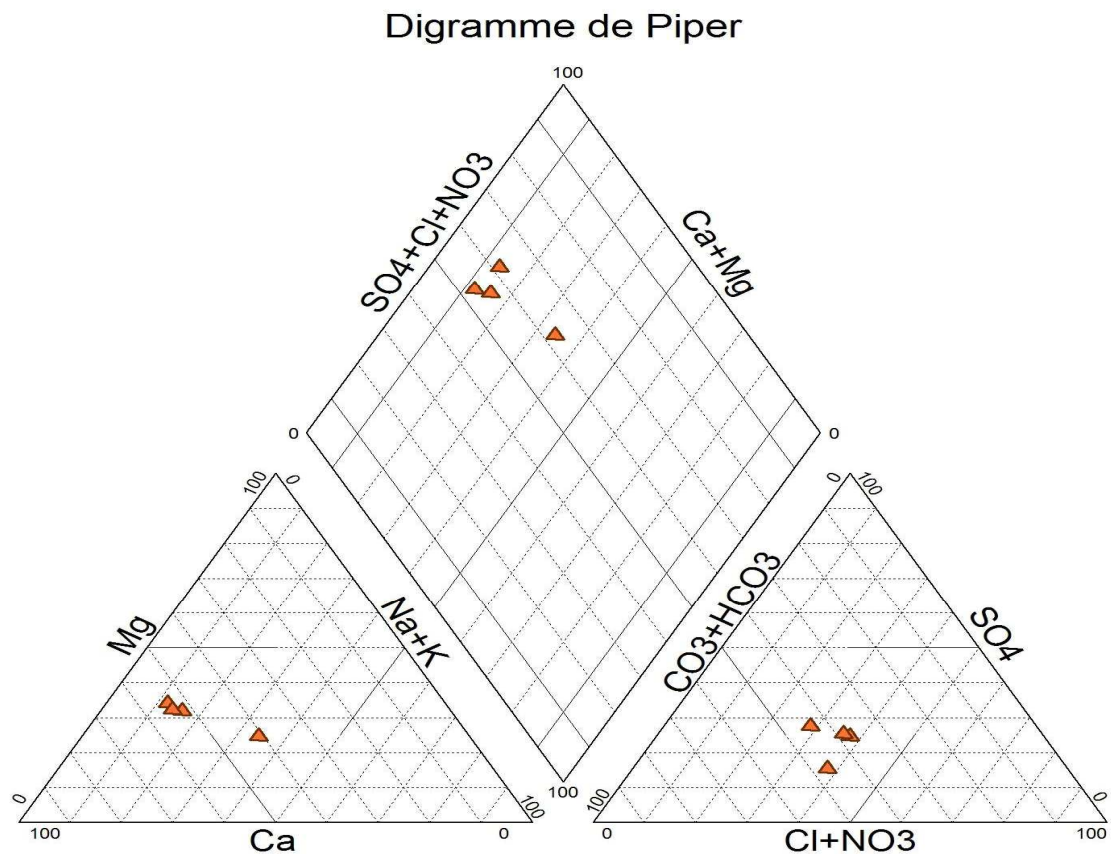
Les sols de la région se caractérisent par un pH de 8.21 et une conductivité électrique de l'ordre de 720 $\mu\text{s/cm}$ se qui reflète une salinité de 0.3mg/l.

Toute fois l'humidité du sol est de 65% alors que la matière organique est définie par la valeur de l'ordre 7%.

III-2.les eaux de l'oued Kèbir Est :**III-2-1.Facies chimique :**

Nous avons utilisé le diagramme de Piper (fig, 13) qui permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eau. Il est composé de deux triangles permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique.

A travers cette représentations, Les eaux de l'oued Kèbir Est sont globalement bicarbonaté calcique et secondairement chloruré magnésique a sulfaté sodique.



Facies chimique Oued Kebir (Jan_Avril 2016)

Figure13 : Diagramme de piper des eaux de l'oued Kébir Est

III-2-2. Paramètres In situ :

III-2-2-1.pH et Eh :

Le potentiel d'hydrogène «pH» varie de 6.240 à 8.070 présentant une moyenne de l'ordre de 7.483. (Tab16).

Tableau17 : Valeurs globales du pH et Eh (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moyenne	E.type	Norme
pH	6.24	8.07	7.48	0.56	6.5-8.5
Eh	169	388	244.77	69.75	/

Alors que le potentiel d'oxydo-reduction «Eh» varie de 169 à 388 avec une moyenne de 244.777 mV (Tab16).

Ainsi, la figure 14 montre que la variation dans le temps du potentiel d'hydrogène est définie par des valeurs élevées dans le mois de Mars et faibles dans le mois d'Avril.

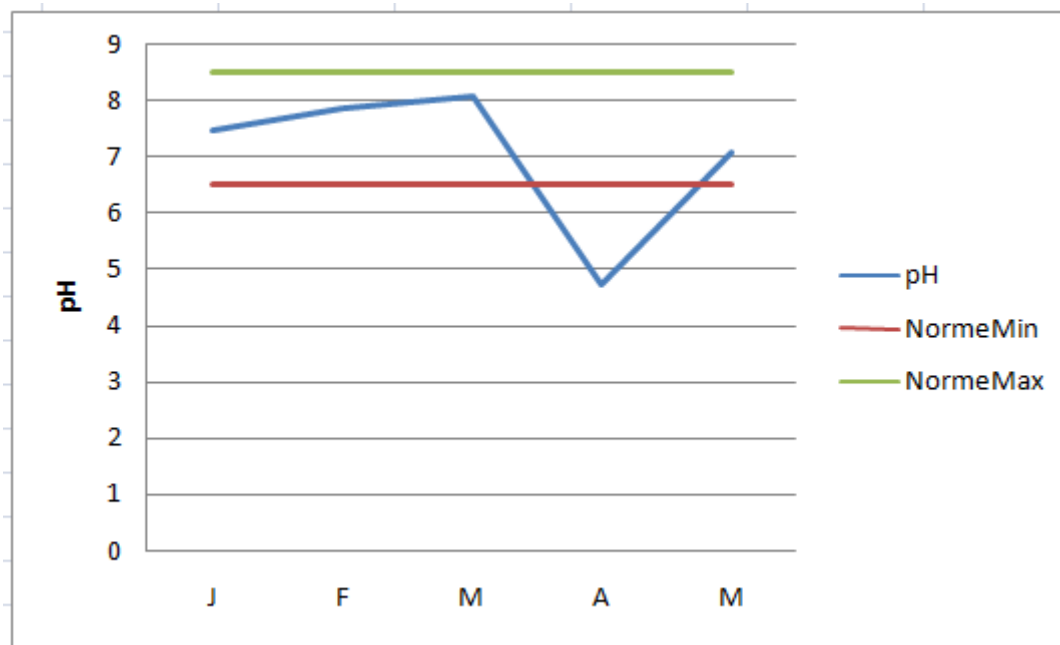


Figure14 : variation temporelle du pH (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure15 montre que la variation dans l'espace du potentiel d'hydrogène est définie par des valeurs élevées à l'aval de l'oued et faible à l'amont de l'oued alors qu' au milieu les valeurs sont moyennement élevées.

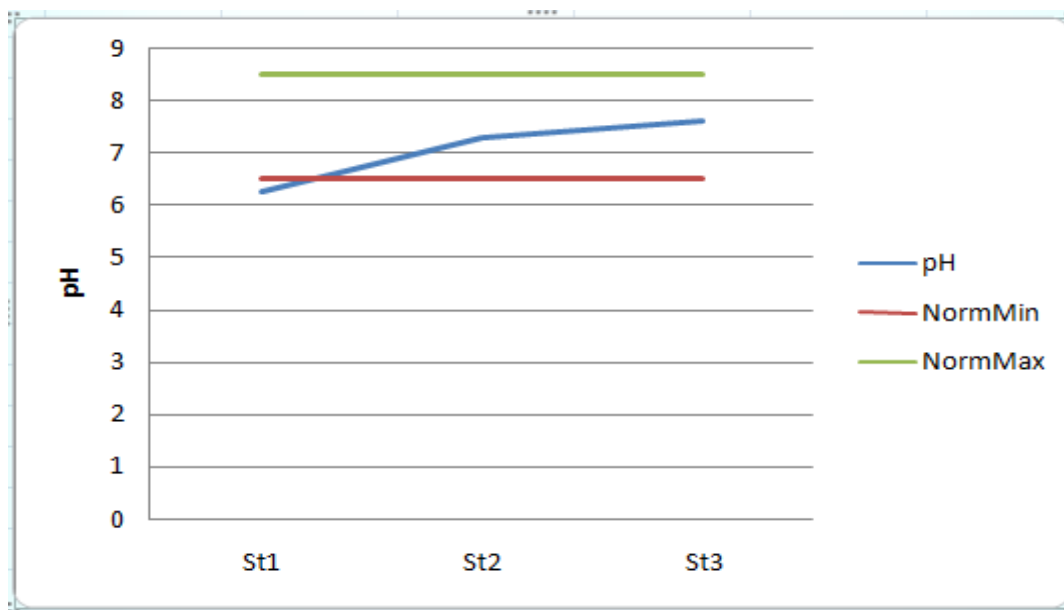


Figure15 : Variation spatiale du pH (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation du potentiel d'hydrogène du mois de Janvier vers le mois de Mars puis une diminution du mois de Mars vers le mois d'Avril, ainsi une augmentation du mois d'Avril vers le mois de Mai (Fig.14). Également, nous remarquons une augmentation du «St1»vers «St3» (Fig.15).

La majorité des valeurs du pH des eaux de l'oued Kebir Est se trouvent à l'intervalle de la norme qui est entre 6,5 et 8,5 (OMS, 2006). Néanmoins les valeurs du mois d'Avril se trouvent au dessous de la norme minimum (6,5), ce qui explique un effet anthropique.

III-2-2-2. La Conductivité électrique, la Salinité et les Solides Dissous Totaux (TDS) :

La conductivité électrique «CE» varie de 410 $\mu\text{s/cm}$ à 801 $\mu\text{s/cm}$ présentant une moyenne de l'ordre 597 $\mu\text{s/cm}$ (Tab.17).

Tableau 18 : Valeurs globales de la conductivité électrique «CE», la salinité et les solides dissous totaux (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E.Type	Norme
CE	401	801	597	151.40	400
TDS	264	463	396	76.03	/
salinité	0.2	0.3	0.28	0.03	/

Ainsi, la figure 01 montre que la variation dans temps de la conductivité électrique est définie par des valeurs élevées dans le mois de Janvier et faibles dans le mois de Mai.

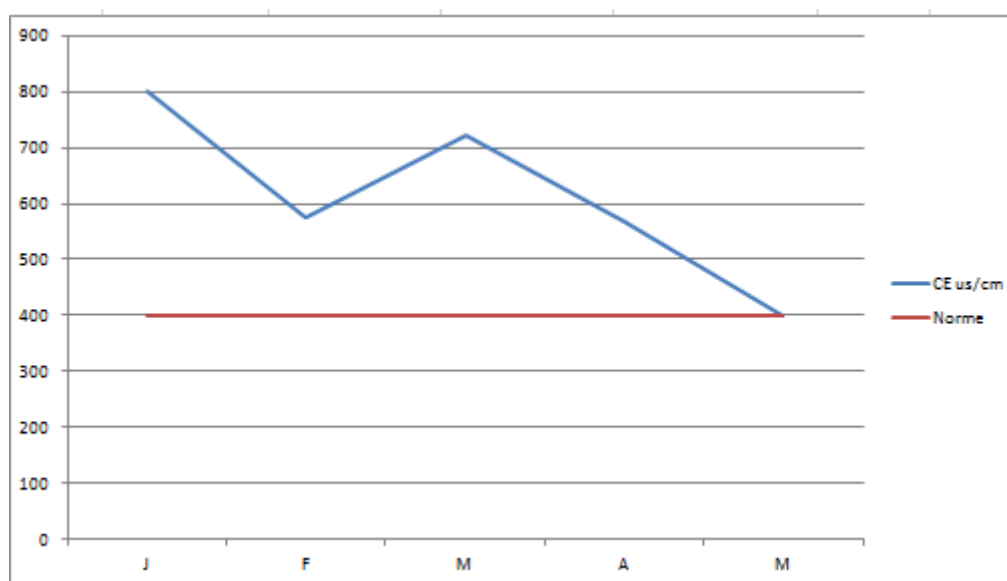


Figure 16 : Variation temporelle de la conductivité électrique « CE » (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 17 montre que la variation dans l'espace de la conductivité électrique est définie par des valeurs élevées au centre de l'oued et faibles à l'amont de l'oued, alors qu'à l'aval de l'oued les valeurs sont moyennement élevées.

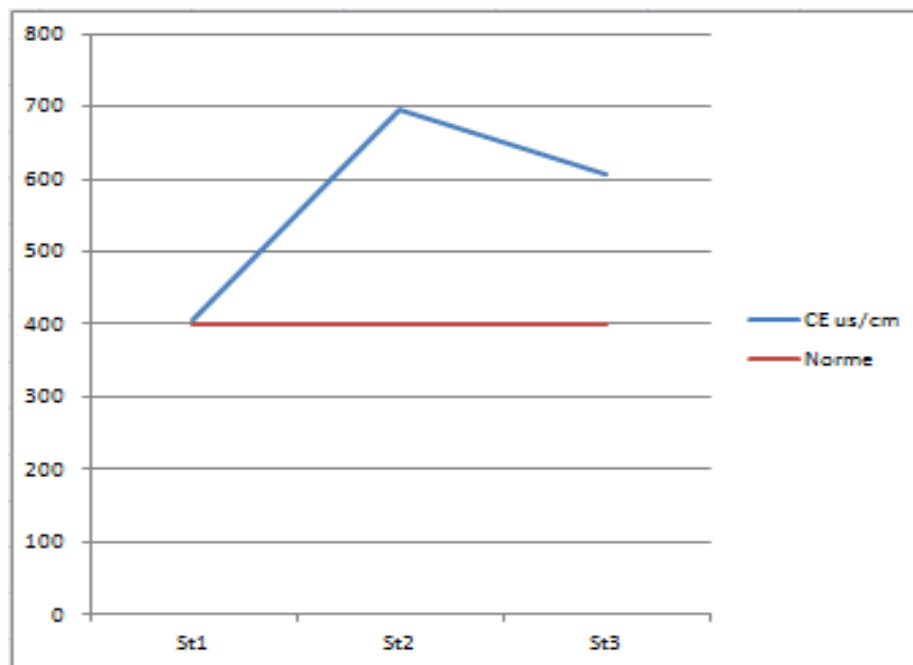


Figure17 : Variation spatiale de la conductivité électrique « CE » (Avril 2012)

Ainsi, nous remarquons une irrégularité de la conductivité électrique allant du mois de Janvier vers le mois de Mai (Fig16). Egalement, nous remarquons une augmentation de la conductivité électrique de l'amont de l'oued «St1» vers le centre «St2» puis une diminution du centre «St2» vers l'aval «St3» (Fig17).

Selon les résultats indiqués au (tableau 17) ainsi que les figures (fig16 et fig17.) la conductivité électrique des points d'eaux de l'oued Kebir Est dépassent les valeurs guides des eaux potables indiqués par l'OMS (400 µs /cm). Ce ci explique une forte minéralisation de ces eaux.

Les solides dissous totaux «TDS» varient de 264 mg/l à 463 mg/l présentant une moyenne de l'ordre 396 mg/l (Tab.17).

Ainsi, la figure 18 montre que la variation dans le temps des solides dissous totaux « TDS » est définie par des valeurs élevées dans le mois de Mars et faible dans le mois d'Avril.

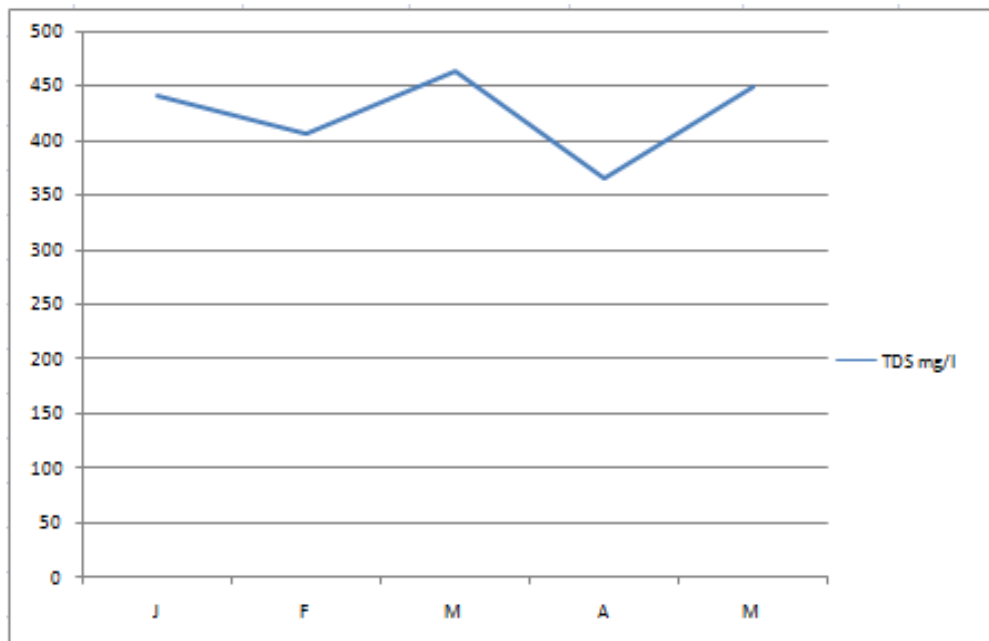


Figure18: Variation temporelle des solides dissous totaux « TDS » (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 19 montre que la variation dans l'espace du TDS est définie par des valeurs très élevées au centre de l'oued et faibles à l'amont définissant une dissolution des sels minéraux, alors qu'à l'aval les valeurs sont moyennement élevées.

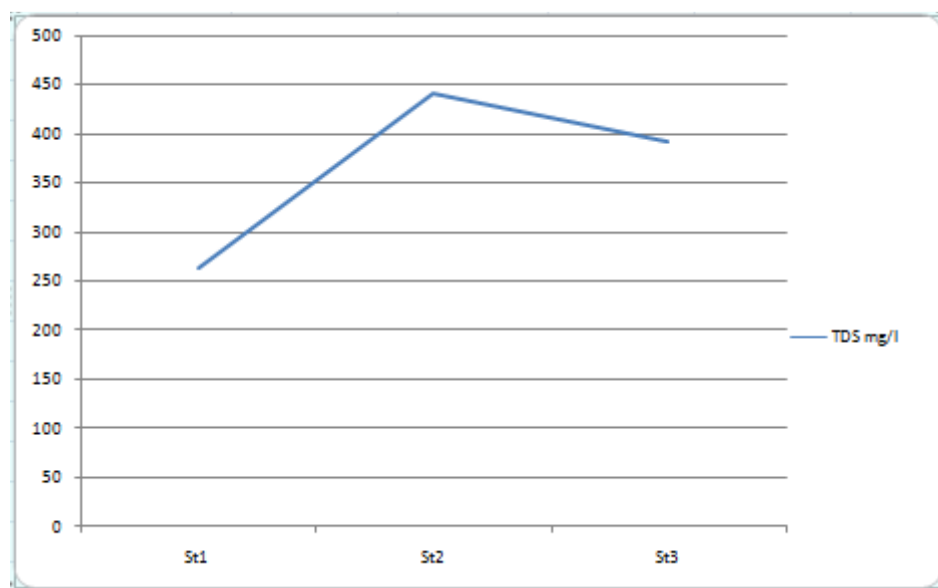


Figure19 : Variation spatiale des solides dissous totaux « TDS » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une irrégularité des solides dissous totaux « TDS » allant du mois de Janvier vers le mois de Mai où une valeur assez importante au niveau du mois de Mars définissant un effet d'évaporation dans ce mois suite a des températures élevées (Fig.18). Également, nous remarquons une forte augmentation des solides dissous totaux TDS du «St1» vers le centre «St2» puis, une diminution centre «St2» vers «St3» (Fig.19).

La salinité varie de 0.2g/l à 0.3 g/l présentant une moyenne de l'ordre de 0.28 g/l (tab.17).

Ainsi, la figure 20 montre que la variation dans le temps de la salinité est définie par des valeurs élevées dans les mois de Janvier, Février, Mars et Mai mais faibles dans le mois d'Avril.

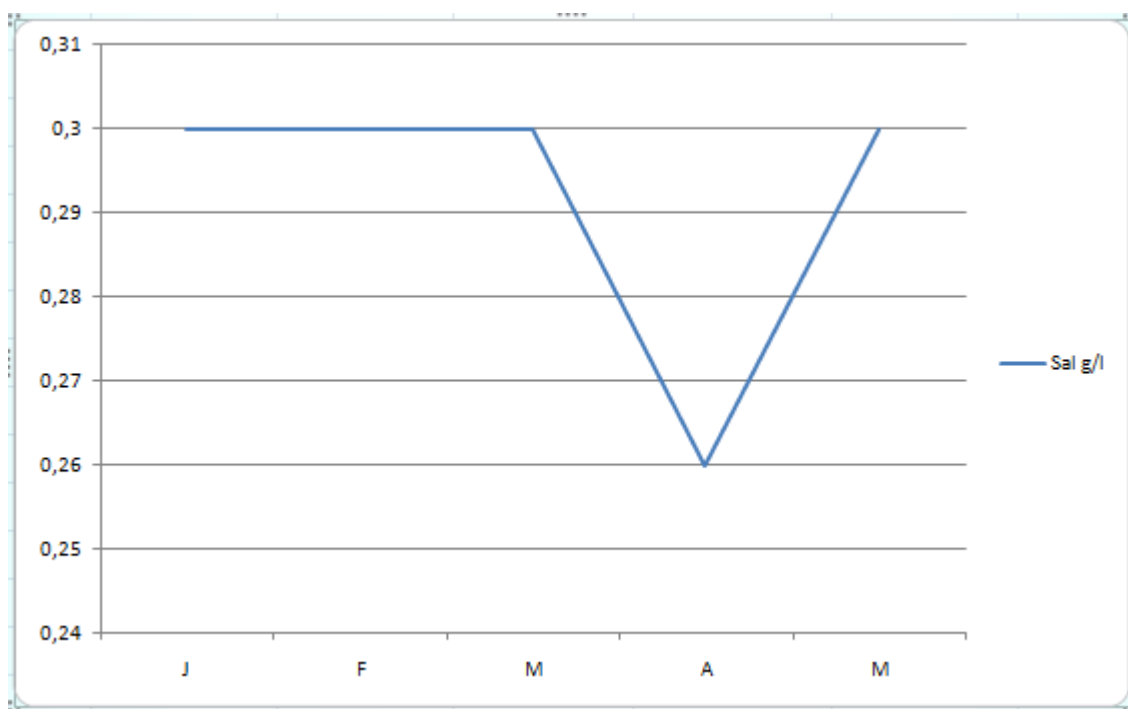


Figure20 : Variation temporelle de la salinité (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 21 montre que la variation dans l'espace de la salinité est définie par des valeurs élevées à l'aval de l'oued et faible à l'amont de l'oued alors qu'au milieu les valeurs sont aussi élevées.

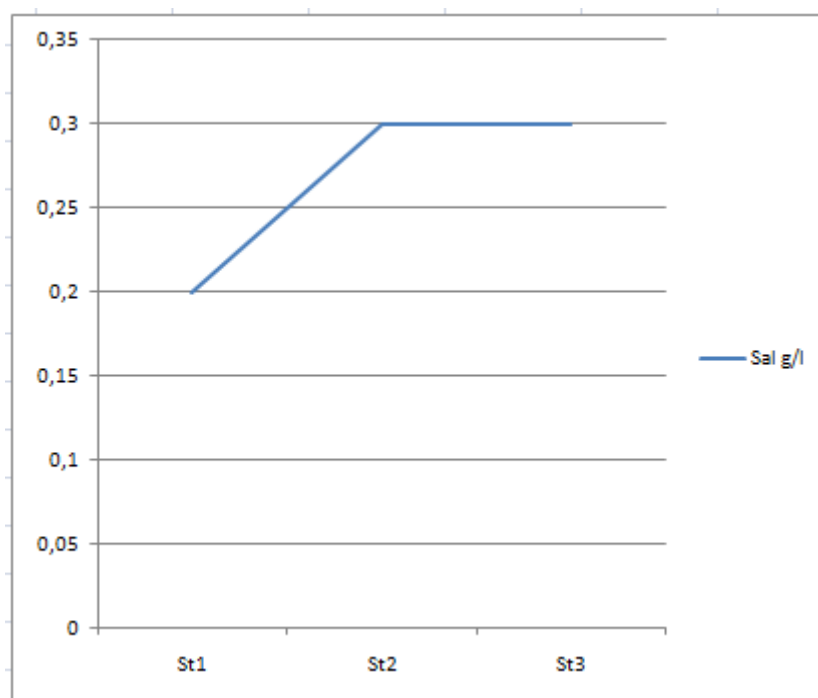


Figure 21 : Variation spatiale de la salinité (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une stabilisation de la concentration de salinité du mois de Janvier vers le mois de Mars puis une diminution brusque du mois de Mars vers le mois d'Avril sous l'effet de la dilution alors que une forte augmentation de la concentration du mois d'Avril vers le mois de Mai par l'effet d'évaporation (Fig20). Egalement, nous remarquons une augmentation de la concentration de salinité de l'aval «St1» vers le centre «St2» puis une stabilisation du centre «St2» vers l'aval «St3» (Fig.21).

III-2-2-3.Turbidité :

La turbidité varie de 67 NTU à 322 NTU présentant une moyenne de l'ordre de 183NTU.

Tableau19 : valeurs globales de la turbidité (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E.Type	Norme
Turbidité	67	322	183	72.40	30

Ainsi, la figure 22 montre que la variation dans le temps de la turbidité est définie par des valeurs élevées dans le mois Mars et faibles dans le mois de Janvier.

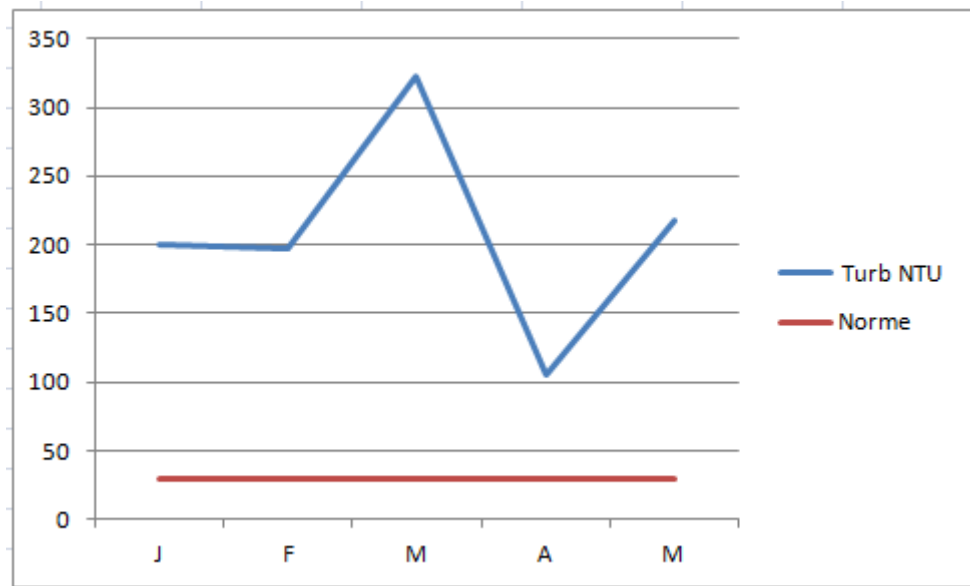


Figure 22 : variation temporelle de la turbidité (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 23 montre que la variation dans l'espace de la turbidité est définie par des valeurs très élevées à l'amont «St1 » de l'oued et moyennement faible à l'aval «St3 » de l'oued alors qu'au milieu «St2 » les valeurs sont assez faibles.

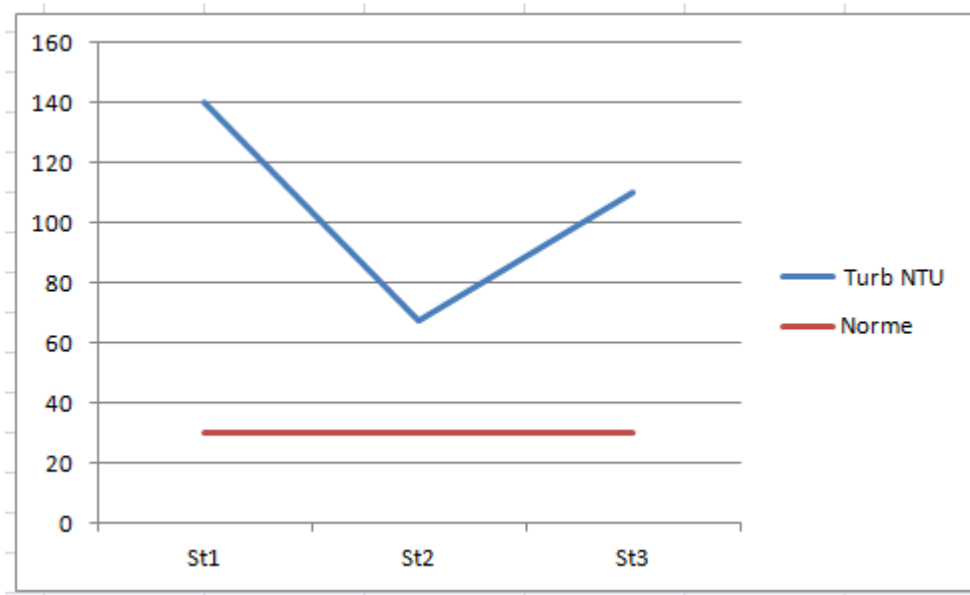


Figure 23 : Variation spatiale de la turbidité (Avril 2016)

Suivant les résultats obtenu de la turbidité indiqué au tableau18 de l'eau de l'oued Kebir Est, dépassant la valeur guide indiqué par l'OMS. Ce ci reflète que l'eau de l'oued est trouble se qui favorise l'activité bactérienne.

III-2-2-4.Oxygène dissous :

L'oxygène dissous «OD» varie de 5.85 mg/l à 8.12 mg/l présentant une moyenne de l'ordre de 6.97 mg/l.

Tableau 20 : valeurs globales de l'oxygène dissous (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E.Type	Norme
OD	5.85	8.12	6.97	0.91	5

Ainsi, la figure 24 montre que la variation dans le temps de l'oxygène dissous est définie par des valeurs élevées dans les mois de Janvier et Février et des faibles valeurs faible dans le mois de Février.

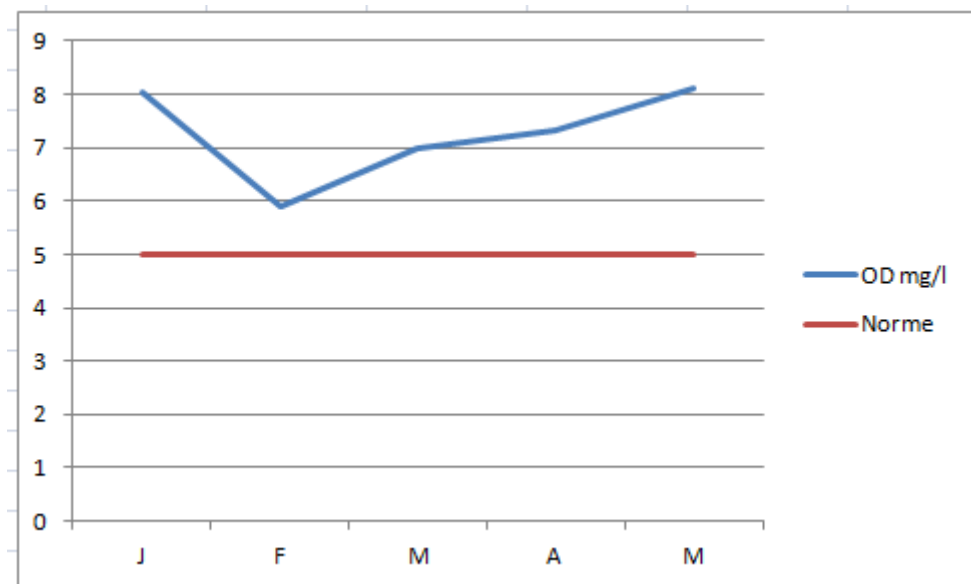


Figure 24 : variation temporelle de l'oxygène dissous (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 25 montre que la variation dans l'espace de l'oxygène dissous est définie par des valeurs élevées au centre de l'oued «St2 » et faible à l'aval « St3», alors qu'à l'amont « St1» les valeurs sont moyennement élevées.

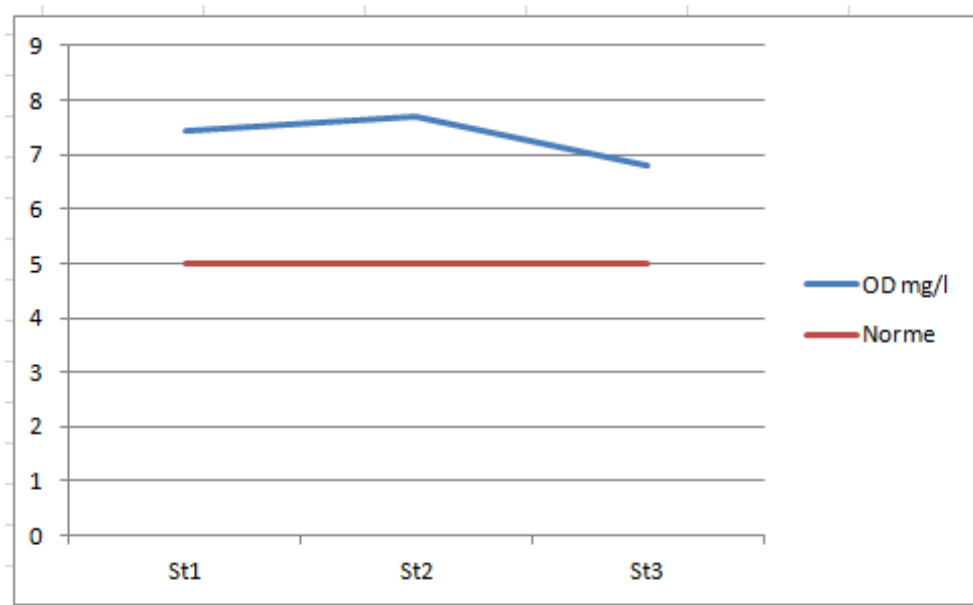


Figure 25 : Variation spatiale de l'oxygène dissous (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une diminution du mois de Janvier vers le mois de Mars puis une augmentation du mois de Mars vers le mois de Mai (Fig24). Également, nous remarquons une légère stabilisation de l'amont vers le centre de l'oued, puis une diminution vers l'aval.

Les taux d'oxygène dissous au niveau de l'oued Kebir Est dépassent la valeur guide indiqué par Rodier (1996), ceci reflète que les quantités d'oxygène dissous sont assez suffisante pour la vie aquatique.

III-2-2-5. La température :

La température varie de 12.12°C à 28.20°C présentant une moyenne de l'ordre de 19.14°C (tab, 20).

Tableau21 : valeurs globales de la température (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E.Type	Norme
Température	12.12	28.20	19.14	6.55	25

Ainsi, la figure 26 montre que la variation dans le temps de la température est définie par des valeurs élevées dans le mois d'Avril et faibles dans le mois de Mars.

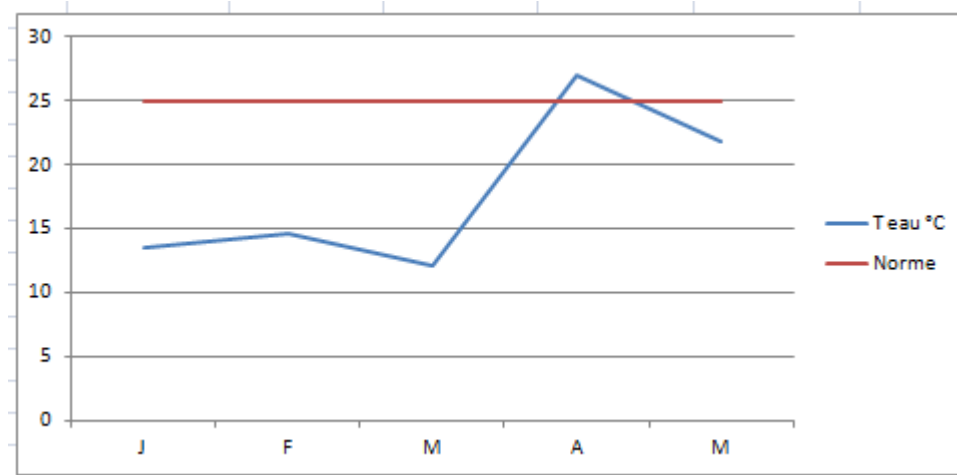


Figure 26 : variation temporelle de la température (Janvier-Mai 2016)

Toutes fois, la figure 27 montre que la variation dans l'espace de la température est définie par des valeurs élevées à l'amont et à l'aval de l'oued alors qu'au milieu les valeurs sont faibles.

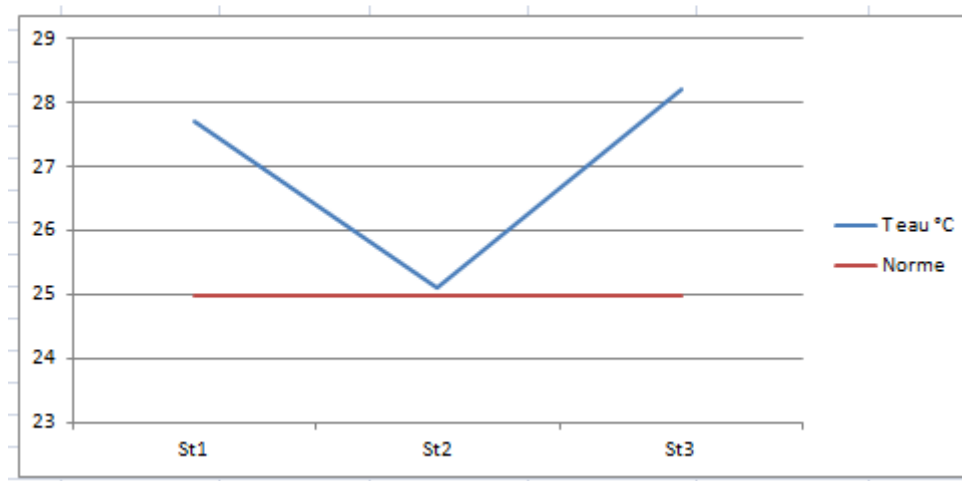


Figure 27 : Variation spatiale de la température (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une stabilité relative allant du mois de Janvier à le mois de Mars, puis une forte augmentation du mois de Mars vers le mois d'Avril, ensuite une diminution vers le mois de Mai (Fig26). Egalement, nous remarquons une diminution du «St1» vers le centre «St2» puis une augmentation du centre «St2» vers l'aval «St3» (Fig.27).

Les valeurs obtenues de la température de l'eau de l'oued Kebir Est se trouvent au dessous de la norme qui est 25°C (OMS 2006). Se ci a été constaté dans la période d'échantillonnage (entre janvier et mars) alors que le mois d'avril fait l'exception où les valeurs obtenues se trouvent au dessus de la valeur guide.

III-2-3. Éléments majeurs :**III-2-3-1. Calcium :**

Le Calcium « Ca^{++} » varie de 78,6mg/l à 283mg/l présentant une moyenne de l'ordre 200mg/l (Tab.21)

Tableau 22: Valeurs globales du calcium « Ca^{++} » (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
Ca^{++}	78,6	283	200	86,7	100mg/l

Ainsi, la figure 28 montre que la variation dans le temps du calcium est définie par des valeurs élevées dans le mois d'Avril et faibles dans le mois Janvier.

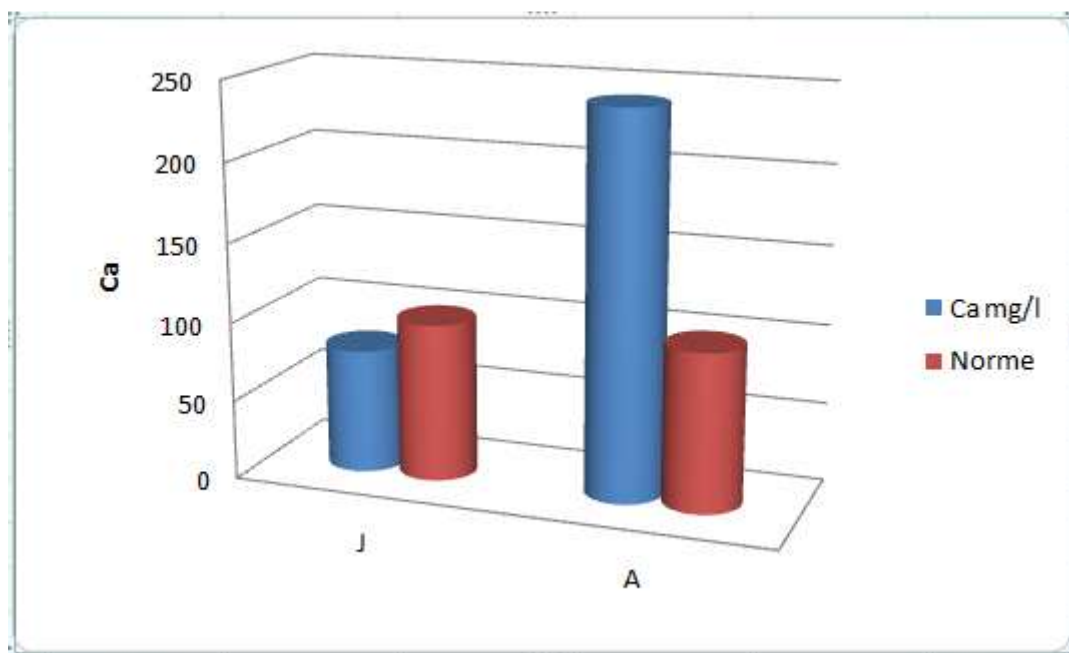


Figure28: Variation temporelle du calcium « Ca^{++} » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 29 montre que la variation dans l'espace du calcium est définie par des valeurs faibles à l'amont de l'oued et élevées à l'aval de l'oued alors qu'au milieu les valeurs sont moyennement faibles mais dépassant la valeur guide indiqué par l'OMS.

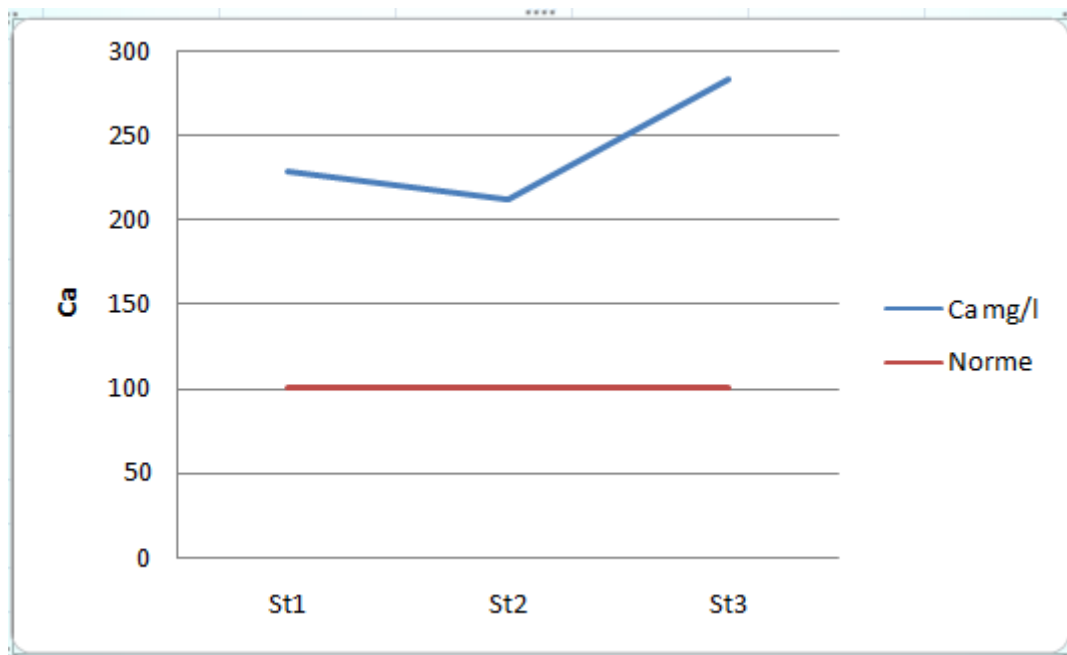


Figure 29: Variation spatiale du calcium « Ca⁺⁺ » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une diminution du calcium de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une augmentation du centre « St2 » vers l'aval « St3 » dépassant la valeur guide. Ce ci indique une formation riche en calcium tel que les calcaires....(fig.29).

III-2-3-2. Magnésium :

Le Magnésium « Mg⁺⁺ » varie de 28,5mg/l à 103mg/l présentant une moyenne de l'ordre 74mg/l (Tab.22)

Tableau 23: Valeurs globales du Magnésium Mg⁺⁺ (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
Mg ⁺⁺	28,5	103	74	32,12	50mg/l

Ainsi, la figure 30 montre que la variation dans le temps du Magnésium est définie par des valeurs élevées dans le mois d'Avril et faibles dans le mois Janvier.

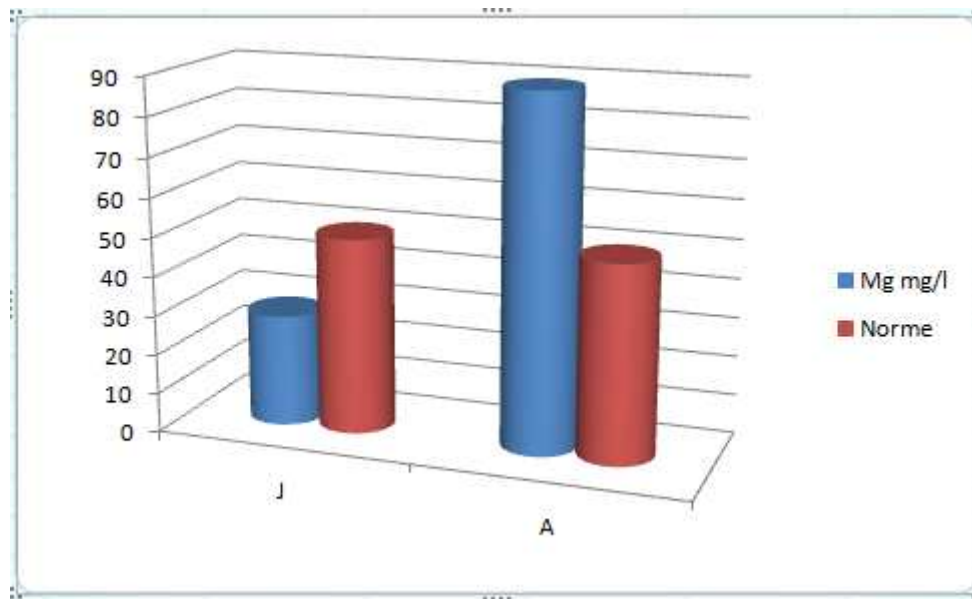


Figure 30 : Variation temporelle du magnésium Mg^{++} (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 31 montre que la variation dans l'espace du Magnésium est définie par des valeurs faible au centre « St2 » de l'oued et élevées à l'aval « St3 » de l'oued alors que en aval les valeurs sont moyennement faibles, mais dépassant la valeur guide indiqué par l'OMS.

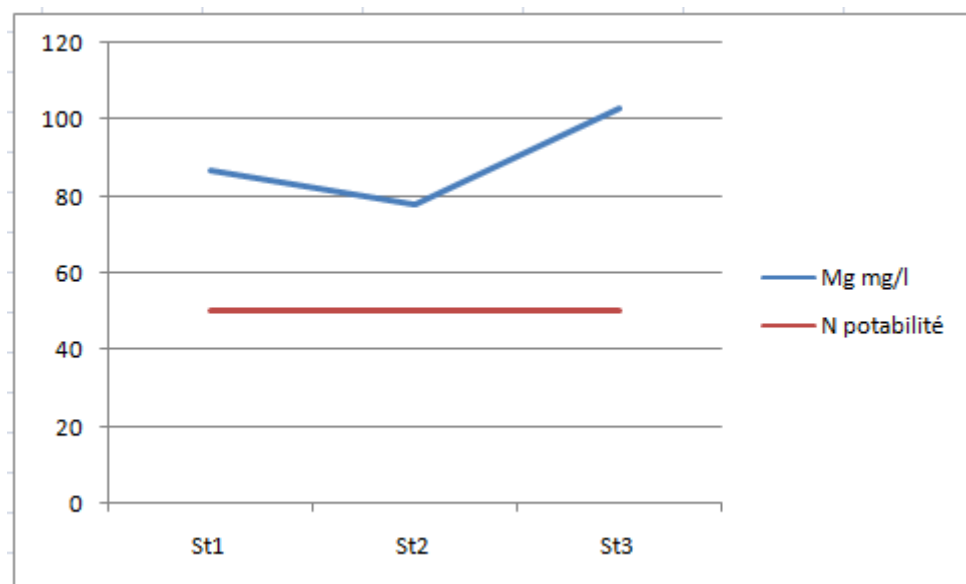


Figure 31 : Variation spatiale du magnésium Mg^{++} (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une diminution du Magnésium de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une augmentation du centre « St2 » vers l'aval « St3 », dépassant la valeur guide indiquée par l'OMS, ceci pourrait être dû à la nature géologique régionale. (fig.31).

III-2-3-3. le sodium :

Le sodium « Na⁺ » varie de 55mg/l à 78mg/l présentant une moyenne de l'ordre de 69mg/l (Tab.23).

Tableau 24: Valeurs globales du sodium Na⁺ (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
Na ⁺	55	78	68	9,63	150mg/l

Ainsi, la figure 32 montre que la variation dans le temps du Sodium est définie par des valeurs faibles dans le mois de Janvier et le mois d'Avril.

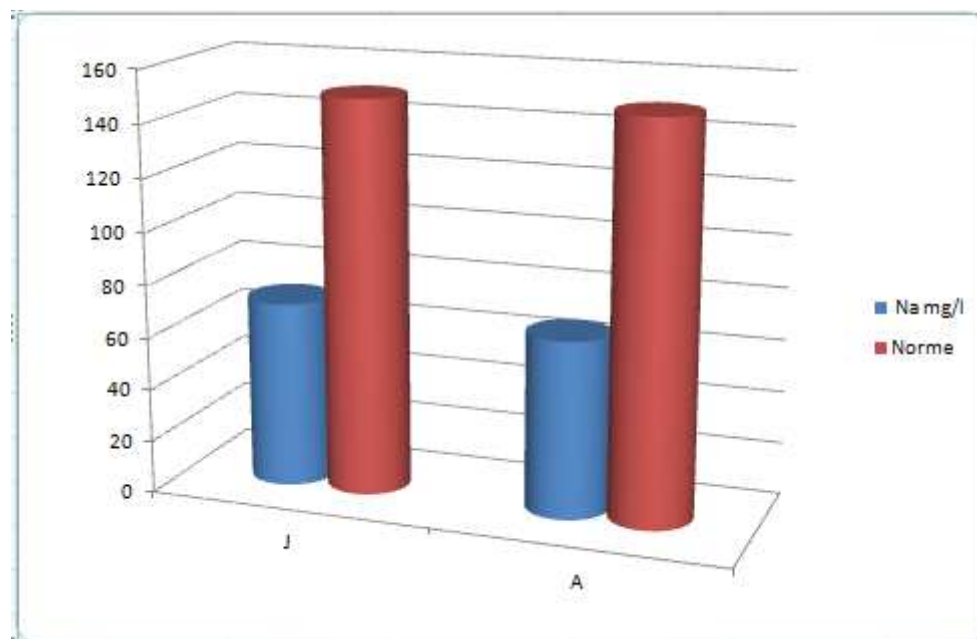


Figure 32 : Variation temporelle du sodium « Na⁺ » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 33 montre que la variation dans l'espace du Sodium est définie par des valeurs faibles à l'amont de l'oued et élevées à l'aval de l'oued, alors qu'au milieu les valeurs sont moyennement élevées.

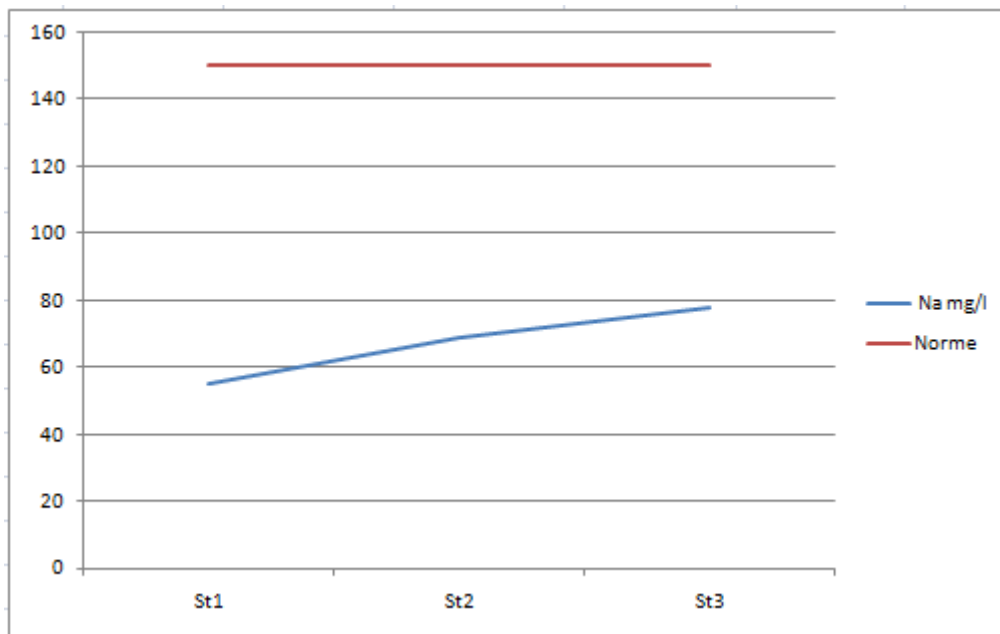


Figure33 : Variation spatiale du sodium Na^+ (Avri2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation continue du sodium de l'amont « St1 » vers l'aval « St3 » (fig.33).

Au vu de ces résultats, il apparaît que les teneurs en Sodium ne dépassent pas la valeur guide (norme de potabilité OMS).

III-2-3-4. Le potassium :

Le Potassium « K^+ » varie de 6,4 à 8,1 présentant une moyenne de l'ordre 7,52 (Tab.24).

Tableau 25: Valeurs globales du Potassium « K^+ » (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
K^+	6,4	8,1	7,52	0,78	12mg/l

Ainsi, la figure 34 montre que la variation dans le temps du Potassium est définie par des valeurs élevées dans le mois de Janvier et faibles dans le mois d'Avril.

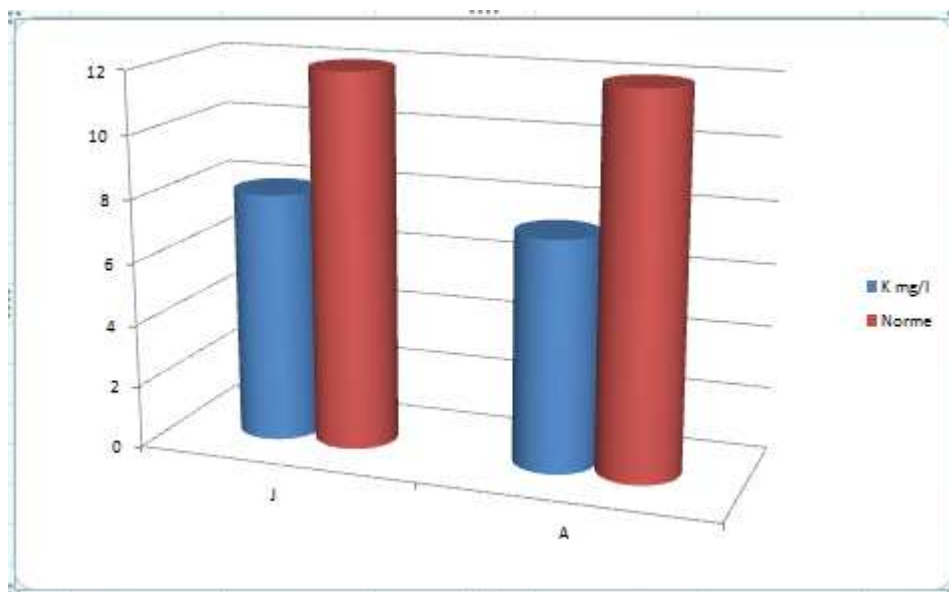


Figure 34 : Variation temporelle du Potassium « K⁺ » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 35 montre que la variation dans l'espace du Potassium est définie par des valeurs faibles en amont de l'oued et élevées en aval. Alors qu'au milieu les valeurs sont moyennement élevées.

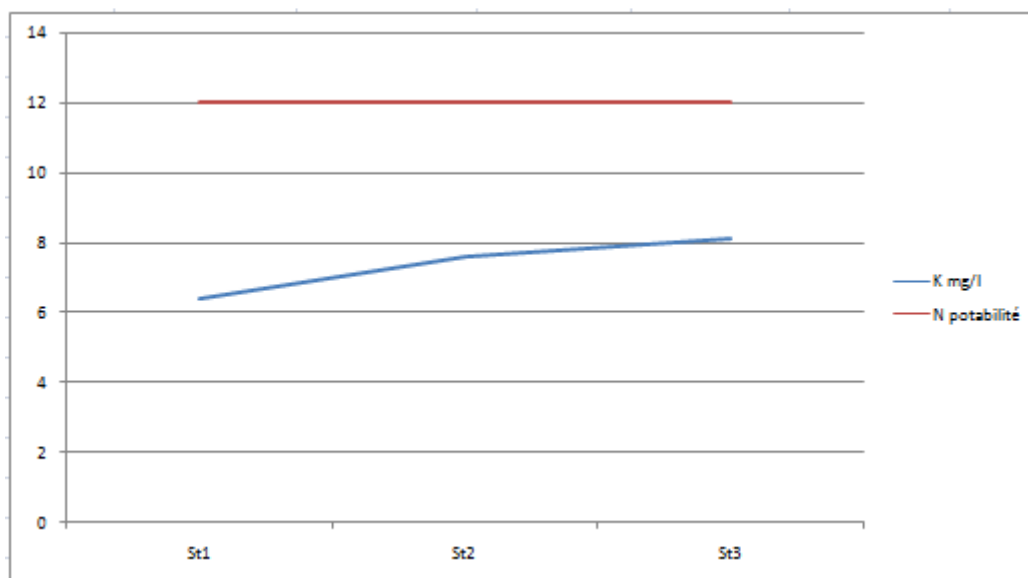


Figure 35 : Variation spatiale du Potassium « K⁺ » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation continue du potassium de l'amont « St1 » vers l'aval « St3 » (fig.35).

Ainsi, ces résultats montrent que les teneurs en potassium sont assez faible et se trouvent au dessous de la valeur guide (fig.35).

III-2-3-5. Les Bicarbonates :

Les bicarbonates « HCO_3^- » varient de 143mg/l à 215mg/l présentant une moyenne de l'ordre 183mg/l (Tab.25).

Tableau 26: Valeurs globales des Les bicarbonates « HCO_3^- » (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
HCO_3^-	143	215	183	30,60	/

Ainsi, la figure 36 montre que la variation dans le temps des bicarbonates est définie par des valeurs élevées dans le mois de Janvier et faibles dans le mois d'Avril.

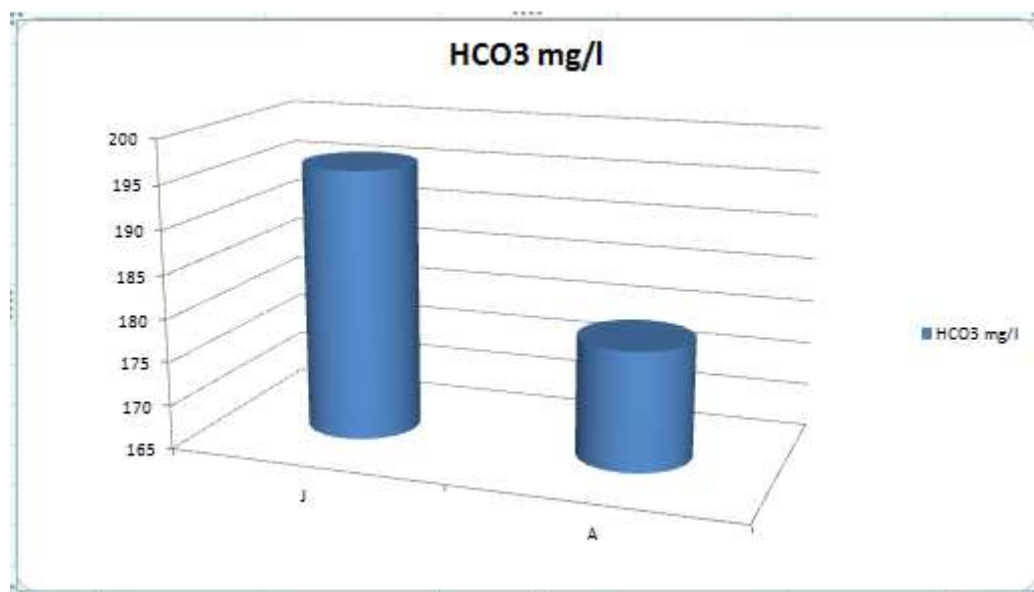


Figure36 : Variation temporelle des bicarbonates « HCO_3^- » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 37 montre que la variation dans l'espace des Bicarbonates est définie par des valeurs élevées au milieu «St2 » de l'oued et faibles en aval «St3 » alors que, en amont les valeurs sont moyennement faible.

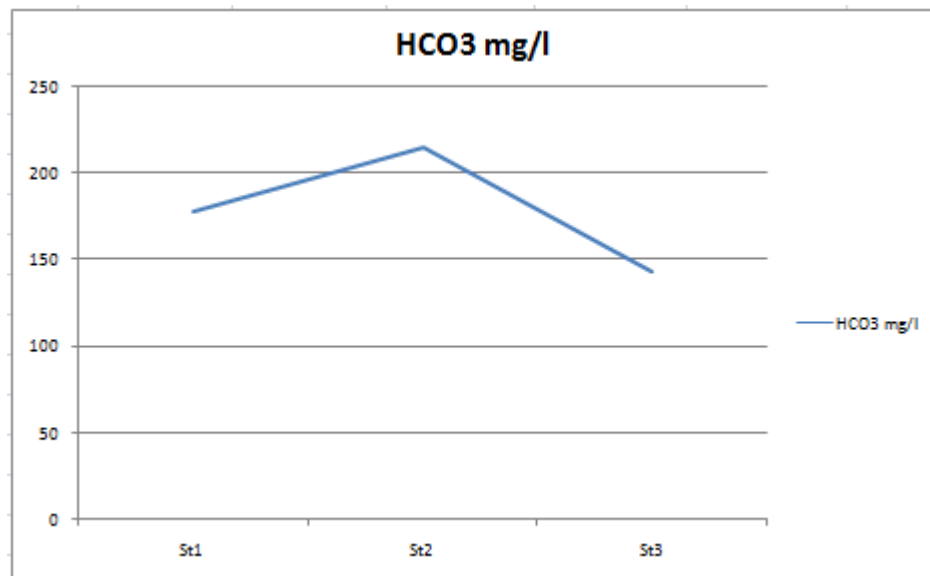


Figure37 : Variation spatiale des bicarbonates « HCO₃⁻ » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation du Bicarbonate du « St1 » vers le centre « St2 » puis une diminution du centre « St2 » vers l'aval « St3 » (fig.37).

III-2-3-6. Les Sulfates :

Les Sulfates « SO₄^{- -} » varient de 46 mg/l à 105 mg/l présentant une moyenne de l'ordre de 82mg/l (Tab.26)

Tableau27: Valeurs globales des sulfates «SO₄^{- -} » (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
SO ₄ ^{- -}	46	105	82	27,38	250

Ainsi, la figure 38 montre que la variation dans le temps des sulfates est définie par des valeurs élevées dans le mois de Janvier et faibles dans le mois d'Avril.

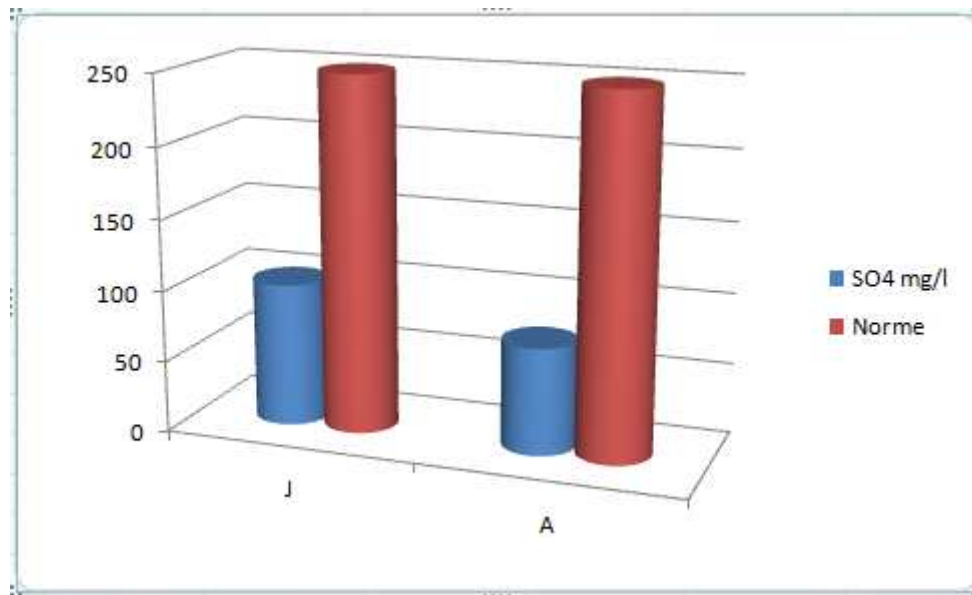


Figure 38 : Variation temporelle des sulfates « SO_4^{2-} » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 39 montre que la variation dans l'espace des Sulfates est définie par des valeurs élevées au milieu et des valeurs faibles en amont et en aval de l'oued. Ces valeurs sont inférieures à la valeur guide indiquée par l'OMS (norme de l'OMS).

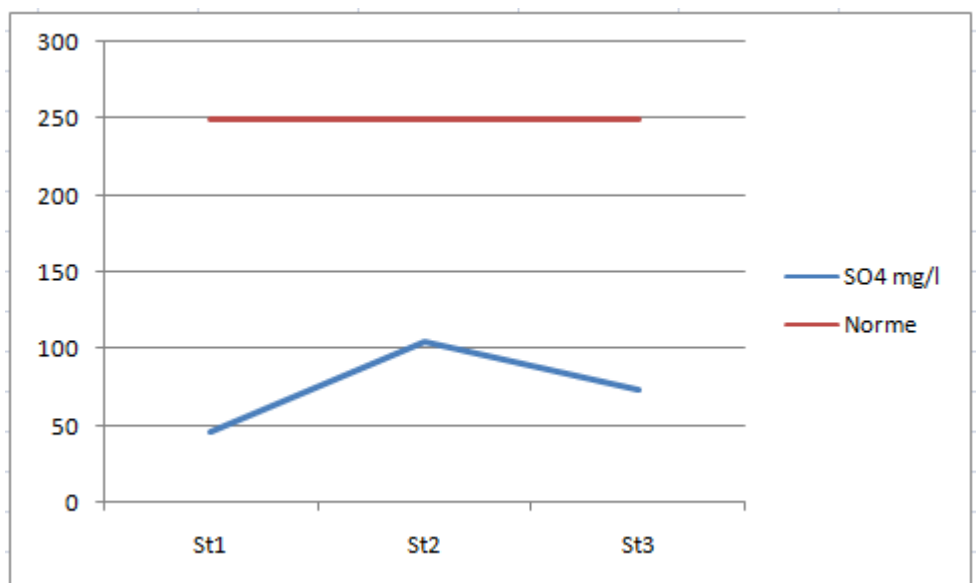


Figure 39 : Variation spatiale des sulfates « SO_4^{2-} » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation des sulfates de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une diminution du centre « St2 » vers l'aval « St3 » (fig.39).

III-2-3-7. Les Chlorures :

Les Chlorures « Cl⁻ » varient de 60 mg/l à 101 mg/l présentant une moyenne de l'ordre de 72mg/l (Tab.27).

Tableau28: Valeurs globales du Les Chlorures « Cl⁻ » (Janvier-Avril 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
Cl ⁻	60	101	72	19,90	200mg/l

Ainsi, la figure 40 montre que la variation dans le temps des Chlorures « Cl⁻ » est définie par des valeurs élevées dans le mois de Janvier et faibles dans le mois d'Avril.

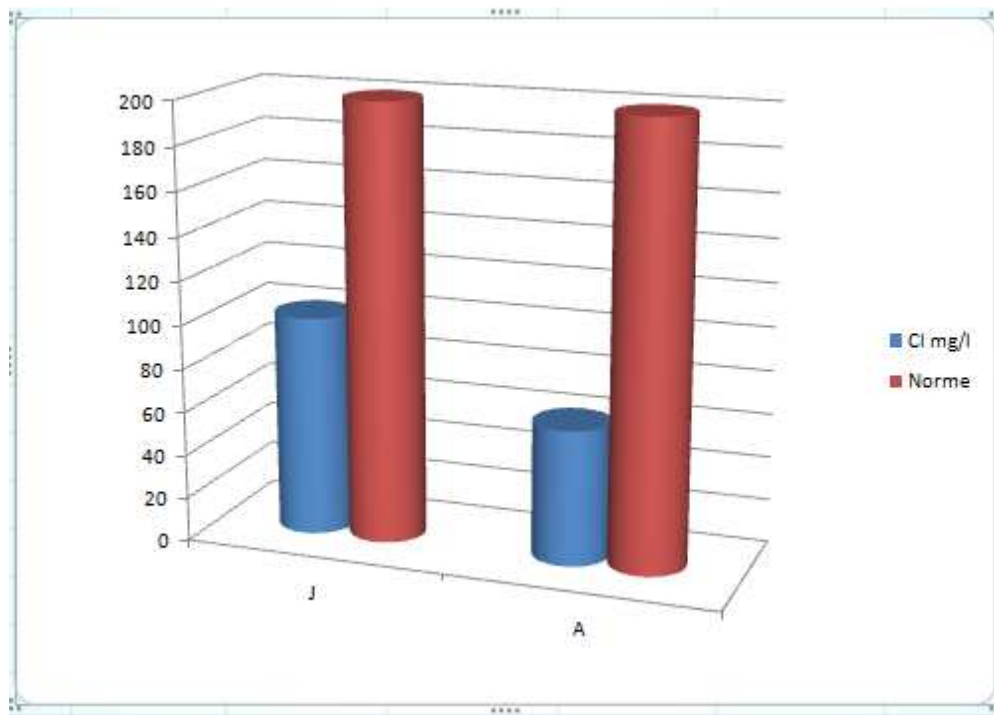


Figure40 : Variation temporelle des Chlorures « Cl⁻ » (Janvier- Avril 2016)

Toutes fois, la figure 41 montre que la variation dans l'espace des Chlorures est définie par des valeurs faible en amont «St1 » et en aval «St3 » de l'oued avec une valeur moyennement élevées au milieu «St2 ».

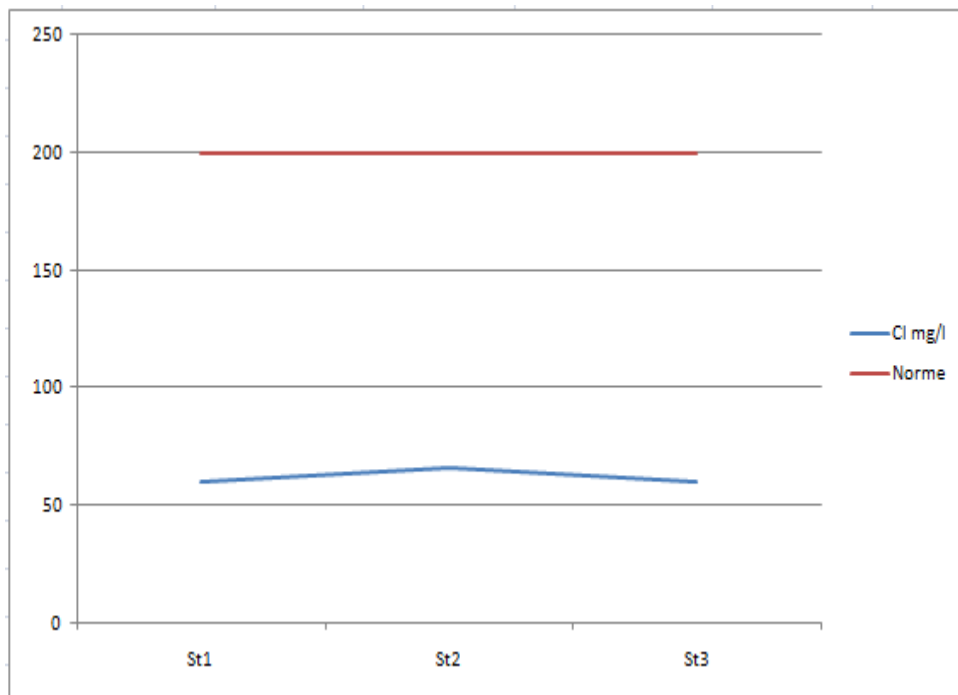


Figure 41: Variation spatiale du Cl⁻ (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une stabilité relative des Chlorures de l'amont « St1 » vers l'aval « St3 », ces valeurs sont inférieures à la valeur guide indiquée par l'OMS (fig.41).

III-2-4. Qualité des eaux d'irrigation :

D'après le diagramme de Wilcox (fig.42) les eaux de l'oued Kébir Est sont principalement relativement de bonne qualité pour l'irrigation.

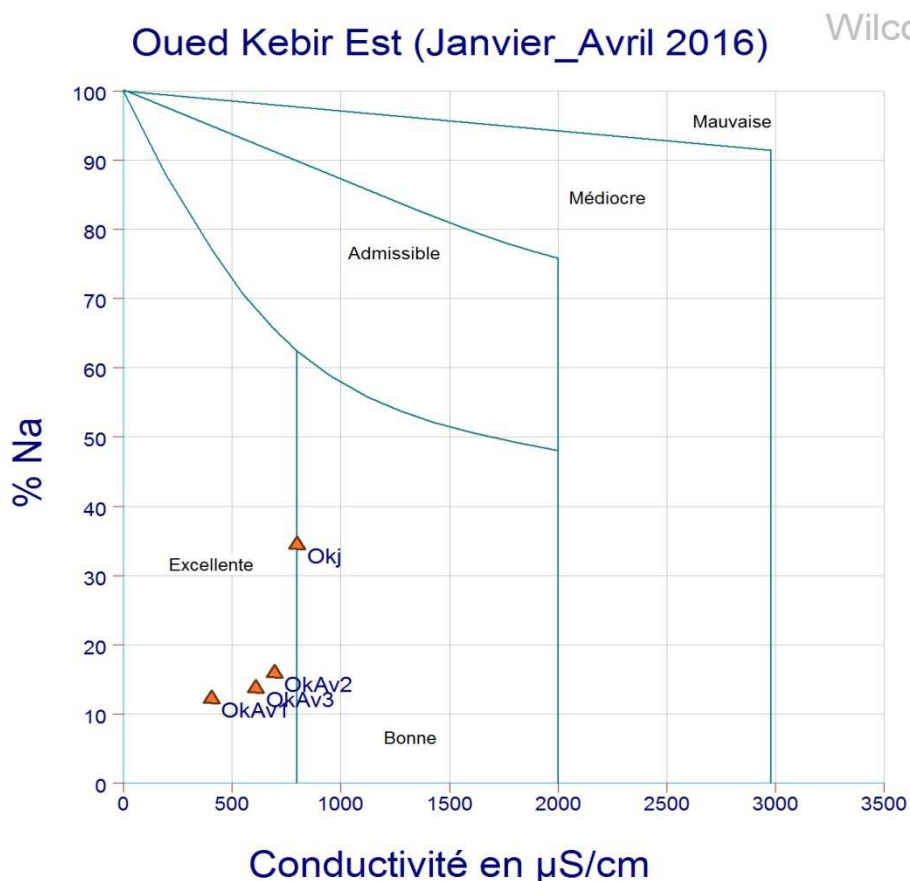


Figure 42 : Diagramme de Wilcox des eaux de l’oued Kebir Est

III-2-5. Indicateurs de pollution :

III-2-5-1 : Nitrates NO_3^- :

Les Nitrates « NO_3^- » varient de 11 mg/l à 53 mg/l présentant une moyenne de l’ordre de 30,22 mg/l (Tab.28).

Tableau29: Valeurs globales des Nitrates « NO_3^- » (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
NO_3^-	11	53	30,22	11,86	50 mg/l

Ainsi, la figure 43 montre que la variation dans le temps des Nitrates est définie par des valeurs élevées dans le mois d’avril et faibles dans le mois de Janvier.

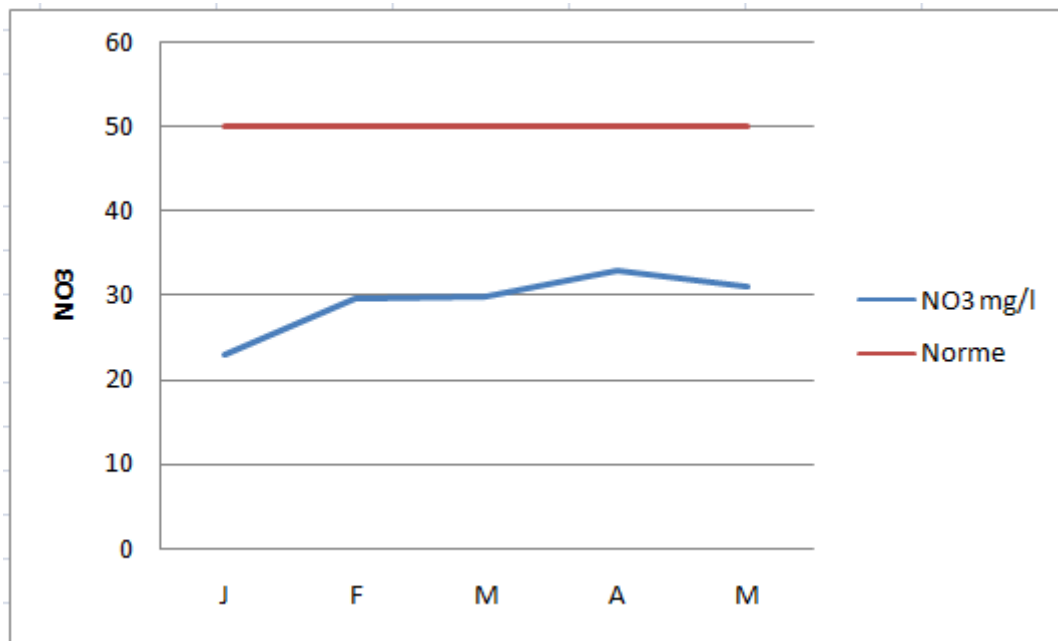


Figure43: Variation temporelle des Nitrates «NO₃⁻ » (Janvier- Mai 2016)

Toutes fois, la figure 44 montre que la variation dans l’espace des Nitrates est définie par des valeurs élevées en amont de l’oued et faibles au milieu alors que, en aval les valeurs sont moyennement faibles mais ces valeurs sont au dessous de la norme de potabilité.

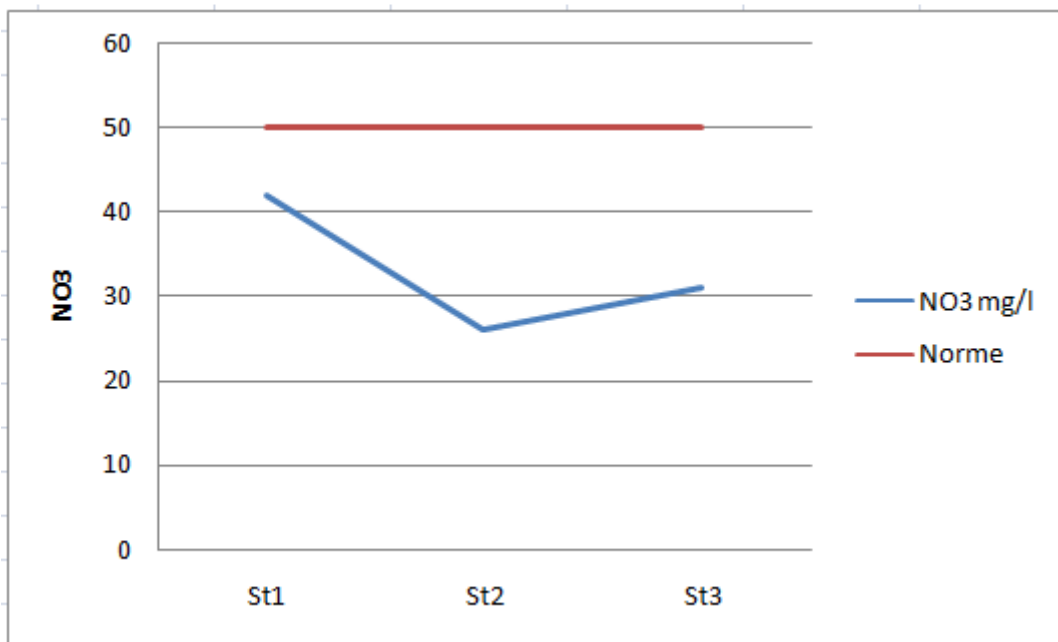


Figure44 : Variation spatiale des Nitrates «NO₃⁻ » (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une irrégularité de la concentration en Nitrates avec une stabilisation du mois de Février vers le mois de Mars (fig.43). Egalement, nous remarquons une diminution des Nitrates de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une faible augmentation du centre « St2 » vers l'aval « St3 » (fig.44).

Au vu de ces résultats, il apparaît que les teneurs en nitrate ne dépassent pas la valeur guide (norme de potabilité OMS).

III-2-5-2 Nitrites NO_2^- :

Les nitrites « NO_2^- » varient de 0,24mg/l à 0,35mg/l présentant une moyenne de l'ordre 30,22mg/l (Tab.29).

Tableau30: Valeurs globales des nitrites NO_2^- (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
NO_2^-	0,24	0,35	30,22	0,08	0,1mg/l

Ainsi, la figure 45 montre que la variation dans le temps des nitrites est définie par des valeurs élevées dans le mois de février et faibles dans le mois Janvier.

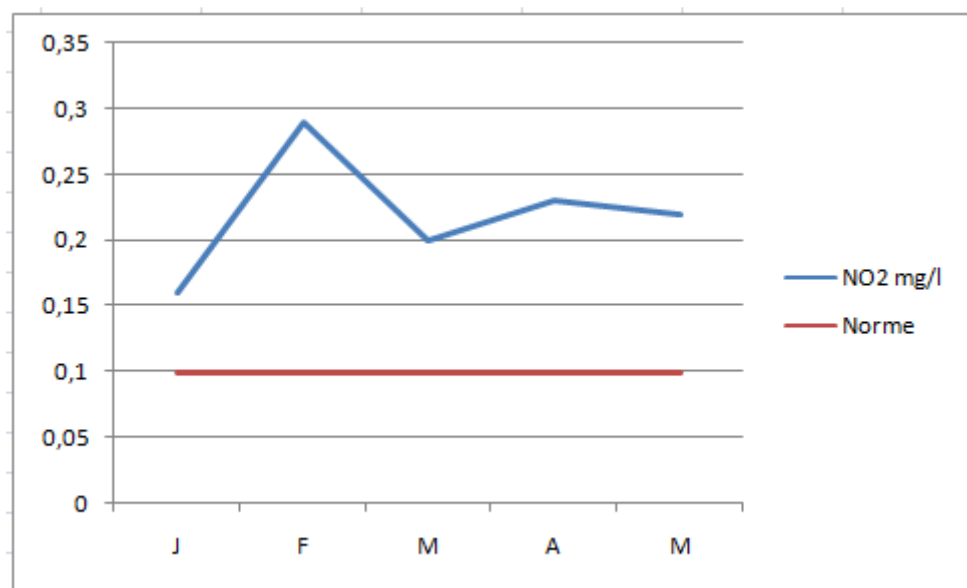


Figure45 : Variation temporelle des nitrites NO_2^- (Janvier- Mai 2016)

Toutes fois, la figure 46 montre que la variation dans l'espace des nitrites est définie par des valeurs faible à l'amont de l'oued et élevées à l'aval de l'oued alors qu'au milieu les valeurs sont moyennement faibles.

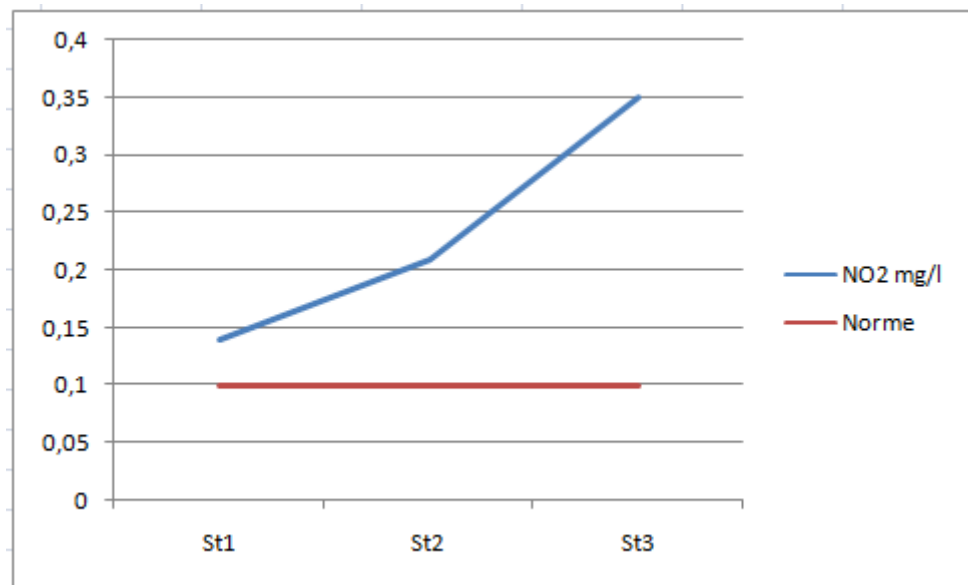


Figure46 : Variation spatiale des nitrites NO_2^- (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une irrégularité des concentrations en nitrite entre le mois de Janvier vers le mois de Mai (fig.45). Egalement, nous remarquons une augmentation continue de l'amont « St1 » vers l'aval « St 3 ». Ces valeurs dépassent la valeur guide indiqué par l'OMS (fig.46).

Les activités agricoles et l'élevage aux bordures de l'oued pourrait expliquer cette forte concentration en nitrites dans l'eau de cet oued

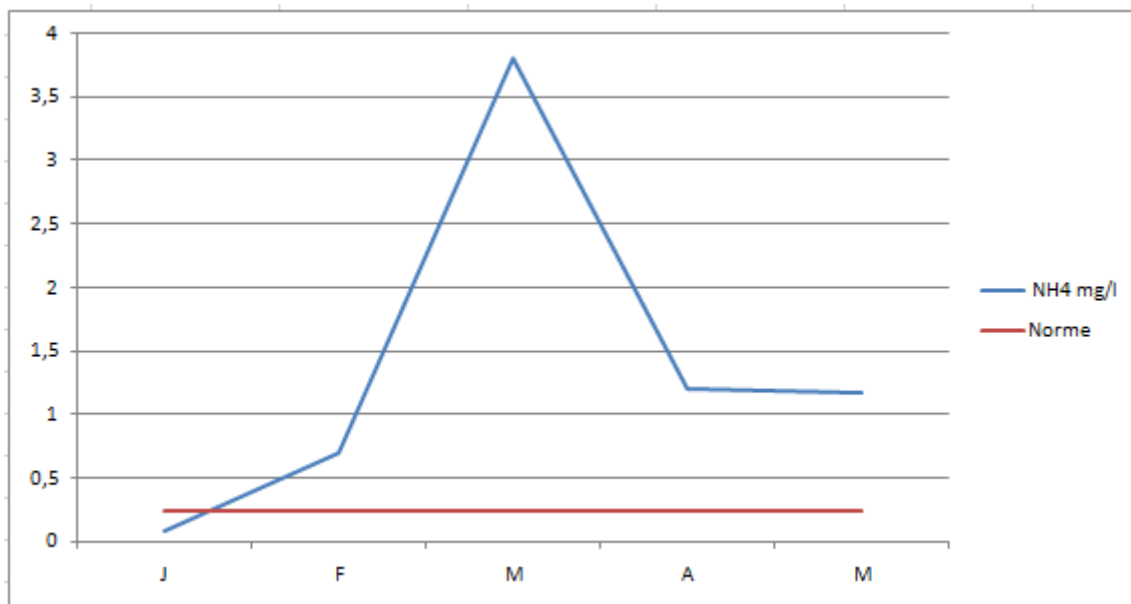
III-2-5-3.L' Ammonium NH_4^+ :

L'Ammonium « NH_4^+ » varie de 0,09 à 3,80 présentant une moyenne de l'ordre de 1,20 mg/l. (Tab.30).

Tableau 31: Valeurs globales de l'ammonium « NH_4^+ » (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
NH_4^+	0,09	3,80	1,20	1,24	0,5mg/l

Ainsi, la figure 47 montre que la variation dans le temps de l'ammonium est définie par des valeurs très élevées dans le mois de Mars ce qui indique la présence de pollution fortement probable par les rejets urbains. Les teneurs d'ammonium du mois de Janvier sont assez faible et ne dépassent pas la valeur guide (norme de potabilité).

**Figure47 :** Variation temporelle de l'ammonium « NH_4^+ » (Janvier- Mai 2016)

Toutes fois, la figure 48 montre que la variation dans l'espace de l'ammonium est définie par des valeurs très élevées un centre de l'oued et de faible valeurs à l'amont et à l'aval.

Les teneurs élevées de l'ammonium peuvent être expliqués par la présence des eaux usées et/ou les restes d'animaux.

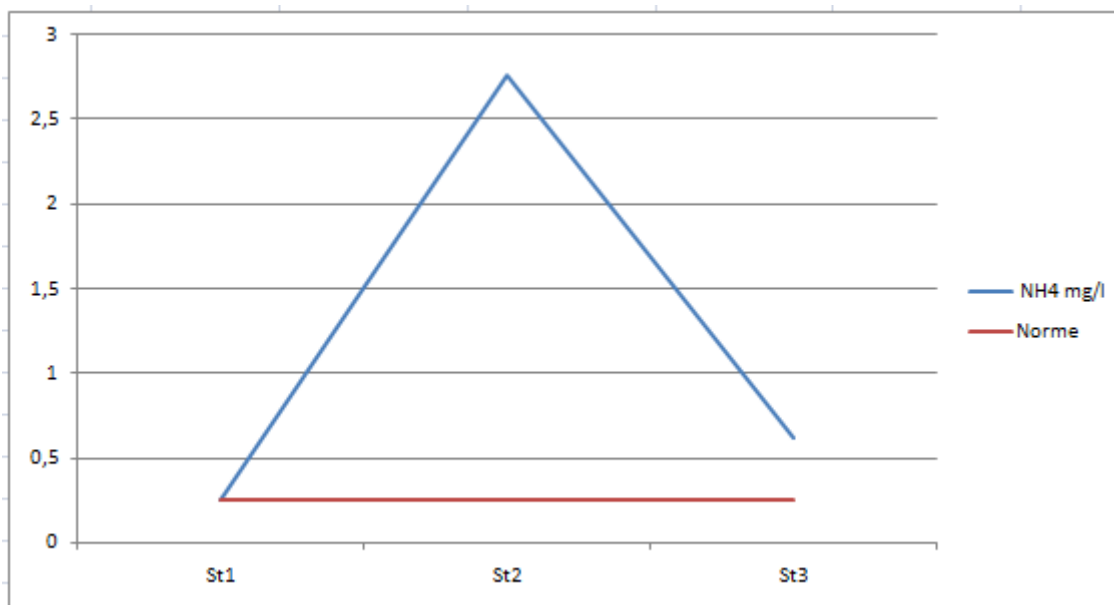


Figure48: Variation spatiale de l'Ammonium NH_4^+ (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une augmentation de l'Ammonium du mois de Janvier vers le mois de Mars puis une diminution vers le mois d'Avril, ainsi une stabilisation relative du mois d'Avril vers le mois de Mai (fig.47). Egalement, nous remarquons une forte augmentation de l'Ammonium de l'amont « St1 » vers le centre « St2 », puis une diminution vers l'aval « St3 ». (fig.48).

Les valeurs obtenues de l'ammonium dépassent la valeur guide indiquée par l'OMS.

III-2-5-4. Phosphate PO_4^- :

Le Phosphate « PO_4^- » varie de 0,09 mg/l à 29 mg/l présentant une moyenne de l'ordre de 5,90mg/l (Tab.31).

Tableau32: Valeurs globales du Phosphate PO_4^- (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
PO_4^-	0,09	29	5,90	9,80	2,7mg/l

Ainsi, la figure 49 montre que la variation dans le temps du Phosphate est définie par des valeurs très élevées dans le mois de Février, alors que dans le mois de Janvier les valeurs sont assez faibles.

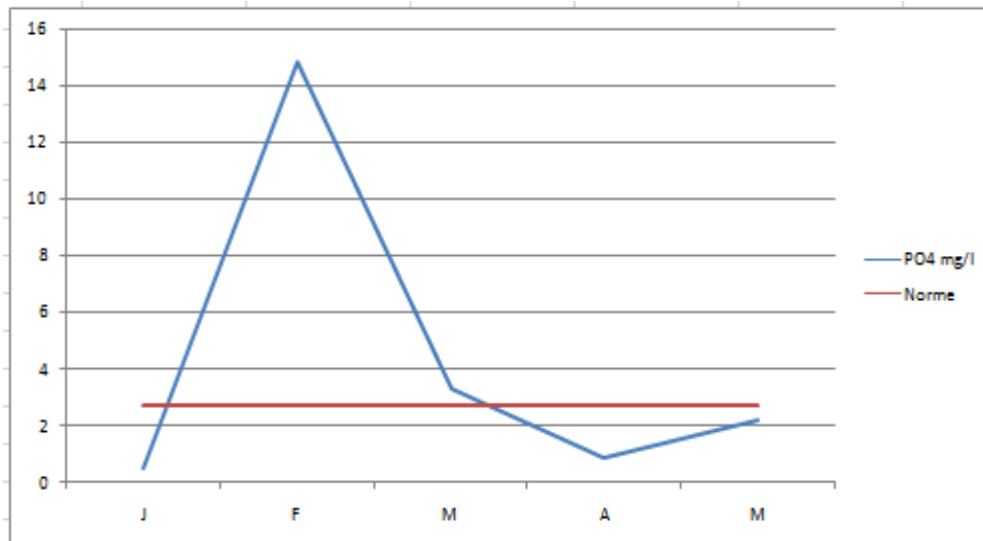


Figure49 : Variation temporelle du PO_4^- (Janvier- Mai 2016)

Toutes fois, la figure 50 montre que la variation dans l'espace du Phosphate est définie par des valeurs élevées à l'amont de l'oued et faibles au milieu alors que les valeurs à l'aval de l'oued sont moyennement faibles.

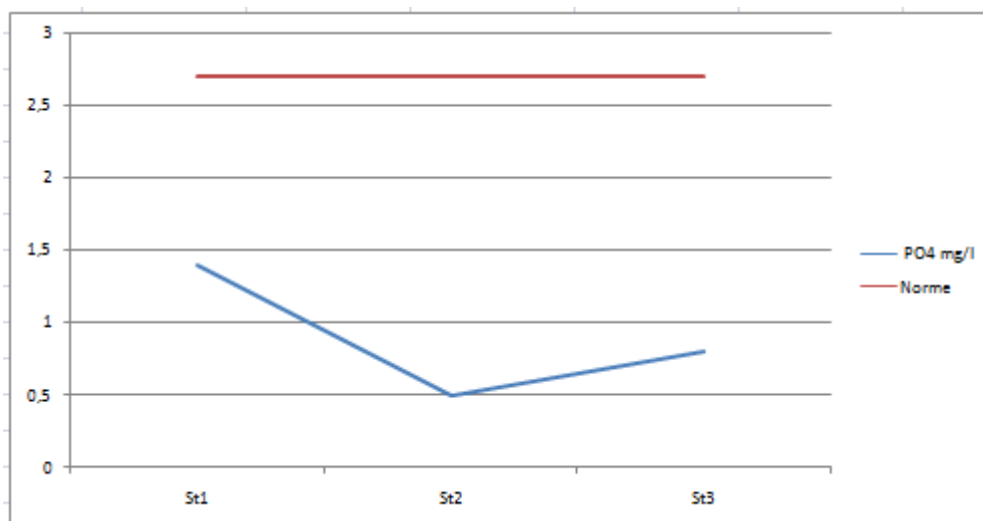


Figure50: Variation spatiale du Phosphate PO_4^- (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une forte augmentation de la concentration du Phosphate du mois de Janvier vers le mois de Février. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation (fig.49). Egalement, nous remarquons une diminution du Phosphate de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une augmentation du centre « St2 » vers l'aval « St3 », ces valeurs sont inférieures à la valeur guide recommandée par l'OMS (fig.50).

III-2-5-5. Indice de pollution organique IPO :

L'Indice de pollution organique « IPO » varie de 1,67 à 3 présentant une moyenne de l'ordre 2,55 (Tab.32).

Tableau33: Valeurs globales d'IPO (Janvier-Mai 2016)

	Min	Max	Moy	E. Type	Norme
IPO	1,67	3	2,55	0,40	/

Ainsi, la figure 51 montre que la variation dans le temps de l'indice de pollution organique est définie par des valeurs élevées dans le mois de Février et faibles dans le mois Janvier.

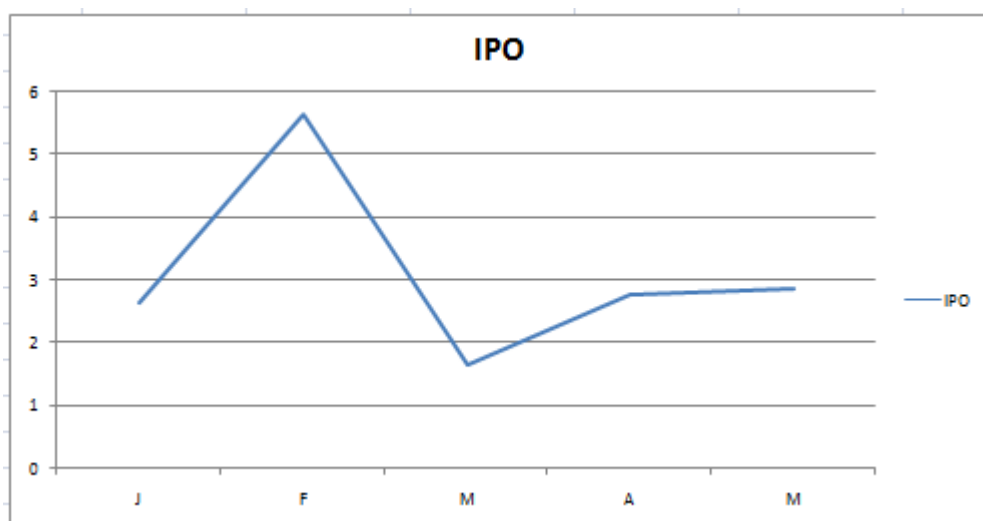


Figure51 : Variation temporelle d'IPO (Janvier- Mai 2016)

Toutes fois, la figure 52 montre que la variation dans l'espace de l'indice de pollution organique est définie par des valeurs élevées en amont de l'oued se qui explique une faible

pollution organique alors que une forte pollution organique est distinguée à l'aval par les faibles valeurs d'IPO.

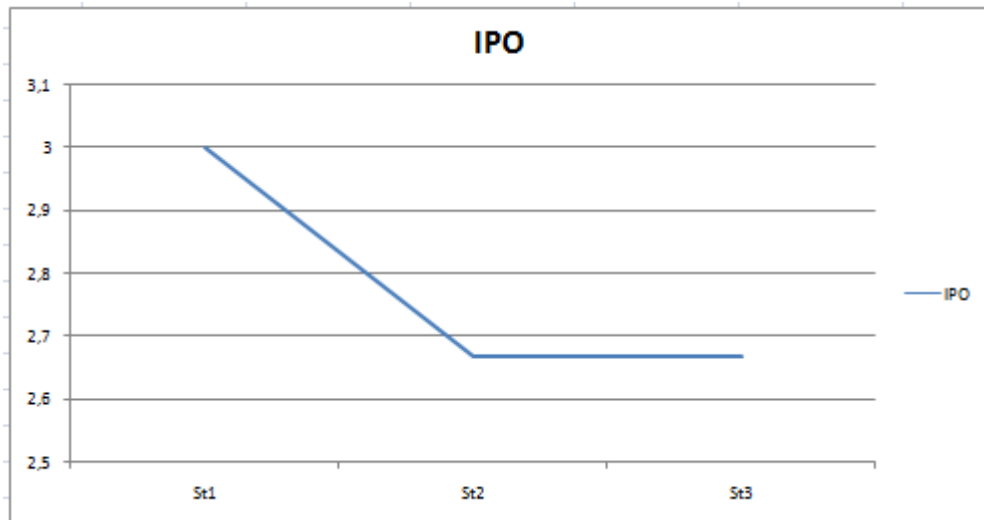


Figure52 : Variation spatiale d'IPO (Avril 2016)

Ainsi, nous remarquons une irrégularité de l'indice de pollution organique de mois de Janvier vers le mois de Mai, avec des valeurs élevés au mois de Février définissant ainsi une faible pollution organique (fig.51). Egalement, nous remarquons une diminution de l'indice de pollution organique de l'amont « St1 » vers le centre « St2 » puis une stabilisation du centre « St2 » vers l'aval « St3 » où les valeurs sont assez faibles, se qui explique une forte pollution organique (fig.52).

III-2-5-6. Aspect bactériologique :

Les références de la qualité bactériologique des eaux de distribution fixées doivent respecter les valeurs suivantes (Tab.33) :

Tableau 34 : Références de qualité des paramètres bactériologiques dans l'eau destinée à la Consommation humaine

Paramètres microbiologiques	Unités	Valeurs limitées		
		Algérie ⁽¹⁾	France ⁽²⁾	OMS ⁽³⁾
CT	CT/100ml	/	/	10
CTT	CTT/100ml	0	0	0
SF	SF/100ml	0	0	0

Après une série d'analyses bactériologiques sur les échantillons d'eau prélevée, nous avons obtenu des résultats qui sont exprimés dans le tableau 33 présentant les différentes variations des paramètres, soit:

- Les coliformes totaux
- Les coliformes fécaux
- Les streptocoques fécaux

Tableau35 : Résultats des analyses bactériologiques

Site		CT/100ml	CTT/100ml	SF/100ml
Mars	St1	indénombrable	0	576
	St2	0	0	3
Avril	St1	10	0	0
	St2	0	0	0

Les résultats obtenues des analyses bactériologiques durant le mois de Mars, a l'amont de l'oued « St1 » sont indénombrables pour les CT, 576 SF/ 100ml et une absence total de CTT.

Ces résultats sont très loin de la norme recommandée par l'OMS pour les eaux potables, cela définissent que l'eau est contaminées.

Ainsi, au centre « St2 » de l'oued, les résultats obtenues montrent une absence totale de CT et CTT avec la présence de 3SF/ 100ml, ceci reflète une contamination de l'eau par la présence des SF qui dépassent la norme de potabilité indiquée par l'OMS.

Les résultats obtenues durant le mois d'Avril, sont de 10 CT/100ml avec une absence total de CTT et SF a St1. Ainsi une absence totale de CT, CTT et SF dans la St2.

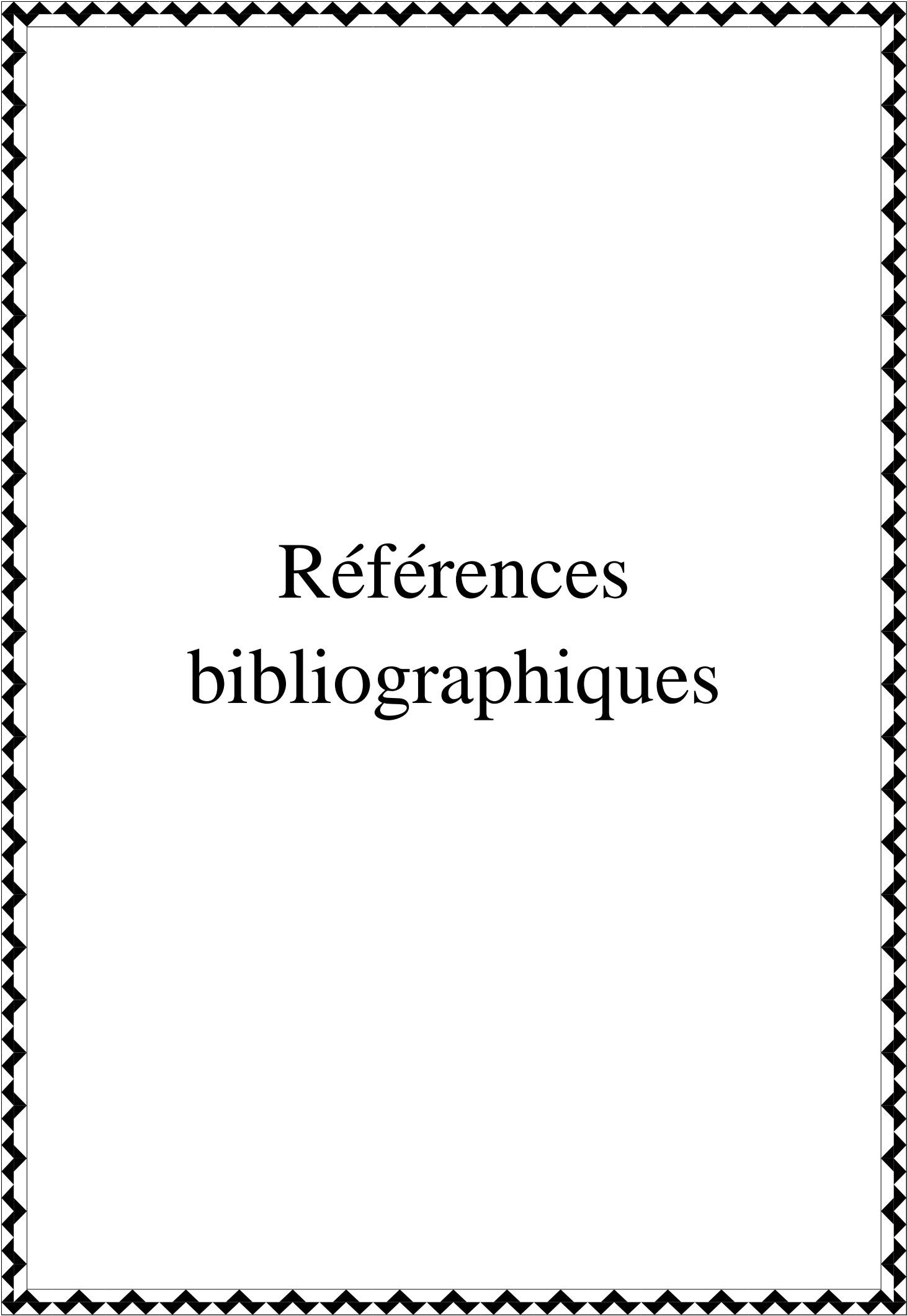
Ces résultats sont dans la norme recommandée par l'OMS pour les eaux potable.

En générales, Les paramètres microbiologiques mettent en évidence la présence de bactéries pathogènes ce qui signale un risque de contamination biologique.

Conclusion :

L'étude mener sur les eaux de l'oued Kebir Est a démontré :

- Le faciès chimique de type : bicarbonaté calcique
- Les paramètres In situ en générale sont au dessus de la valeur guide indiquée par l'OMS pour les eaux potables.
- Les paramètres de pollution naturelle en majorité sont au dessous de la valeur guide.
- La qualité d'irrigation des eaux de l'oued Kebir est bonne.
- La majorité des paramètres de pollution anthropique (Nitrates, Nitrites, Ammonium et Phosphates) sont au dessus de la valeur guide.
- L'indice de pollution organique est faible dans la majorité des stations, se qui indique une forte pollution.



Références bibliographiques

Abda A. (2015). Traitement des eaux de surface et les risques génotoxiques des sous-produits et chloration : p48. Université de 8 Mai 1945- Guelma.

AFNOR. Qualité des Sols. Recueil de Normes Françaises. (1994).

A.N.D.I. (2013). Monographie de la wilaya d'El Tarf Agence Nationale de Développement de l'Investissement : Rapport interne, 19p.

Benjamma A. (2014). Variation de la qualité des eaux et impact sur le sol des zones humides du PNEK. université de Badji Mokhtar Annaba.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Methode d'analyse : détermination de la matière organique par incinération : Méthode de perte au feu (<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs35531>)

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Méthode d'analyse : Détermination de la conductivité : méthode électrométrique (<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA115Cond11.pdf>).

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Methode d'analyse : détermination du pH.(<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA100pH11.pdf>)

.D.C.W. (2014) Direction du commerce de la wilaya d'El Tarf (<http://www.dcweltarf.dz/fr/index.php/wil36>)

D.P.A.T. (2008). Monographie de la wilaya d'El Tarf, Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire « DPAT ». Rapport interne, 36p.

D.R.E.W. (2014). Ressources en eaux de la wilaya d'El-Tarf, Direction des Ressources en Eau de la wilaya d'El-Tarf, Regroupement national des D.R.W du 01Juin 2014, Rapport interne 15p.

D.S.P. (2014). Direction de la santé et population de la wilaya d'El Tarf. (http://www.dsp-eltarf.dz/index.php?option=com_content&view=article&id=143&Itemid=559)

FESTY B., HARTEMANN P., LEDRANS M., LEVALLOIS P., PAYMENT P., TRICARD D. (2003). Qualité de l'eau, Environnement et santé publique-Fondements et pratiques, pp.333-368, Edisem / Tec&Doc, ActonVale / Paris.

Jean Rodier Bernard LEGUBE. (2009). Nicole MERLET et col. L'Analyse de l'eau 9eédition Entièrement mise à jour ; Dunod, Paris. 1511 et 1600P.

HARRAT N., ACHOUR S. (2010). Pollution physico-chimique des eaux de Barrage de la région d'El Tarf. Impact sur la chloration, Larhyss Journal, n°8, 47-54.

Kazi T. G., Arain M.B., Jamali M.K., Jalbani N., Afridi H.I., Sarfraz R.A., Baig J.A. et Shah, A.Q.(2009) Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 301-309.

Labar S., Djidel M., Benslimane F., Djemai R., Djabri L. (2014) Approche physico-chimique pour le contrôle de la pollution des eaux de surface dans l'extrême Nord Est Algérien. *International Journal of Environment & Water*, 55p.

Labar S. (2003) Contribution à l'identification des aires inondables et qualité physico-chimiques des eaux stagnantes temporaires dans la vallée de la Mafragh « Extrême Nord Est Algérien », Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar Annaba, 104p.

Loup J. (1974) Les eaux terrestres, Masson et Cie, Paris.

Moussa M.K (2015) . Approche de modélisation de la vulnérabilité des ressources en eaux aux Changements climatiques. Application dans le bassin de l'oued Kébir-Est (Région d'El-Tarf, Algérie). Mémoire de master 2 recherche, Université Chadli Bendjedid d'El Tarf, 15p

Mulliss R.M., Revitt D.M., et Shutes R.B.E.(1997) The impacts of discharges from two combined sewer overflows on the water quality of an urban watercourse. *Water Sci. Technol.*, 36, 195-199.

O.M.S. (2011). Guidelines for drinking waterquality. Organisation Mondiale de la Santé, 4th edn. World Health Organization, Geneva.

Pattee E., Plissier M., Rodi L. et Vial J., 1984. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux Résiduaires, eau de mer. 7e édition. Ed. Dunod, 96p

PNUD (2009). Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie, 07 Mars, Rapport Algérie/ONU.

Rejsek F.(2002) Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Série Sciences et technique de l'environnement. 360p.

Reggam A.(2015) Contribution a l'étude de la contribution de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'oued Seybousse .

Rodier J.(1996) L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer.
8ème édition. Dunod. 1383 p.

**Rodier J., Beuffr H., Bournaud M., Broutin J.P., Geoffray Ch., Kovacsik G., Laport J.,
TOURKI M .(2010).**-Etude de l'érosion et du transport solide dans le bassin versant de
l'Oued Kébir Est Nord-Est Algérien. Université badji Mokhtar annaba.108p



Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Conclusion :

Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physico-chimique de l'eau de l'oued Kebir Est ainsi que microbiologique. Qui ont démontrés que ce dernier est soumis à une pollution dont les origines sont très diverses (naturelle ou anthropique).

Du point de vu climatique, le bassin versant de l'oued Kèbir Est a un climat méditerranéen, caractérisé par deux saisons distinctes, l'une sèche et chaude et l'autre pluvieuse et froide. La pluviométrie moyenne annuelle atteint 1.200 mm et les températures moyennes oscillent entre 10.7°C durant le mois de janvier et 26.64° C pendant le mois d'Août.

Du point de vu géologique, il est caractérisé par des formations allant du Secondaire jusqu'au Quaternaire, présentant ainsi une lithologie très variée qui comprend essentiellement: les alluvions (sable, gravier, cailloutis,...), les grès, les marnes, les argiles, les calcaires, Grès numidiens, calcaires marneux.....

La projection des paramètres physicochimiques sous le logiciel « Diagramme » pour caractériser le faciès chimique (Diagramme de Piper) des eaux de l'oued Kebir Est montre que ces eaux sont globalement bicarbonatées calciques et secondairement chlorurées magnésiques à sulfatées sodiques. La qualité d'irrigation (Diagramme wilcox) est bonne.

L'évaluation spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques varie d'une station à l'autre et ces fluctuations reflètent bien l'état et la nature des eaux de l'oued Kèbir Est.

Le suivi spatio-temporel de plusieurs paramètres physico-chimiques des eaux de l'oued Kèbir fournit l'image d'une pollution relativement intense qui est essentiellement d'origine humaine.

L'indice de pollution organique indique que les eaux de l'oued Kèbir Est sont fortement polluées.

Du point de vue microbiologique, les résultats des analyses bactériologiques des échantillons prélevés au milieu et en aval de l'oued indique une contamination fécale (taux de coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux).

D'une façon générale, Ces eaux ne peuvent pas donc être considérées comme une eau potable, mais peuvent être utilisées pour l'irrigation telle qu'il est pratiqué actuellement.

En outre il y a lieu développer des moyens de lutte contre cette pollution. Les meilleurs moyens restent la sensibilisation des riverains du cours d'eau, le traitement des eaux usées avant leur rejet dans l'oued ainsi que l'emploi rationnelle et contrôlés des engrais agricoles et pesticides.

Résumé

Notre étude consiste à déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'oued Kébir Est.

L'analyse de la qualité physico-chimique a fait l'objet de 09 prélèvements d'eau pendant cinq mois le long de l'oued allant de l'amont à l'aval tenant en compte les différents facteurs de pollution à effet industriel, urbain et agricole. Les résultats obtenus ont montré que l'eau de l'oued est caractérisée par une moyenne minéralisation (800 $\mu\text{s/cm}$) et des concentrations des autres paramètres inférieures aux normes de potabilité recommandées par l'OMS à l'exception de la turbidité qui est importante au niveau de l'amont de l'oued essentiellement pendant le mois d'avril. Ainsi, la présence d'une eutrophisation causée par l'augmentation du phosphore expliquée aussi par les rejets urbains et les algues. En outre que les nitrites et l'ammonium contaminent les eaux de l'oued suite aux activités urbaines et agricoles.

Les résultats de l'indice de pollution organique (IPO) montrent que l'eau de l'oued est caractérisée par une forte pollution durant les cinq mois.

Ainsi, Les résultats bactériologiques montrent que l'eau de l'oued est de qualité médiocre à cause de la présence des microorganismes néfastes (CT, CTT, SF).

A terme de cette étude nous recommandons un suivi rigoureux de la qualité des eaux de l'oued Kébir Est et le recours impératif au traitement préalable des différents rejets.

Mots clés : Oued Kébir Est, qualité physico-chimique, IPO, qualité microbiologique.

Abstract

The main objective of this study is to determine the physico-chemical and bacteriological water quality of the "Kebir Est" river.

The analysis of the physico-chemical quality involved 09 samples collected for five months at the main allure of the river (upstream and downstream) that their water is used for irrigation of nearby farmland. The results have shown that the river water is characterized by an average mineralization (800 microseconds / cm) and low concentrations of other parameters to drink standards recommended by WHO with the exception of turbidity which is important at the upstream of the river especially during the month of April. So the presence of the eutrophication caused by increased phosphorus that is explained by human activities (urban and domestic waste). Ammonium, nitrite and causing water contamination by dissolution of fertilizer and agricultural activated.

The study of organic pollution index (OPI) shows that the water of the river is characterized by heavy pollution during five months.

Bacteriological results have shown that our water is polluted because of the presence of toxically microorganisms.

A conclusion of this study we recommend careful monitoring of the water quality of the river Kebir East and recourse imperative pretreatment different releases.

Key words: River Kebir Est, physical chemistry quality, OPI, microbiology quality.

الملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد النوعية الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لمياه واد الكبير. لقد تم تحليل النوعية الفيزيائية والكيميائية للمياه عن طريق 09 عينات و التي تم جمعها في مدة خمسة أشهر في الوجهة الرئيسية من النهر (المنبع والمصب) و التي تستخدم مياهها لري الأراضي الزراعية المجاورة. وأظهرت النتائج أن مياه النهر تتميز بتمعدن متوسط (800 ميكرو / سم) و تركيز عناصر اخرى اقل من معايير مياه الشرب التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية مع استثناء التعكر في منبع النهر أساسا خلال شهر أبريل. و كذلك الاختناق الناجم عن زيادة الفوسفور الناجم هو الآخر عن الأنشطة البشرية (النفائيات الحضرية والمحلية) كما نضيف النتريت و الأمونيوم المتسببين في تلوث المياه عن طريق تحلل الأسمدة والزراعة.

تظهر دراسة مؤشر التلوث العضوي (IPO) أن مياه النهر تتميز بتلوث مرتفع خلال الأشهر الخمس. وأظهرت النتائج البكتريولوجية أن مياه النهر ذات نوعية رديئة بسبب وجود الكائنات الحية الدقيقة الضارة (SF CTT ،CT)

وفي آخر هذه الدراسة فإننا نوصي بمراقبة صارمة لنوعية مياه واد الكبير وحثمية للجوء لمعالجة النفائيات و مياه الصرف المختلفة

الكلمات المفتاحية: واد الكبير ، النوعية الكيمياء الفيزيائية ، (م ت ع IPO) ، النوعية البكتريولوجية.