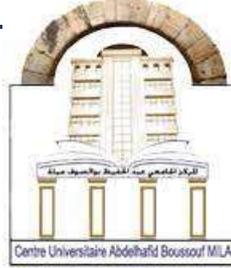


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° ref :



Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en Vu de l'obtention du Diplôme de

Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie Végétale

Thème :

**Etude de la qualité des eaux des oueds
dans la région de Mila**

Présenté par :

- **Meriem KRIOUET**
- **Wiam BOULEMERKA**

Devant le jury :

Présidente : BOUCHETAT Fawzia

MCB. Centre Universitaire de Mila.

Examineur : BOUCHAREB Nouredine

MCA. Centre Universitaire de Mila.

Promotrice : BELATTAR Hakima

MCA. Centre Universitaire de Mila.

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous avons remercié notre créateur « Allah » tout puissant qui nous guidé, donné la force, la santé et la volonté pour réaliser ce travail et arriver à ce stade scientifique.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail :

Notre examinateur, Dr. Bouchareb Noureddine

Notre présidente, Dr. Bouchetat Fawzia

Avec beaucoup de gratitude nous remercions exclusivement

Notre promotrice, Dr. Hakima Belattar.

A tous les enseignants du département de Biologie et Ecologie dans le Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila et surtout la doctorante

Khadidja kouicem.

A toute personne qui de près ou de loin a participé et contribué à la réalisation de ce travail.

Enfin, tous ceux que nous avons oubliés peuvent trouver ici nos sincères remerciements pour leur soutien, leur aide et leurs contributions à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

En premier lieu et avant tout, louange à dieu le miséricordieux qui m'a éclairé
le chemin de la science et de la connaissance

Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :

A ma mère " Farida ", la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la
flamme de mon cœur, ma vie.

A mon père "Eljoudi ", mon soutien dans la vie et source de joie et de
bonheur, celui qui

s' est toujours sacrifié pour me voir réussir

A ma très chère tante "Souhila" merci d'avoir partagé avec moi le meilleurs et
le pire de ma vie que dieu réalise vos rêves.

A mes très chères sœurs et j'ai de la chance car vous êtes dans ma vie, que
Dieu vous

protège et vous accorde ce que vous désirez.

A mes chers frères et je vous souhaite a tous plein de joie et de bonheur

Une spéciale dédicace a la doctorante ***Khadija Kouicem.***

A tous mes chers amis " Amira ", Khaoula , "Wiam , et " Djihane

que dieu protège notre amitié

J'exprime ici ma profonde gratitude et ma reconnaissance à toutes mes
enseignantes et tous mes enseignants du primaire, secondaire et universitaire
pour le savoir qu'ils m'ont inculqué.

Enfin, à tous ceux qui me sont chers, je leur dédie ce modeste travail et qu'ils
trouvent de ma part tous mes respects, ma fidélité et mes sentiments les plus
sincères.

Meriem.

Dédicace

Avant tout, tous l'éloge a dieu, le tout puissant pour tout ce qu'il ma donné
M'accorde, la force, le courage et la santé à fin de pouvoir Accomplir ce travail
et je dite : **الله الحمد**

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de
tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, ma mère
«Fatim-zohra sahnoun»

Je dédie fièrement cette mémoire : a l'âme de mon Très chère père «Faouzi »
et Grand-mère « Zahia », Je prie Dieu le tout puissant de leur accorde le plus
haut des paradis

A mes très chères sœurs : «Amina, Manal , et surtout ma petite Besmala »

A mon chère frère «Ismail», que Dieu gardés pour moi .

A mon chéri mari "Said" et tout sa familles : Merci pour votre soutien.

A toute ma famille «Boulmerka» et «Sahnoun» et à tous ceux que j'aime.

Une spéciale dédicace a mon binôme « Meriem kriouet » d'avoir partagé avec
moi le meilleurs et le pire de ma vie.

A mes très proches amies« Nada, Yasmine ,Anfel, Chaima ... » et aussi à tous
mes amis et ma deuxième famille via Facebook Je leurs souhaite tout le
bonheur du monde.

J'exprime ici ma profonde gratitude et ma reconnaissance à toutes mes
enseignantes et tous mes enseignants du primaire, secondaire et universitaire
pour le savoir qu'ils m'ont inculqué.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé et assisté durant mes
études, A toute personne qui m'a encouragé et aidé de près ou de loin.

Wiam

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Introduction	01
Partie théorique	
CHAPITRE 01 : Généralité sur l'eau	
1. Introduction	05
2. Définition de l'eau	05
3. Cycle de l'eau	06
3.1. Définition de cycle d'eau	07
3.2. Différents types de cycle d'eau	07
3.3. Etapes de cycle de l'eau	07
4. Origine des eaux	08
5. Types des eaux	09
5.1. Eaux de pluie	09
5.2. Eaux souterraines	10
5.3. Eaux de surface	11
6. Eaux des oueds (des rivières, ou cours d'eau)	12
Chapitre 02 : Qualité d'eau et les paramètres d'évaluation	
1. Qualité des eaux	14
2. Paramètres d'étude de la qualité d'eau	14
2.1. Paramètres organoleptiques	14
2.1.1. Couleur	14
2.1.2. Goût et Odeur	14
2.1.3. Turbidité	15
2.2. Paramètres physico-chimiques	15
2.2.1. Paramètres physiques	15
3. Nutriments	17
3.1 Nitrates et Nitrites (NO_3^- et NO_2^-)	17
3.2 Ammonium (NH_4^+)	18
3.3 Phosphore (PO_4^{2-})	18
3.4. Silicium ($\text{Si}(\text{OH})_4$)	19
4. Paramètres chimiques	19
Chapitre 03 : Pollution des eaux	
1. Pollution de l'eau	22
2. Définition de la pollution	22
3. Différents types de pollution	22
3.1. Pollution biologique	22

Table des matières

3.2. Pollution physique	23
3.2.1. Pollution radioactive	23
3.2.2. Pollution thermique	23
3.3. Pollution chimique	23
4. Sources de pollutions	24
4.1. Pollution d'origine domestique et urbaine	24
4.2. Pollution d'origine agricole	24
4.3. Pollution naturelle	24
4.4. Pollution d'origine industrielle	25
5. Impacts de la pollution des eaux	25
5.1. Sur le milieu naturel	25
5.2. Sur la santé	26
5.3. Sur l'économie	26
6. Maladies liées à l'eau	26
Partie pratique	
Chapitre 1: Matériel et méthodes	
1. Localisation et présentation de la zone d'étude	31
1.1. Présentation du site d'étude	32
1.1.1. Localisation du sous bassin versant de l'Oued Kotone	32
1.1.2. Localisation et présentation de Oued El-Kebir	33
2. Les données Climatiques	33
2.1 Température	34
2.2 Précipitation	35
2.3 Vent	35
2.4. Humidité relative	36
3. Echantillonnage et Prélèvement et Mesures des paramètres physico-chimiques	37
3.1 Sur terrain	39
3.2. Au laboratoire	39
Chapitre 2: Résultats et discussion	
1. Paramètres physiques	50
1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)	51
1.2. Salinité	52
1.3. Turbidité	53
1.4. Matière en suspension	54
1.5. Total des solides dissous (TDS)	55
2. Nutriments	56
2.1. Nitrate (NO_3^-)	56
2.2. Nitrite (NO_2^-)	57
2.3. Ammonium (NH_4^+)	58
2.4. Phosphore (PO_4^{3-})	59
2.5. Silicium (SiO_4)	60
3. Paramètres chimiques	61
3.1. Alcalinité	61
3.1.1. Titre alcalimétrique (TA)	61
3.1.2. Titre alcalimétrique totale complet (TAC)	62
3.2. Sulfate	63
Conclusion	
	65

Table des matières

Références bibliographiques	68
Annexes	

Liste des abréviations

Titre de figure	Page
Figure 01 : Ultra structure de la molécule d'eau (H ₂ O)	06
Figure 02 : Cycle de l'eau	08
Figure 03 : Présentation des parties des eaux souterraines	11
Figure 04 : Vue d'ensemble d'un cours d'eau	12
Figure 05 : Schéma simplifié du cycle de l'azote	18
Figure 06 : Principales causes de pollution	25
Figure 07: Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone	31
Figure 08: Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone	32
Figure 09: Situation géographique de l'oued El Kebir.	33
Figure 10: Températures moyennes de la région d'étude durant la période	34
Figure 11: Précipitation moyennes de la région d'étude durant (2012/2022)	35
Figure 12: Vents moyennes de la région d'étude durant (2012/2022)	36
Figure 13: Humidités moyennes de la région d'étude durant (2010-2020)	37
Figure 14: Prélèvement d'échantillons de oued El kotone en 20.02.2023	38
Figure 15: Appareillage	39
Figure 16: Filtration sur fibre de verre	41
Figure 17: Appareil de Turbidimètre	41
Figure 18: Dosage de sulfate	42
Figure 19: Dosage pour déterminer TA	43
Figure 20: Dosage pour déterminer TAC	44
Figure 21: Dosage de nitrate	45
Figure 22: Dosage de nitrate	46
Figure 23: Dosage de l'ammonium	47
Figure 24: Dosage de phosphore	47
Figure 25: Dosage de silicium	48
Figure 26: Tendence de la température des eaux des oueds entre février- avril 2023	50
Figure 27: Variations de pH des eaux des oueds étudiées	51
Figure 28: Variation de la salinité des eaux des oueds étudiées	52
Figure 29: Variation de l'oxygène dissous des eaux des oueds étudiées	53
Figure 30: Variation de la turbidité des eaux des oueds étudiées	53
Figure 31: Variation de la MES des eaux des oueds étudiées	54
Figure 32: Variation de la TDS des eaux des oueds étudiées	55
Figure 33: Variation de la CE des eaux des oueds étudiées	56
Figure 34: Variation de NO ₃ ⁻ des eaux des oueds	57
Figure 35: Variation de NO ₂ ⁻ des eaux des oueds	58
Figure 36: Variation de NH ₄ ⁺ des eaux des oueds	59
Figure 37: Variation de PO ₄ ⁻ des eaux des oueds	60
Figure 38: Variation du SIO ₄ des eaux des oueds	61
Figure 39: Variation du TA des eaux des oueds	62
Figure 40: Variation du TAC des eaux des oueds.	62
Figure 41: Variation des SO ₄ des eaux des oueds.	63

Liste des abréviations

Titre des tableaux	Page
Tableau 01 : Impacts de pollution des eaux sur la santé et l'environnement	27
Tableau 02: Coordonnées des sites étudiés	38

Liste des abréviations

abréviation	Sens complet
CE	Conductivité électrique
MES	Matière En Suspension
Mg/L	Milligramme par litre
NH₄⁺	Azote ammoniacal
NO₃⁻	Nitrates
NO₂⁻	Nitrites
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique
OD	Oxygène dissous
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	Potentiel Hydrogène
PO₄²⁻	Phosphate
SAL	Salinité
SO₄⁻	Sulfates
Si(OH)⁴⁻	Silicium
T °C	Température.
TDS	Total des Solides Dissous
µs/cm	Micro-siémens par centimètre
°C	Degré Celsius
TA	Alcalinité Total
L S1	site 1 de oued el kotone
L S2	site 2 de oued el kotone
K S1	site 1 de oued el kebir
K S2	site 2 de oued el kebir

Introduction

Introduction

L'eau est le composé le plus abondant sur la surface du globe. Un des facteurs majeurs qui gouvernent le développement de sociétés humaines est la préoccupation d'obtenir et de maintenir une provision adéquate d'eau (Debbih et Naili, 2015). Elle constitue, à l'heure actuelle, la source naturelle la plus indispensable mais aussi la plus menacée par les activités humaines (Afri-Mehennaoui *et al.*, 2009). Sous la pression des besoins considérables et en raison de l'accroissement de la population, on est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes, à une utilisation de plus en plus poussée des eaux de surface (Tandia, 2007).

En Algérie l'eau a été hissée au rang de priorité nationale depuis plus d'une décennie. Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m³ par an dont 12 milliards de m³ dans la région Nord, avec 10 milliard de m³ de ressource superficielles. L'exploitation de ces ressources en eau est très intense avec les besoins grandissants liés à une demande cumulus de trois secteurs souvent concurrentiels (la ville, l'industrie et le périmètre d'irrigation) (Benayache, 2014) .

Les Oueds d'Algérie sont devenus des véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. Ceci a eu pour incidence une dégradation de la qualité des eaux (Guasmi *et al.*, 2006).

L'Algérie orientale est la région la plus arrosée du pays, elle reçoit annuellement une moyenne de précipitations allant de 300 mm à 1 m du sud vers le nord et atteint parfois 1,5m en allant vers la méditerranée. Elle est aussi drainée par un réseau hydrographique très important avec une densité moyenne de drainage d'environ 2,11 m km². Ces caractéristiques offrent à la région l'avantage d'être une ressource inépuisable en eau superficielle (Larbi *et al.*, 2012).

Le régime des cours d'eau diffère d'un bassin à un autre, il est fortement lié à un ensemble de facteurs physiques, géologiques ou encore climatiques qui régissent l'écoulement de l'eau superficielle. Vu les fortes disparités climatiques, topographiques et géologiques qui caractérisent l'ensemble des bassins versants du nord-est algérien, le régime de chaque bassin doit être étudié pour pouvoir faire la liaison entre l'écoulement fluvial et les différents facteurs cités précédemment (Chebli et Chebbah, 2020) .

Dans la wilaya de Mila, les eaux de surface avec celles des plaines alluviales et en partie des nappes karstiques, sont les plus sollicitées et leur qualité est souvent menacée

Introduction

suite à leur exploitation excessive due à une extension croissante des agglomérations et des activités agro-industrielles (**Djabri et al, 2012**) .

L'étude de la qualité des eaux de deux oueds El-kotone et El-Kebir par des analyse physico-chimiques. Cette analyse est importante car la qualité de l'eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire c'est un sujet à fluctuation, par pollution accidentelle, nécessitant des contrôles permanents.

Ce travail s'organise autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur des généralités sur l'eau, sa qualité et les paramètres d'évaluations ;
- le deuxième chapitre est destiné à matériel et méthodes adoptée pour la réalisation de cette étude. Description de la zone d'étude avec données climatiques et les différentes méthodes d'analyse graphique seront abordées.
- Dans troisième chapitre est concerné aux résultats d'analyse de l'eau sous forme d'histogramme avec une discussion des résultats obtenus ;
- Enfin, notre étude s'achèvera sur une conclusion.

Partie théorique

Chapitre 1 :

Généralité sur l'eau

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau

1. Introduction

Si la terre est appelée la planète bleue, ce n'est pas un hasard, elle est recouverte à 71% d'eau, ce qui est connu comme un composé chimique simple, liquide a une température ambiante, elle est devenue gazeuse à 100°C et solide en dessous de 0°C. Comme tous les composés ont des formules chimiques, l'eau a aussi sa propre formule est H₂O c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. Elle est sans odeur sans couleur et sans gout donc elle est considérée comme une substance ordinaire (Tridi, 2020).

L'eau douce malgré son importance il est disponible à une forme rare il représente que 1% du total des mers et des océans. La masse restante (99%) soit salée (97% de l'eau est contenue dans les océans), soit à l'état solide (2% dans les calottes glaciaires et les glaciers). La majeure partie de l'eau restante (1%) est souterraine, une petite proportion étant présente dans les lacs, l'humidité du sol, les cours d'eau (Belhadj, 2017).

L'eau est un élément essentiel de la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et dans les composants de la plupart des aliments. Utilisé dans l'alimentation humaine et animal, l'industrie, l'agriculture et d'autres secteurs, il joue également un rôle important dans la transmission des maladies d'origine hydrique par les agents pathogènes qu'il transporte lors de sa consommation (Guerd *et al.*, 2007).

Aujourd'hui nous utilisons l'eau essentiellement pour nous nourrir car l'agriculture est le premier poste de consommation d'eau, environ 69 %. Ainsi, l'irrigation de 20 % des terres agricoles permet de produire 40 % de notre alimentation. Et la consommation en eau des familles ne représente que 12 % (Yann Arthus et phillipe, 2019).

2. Définition de l'eau

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide, transparent, de pH neutre et température ordinaire. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques (Assouline et Assouline, 2007).

L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Bernard, 2007). Elle peut se trouver, dans la nature, sous les trois formes : liquide (rivière,

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau

fleurs...etc.), gazeuse (vapeur d'eau) et solide (glaces, neiges). La valeur de l'eau est inestimable, première ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont indispensables à la survie de l'humanité, du règne animal et végétal.

Elle est Caractérisée par sa forme pure de molécule qui associe un atome d'oxygène avec deux atomes d'hydrogène sous la forme H₂O (Roux, 2003).

L'eau ou oxyde dihydrogène comme étant un liquide incolore (figure 1). Dans sa phase gazeuse l'eau se compose des molécules libres H₂O dont l'angle H-O-H est de 105°. La structure d'eau liquide est encore controversée, le collage d'hydrogène de type .H-O-H impose un degré élevé de structure. La molécule d'eau est constituée d'un édifice électronique stable, qualitativement semblable au néon (Martin et Hine, 2008).

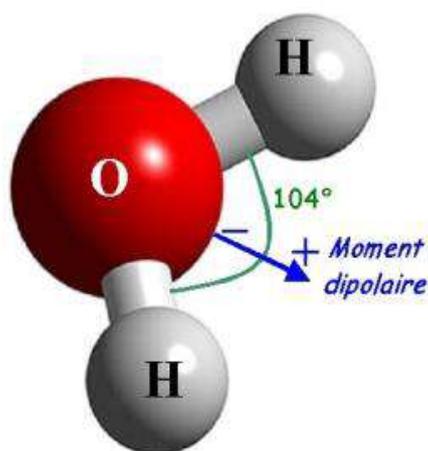


Figure 01 : Ultra structure de la molécule d'eau (H₂O) (Benjah, 2007).

3. Cycle de l'eau

L'eau recouvre 72 % de la surface de la terre, qui représente uniquement 0,65% de cette eau appelé eau douce est disponible dans les nappes souterraines (0,63%), les lacs et les rivières (0,02%). L'essentielle de l'eau présente sur terre se trouve dans les océans (97,2%), l'eau glacée ne représente, pour sa part, que 2,15% de l'eau potable (Chouteau, 2004). Sous l'action du soleil, l'eau des océans, rivières, lacs s'évapore et gagne l'atmosphère.

Au contact des couches d'air froid, la vapeur d'eau se condense en gouttelettes et forme des nuages. L'eau retombe ensuite lors des précipitations (sous forme de pluie, de neige ou grêle) directement dans les océans ou sur les continents. Sur terre, l'eau ruisselle alors jusqu'aux rivières ou s'infiltre dans les sols pour alimenter les nappes souterraines (Chouteau, 2004).

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau

L'eau circule continuellement dans les enveloppes superficielles de la Terre, au sein de plusieurs grands compartiments : les océans, la cryosphère (neige et glaces), la lithosphère (sols et sous-sol), l'atmosphère et la biosphère (Agnès et Katia, 2013).

3.1. Définition de cycle d'eau

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un modèle représentant les flux entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou gazeuse, sur Terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes souterraines, les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges (Patrice, 2010).

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère et tombe sous forme de précipitations (pluie ou neige) dont une partie atteint les cours d'eau : Directement par le ruissellement Soit indirectement par infiltration, stockée dans suite aux crues (Genin et al ., 2003) .

3.2. Différents types de cycle d'eau

Selon (Cabonnel ,2003) on distingue :

- Le ru : petit cours d'eau, souvent en tête de bassin, démarrage de l'écoulement.
- Les ruisseaux (chaabat) : petits cours d'eau de faible largeur et de faible longueur.
- Le canal : conduit naturel ou artificiel permettant le passage d'un fluide.
- Les torrents : cours d'eau situés généralement en montagne ou sur des terrains accidentés, au débit rapide et irrégulier.
- Les rivières (oueds) : cours d'eau moyennement importants dont l'écoulement est continu ou intermittent, elles se jettent dans d'autres rivières ou dans des fleuves
- Les fleuves : cours d'eau parfois importants se jetant dans l'océan ce qui les différencient des rivières.

3.3. Etapes de cycle de l'eau

➤ **Evaporation** : sous l'effet de du soleil et du vent, l'eau des lacs, des rivières et des océans s'évapore. Cette vapeur d'eau monte avec l'air chaud (Sellak, 2020). Donc, les rayons du soleil réchauffent l'eau des rivières, des fleuves, des lacs, des mers et des océans et la fait passer de l'état liquide à l'état de vapeur d'eau (gazeux) : c'est l'évaporation. Les plantes et les autres espèces végétales puisent l'eau dans le sol et la rejettent sous la forme de vapeur d'eau. Environ 10% des précipitations tombant sur la Terre proviennent de la transpiration des végétaux, le reste est en conséquence dû à l'évaporation. La transpiration des plantes et

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau

l'évaporation du sol humide libèrent de l'humidité qui s'élève dans l'atmosphère sous la forme de nuages (Fdm, 2011).

- **Condensation** : en altitude, l'air froid fait condenser la vapeur d'eau qui se transforme en petites gouttelettes, formant ainsi les nuages. Au contact de l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et se transforme en petites gouttelettes qui vont être à l'origine de la formation des nuages qui sous l'action des vents vont se diriger vers l'intérieur des terres (Fdm, 2011). Cette étape se nomme : la condensation. Transportés par la circulation atmosphérique, les nuages se déplacent et l'effet de la gravité aidant, l'eau retombe sur le sol sous forme d'eau, de neige ou de grêle (état liquide ou solide).
- **Précipitations** : lorsque les gouttelettes des nuages deviennent trop lourdes, elles tombent sous forme de pluie, de neige ou de grêle (Serge et Stéphane, 2000). La condensation laisse ensuite place aux précipitations que l'on utilise le plus souvent pour désigner la pluie. Elles ont lieu quand les gouttelettes d'eau présentes dans les nuages deviennent trop pesantes. Elles s'en écoulent alors sous formes de gouttes, de neige ou de grêle, en fonction de la météo (Hugo, 2022).
- **Infiltration** : une partie de l'eau des précipitations pénètre dans la terre, formant ainsi des réserves d'eau souterraines, les nappes phréatiques. Lorsque l'eau pénètre dans le sol, on passe à la phase d'infiltration. En effet, si le sol est poreux (perméable), l'eau peut alors s'infiltrer à l'intérieur du sol. En fonction de l'abondance des précipitations, des cours d'eau souterrains peuvent se former. Par ailleurs, l'infiltration permet aux racines des plantes de pomper l'eau dont elles ont besoin (Sellak, 2020).
- **Ruissellement** : Une partie de l'eau de pluie ruisselle pour aller grossir les lacs et les rivières, une autre s'infiltré dans le sol pour alimenter les nappes souterraines, et tous les deux finissent par se verser dans les océans et le cycle recommence (Sellak, 2020).



Figure 02 : Cycle de l'eau (Annonym,2023)

4. Origine des eaux

L'eau existe dans la nature sous plusieurs formes et sa répartition sur le globe est inégale, cela est dû au climat et la structure du sol. Le total des ressources est de : 2.109 km³ dont (97%) en mer et océans le reste (3%) se trouve ailleurs et est représenté principalement par l'eau non salée, dans ces trois, d'après (Vilagines, 2000). On trouve :

- 18% d'eau profondes inexploitable
- 77% de glaces
- 5% autres constitué :
 - 3.5% dans les êtres vivants
 - 1% dans les rivières
 - 5.5% dans l'atmosphère
 - 20% d'eau souterraine superficielle
 - 30% lacs salé
 - 40% lacs eaux douces.

5. Types des eaux

L'eau est essentielle à la survie et au bien être humain et est essentielle au fonctionnement de nombreux secteurs. Les principaux des eaux sont :

5.1. Eaux de pluie

Les eaux pluviales sont la partie de l'eau de pluie précipitée qui ruisselle à la surface du sol (Adèle, 2010). La pluie est un phénomène naturel, elle apparaît sous forme de gouttes d'eau provenant des nuages et tombant vers le sol. C'est l'une des formes les plus courantes de précipitations sur Terre (Philippe, 2018). Les eaux pluviales sont les eaux issues de précipitations non infiltrées dans le sol et rejetées depuis le sol ou les surfaces extérieures des bâtiments dans les réseaux d'évacuation et d'assainissement.

Les eaux de ruissellement sont les eaux issues de précipitations s'écoulant sur une surface pour atteindre un branchement, un collecteur ou un milieu récepteur aquatique (Patrick, 2017).

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques (Desjardins, 1997, OFFEP, 2003).

Ce type des eaux peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, manganèse, fer, iode (**Bouguetit et Benhamida, 2015**).

5.2. Eaux souterraines

Comme étant un volume liquide situé sous nos pieds et un labyrinthe qui ne rends pas bien compte de la complexité des mouvements et flux au sein des formations géologiques réservoirs, des capacités de stockage des différents aquifères, des échanges avec les eaux de surface (**spw DGO3, 2016**).

La définition des eaux souterraines peut être résumée comme étant l'ensemble de l'eau stockée en profondeur ou en dessous de la surface terrestre, saturant complètement les pores du sous-sol. Certaines des principales caractéristiques des eaux souterraines sont :

- Les eaux souterraines sont douces.
- La composition physique, chimique et biologique de l'eau peut changer après son infiltration dans le sol en raison de ses interactions avec l'environnement (**Andrea, 2023**).

L'eau souterraine (figure 3) sera moins directement et plus lentement touchée par le changement climatique que les eaux de surface. C'est parce que les rivières se reconstituent sur une échelle de temps plus courte, et la sécheresse et les inondations se retrouvent rapidement dans les niveaux d'eau de la rivière. L'eau souterraine, par contre, sera affectée plus lentement (**GIEC, 2007**). Elle nécessite d'approfondir la connaissance et la compréhension de son fonctionnement. Les propriétés hydrodynamiques régissant les écoulements souterrains sont déterminées par les caractéristiques géologiques et contextuelles des sols où elle se situe (**Tarn et Garonne, 2022**).

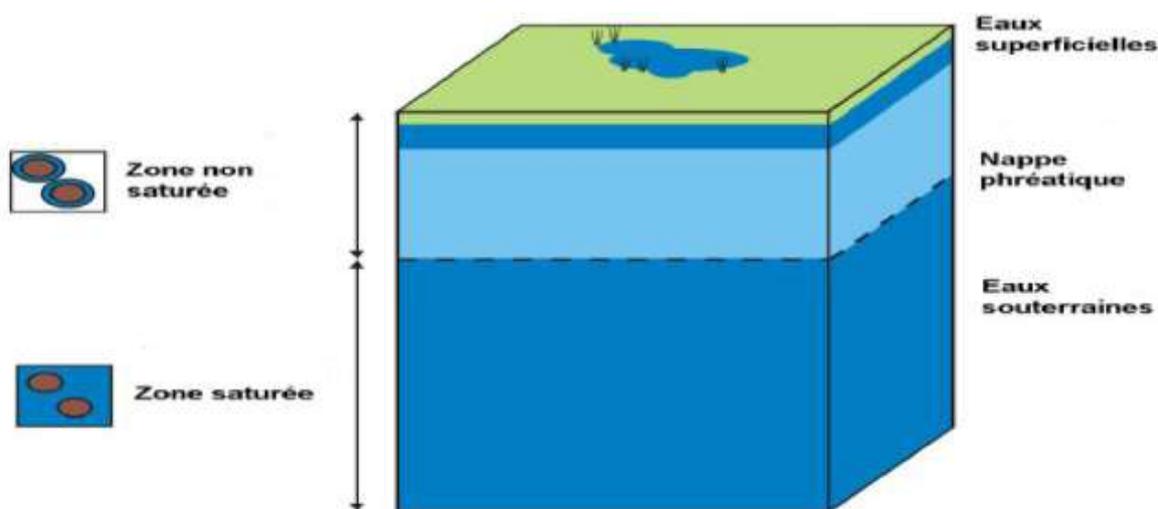


Figure 03 : Présentation des parties des eaux souterraines (Ramsar ,2010)

5.3. Eaux de surface

Les eaux de surface, aussi appelées parfois eaux superficielles, sont celles qui se trouvent sur la terre et qui sont au contact de l'atmosphère (avec la surface). Pour les identifier facilement, on peut dire que les eaux de surface sont celles qu'on peut voir facilement (Decrouy, 2022). Ce type des eaux englobe toute les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs étangs, barrages ...). La composition des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. On distingue :

A : Eaux de surface naturelles : ce sont celles qui ont leur origine dans la terre et de manière naturelle. Elles ne passent par aucun type d'altération ou d'intervention humaine (Decrouy, 2022).

B : Eaux de surface artificielles : ce sont celles des plans d'eau créés par l'homme (Decrouy, 2022).

C : Eaux de surface modifiées : elles se produisent lorsque les sources naturelles d'eau de surface sont modifiées, par exemple en modifiant les cours d'eau pour transporter l'eau ailleurs. Elles peuvent également être modifiées comme un effet secondaire de l'activité humaine, comme la pollution ou la baisse du niveau des eaux Antoine (Decrouy, 2022).

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau

Les eaux de surface il s'agit manifestement de l'eau des rivières et des lacs, des eaux de ruissellement ainsi que l'eau retrouvée dans les milieux humides (CEGS) – Diagnostic, 2016).

6. Les eaux des oueds (des rivières, ou cours d'eau)

Ce sont petits cours d'eau naturels (figure 4) sont alimentées par les précipitations, par le ruissellement de surface, à partir des sources et suintements, ou par la fonte des neiges et des glaciers. Le niveau des fleuves et des lacs qui ne sont pas alimentés par les eaux de fonte des Alpes a sensiblement baissé suite à l'été caniculaire. Simultanément, les cours d'eau se sont beaucoup réchauffés du fait des faibles niveaux d'eau et de la durée d'ensoleillement (IAEA, 2018).

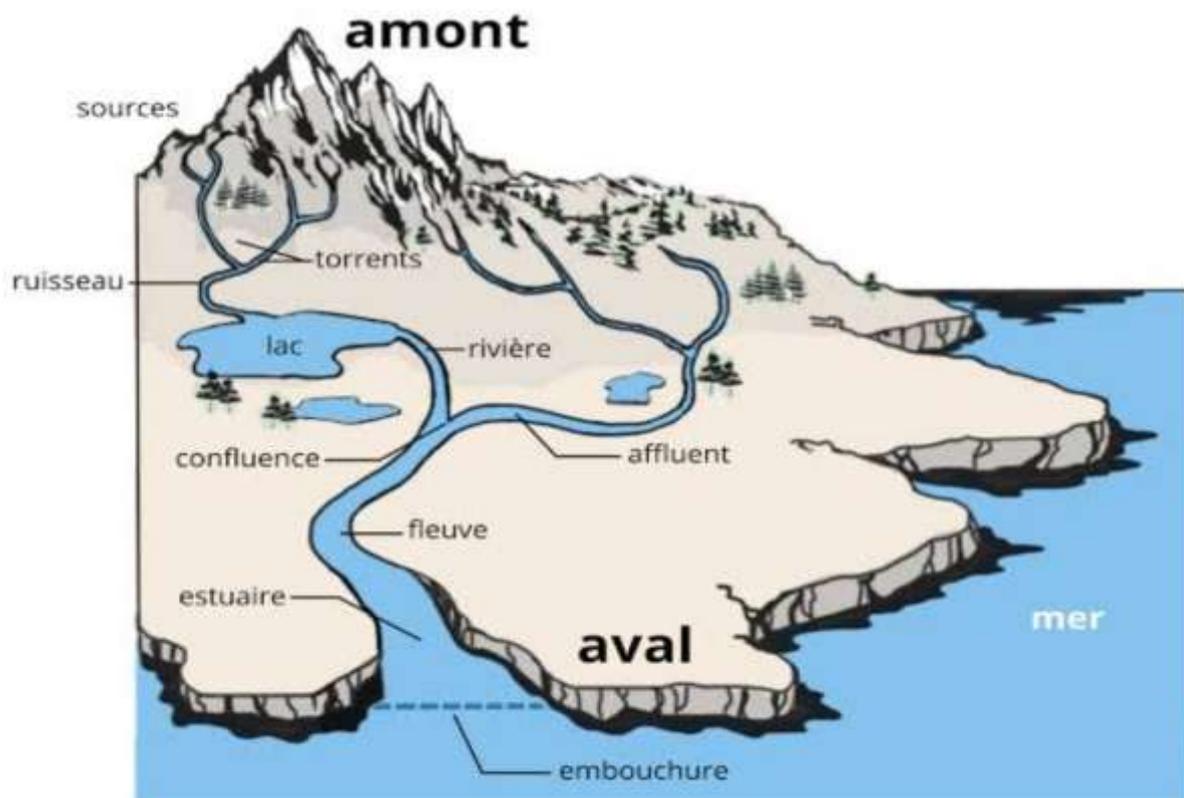


Figure 04 : Vue d'ensemble d'un cours d'eau (OIEau., 2017)

Chapitre 02 :
Qualité d'eau et les
paramètres d'évaluation

1. Qualité des eaux

La qualité d'une eau est caractérisée par les diverses substances qu'elle contient, leur quantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain. C'est la concentration de ces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ci convient à un usage Particulier. Même l'eau des rivières et des lacs les moins influencés par les activités humaines n'est pas pure (Serge et Stéphane, 2000).

La qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année, la nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable (Kouidri, 2006).

2. Paramètres d'étude de la qualité d'eau

2. 1.Paramètres organoleptiques

2 .1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution et elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Est due à des acides humiques, grosses molécules contenant des cycles aromatiques et poly aromatiques avec des fonctions hydroxyles ou acides Une eau destinée à la consommation humaine doit être incolore (Vilagines ,2000).

2 .1.2. Goût et Odeur

La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère. Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre SO₂ ou le sulfure d'hydrogène H₂S ; ou organiques comme les esters, les alcools, les nitrites, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales(comme les algues) ou encore dus à la pollution (Monique ,1991) .

2.1.3. Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (Rodier *et al.*, 2005 ; Hade, 2007).

La turbidité est une mesure de la clarté de l'eau. Elle décrit la quantité de lumière dispersée ou bloquée par les particules flottant dans l'eau. Ces particules donnent à l'eau un aspect opaque ou trouble. Dans les rivières et les lacs, ces particules peuvent provenir d'algues et d'autres matières végétales, de sols, de limon et d'argile, Une forte turbidité peut avoir des effets négatifs sur les poissons et les autres formes de vie aquatique (Data Stream, 2021).

2.2. Paramètres physico-chimiques

2.2.1. Paramètres physiques

A. Température (T °)

La température de l'eau est un paramètre important pour la vie aquatique en rivière. En effet la majorité des paramètres physico-chimiques et biochimiques sont dépendants de la température (Nemoraw, 1985). Elle est un influence de façon directe la distribution des migrateurs, les interactions proie prédateurs, la survie, les taux de croissance, le métabolisme des espèces aquatiques des rivières et fleuves et aussi est très sensible aux facteurs environnementaux et aux impacts des activités humaines (Onema, 2015).

La température est l'un des facteurs qui contrôlent l'essentiel des activités biologiques et écologiques des êtres vivants. La température de l'eau est un élément essentiel dans le fonctionnement des systèmes aquifères (Broket et Colby, 1980).

B. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH de l'eau est défini selon sa concentration en ions H⁺ contenus dans la solution. Il exprime

L'alcalinité ou l'acidité du milieu ; c'est également un élément important qui renseigne sur le caractère agressif ou incrustant de l'eau (Rodier, 2009). En général, une augmentation du pH entraîne la précipitation des cations métalliques sous formes d'hydroxydes ou d'oxydes métalliques insolubles. Le pH joue aussi un rôle essentiel dans

Chapitre 2 : Qualité d'eau et les paramètres d'évaluation

l'adsorption des métaux sur la matière organique. Le pH est un facteur important dans le système biologique, chimique et de l'environnement aquatique (Ngraram, 2011).

C. Salinité

La salinité est un facteur écologique majeur, une salinisation du milieu entraîne une modification importante de la biocénose, sans qu'il s'agisse forcément d'un appauvrissement, donc d'une pollution. La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. En fin, certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (Hadji, 2020).

D. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous est la quantité d'oxygène présent en solution dans l'eau à une température donnée. La teneur en oxygène dissous est le paramètre le plus fondamental de la qualité de l'eau. Ainsi, la concentration de l'oxygène dans l'eau est contrôlée par plusieurs processus biologiques et chimiques, dont la photosynthèse et la respiration (Francois, 2008). L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utiles pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution (Makhoukh *et al*, 2011). Il est présent dans l'eau sous forme de molécules gazeuses, au sein de minuscules bulles d'air.

E. Matières en suspension

Les matières en suspension comprennent toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau (l'IBGE, 2005).

F. Total des solides dissous (TDS)

Font référence à la quantité de matière totale dissoute dans l'eau, ils représentent la quantité d'ions contenus dans l'eau en mg/l ou en g/l (Akué sylvette, 2006).

G. Conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau ou de la solution à transporter un courant électrique. La conductivité électrique de l'eau est affectée par la présence D'éléments solides inorganiques dissous (Gaggai, 2017) .est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les Composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime Généralement en milli siemens par mètre (MS/m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (IBGE, 2005).

3. Nutriments

C'est un élément essentiel de la matière vivante. La quantité et la forme chimique de cet élément dans le milieu aquatique y conditionnent le développement de la vie. Il peut se présenter sous deux formes : une forme organique non oxydée et peu soluble (protéines, acides aminés, urée...) ; une forme minérale soluble, résultant de la dégradation de la forme organique par hydrolyse. L'azote minéral se présente en solution ionique dans l'eau sous 3 formes principales :

- ✓ L'azote ammoniacal (ammoniac NH_3^+ et ammonium NH_4^+)
- ✓ Les nitrites NO_2^-
- ✓ Les nitrates NO_3^- azote ammoniacal et nitrites sont oxydables. Les nitrates constituent la forme oxydée finale.

L'azote est présent tout le long du cours d'eau sous sa forme minérale et cela sous les trois formes chimiques (nitrates, nitrite et ammonium) (Latifi, 2018).

3.1. Nitrates et Nitrites :(NO_3^- et NO_2^-)

Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites de l'oxydation incomplète. Les principales sources de pollution sont l'utilisation des engrais, la fabrication d'explosifs, l'industrie chimique et alimentaire (Alpha, 2005). Les ions nitrites et nitrates se rencontrent dans la nature où ils font partie du cycle de l'azote. L'ion (NO_3^-) est la forme la plus stable de l'azote dans les composés contenant du dioxygène ; bien que chimiquement inerte, il peut être réduit par certains micro-organismes. La présence des nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle (Ahonon, 2011) . .

3.2 Ammonium (NH_4^+)

Forme ionisée de l'ammoniac, équilibre NH_4^+ , très soluble dans l'eau, sa présence traduit une dégradation incomplète de la matière organique. Origine dans l'eau à décomposition des protéines naturelles ou réduction des nitrates et les rejets industriels (chimique, textile) et agricole (Vincent, 2017). L'ammonium est la forme d'azote la plus toxique (Bouslah, 2018).

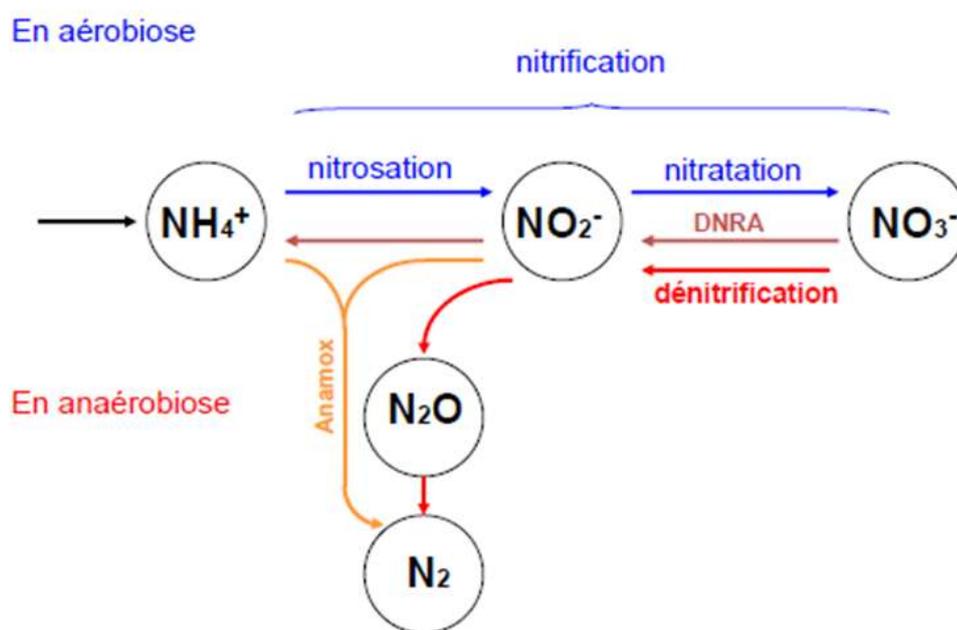


Figure 05 : schéma simplifié du cycle de l'azote (Catherine et Vincent, 2014).

3.3 Phosphore (PO_4^{3-})

Le phosphore et ses composés sont également responsables à l'eutrophisation, il est introduit dans l'environnement aquatique à partir du drainage des terres agricoles fertilisées, des rejets industriels et urbains ou encore de la présence de matières fécales animales et humaines. Dans les eaux le phosphore se trouve principalement sous la forme de phosphates ou PO_4 (Nadia et al., 2017).

Le rôle du phosphore dans l'eutrophisation des rivières se comprend aisément si on a en mémoire le mécanisme de la photosynthèse. Il s'agit d'un processus au cours duquel le dioxyde de carbone et l'eau sont transformés en matière organique grâce à l'énergie de la lumière et en présence d'azote et de phosphore et de quelques autres éléments traces. Les

Chapitre 2 : Qualité d'eau et les paramètres d'évaluation

plantes vertes et les algues sont capables d'effectuer la photosynthèse (Gaëlle et Choubert, 2002).

3. 4. Silicium (Si(OH)₄)

Le silicium n'est pas un composant de la matière vivante proprement dite mais il constitue l'essentiel des squelettes de divers organismes marins comme les algues siliceuses, certains radiolaires, les diatomées. Bien que cet élément soit l'un des plus abondants de l'écorce terrestre, sa concentration dans l'eau de mer peut devenir insuffisante par suite de sa très faible solubilité dans l'eau. Au pH habituel de l'eau de mer (= 8,2), le silicium dissous se trouve à 95% sous la forme d'acide ortho-silicique Si(OH)₄ et 5% sous forme ionisée Si(OH)₃⁻. En plus du silicium à l'état dissous, les eaux de mer contiennent du silicium à l'état particulaire de nature biogénique (frustules de diatomées), terrigène ou cosmique. Mais ce silicium n'est pas directement assimilable par les organismes vivants; il ne constitue pas un élément nutritif et n'entre pas en compte dans les études. Les concentrations en silicium dissous varient en fonction de l'origine et la nature des eaux (Chifflet *et al.*, 2004).

la silice SiO₂ est le principale composé de la silicium (Guermouche et rabia, 2013), fond à 1710 C°. Le refroidissement lent de la silice fondue donne un solide amorphe dont l'apparence est celle du verre : c'est le verre de silice, forme sans ordre à longue distance (ACNM, 2015).

4 . Paramètres chimiques

A. Alcalinité (TA- TAC)

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) (Rodier, 2009).

Chapitre 2 : Qualité d'eau et les paramètres d'évaluation

L'alcalinité d'une eau correspond à sa capacité de réagir avec les ions H^+ qui est due à la présence des constituants alcalins HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^- . On distingue deux types d'alcalinité:

-Alcalinité totale (ou titre alcalimétrique totale complet) :

$$TAC = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

-Alcalinité composite (ou titre alcalimétrique)

$$TA = [OH^-] + (1/2) [CO_3^{2-}]$$

Il n'existe pas de normes européennes ni françaises concernant l'alcalinité. C'est un paramètre important car sa valeur peut donner à l'eau un caractère agressif ou incrustant ([Triantafyllidou et Edwards ,2012](#)).

B. Sulfates (SO_4^{2-})

La source naturelle la plus importante est le gypse ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), peut avoir des origines anthropiques à partir de l'usage des engrais et l'épandage des déchets animaux, le drainage minier acide sous l'exposition de la pyrite à l'oxygène et à l'eau produit de l'acide sulfurique, les sulfates peuvent aussi avoir une origine atmosphérique dus à la combustion de combustibles fossiles ([Zereg, 2019](#)).

Chapitre 03 :

Pollution des eaux

1. Pollution de l'eau

Les eaux de surface sont de plus en plus polluées. Elles contiennent des millions de tonnes de polluants formés des rejets chimiques de nos industries, de notre agriculture et de nos activités quotidiennes (ASEF, 2010).

2. Définition de la pollution

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique .elle peut concerner les eaux superficielle (rivières, plans d'eau) et ou les eaux souterrains. La pollution de l'eau a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industrie, la pollution de l'eau se manifeste principalement, dans les eaux de surface [2].

Constitue une pollution toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels , ou résultant de l'introduction de substances chimiques artificielles , toute perturbation de la circulation de la matière, du flux de l'énergie , de l'intensité des rayonnements ou encore toute altération d'une bio coenose naturelle provoquée par l'introduction d'espèces exotiques invasives (Ramade , 2007) .

3. Différents types de pollution

3.1. Pollution biologique

La pollution biologique comprend l'introduction d'espèces animales et végétales exogènes ainsi que d'organismes génétiquement modifiés (OGM). Les espèces exogènes sont dites invasives si elles s'immiscent dans des habitats précieux, présentent un fort potentiel d'éviction et peuvent ainsi modifier le paysage (Arnaud et Immacolata, 2005).

▪ Pollution microbiologique

La pollution microbiologique des eaux est le terme utilisé pour désigner la présence de bactéries et virus. Invisibles à l'oeil nu, ces microorganismes à l'origine de contamination des eaux, proviennent d'hommes ou d'animaux qui hébergent dans leur appareil digestif, une quantité considérable de bactéries, voire de virus (Camara, 2011).

Chapitre 3 : Pollution des eaux

L'eau peut être un milieu favorable aux développements des bactéries et virus nuisibles à la santé humaine des populations qui l'utilisent pour leurs besoins. Les bactéries pathogènes (*Vibrionacea*, *Enterobacteriaceae*, etc...) sont responsables des principales maladies hydriques. Les parasites sont eux aussi la cause de plusieurs autres maladies (hépatite infectieuse, méningite, etc...) (**Haidar, 2014**).

3.2. Pollution physique

La pollution physique est une modification de la qualité physique du milieu (**Sahnoun, 2010**). Il est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, le pH, la conductivité (EC) le solide totale dissous (TDS), la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau (**Haidar, 2014**).

3.2.1. Pollution radioactive

La pollution radioactive appelée encore nucléaire est particulièrement dangereuse pour l'homme car les radioéléments non biodégradables ont une durée de vie plus ou moins longue et se désintègrent en émettant des rayonnements dangereux créant des tumeurs. Ils ont donc un caractère cancérogène et mutagène (**Kara, 2016**).

3.2.2. Pollution thermique

La pollution thermique correspond à l'augmentation ou la diminution de la température de l'eau par rapport à la température normale suite à l'action de l'homme et qui affectera la vie aquatique (**Pesson, 1976**).

3.3. Pollution chimique

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd,....), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB), les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels, etc... (**Batoul, 2018**).

La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à l'insuffisance de certaines stations d'épuration, l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones, le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies et par le rejet d'effluents par les industries (**Alain, 2009**).

4. Sources de pollutions

4.1. Pollution d'origine domestique et urbaine

Elle désigne l'ensemble des substances nocives auxquelles on s'expose chez soi ou, plus largement dans les locaux fermés nos équipements de la maison et les appareils à combustion. Ces appareils peuvent produire notamment du monoxyde de carbone, du dioxyde d'azote ou de l'ozone. Nos activités et habitudes au quotidien dans le foyer : tabagisme, utilisation de produits ménagers, présence d'animaux domestiques, travaux de bricolage, manque d'aération à l'origine du développement de moisissures etc. Les matériaux qui ont servi à l'isolation ou la construction du bâtiment et les composants de nos mobiliers et équipements. Ils peuvent contenir ou émettre du formaldéhyde, du plomb, des composés organiques volatils (COV), des fibres minérales ([Penty bio 2022](#)).

4.2. Pollution d'origine agricole

Les polluants agricoles qui suscitent une vive inquiétude pour la santé humaine sont les agents pathogènes provenant du bétail, des pesticides, des traces d'éléments métalliques et des polluants émergents dont font partie les antibiotiques et les gènes résistants aux antibiotiques sécrétés par le bétail ([FAO, 2018](#)). L'agriculture est devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides. L'élevage traditionnel abouti au fumier qui constitue des litières souillées de déjections animales (fertilisant naturel). Il présente de fortes charges organiques ([Viala et Botta, 2005](#)).

4.3. Pollution naturelle

Cependant, et grâce notamment aux développements technologiques et analytiques qui ont permis des mesures de plus en plus fines pour de nombreux éléments polluants, il a été montré que certains polluants dans les eaux et les sols peuvent également avoir une origine naturelle ([Record, 2011](#)). On retrouve le plus souvent ces polluants dits géogéniques dans des zones où ils sont naturellement concentrés. Cette accumulation naturelle résulte de processus géologiques. Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds. ([Arris, 2008](#))

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution (par exemple, une éruption volcanique, un épanchement sous-marin

Chapitre 3 : Pollution des eaux

d'hydrocarbures, le contact avec des filons géologiques (métaux, arsenic), une source thermo minérale...) (Bouslah, 2018).

4.4. Pollution d'origine industrielle

Caractérisé par une grande diversité des polluants selon (Calvet *et al*, 2005):

Les hydrocarbures.

Les métaux.

Les acides, les produits chimiques divers.

L'eau chaude.

Les matières radioactives.

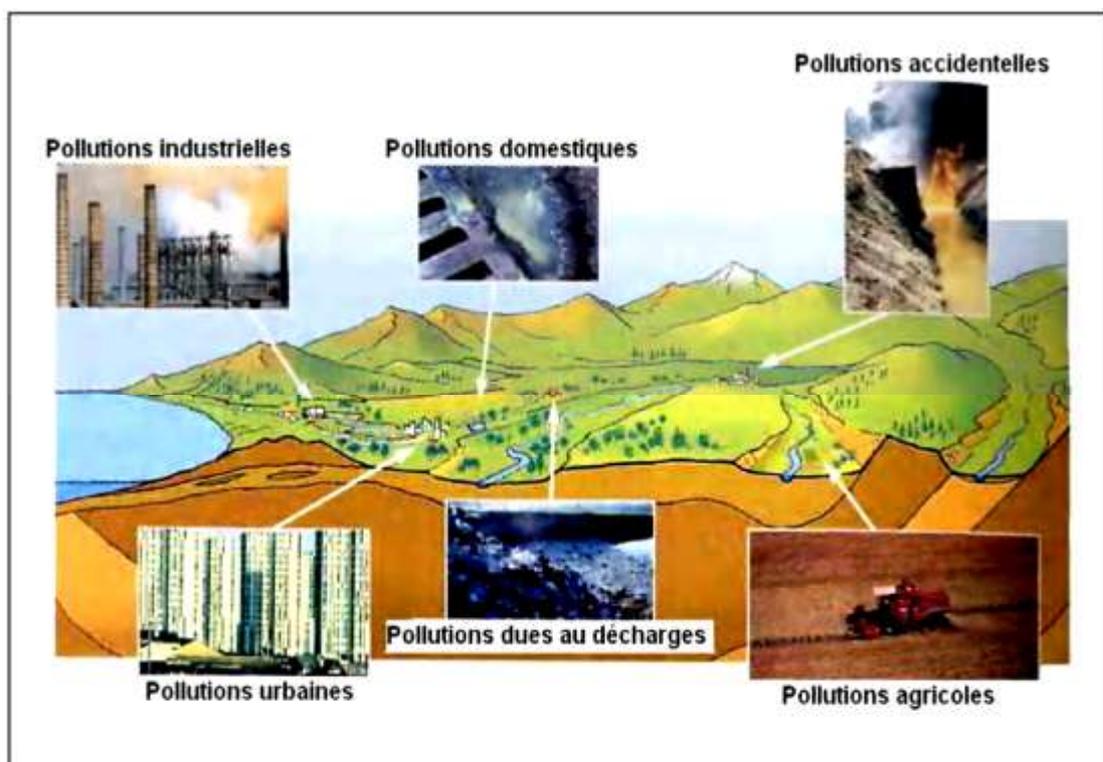


Figure 06 : Principales causes de pollution (Seghir, 2008).

5. Impacts de la pollution des eaux

5.1. Sur le milieu naturel

Les modifications de la température et de pH, perturbent le développement normal de la faune et de la flore. Le rejet de matière organique entraîne une surconsommation d'Oxygène par les microorganismes et en prive d'autant les poissons. Les matières en suspension conduisent aussi au colmatage des branchies des poissons, les rejets d'azote et de phosphore

Chapitre 3 : Pollution des eaux

favorisent l'eutrophisation des lacs. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes. (Lahreche et Laraba, 2021).

5.2. Sur la santé

La pollution a un impact sur la santé, et selon (SPF, 2021). On distingue :

- Des intoxications ponctuelles, le plus souvent liés à une détérioration de la qualité de l'eau à l'intérieur des bâtiments (relargage de plomb ou de cuivre).
- Mais surtout des cancers dus à des expositions chroniques (plus de 10 ans et jusqu'à 40 ans). Ces maladies représentent la plupart des pathologies associées aux polluants chimiques de l'eau de distribution observables aujourd'hui. Différentes localisations cancéreuses ont été associées à l'arsenic hydrique (cancers de la peau, la vessie, le rein, le poumon) et aux sous-produits de chloration (vessie, colorectal). La difficulté à reconstituer des expositions anciennes et à prendre en compte les nombreux autres facteurs de risques (tabac, alimentation...) pour ces types de cancers expliquent souvent les divergences observées dans les études épidémiologiques.

5.3. Sur l'économie

La détérioration de la qualité de l'eau entrave la croissance économique, aggrave les problèmes sanitaires, réduit la production de denrées alimentaires et exacerbe la pauvreté dans le nombreux pays (Bird-Ida, 2019).

6. Maladies liées à l'eau

L'étude sera limitée aux maladies transmises par l'eau, par les aliments contaminés par l'eau ou par les mains sales : ce sont les maladies du péril fécal.

A. Choléra

Tous les syndromes cholériformes caractérisés par une diarrhée liquide dus à des germes non invasifs, en particulier chez l'enfant à des virus gastroentériques : les rota virus sont les agents les plus fréquents des diarrhées du nourrisson et de l'enfant de moins de 3 ans (Pierre et Bernard, 2021).

Chapitre 3 : Pollution des eaux

B. Fièvre typhoïde

La fièvre typhoïde est endémique dans les pays en développement. L'incidence est de 11 à 20 millions de cas, avec 128 à 161 millions de morts dont 70 % d'enfants par an dans le monde, dont 90% des décès en Asie. La contamination se fait par les eaux ou les aliments à partir des selles infectées.

Les maladies d'origine hydrique transmises par voie transcutanée :

- soit par pénétration de larves de parasites : schistosomoses, anguillulose, ankylostomiase,
- soit par pénétration microbienne : mycobactérioses atypiques (Ulcère de Buruli) ou par voie respiratoire : légionelloses (aérosols) ou encore par ingestion avec l'eau de boisson (Pierre et Bernard, 2021).

C. Problèmes sanitaires en relation avec la constitution des eaux

Les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes dans l'eau, mais aussi à plusieurs substances d'origine organique ou minérale présentés par défaut (maladies de carence) ou en un excès dans l'eau de boisson, parmi les maladies de carence, on distingue surtout les caries dentaires en carence en fluor et le goitre en carence en iode (Baziz, 2008).

Tableau 01 : Impacts de pollution des eaux sur la santé et l'environnement (ASEF., 2010).

Polluant	Effets environnementaux	Effets sanitaires
Matières en suspension	Eaux plus troubles : perturbe la photosynthèse, la respiration des poissons et colmate les milieux aquatiques	Transportent des polluants : ce qui augmente les risques d'absorption de substances toxiques par l'organisme
Pollution organique	Asphyxie du milieu par consommation de l'oxygène dissous, mort des poissons stimulation de la production végétale (eutrophisation) et accumulation de boues faiblement biodégradable	Favorise le développement d'organisme pathogène pour l'homme

Chapitre 3 : Pollution des eaux

<p>Azote (nitrates, nitrites), phosphore</p>	<p>eutrophisation des milieux aquatiques par excès de matière nutritives pour les végétaux (algues) et conduisant à l'asphyxie des milieux toxicité de l'ammoniaque et des nitrites</p>	<p>Nitrates : eutrophisation du sang chez les nourrissons par blocage de l'hémoglobine interdisant le transport de l'oxygène (maladie bleue) Nitrites : cancers à long terme (même à faible concentration) si associés à certains pesticides</p>
<p>Métaux (Al, Ni, Cr)</p>	<p>Non biodégradable, bio accumulables</p>	<p>Troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés Aesenic nickel et chrome : cancérigènes aluminium : neutrotoxique , suspecté de jouer un rôle dans la maladie d'alzheimer</p>
<p>Pesticides</p>	<p>Substance très dangereuse Polluants organiques persistants S'adsorbent sur les matières en suspension et s'accumulent dans certains compartiments (sédiments, matières, organiques, chaine alimentaire).</p>	<p>Les plus toxiques : les insecticides Effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction), mutagènes et cancérogènes Glyphosate : effets sur le placenta</p>

Partie pratique

Chapitre 1:

Matériels et méthodes

1. Localisation et présentation de la zone d'étude

La wilaya de Mila se situe au Nord Est de l'Algérie et occupe une superficie totale de 3480,45km² soit 0,14% de la superficie du pays, la population de la wilaya de Mila est estimée dans l'année 2011 par 810370. Le chef-lieu de wilaya est distant de 50 KM de Constantine, de 100 KM de Jijel et de 450 KM capital Alger. La wilaya de Mila est limitée de :

- Au nord par la wilaya de Jijel
- Au nord-Est par la wilaya de Skikda
- Au l'ouest par la wilaya de Sétif
- A l'est par la wilaya de Constantine
- Au sud-est par la wilaya de Batna

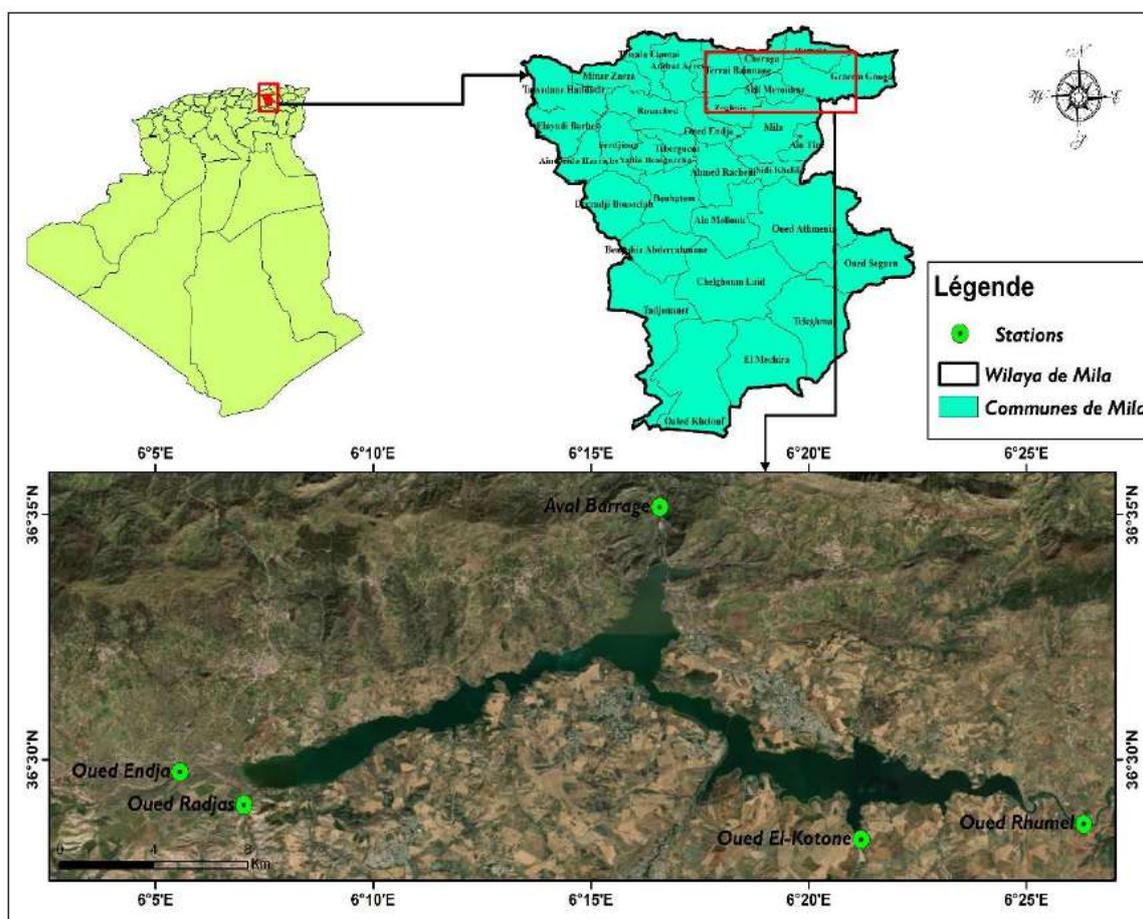


Figure 07: Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone (Boucharb, 2023)

Le bassin de Mila dans son ensemble est un bassin élevé avec une altitude moyenne de 500 m, il est drainé d'Est en Ouest par l'Oued Rhumel qui descend de 256 m à 135 m

Chapitre 1: Matériel et méthodes

pour former avec l'Oued Endja, l'Oued El Kebir au Centre-Ouest de la commune de Grarem. Le petit bassin d'Ibn Ziad est drainé par l'Oued El Bagrats et le Nord de la commune de Mila par l'Oued El Kotone ([Mebarki, 1982](#)).

1.1. Présentation du site d'étude

3.1.1. Localisation du sous bassin versant de l'Oued Kotone

Le sous bassin versant de l'Oued Kotone a une superficie de 10150 ha et se localise à l'aval du bassin versant de Beni Haroun. Il fait partie intégrante du bassin versant du Kébir Rhumel. C'est un affluent important de l'Oued Rhumel, ces caractéristiques sont les mêmes que la topographie de tout le bassin versant de Beni Haroun à savoir un relief accidenté, pente importantes, dénivelés fortes et terrain marneux ([Dib et Debbeche, 2018](#)).

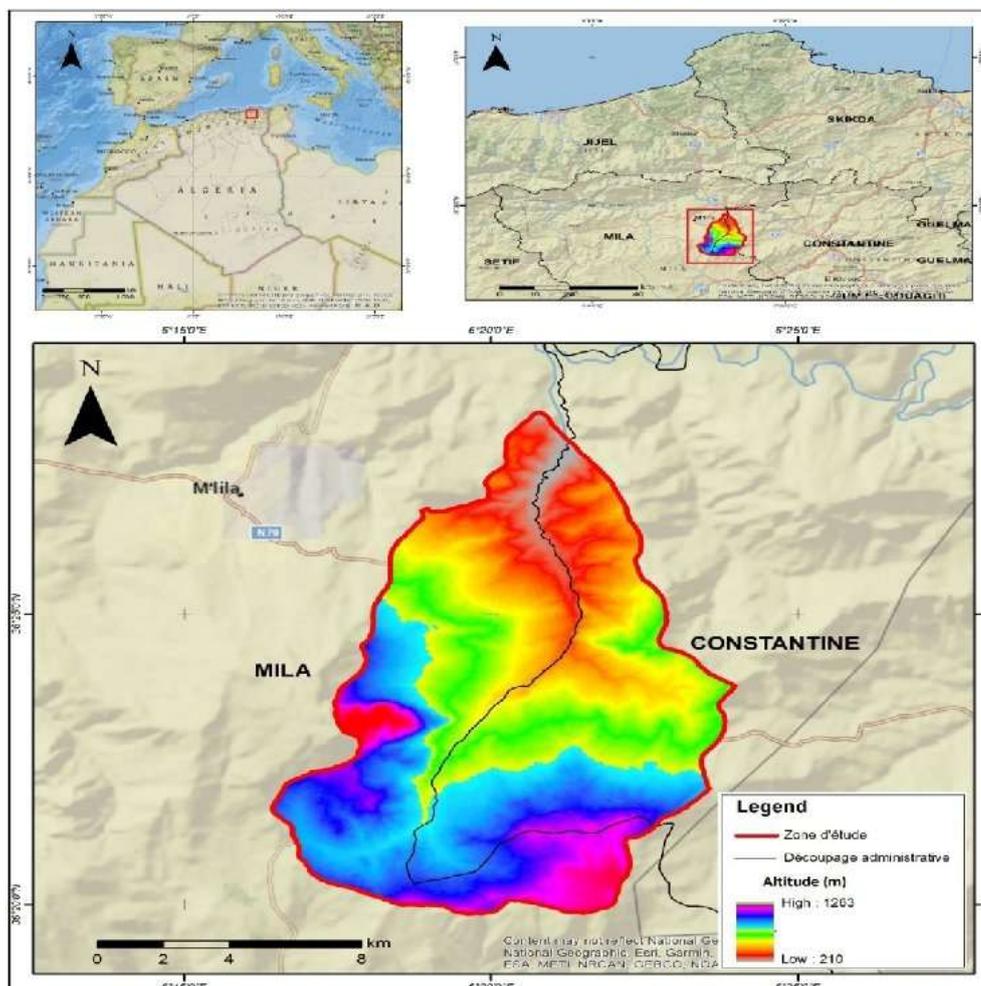


Figure 08: Carte de situation du sous bassin de l'oued kotone ([INCT, 2018](#)).

3.1.2. Localisation et présentation de Oued El-Kebir

Oued-El-Kebir est un grand fleuve qui coule dans l'est de l'Algérie, traversant, de sa source à son embouchure, les wilayas respectives de Mila, Sétif, Constantine et Jijel.

De sa source à la station d'Oued El Kebir on l'appelle Rummel. Après avoir cheminé dans la wilaya de Sétif le fleuve traverse la ville de Constantine creusant les gorges dites "du Rummel"; ensuite il passe au nord de la ville de Mila; c'est dans cette zone qu'a été construit le barrage de Béni-Haroun (Ghodbane et al., 2022). Oued El Kebir reçoit oued smendou et oued Endja, il franchit ensuite, par des gorges étroites, les rides de la chaîne des abor et passe au pied du bordj d'el Milia qui en commande l'entrée. Il se jette dans la méditerranée entre Jijel et Skikda. Sa longueur est supérieure à 200 km (Jodra, 2009).

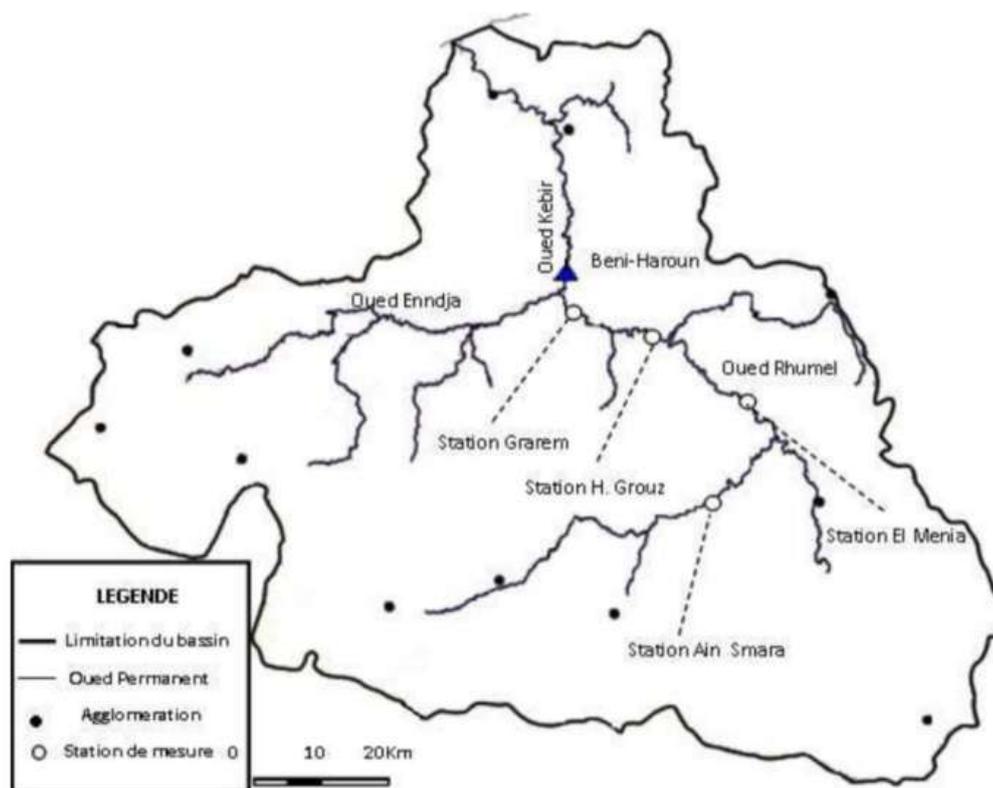


Figure 09: Situation géographique de l'oued El Kebir (ANBT 2012).

4. Les données climatiques

La wilaya de Mila est caractérisée par trois microclimats : subhumide dans la plupart des zones semi-aride dans les provinces du sud, et humide en haute altitude (Bouaroudj et al., 2019). calqués sur l'agencement des trois grands ensembles morphologiques :

Chapitre 1: Matériel et méthodes

- Humide, pour les reliefs montagneux du Nord et de la partie médiane, qui s'étend de Bouhatem à Ain Tine.
- Semi-aride à subhumide, pour la partie médiane de la wilaya.
- Semi-aride, pour les « hautes plaines » (ANDI, 2013).

2.1 Température

La température est un élément fondamental du climat. Elle est liée à la radiation solaire. Sa variation influe sur la transformation des eaux en vapeur, que ce soit à la surface, dans le sol ou dans le sous-sol, ainsi que sur le taux de salinité des eaux. De ce fait, elle conditionne aussi le développement et la répartition des différents types de végétation (naturelle ou cultivées) ainsi que le déficit d'écoulement dans le bassin versant (Lakache, 2022).

Selon la station de Ain Tin en 2023 la température de la zone d'étude durant la période de 10 ans (2012/2022), on observe que leur température minimal enregistré au mois de février avec une valeur de 4,7 C°. Le maximal enregistré au juillet avec une valeur de 34,8 C°, et la moyenne est varié entre 8,9 °C et 28,6°C.

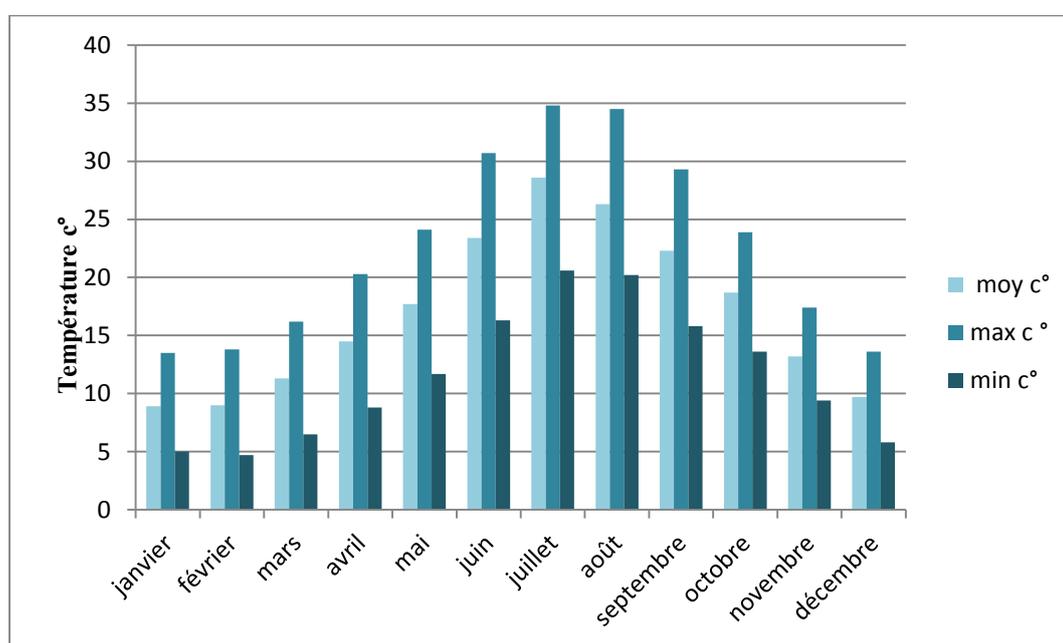


Figure 10: Températures moyennes de la région d'étude durant la période (2012/2022).

(Station météo de Ain Tin, 2023).

2.2 Précipitation

Les précipitations sont des facteurs climatiques essentiels en ce qui concerne le cycle écologique, le régime hydrographique et l'activité agricole. La variation de précipitations annuelles est le fait marquant dans cette wilaya. La pluviométrie à Mila est inégalement répartie à travers les mois de l'année et les précipitations sont, naturellement, cantonnées dans le semestre frais qui débute en Novembre et se termine en Mars. Le manque ou l'abondance des précipitations agissent sensiblement sur les réserves en eau ; quantités mobilisées et quantités exploitées (Goard et Tabeaud, 2002).

Selon la station de Ain Tin, 2023 la valeur maximale de la précipitation de la zone d'étude enregistrée durant le mois de février (99 mm) et mars (96 mm), puis la valeur minimale observée varie entre 7 mm et 24 mm pendant les mois de juillet et août.

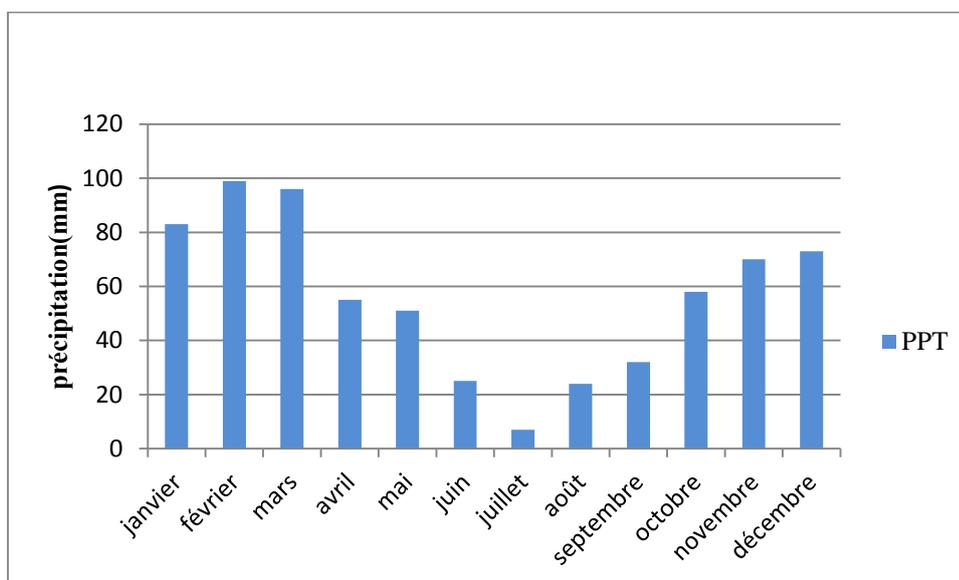


Figure 11: précipitation moyennes de la région d'étude durant (2012/2022).
(Station météo d' Ain Tin, 2023).

2.3 Vent

Le vent est un facteur important du climat, il influe principalement sur la température, l'humidité et l'évaporation. La direction, la fréquence et la vitesse des vents sont variables au cours de l'année (Vnoukov et Kovalev, 2000).

Selon la station météo d' Ain Tin en 2023, La vitesse de vent enregistré durant la période de 2012/2022 varie entre 16 m/s et 23 m/s, on observe que la vitesse maximum

montre pendant le mois de juin au contre la vitesse minimum enregistrée durant le mois de novembre.

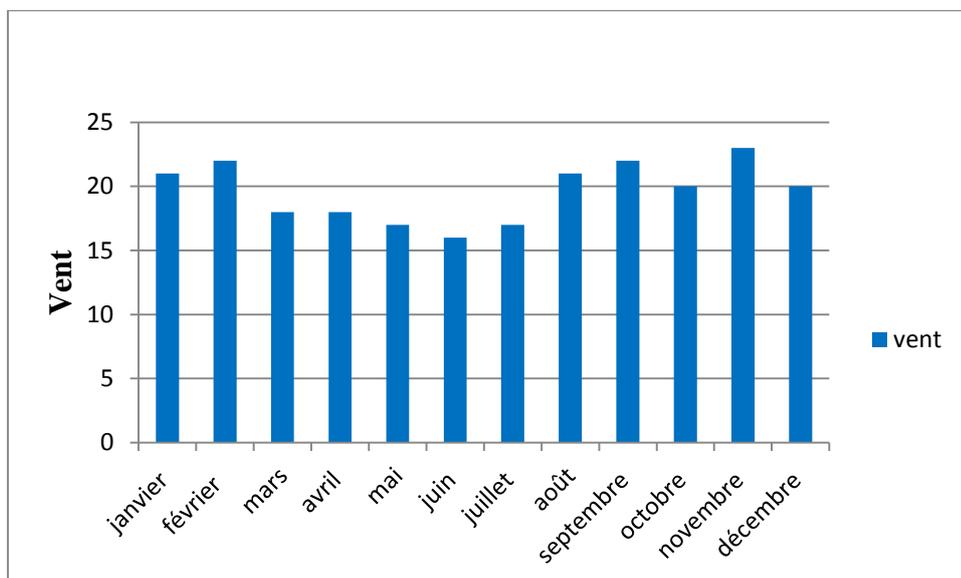


Figure 12: Vents moyennes de la région d'étude durant (2012/2022).
(Station météo de Ain Tin, 2023).

2.4. Humidité relative

L'humidité relative est l'un des paramètres principaux du cycle hydrologique. Elle conditionne l'évaporation ([Mansouri, 2009](#)). Elle est élevée durant toute l'année et varie peu durant l'été. Cette humidité est dû d'une part, aux fortes évaporations des eaux des nombreuses zones humides dont jouit la région (Barrages, cours d'eau, affluents, retenues collinaires) et d'autre part, de la proximité de la région de la mer ([Satha, 2014](#)).

La figure présenté les valeurs de l'humidité dans la région d'étude, selon la station d'Ain Tin en 2023 la valeur maximal est 76% au février et décembre, par contre la valeur minimal enregistré à l'ordre de 43% durant le mois de juillet.

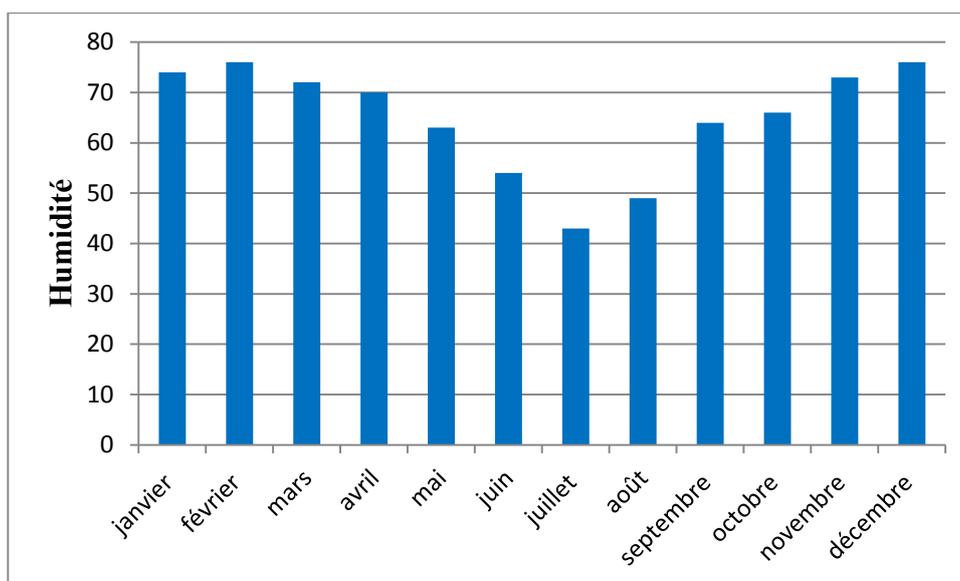


Figure 13: Humidités moyennes de la région d'étude durant (2010-2020).

(Station météo de Ain Tin, 2023).

5. Echantillonnage et Prélèvement et Mesures des paramètres physico-chimiques

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 physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (Rodier, 2009).

12 échantillons ont été prélevés dans deux oueds différents au cours de 3 mois février, mars et avril, ou chaque mois nous prélevons 4 échantillon une seul fois, deux échantillons de oued El-Kotn et deux échantillons de oued El-Kebir, selon (Rodier, 2005) L'étape d'échantillonnage constitue une des plus importantes étapes dans l'étude des eaux :

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser et bien conserver.

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des bouteilles en plastique sèches, propres et stérilisées de 1,5 L.

Les bouteilles d'échantillonnage ont été rincées avec l'eau à prélever à une profondeur de 15 à 30 cm de la surface de l'eau et en évitant la pénétration de l'air. Un espace d'air d'au moins 2,5 cm entre la surface du liquide et le bouchon du flacon a été laissé afin facilite

Chapitre 1: Matériel et méthodes

l'homogénéisation de l'échantillon au moment de son analyse et les bouteilles boucher soigneusement et hermétiquement tous les contenants après les prélèvements.

Pour chaque point d'échantillonnage, deux échantillons d'eau ont été prélevés. Une des bouteilles a été acidifié avec du HNO₃ pour la détermination des cations et l'autre a été maintenu non acidifié pour les analyses d'anions.

Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière à 4°C dans le même jour d'échantillonnage et échantillons ont été conservés au réfrigérateur



Figure 14: Prélèvement d'échantillons de oued El kotone en 20.02.2023.

- **Enregistrement et étiquetage des échantillons**

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement (Figure 11) avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (Rodier, 2009). Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologique, un numéro et toutes circonstances anormales, pour éviter toute confusion (Lightfoot N, 2002).

Tableau 02: Coordonnées des sites étudiés

Echantillons	Cordonnées
L S1	36°28'23''N6°21'11''E
L S2	36°27'48''N6°21'08''E
K S1	36°29'39''N6°01'29''E
K S2	36°29'30''N6°04'22''E

Chapitre 1: Matériel et méthodes

3.1 Sur terrain

Pour évaluer la qualité de l'échantillon ont été prélevées on a mesuré un ensemble de paramètres physico- chimiques. La mesure de ces paramètres : la température, le pH, conductivité électrique, l'oxygène dissous, et salinité ce déterminées sur terrain au cours de l'échantillonnage avec un équipement standard en utilisant des appareils portatifs (Conductivité-mètre, pH-mètre, Oxymètre)

En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés in situ ([Rodier, 2005](#)).



Appareil Conductivité Mètre et de pH Mètre .



Appareil d'Oxymètre.



Appareil de thermomètre.

Figure 15: Appareillages

3.2. Au laboratoire

Cette étude a été réalisée par des analyses effectuées au niveau du laboratoire de recherche des Sciences Naturelles et des Matériaux (LSNM) du Centre Universitaire de Mila

Chapitre 1: Matériel et méthodes

Paramètres physico-chimique

A : La matière en suspension

Ont été effectuées au laboratoire par la méthode de filtration sur fibre de verre (Rodier, 2009).

Méthode par filtration sur fibre de verre

■ Principe

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par des différentielles.

Mode opératoire

- ✓ Laver le disque de filtration à l'eau distillée, le sécher (105 °C) jusqu'à masse constante, puis le peser à 0,1 mg près après passage au dessiccateur.
- ✓ Le mettre en place sur l'équipement de filtration. Mettre en service le dispositif d'aspiration ou de pression. Verser l'échantillon (V) sur le filtre.
- ✓ Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10 ML d'eau permutée.
- ✓ Faire passer sur le filtre cette eau de lavage.
- ✓ Laisser essorer le filtre, sécher à 105 °C. Laisser refroidir au dessiccateur et peser à 0,1 mg près, jusqu'à masse constante (Rodier, 2009).

■ Expression des résultats

La teneur de l'eau en matières en suspension (mg / L) est donnée par l'expression

$$((M1 - M0) \div v) \times 1000$$



Figure 16: Filtration sur fibre de verre

B : Turbidité

- Les échantillons d'eau prélevés sont placés dans des cuves stériles
- Une agitation manuelle est faite pour homogénéiser l'échantillon et éliminer de tous les bulles d'air
- Après avoir placé la cuve dans le turbidimètre et choisir le programme de lecture spécifique à la turbidité, les résultats sont directement lus sur un écran d'affichage ([Glaude et al., 2001](#)).



Figure 17: Appareil de Turbidimètre.

C. Dosage de sulfate (SO_4^{2-})

▪ Principe

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinylpyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre.

Mode opératoire

Dans un tube, introduire successivement :

- ✓ Eau à analyser 50 ml
- ✓ Acide chlorhydrique au 1/10 ml Solution de chlorure de baryum + Tween 20 Ou solution de chlorure de baryum + PVP 5 ml
- ✓ Préparer dans les mêmes conditions un tube témoin en remplaçant l'eau à analyser par de l'eau distillé.
- ✓ Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes. Agiter de nouveau et faire les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage ([Rodier, 2009](#)).



Figure 18: Dosage de sulfate

D. : Alcalinité : détermination du TA et du TAC par la méthode titrimétrique

Principe

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur

Mode opération

Détermination du TA

- ✓ Prélever 10 ml d'eau à analyser dans une fiole conique, ajouter 1ml de solution alcoolique de phénolphthaléine, une coloration rose doit alors développer .dans le cas contraire le TA est nul
- ✓ Verser ensuite doucement l'acide dans la fiole à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution, Soit V le volume d'acide utilisé pour obtenir le virage ([Hihat et Touati, 2017](#)).

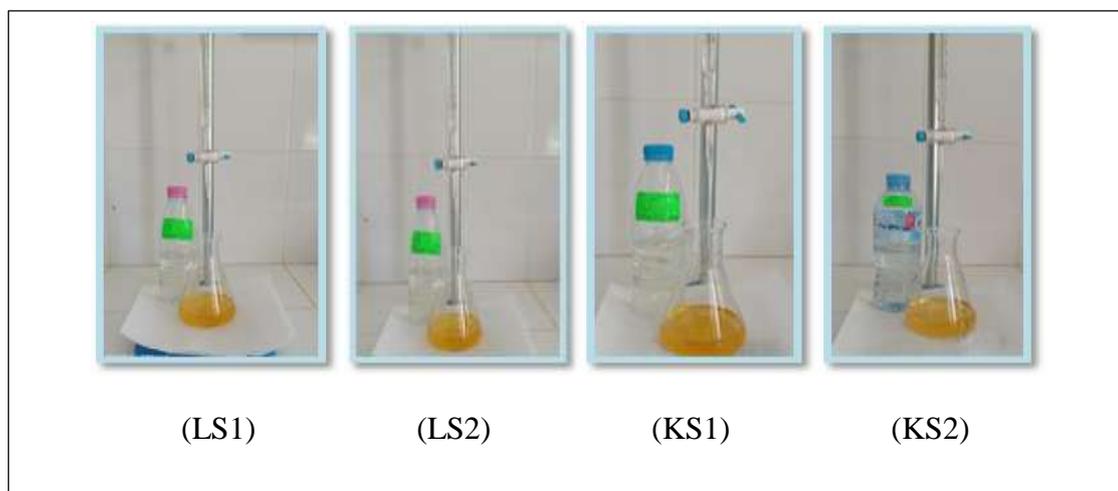


Figure 19: Dosage pour déterminer TA

Détermination du TAC

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de méthyl orange et de rouge de méthyl et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'à disparition de la coloration jaune orangé et apparition de la couleur rouge (pH 4,5). Le dosage doit être effectué rapidement pour réduire les pertes de CO₂ qui pourraient entraîner une élévation du pH de virage.

Soit V' le volume d'acide 0,02 N versé depuis le début du dosage (Hihat et Touati, 2017).



Figure 20: Dosage pour déterminer TAC

Expression des résultats

1) TA

V/5 Exprime le titre alcalimétrique (TA) en milliéquivalents par litre. V Exprime le titre alcalimétrique en degrés français (1° f correspond à 10 mg de carbonate de calcium ou à 0,2 mEq/l).

2) TAC

V/5 Exprime le titre alcalimétrique complet (TAC) en milliéquivalents par litre. V' Exprime le titre alcalimétrique complet en degrés français.

A. Dosage du Nitrates NO₃⁻

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 25°C.

Chapitre 1: Matériel et méthodes

On procède comme suit :

- ✓ Rincer une éprouvette de 50 ml avec l'eau à analyser et y introduire 50 ml de l'échantillon

Une gamme d'étalonnage doit être réalisée au préalable. L'échantillon ou l'étalon est injecté dans une boucle, préalablement rincée par l'échantillon ou l'étalon, et qui connectée au circuit via un système de valves ([Ghodbane et al, 2022](#)).

- ✓ Ajouter 1ml de solution de sulfanilamide et laisser reposer 2 à 8 min
- ✓ Ajouter 1 ml de solution de N-NaphtylÉthylénediamine et mélanger à nouveau puis attendre au moins 10min
- ✓ Mesurer l'absorbance à partir d'un spectrophotomètre en cuve de 10 cm de trajet optique à la longue d'onde de 543 nm ([Grasshoff, 1977](#) ; [Johnson, 1971](#)).



Figure 21: Dosage de nitrate .

B. Dosage de nitrite (NO_2^-)

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 25°C.

On procède comme suit :

- ✓ Rincer une éprouvette de 50 ml avec l'eau à analyser et y introduire 50 ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter 1ml de solution de sulfanilamide et laisser reposer 2 à 8 min
- ✓ Ajouter 1 ml de solution de N-Naphtyl Éthylène diamine et mélanger à nouveau puis attendre au moins 10 min
- ✓ Mesurer l'absorbance à partir d'un spectrophotomètre en cuve de 10 cm de trajet optique à la longue d'onde de 543 nm ([Grasshoff, 1977](#) ; [Johnson, 1971](#))
- ✓ .



Figure 22: Dosage de nitrate

C. Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

- ✓ Prendre 100 ml de l'échantillon directement dans le flacon à réaction
- ✓ Ajouter 3 ml de solution de Phénol-nitroprussiate
- ✓ Boucher et agiter pour bien homogénéiser
- ✓ Ajouter sans attendre 3 ml de solution de alcaline D'hypochlorite
- ✓ Boucher et agiter à nouveau puis placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h (au mieux pendant une nuit)

Chapitre 1: Matériel et méthodes

- ✓ Mesurer l'absorbance à 630 nm, par rapport à l'eau distillée, en cuves de 10 cm de trajet optique ([Grasshoff, 1977](#) ; [Johnson, 1971](#)).



Figure 23: Dosage de l'ammonium

I. Dosage de phosphore (PO_4^{3-})

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 30°C.

On procède comme suit :

- ✓ Préparer le mélange réactif
- ✓ Mesurer 100 ml d'échantillon
- ✓ Ajouter 10 ml du mélange réactif et homogénéiser aussitôt
- ✓ Attendre 5min et mesurer l'absorbance à 885 nm en cuves de 10 cm de trajet optique, par rapport à l'eau distillée ([Grasshoff, 1977](#); [Johnson, 1971](#)).

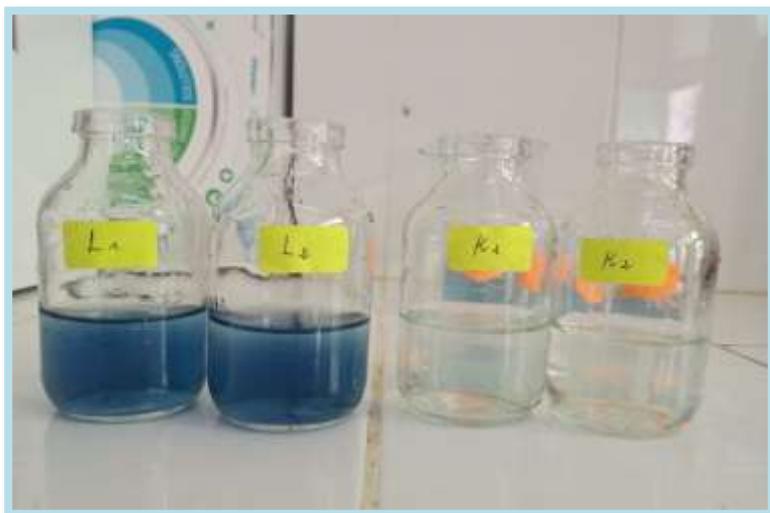


Figure 24: Dosage de phosphore

D. Dosage de Silicium (SiO_4)

La température des échantillons doit être comprise entre 18 et 25°C

- ✓ Introduire dans une éprouvette en polyéthylène de 50 ml, 10 ml de Moly BDATE,
- ✓ Ajouter à la pipette 25 ml d'échantillon, boucher et mélanger
- ✓ Attendre au minimum 10 min mais jamais plus de 30 min
- ✓ Ajouter rapidement le réducteur (mélange préparé) pour compléter à 50 ml et mélanger aussitôt
- ✓ Attendre 2 à 3 h et mesurer l'absorbance par spectrophotomètre à 810 nm
(Grasshoff, 1977 ; Johnson, 1971).

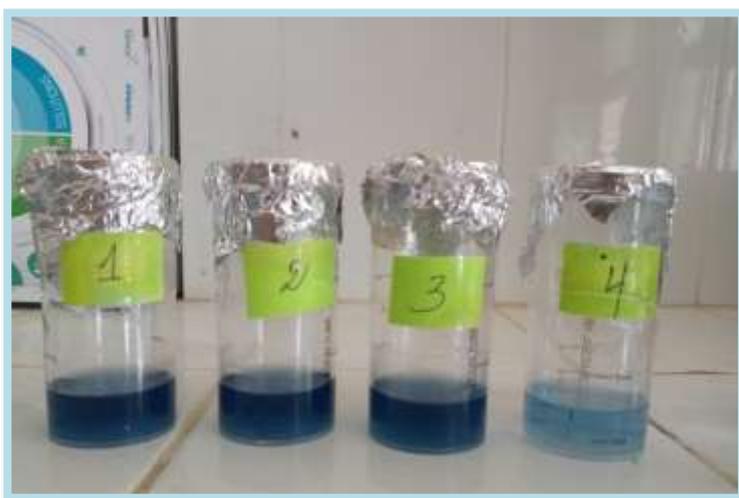


Figure 25: Dosage de silicium

Chapitre 2:

Résultats et discussion

1. Paramètres physiques

L'étude physico-chimique des eaux des oueds joue un rôle important dans la détermination de la qualité et de la possibilité de son utilisation pour l'irrigation. L'évaluation des paramètres physico-chimiques des eaux des oueds, oued El Kotone et oued El Kebir au niveau de la région de Mila durant trois mois (février, mars et avril).

Température (T)

Elle est variée d'un échantillon à un autre selon l'endroit où la position, le climat et l'heure de prélèvement (Idaoui, 2012). Les résultats d'analyse de la température des eaux des oueds qui sont étudiées sont présentés dans la figure 26.

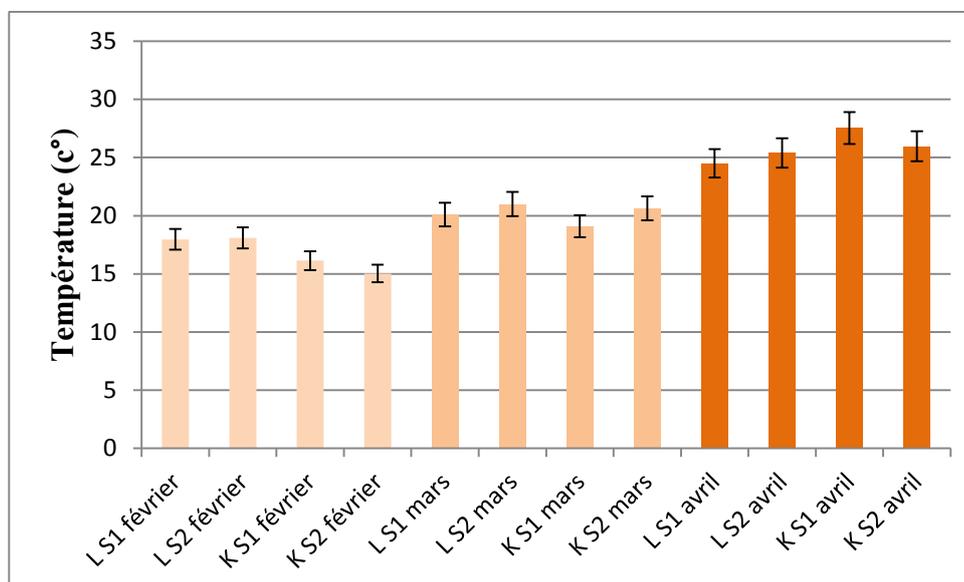


Figure 26: Tendence de la température des eaux des oueds entre février- avril 2023

La température des eaux des oueds étudiés oscille entre 15,03 C° et 27,5 °C, ces valeurs sont en parfaite concordance avec le climat. Ces observations montrent un effet saisonnier très marqué du climat sur l'état thermique des eaux. Elles sont conformes aux normes de l'OMS.

Les résultats de la température sont inférieures à ceux de (Makhoukh *et al.*, 2011) dans plusieurs stations d'oued Moulouya (Maroc oriental) varient entre 10 C° et 15 C° durant la période humide, aussi pour Oued Daliya au Maroc avec une moyenne de (26°C) (Ounes *et al.*, 2016). Plus Gaagai (2017) a trouvé des valeurs entre 20,5C° et 3,7C° au niveau de du barrage de Babar (Octobre 2007-Avril 2008).

Chapitre 2: Résultats et discussion

1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14 (Derwich *et al.*, 2010). Les résultats d'analyse de potentiel d'hydrogène des eaux des oueds qui sont étudiées sont présentés dans la figure 27.

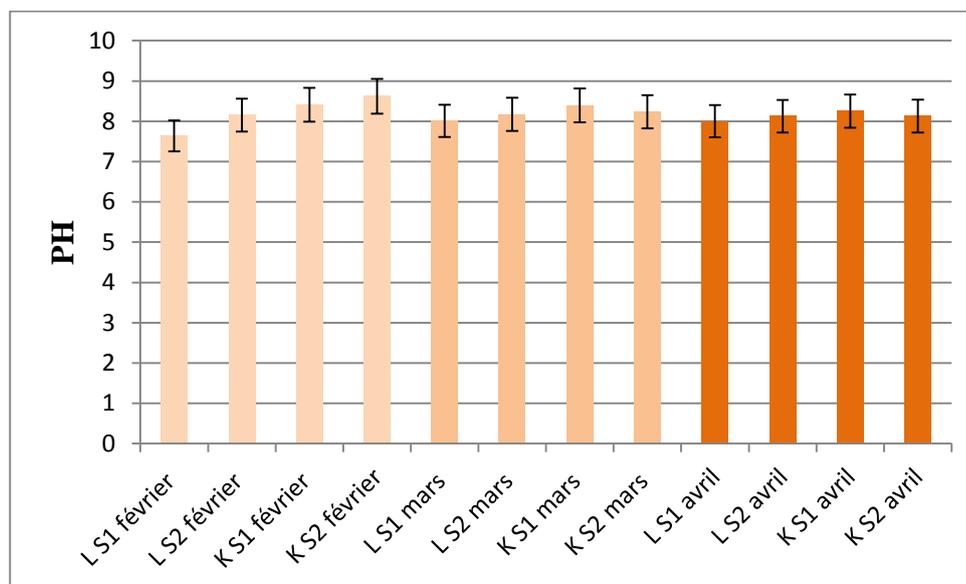


Figure 27: Variations de pH des eaux des oueds étudiées

D'après les résultats de potentiel d'hydrogène des eaux des oueds étudiés sont comprises entre 7,63 et 8,62 durant la période d'étude, ces valeurs conformes aux normes de l'OMS et de FAO (6,5- 9,2), ce sont donc des eaux de bonne qualité.

Les résultats de pH des oueds étudiés durant les trois mois sont proches aux résultats de (Guergueb *et al.*, 2013) dans la région d'el Tarf cas des eaux d'oued Kebir avec la valeur de 7,5 pendant la saison de l'hiver et la valeur de 7,6 pendant la saison de printemps ainsi que (Chair *et al.*, 2017) a trouvé les valeurs de 7,8 pendant février, 7,5 pendant mars et 7,6 pendant avril .

Ces résultats corroborent ceux rapportés dans l'étude de Djeddi *et al.* (2018) et Kherief Nacereddine *et al.* (2018) au niveau du barrage de Béni Haroun ainsi que celle des Rana *et al.* (2010) dans la ville de Rohtak, Haryana (Inde), aussi Bassuony *et al.* (2014) dans la région du delta nord-est-Egypte, plus l'étude de Shammi *et al.* (2016) dans les eaux de surface du Bangladesh.

1.2. Salinité

La salinité traduit le caractère salin de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre et d'une région à une autre. Elle est en relation directe avec la conductivité (Mihoubi, 2008). Les valeurs de la salinité présentées dans la figure 28.

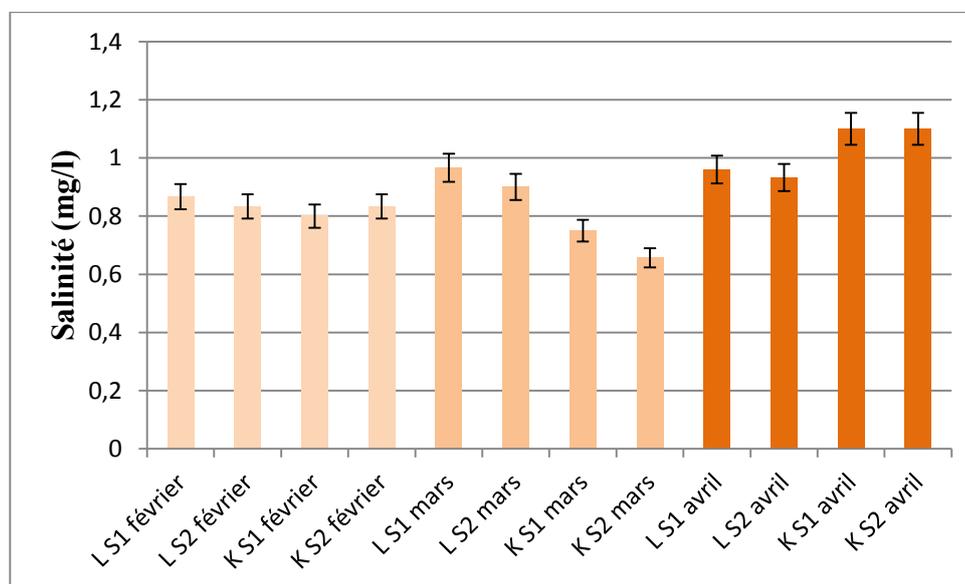


Figure 28: Variation de la salinité des eaux des oueds étudiées.

Les valeurs de salinité des eaux des oueds étudiés durant la période d'étude varient entre 0,65 mg/L et 1,1 mg/L. Ces valeurs sont inférieures à celles donnée par la norme algérienne qui est de 1,5 mg/l. La salinité augmente durant la période de l'évaporation.

Les résultats obtenus sont en accord avec les valeurs de Lahreche et Laraba (2021) de la rivière des Barrage Hammam Grouz dans la Wilaya de Mila qui varient entre 0,5 mg/L et 1,20 mg/L.

L'oxygène dissous

Durant la période d'étude, les valeurs variation spatiale de l'oxygène dissous des eaux étudiées sont comprises entre 9,03mg/l et 76,9mg/l (figure 29).

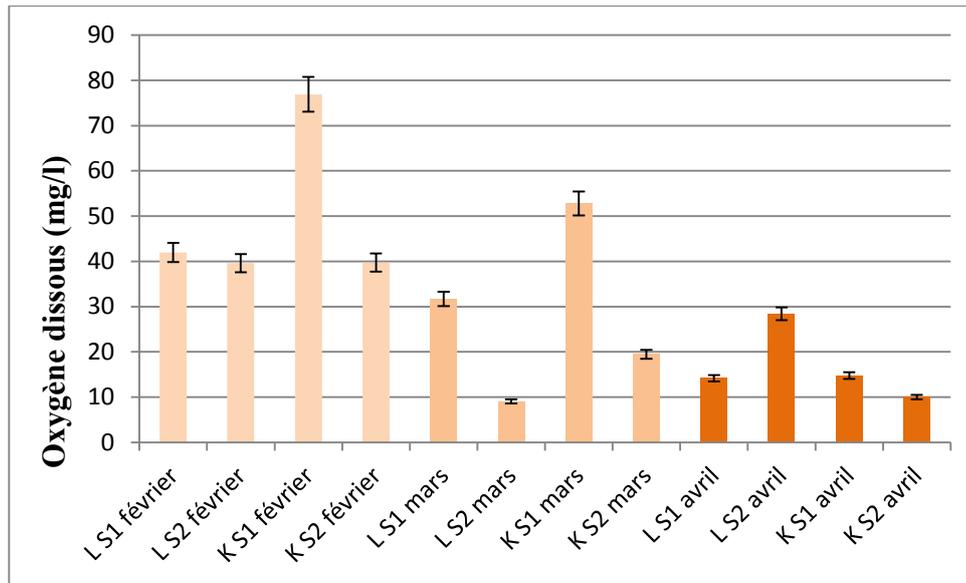


Figure 29: Variation de l'oxygène dissous des eaux des oueds étudiées.

Les résultats des eaux des oueds étudiées sont inférieurs aux résultats obtenus par (Abboudi *et al.*, 2014) qui ont trouvé un intervalle de 3.5 mg/L à 8 mg/L dans des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc, aussi Benariba (2015) a trouvé la valeur de 4.1 mg/l d'oued Hennaya .

1.3. Turbidité

Au cours de la période d'étude, les valeurs de la turbidité des eaux des oueds étudiées sont comprises entre 15,4 NTU et 588,33 NTU. Ces résultats sont supérieures aux normes d'OMS et les normes algériens (5 NTU), ce sont donc des eaux très mauvaise qualité (figure 30).

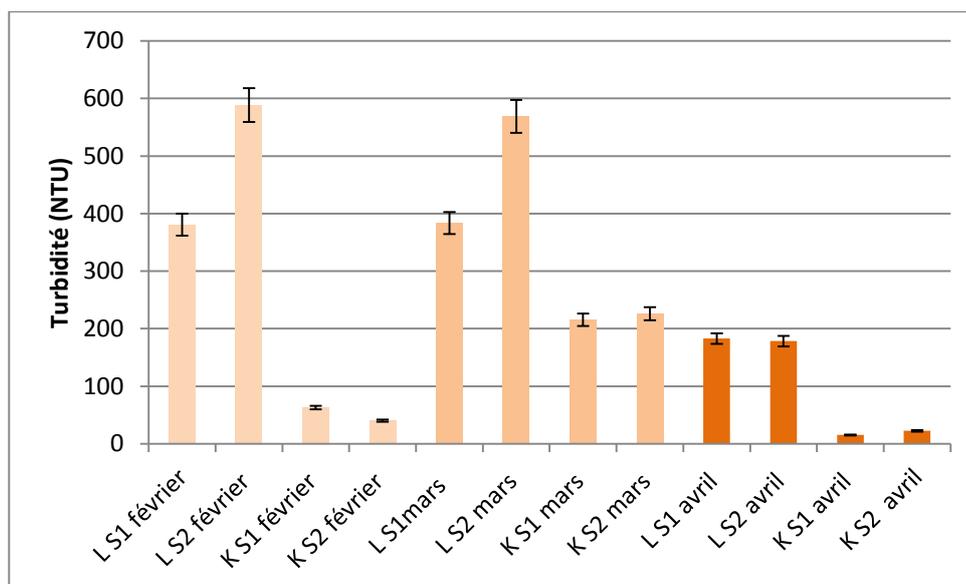


Figure 30: Variation de la turbidité des eaux des oueds étudiées.

Chapitre 2: Résultats et discussion

Cette variation est causée par les conditions météorologiques qui modifient la turbidité de l'eau, comme la température élevée et la pluviométrie, qui augmentent sa valeur (Aberkane, 2011).

Les valeurs de la turbidité des eaux des oueds étudiées n'accord avec (Boutebba *et al.*, 2022) pendant le mois d'Avril ont marqué une valeur maximale de 48.7 NTU dans le site 1, alors que la valeur minimale de 18.5 NTU dans le site 2 pendant le mois de Mai d'Oued Seybouse.

1.4. Matière en suspension

Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension, leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables (Sebihi, 2015) (figure 31).

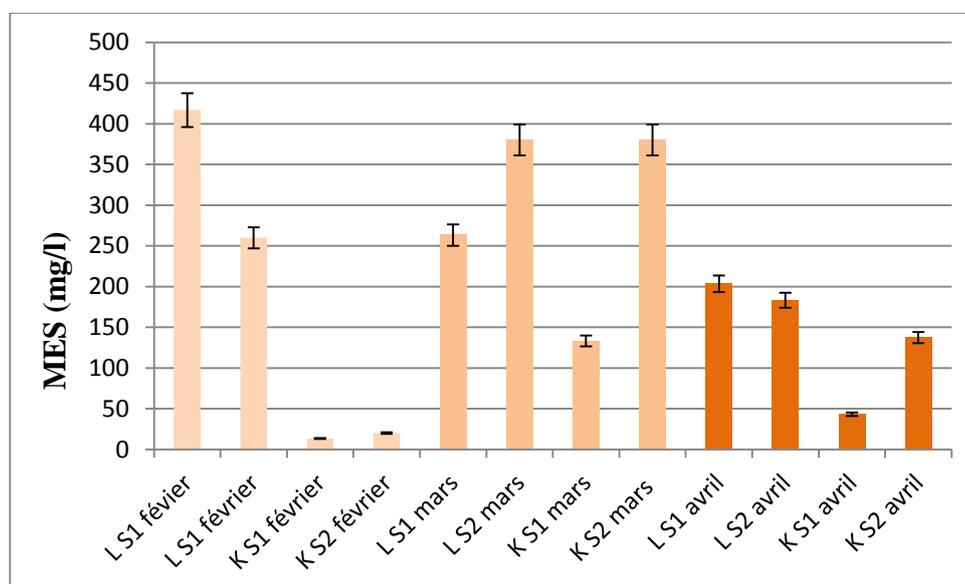


Figure 31: Variation de la MES des eaux des oueds étudiées.

Les valeurs de la matière en suspension de toute les stations enregistrées durant la période d'étude varient entre 13,33 mg/l et 416,66 mg/l dans oued el kebir KS1 et oued el kotone LS1 respectivement durant le mois de février.

On comparant ces résultats avec les résultats obtenus par (Benkadour, 2018) qui a trouvé la valeur de matière en suspension au niveau de oued Chelf en Algérie varie entre 21- 960 mg/l, et par (Hayzoun *et al.*, 2015) qui ont trouvé la valeur de MES varie entre 63- 2500 mg/l au niveau de sebou au maroc.

1.5. Total des solides dissous (TDS)

Le TDS signifie le total des solides dissous exprimé en mg/L, il représente la concentration totale des substances dissoute dans l'eau. Les valeurs de TDS des eaux des oueds étudiés sont présentées dans la figure 32.

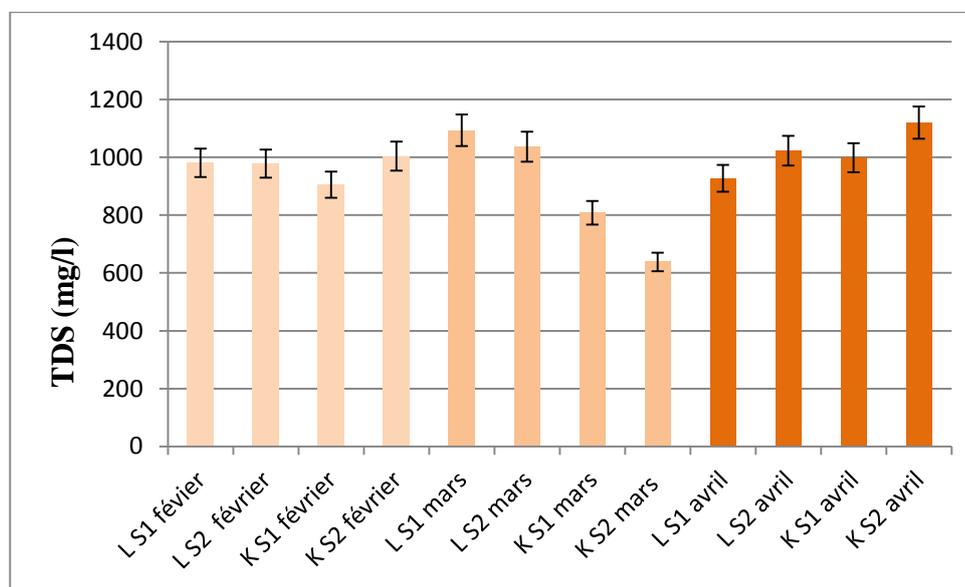


Figure 32: Variation de la TDS des eaux des oueds étudiées.

D'après les résultats obtenus, la valeurs maximale est enregistré dans oued el koton l'ordre de 1093,33 mg/l dans L S1 pendant mars et la valeur minimale est de 638 mg/l dans K S2 pendant la période de mars, ces valeurs obtenus dépassent les normes algériens et de l'OMS.

Les résultats de (Gaagai, 2017) des eaux du barrage de Babar (Sud-Est Algérien) sont enregistrés une valeur maximale 3200 mg/l et une valeur minimal 2320 mg/l au niveau de site 1, et une valeur maximal 1250 mg/l et minimal de 700 mg/l au niveau de S2, donc les valeurs de oued El koton sont inférieures aux valeurs de S1 de Gaagai, par contre les résultats de oued El kebir sont inférieure aux résultats de Gaagai sauf K S2 (646 mg/l) aussi Merhabi (2019) dans la rivière Kadicha au Liban a indiqué une moyenne de (533.5mg/L), les résultats de (Yahya Maham Ould Sidi et al., (2017) ont trouvé une moyenne de (260 mg/L) au niveau du lac d'Aleg en Mauritanie.

Conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 2009). Les résultats de la conductivité électrique présentent dans la figure 33.

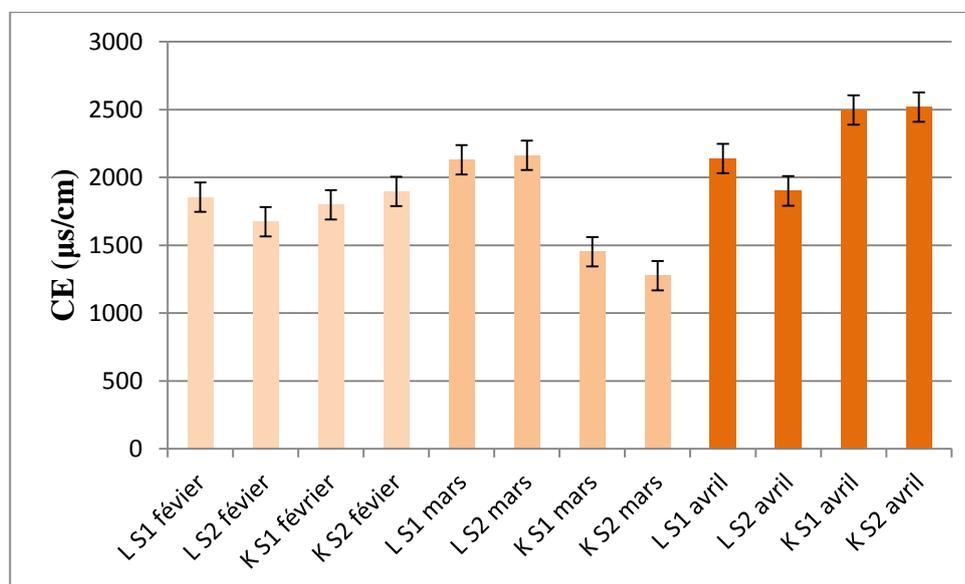


Figure 33: Variation de la CE des eaux des oueds étudiées.

D'après les résultats obtenus des eaux des oueds étudiées, la conductivité électrique est comprise entre 1674 µs/cm et 2516,66 µs/cm, ces résultats sont inférieurs à les normes algériens mais extérieurs à les normes de l'OMS.

Nos résultats sont proches aux valeurs de (Sahraoui, 2014) qui a indiqué les valeurs entre 150 µs/cm et 2120 µs/cm au niveau des eaux du bassin versant de oued Zegrir, par contre les résultats des sites de oued el koton (mars et avril) sont supérieures aux résultats de (Sahraoui, 2014).

2. Nutriments

2.1. Nitrate (NO₃⁻)

Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution. Ils jouent le rôle de fertilisant pour les plantes qui assimilent l'azote sous la forme NO₃⁻ (Djermakoye, 2005) (figure 34).

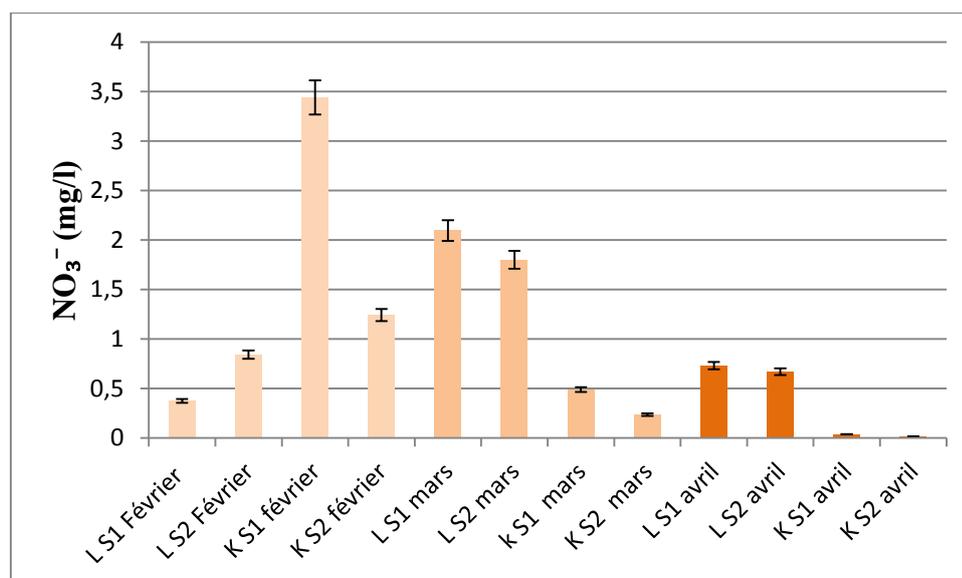


Figure 34: Variation de NO₃⁻ des eaux des oueds.

Les valeurs moyennes de NO₃⁻ des eaux des oueds étudiées durant la période d'étude sont comprises entre 0,014 mg/l et 3,44 mg/l, les valeurs de ces oueds sont en accord avec les normes de l'OMS et les normes algériennes (50 mg/l).

Les résultats de notre étude sont supérieures aux résultats des eaux de surface du bassin versant de Beht (Maroc) [Lakhili et al., \(2015\)](#) ont trouvé des valeurs varient entre 0,009 mg/l et 0,9 mg/l. Les concentrations de nitrate dans la rivière Medjerda en Tunisie ([Etteieb et al., 2015](#)) variaient de 5,3 à 21,7 mg/l et étaient considérées comme acceptables, plus élevées que la concentration en nitrates des eaux des oueds étudiées .

2.2. Nitrite (NO₂⁻)

Les nitrites proviennent soit de l'oxydation incomplète de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence des bactéries dénitrifiantes ([Rodier et al., 2009](#)) figure 35.

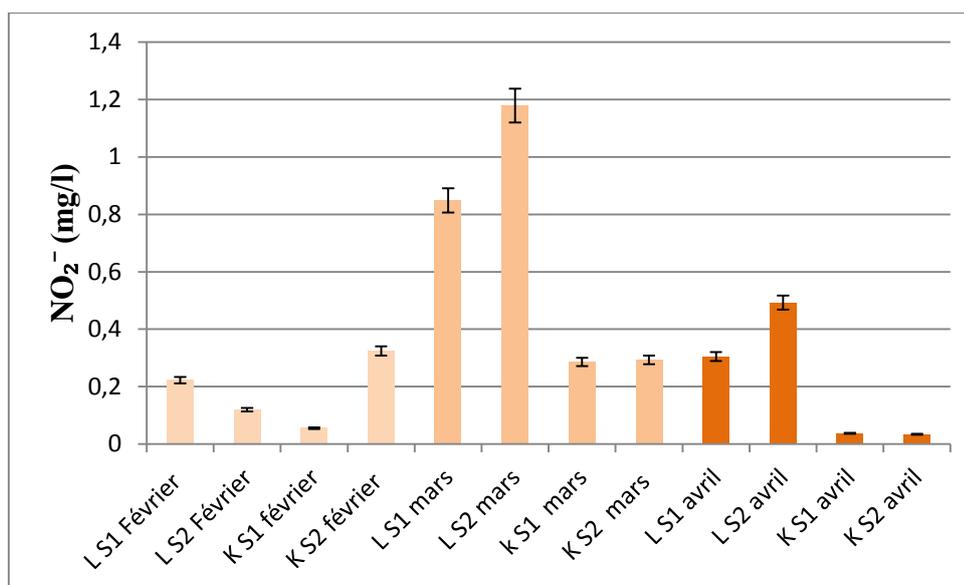


Figure 35: Variation de NO₂⁻ des eaux des oueds.

D'après l'analyse de nitrite des eaux des oueds étudiées durant la période d'étude, les valeurs enregistrées sont de l'ordre de $0,037 \pm 0,001$ mg/l et $1,17 \pm 0,47$ mg/l au niveau de oued El kebir KS1 et KS2 avril et de oued El koton LS2 mars respectivement. Quelques valeurs dépassent les normes de l'OMS et les normes algériennes (0,1 mg/L).

Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par (Allagua *et al.*, 2017) qui ont trouvé des valeurs entre 0,057 mg/l (juin) et 1,97 mg/l (avril) des eaux du Barrage Foug El-Khanga, région de Souk-Ahras, Algérie.

2.3. Ammonium (NH₄⁺)

La teneur en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammoniaque est oxydée graduellement en nitrite et en nitrates (Larbi, 2004) figure 36.

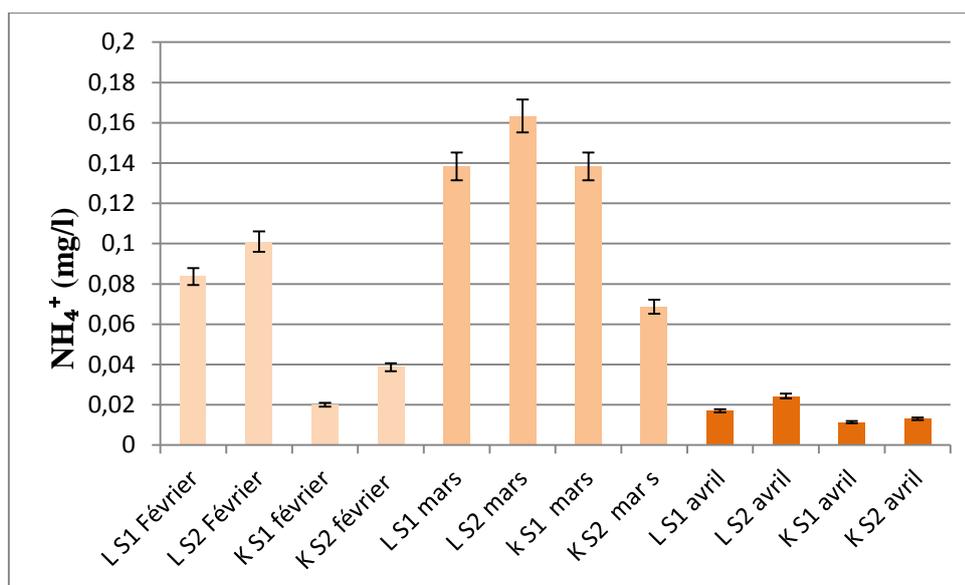


Figure 36: Variation de NH₄⁺ des eaux des oueds.

D'après les résultats obtenus de l'ammonium, la valeur est comprise entre 0,16 mg/l- 0,01 mg/l dans l'oued El kotone LS2 (mars) et l'oued El kebir (Avril) respectivement, les valeurs de ce paramètre pour les eaux des oueds étudiées ne dépassent pas les normes de l'OMS et les normes algériennes des eaux de surface (0,5 mg/l) .

Nos résultats sont inférieures aux résultats de (Mehounou *et al.*, 2016) au niveau des eaux souterraines et superficielles de la zone de production cotonnière d'Aplahoué (avec une valeur maximale de l'ordre de 1,5mg/l), aussi aux valeurs de (Yahya Maham Ould Sidi *et al.*, 2017) au niveau du lac d'Aleg, au Mauritanie avec une moyenne de (0,2 mg/L), ainsi que (Bouriche , 2018) a trouvé une moyenne de (2.1mg/L).

2.4. Phosphore (PO₄³⁻)

Le phosphore est un composant essentiel de la matière vivante puisqu'on le rencontre sous forme de nombreuses formes jouant un rôle clés dans le métabolisme des organismes vivants figure 37.

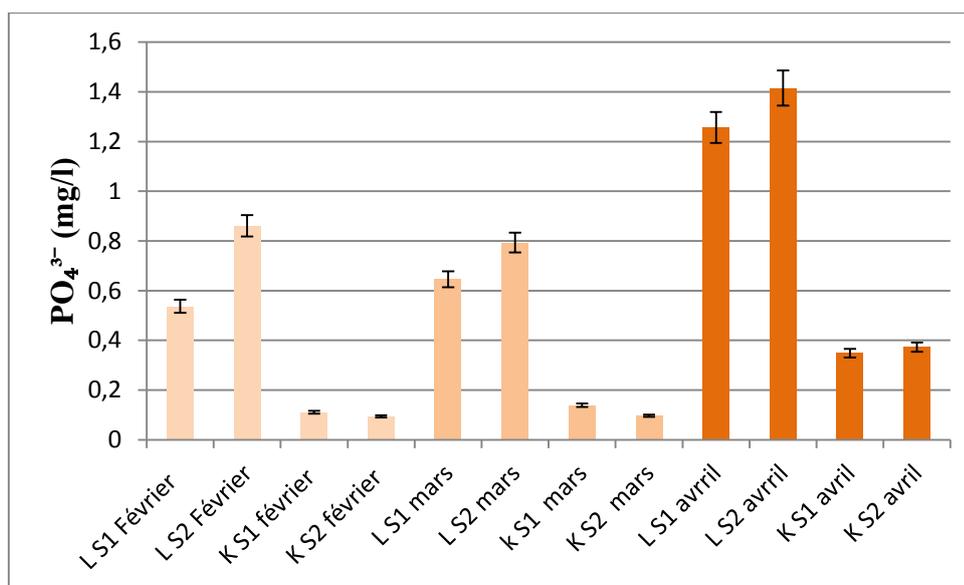


Figure 37: Variation de (PO_4^{3-}) des eaux des oueds.

Les valeurs de phosphore dans toutes les sites de oued El kotone sont élevées et dépassent les normes de l’OMS (0,5 mg/L), la valeur minimale est 0,53 mg/L LS1 (février) et la valeur maximale est enregistrée dans LS2 de l’ordre de 1,41 mg/L (avril), d’un autre coté les valeurs de oued El kebir ne dépassent pas les normes de l’OMS, elles vari entre 0,093 mg/L et 0,373 mg/L.

Nos résultats restent inférieures aux valeurs de [Christian Comlan Viaho \(2017\)](#) avec une moyenne de Phosphore est de (4.95mg/l), au niveau du lac Ahémé au Sud-ouest de Bénin. Aussi pour [Otokunefor et Obiukwu \(2005\)](#) au Nigéria, ([Rusan et al., 2007](#)) en Jordanie, ([Wimbaningrum et al., 2015](#)) 0,05mg/l en Indonésie, ([Guamri et al., 2007](#)) 4,7 mg/l à Kenitra, Maroc, ([Gaye, 2002](#)), au Sénégal ([Keraita et al 2012](#)).

2.5. Silicium (SiO_4)

La silice se dissout dans l’eau sous la forme de la molécule $Si(OH)_4^-$, acide monosilicique ou orthosilicique ([Chaden, 2012](#)) figure 38.

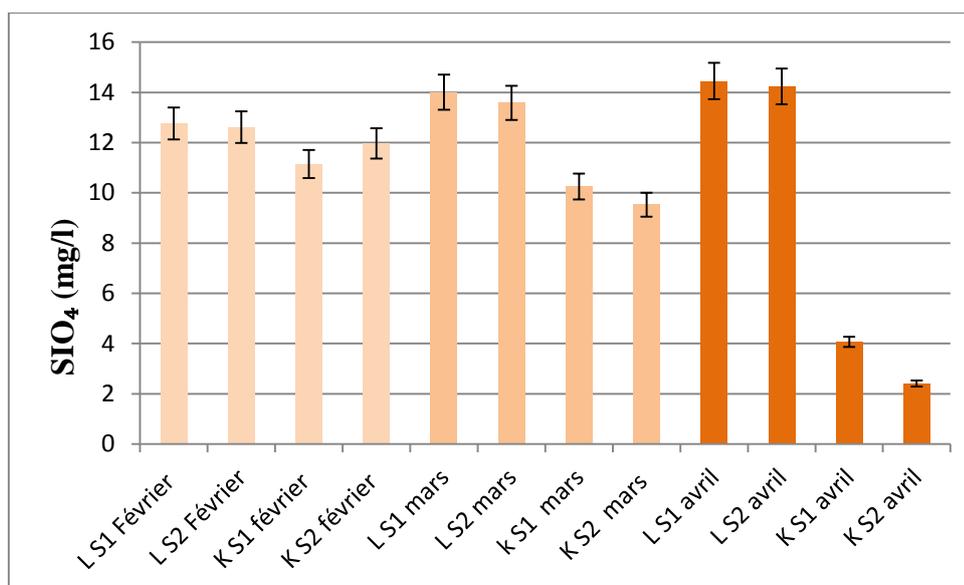


Figure 38: Variation du SIO₄ des eaux des oueds.

Au cours de la période d'étude les valeurs de silicium des eaux de oued El koton sont plus élevées par rapport aux valeurs de oued El Kebir. Les valeurs sont comprises entre 2,40mg/l et 14,45 mg/l, ces paramètres ne s'accordent pas aux normes de l'OMS (10mg/l) sauf les concentrations enregistrées de site KS1 et KS2 (avril) et KS2 (mars).

Les concentrations de silicium sont inférieures aux résultats obtenus par [\(Nebti et al., 2017\)](#), qui a trouvé une moyenne de (34.22 mg/L) au niveau d'Oued Kebir-Rhumel, Algérie.

3. Paramètres chimiques

3.1. Alcalinité

3.1.1. Titre alcalimétrique (TA)

Les résultats de TA des eaux étudiées présentés dans la figure 39.

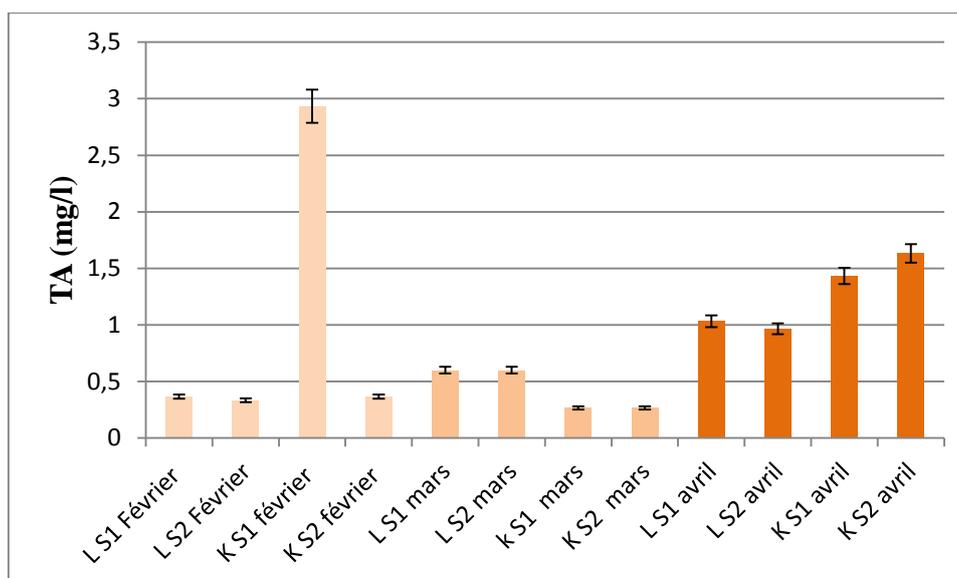


Figure 39: Variation du TA des eaux des oueds.

Les valeurs moyennes des TA des eaux étudiées sont comprises entre 0,26 mg/l et 2,93 mg/l au niveau de KS1 et KS2 (avril) et au niveau de KS1(février) respectivement. Les résultats de titre alcalimétrique des eaux des oueds étudiées sont présentés dans la figure 38.

Les concentrations de TA de nos étude sont inférieure a les résultats obtenus par qui se trouve par (Hihat et Touati, 2017).

3.1.2. Titre alcalimétrique totale complet (TAC)

Les résultats de TAC des eaux étudiées présentés dans la figure 40.

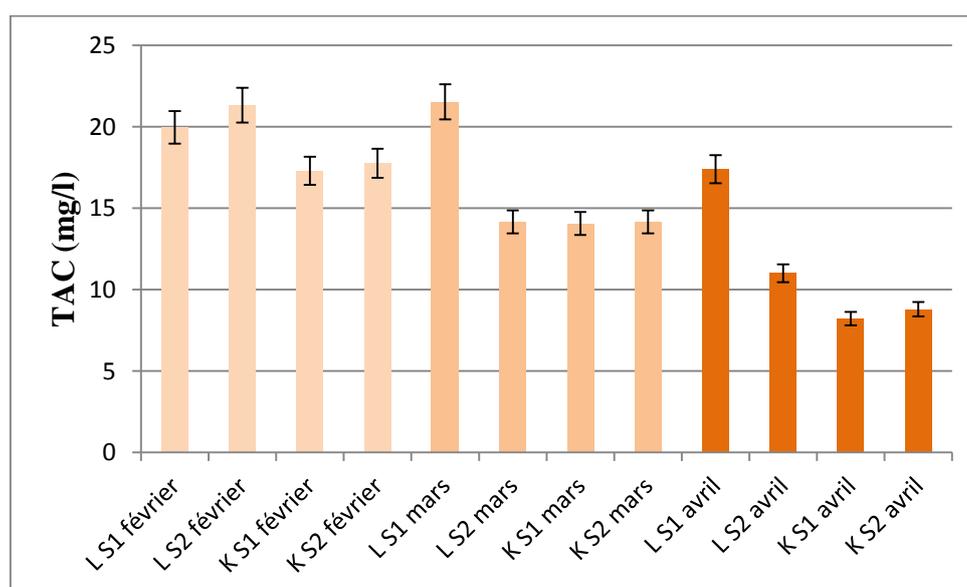


Figure 40: Variation du TAC des eaux des oueds.

Chapitre 2: Résultats et discussion

D'après les résultats des eaux des oueds étudiés durant la période d'étude on trouve que les valeurs de TA varient entre 17,7 et 21,3 à février, 14,06 et 21,53 à mars, et entre 8,23 et 17,4 à avril. Donc on a obtenu que la valeur moyenne maximale se trouve dans la station de LS1 pendant la période de mars par contre la valeur moyenne minimale se trouve dans la station de KS1 pendant le mois d'avril.

Les concentrations de TAC de nos études sont inférieures aux résultats obtenus par qui se trouve par (Hihat et Touati, 2017).

3.2. Sulfate

Les résultats obtenus des eaux des oueds étudiées durant la période d'étude sont comprises entre de 16,16 mg/l- 30,13mg/l de février au niveau de KS1 à l'ordre et de avril au niveau de LS2 respectivement (figure 41).

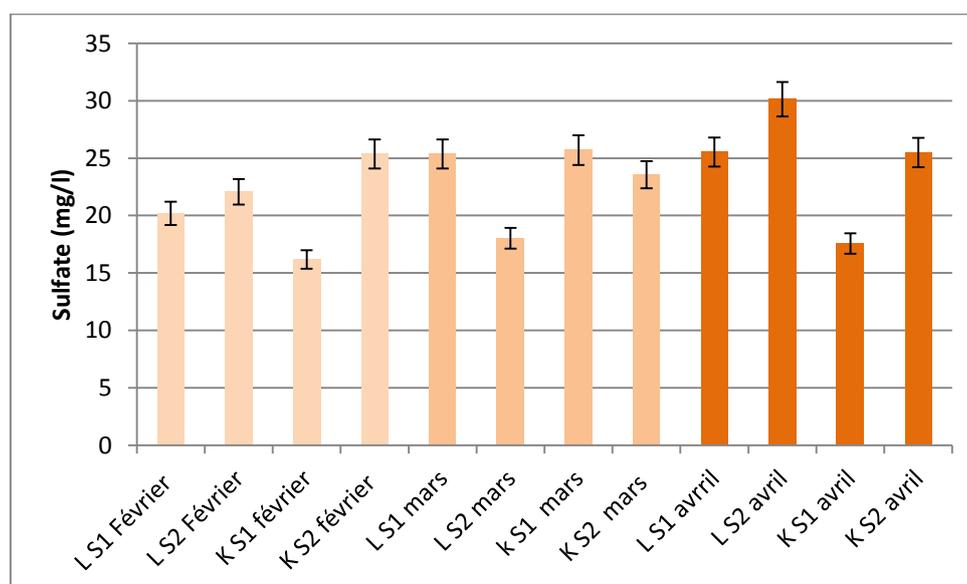


Figure 41: Variation des SO₄ des eaux des oueds.

Les valeurs de sulfate des eaux sont inférieures aux valeurs enregistrées par (Chahboun *et al.*, 2013) au niveau du barrage Hassan II (valeur maximale est de l'ordre de 101,67 mg/l), d'après l'étude de (Harrat et Achour, 2010), dans la région d'El Tarf, Biskra 39 (mg/l) au Barrage de Cheffia, 59(mg/l) au Barrage de Mexa, et avec celle de (Hamid *et al.*, 2013) et aux valeurs de (Yahya Maham Ould Sidi *et al.*, 2017) au niveau du lac d'Aleg.

Conclusion

Conclusion

Les Oueds d'Algérie sont devenus des véritables dépotoirs, en ce sens ils charrient toutes sortes de rejets liquides et solides. Ceci a eu pour incidence une dégradation de la qualité des eaux.

L'objectif de notre travail est d'étudier les caractéristiques physicochimiques relatives à la qualité des eaux des oueds dans la wilaya de Mila (Oued El kotone et Oued El-Kebir) . Une appréciation de la qualité des eaux et de déterminer les facteurs qui influent sur la qualité de cette dernière.

Les paramètres physiques analysés, ont révélé :

- Une température de l'eau qui est saisonnière c'est à dire la variation entre les sites peut être influencée par l'endroit, l'heure de prélèvement et le climat ;
- Un pH extérieurs avec les résultats obtenu par d'autres ;
- Nous remarquons que les valeurs de salinité élevées pendant la période de l'évaporation, et toutes ces valeurs enregistrées sont inférieures à celles donnée par la norme algérienne ;
- Les résultats de l'oxygène dissous des eaux des oueds étudiées sont extérieurs par les résultats obtenus. Donc une élévation du taux d'oxygène dissous reflète un processus d'autoépuration avancé ;
- Les valeurs de la turbidité varient fortement d'un site à l'autre à cause des conditions météorologiques qui modifient la turbidité de l'eau, comme la température élevée. Les résultats sont supérieures aux normes d'OMS et normes algériens ;
- Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension. Leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables, des taux importants du résidu sec et des MES révélant une pollution organique marquée par de fortes charges organiques et minérales ;
- La composition et la teneur en TDS des eaux de rivières sont liés avec la nature géologique des terrains .Ces valeurs obtenus dépasse les normes algériens et de l'OMS ;
- les valeurs de CE sont inférieurs aux normes algériens mais supérieurs aux normes de l'OMS qui traduisant une minéralisation excessive.

Les paramètres nutriments analysés, ont révélé :

- Des valeurs de Nitrate et Nitrite sont supérieures aux normes de l'OMS et normes Algérienne, et d'autres sont proches ;

Conclusion

- concernant la teneur en azote ammoniacal dans les eaux étudiés sont être relativement faible puisque l'ammoniaque est oxydée graduellement en nitrite et en nitrates. Ces valeurs n'ont dépassé pas les normes de l'OMS et les normes algériennes des eaux de surface.
- Les valeurs de Phosphore n'ont dépassé pas les normes de l'OMS.
- Les concentrations de silicium sont inférieurs et ne sont pas en accord aux normes de l'OMS.

Les paramètres chimiques analysés, ont révélé :

- Les valeurs moyennes des TA des eaux étudiées varient entre 0,26mg/l et 2,93 mg/l pendant les trois mois. Pour ce qui est des valeurs moyennes de TAC est varié entre 8,23 et 21,53 ;
- Les valeurs de sulfate sont inférieures aux valeurs enregistrées selon la littérature.

Les eaux des oueds étudiés à la période de février, mars et avril sont considérées comme étant de qualité moyenne à mauvaise à partir des résultats obtenus, cela due aux conditions naturelles ou à d'autres facteurs.

**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

A

Abboudi Akil ., 2012. Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de surface du bassin de Guigou, Marco.89p.

Aberkane M., (2011) . Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Gara et hadj Tahar (Skikda), Université 8 Mai 1945 Guelma, 43- 62 -79- 84 p.

Adèle B ,2010 . Flux de micropolluants dans les eaux de ruissellement urbains : effets de différents modes de gestion à l'amont . p10

ACNM ., académique de Nancy-Metz <http://www.ac-nancy-metz.fr>

AFRI-Mehennaoui F., Sahli L., Mehennaoui S, 2009. Evaluation de la contamination par le cadmium, le plomb et le zinc de l'eau, des sédiments de l'Oued Rhumel et son affluent le Bouverzoug, et leur transfert vers une plante semi-aquatique : RORIPPA NASTURTIUM-AQUATICUM (L.), Sciences & Technologie C – N°29 juin (2009), p : 46.

Ahonon., 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux p 4_10

Akué sylvette., 2006 .Influence d'un plan d'eau de surface sur la vulnérabilité de l'eau pompée d'un puits en milieu rural /. Chicoutii : Université du Québec à Chicoutimi.

Alain PK .,Gomgnimbou .,Paul W .,Sacadogo .,aimé j .,Nianogo& Jeanne Millogo

Anonym,2023. Cycle de l'eau .Google image . <https://www.google.com/>

Rasolodimby., 2009. usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina faso, BASE biotechnologie agronomie société et l'environnement p 1-8 .

Allalgua A., Kouachi N., Boualeg, C., Ayari A., Bensouileh M. 2017. Caractérisation physico-chimique des eaux du barrage Foum El-Khanga (région de SoukAhras, Algérie). European Scientific Journal (ESJ), 13 (12), 258-275p.

Références bibliographiques

Arris S., 2008. Etude expérimentale de l'alimentation des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous produits de céréales , thèse de doctorat université de constantine P5 .

ASEF., 2010. Association santé environnement France . www.asef-asso.fr

Assouline J., Assouline S. 2007 .Géopolitique de l'eau. Nature et enjeu. Edition

B

Belhadj M., 2017. Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. Thèse, Université Mohamed Khider Biskra, Algérie.P 1-65

Benayache N., 2014 . Evaluation du niveau de la pollution organique des eaux des barrages Hammam grouz et béni-harroune.

Benkaddour Batoul .,2018. Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie), Thèse de Doctorat. Université de Perpignan via domitia, et l'université de Mostaganem, 2p.

Bernard C., 2007.introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaan 316p.

Benariba N ., 2015. Etude de la pollution au niveau d'oued Hennaya (Diagnostic et solutions) .Universite Abou Bekr Belkaid . Mémoire de master. P73_77

Biologie marine., Laboratoire de Chimie Marine, Institut de recherche pour le développement (IRD), Nouméa, Calédonie, 83p.

Bird Ida., 2019. La Détérioration de la qualité de l'eau réduit la croissance économique d'un tiers dans certains pays communiqués de presse . Washington

Bouguetit., Benhamida. 2015. Etude de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla (Cas de la nappe du Continental Intercalaire), Mémoire d'obtention de Master Académique en Sciences et Technique, Université kasdi merbah ouargla. P 50.

Bouslah S .,2018. Etude de la Qualite Ddes eaux stockees a L'amont et les eaux D'infiltration a L'aval des Barrages en remblai en Agerie These de Doctorat , université Badji Mokhtar Annaba .1_90

Références bibliographiques

Brooke L., COLBY P. Development and survival of embryos of lake herring at 228p à cellules algales. Chimie, Procédés, Environnement. N° d'ordre : 04- ISAL-0066, active du sous système aquifer de Tebessa Hammamet (Est Algrien). Thèse de doctorat.P 179.

Boutebba Ch ., Ferdi F .,Meghazi Ch ., 2022 .Qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Oued SEYBOUSE. Mémoire de master . Université 8 Mai 1945 Guelma p51-53

C

Calvet R ., Barriuso E ., Bedos C., Benoit P .,Charanay M ., Coquet Y ., 2005. les pesticides dans le sol , conséquences agronomiques et environnementales , Edition France agricole , 637p

Camara O ., 2011 . Pollution microbiologique des eaux souterraines dans le quartier tanghin de ouagadougou : états des lieux et Perspectives Memoire Pour l'obtention mémoire de fin de cycle d'ingénieur institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement p 8-11 .

Chaden MH ., (2014). Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du litani, Liban : approche hydrogéochimique. These de doctorat. Spécialité : En Géosciences. Université de Lorraine, 329p.

Chebli N ., Chebbah M.,2020. Analysis and evaluation of Groundwater Quality of the Oued Enndja plain, Khebir upstream - Enndja sub-basin, Mila area.

Chifflet S., Gerard P., Fichez R., 2004. Manuel d'analyses chimiques dans l'eau de mer.

Chouteau C., 2004. Développement d'un biocapteur conductimétrique bienzymatique de surface dans les zones montagneuses du Sud-Ouest du Togo : cas du canton de la vie,

Christian C ., Simon Ahouansou Montcho, Thierry M. Agblnon Houelome , Delphine Adan de djani ., Hyppolite Agadjihoue de et Philippe A., Laleye (2017) .Caractérisation physico-chimique du lac Ahémé et ses chenaux au Sud-Ouest du Bénin.82p.

Conseil de l'eau gaspésie sud diagnostic de L'eau 2016 .,PDE du Conseil de l'Eau Gaspésie Sud (CEGS) – Diagnostic 7-25 .

D

Data stream initiative 2023., un guide de surveillance de la qualité de l'eau BN 782485734RR0001

Références bibliographiques

Data Stream initiative ., 2023 . Un guide de surveillance de la qualité de l'eau BN
<http://datastream.org/fr/guide>

Debbih H.Naili B.,2015 . Etude de qualité des eaux de barrages de l' E st Algérien

Decrouy A ,2022. Eaux de surface définition et exemples , projet ecole.

Derwich E., Benaabidate L., Zian A., Sadki O., Belghity D. 2010. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale de haut sebou en aval de sa confluence avec oued fes Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08, pp.

Desjardins R ., 1997. le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal 2éme édition, Québec, Canada, p :46-112 different constant oxygen concentrations and temperatures. Prog. Fish-Cult. 1980, 42: 3–9

F

Francois A., 2008. L'eau et ses enjeux. De boeck, les presses de l'université Laval.

Fdm ., 2011. fondation Danielle Mitterrand , France

FAO.,2018 . Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture .

G

Gaagai A ., 2017 Etude de l'évolution de la qualité des eaux du barrage de Babar (Sud-Est Algérien) et l'impact de la rupture de la digue sur l'environnement p 1-35 (Magister en Hydraulique) Université Mostefa Benboulaïd –BATNA 2

Genin B., Cauvin C. et MenarodEducagris F., (2003). Cours d'eau et indice biologique. Pollution. Méthodes IBGN ; édition educagris.

Ghodbane M ., et al . Analysis of groundwater qualité in the soummam Valley , North-East of Algeria .Journal of water and Land Development (2022) : 1-12

GrasshoffK ., 1977. Results of the Balie Intercalibration Workshop . Kiel. Maret .ICES . C.M.1977 :4Hydr.comm

Références bibliographiques

Guerd H., Mesghouni A. 2007. Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued. Mémoire de fin d'étude : Supérieures en Biologie : Université Kasdi Merbah-Ouargla, 67p. Inorganiques par Adsorption sur des Sous-Produits de Céréales.

Guergueb S., Laifa A., Djamai R., Fadel D. Gouri S. Aggab M. 2013 .Contribution a l'étude de la qualité des eaux des surfaces de la Région d'El –Tarf cas deseaux de L'oued Kébir - Est 1Laboratoire de Recherches en biologie végétale et environnement, Faculté des sciences. Département de biologie. Université

Gaelle D .,Choubert j . 2002.Traitement du phosphore dans les prtits station d'épuration à boues activées.Minister de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales FNDAEn°29Document thechnique 7-24 .

GIEC., 2014 .gestion des eaux souterraines en région aquatique impact du changement sur les eaux souterrains évolution et perspective d'adaptation en aquitaine module 7 année4 brgm:/rp – 63354-FR P 9-71.

H

Hadji F., Boucceredj I., 2020. Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau. Mémoire, Guelma, Algérie. 34-132p.

Hasni T ., Mohamed M .,Baba Aîlina M ., Ahmed A., Lemhaba Y .,Abdellahi M .2018 . Caractérisation Physico-Chimique Des Eaux De Surface Et Étude De La Diversité Ichtyologique De Quelques Zones Humides Continentales En Mauritanie Ecole Normale Supérieure Doi: 10.19044/esj.2018.v14n6p83

Hugo., 2022 . cycle de l'eau : étape , schéma, comment ca marche ?.le journal des femmes hugo l'escargo 5/03/2023

I

Idaoui A., Harkett S .2013. Évaluation de la qualité microbiologique de l'eau du lac souterrain: Bir Osman Hamam Debeh-Guelma .Mémoire de Master. Spécialité de SEE. Université 08 Mais 1945 Guelma .50p.

Références bibliographiques

Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement., 2005 .Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Observatoire des Données de l'Environnement P 1-16

J

Johnson D L.1971.Simultaneous determination of arsenate and phosphate in natural waters .Environ .Sci.Technol.5(5). 411-414 .

Jora .,1983. Journal Officiel de la République Algérienne Loi 87-17 du 16 Juileet 1983 portant code des eaux, p 1270. JORA n°30 du 19-07-83 Chapitre II. Eau d'irrigation

K

Kouidri Z ., 2006. Etude et traitement de l'eau du barrage Djof Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de magister, Eau et environnement, Université Hassiba Benbouali, Chlef , Algerie P 1_58

L

Larbi D ., Yassine F ., Bouhsina S., Cazier F., Hani A., Djabri Y., Pulido B ., Habes S .,2012. Etats de la qualité des eaux en Algérie : cas des cours d'eau en région méditerranéenne (Kebir est, Seybouse et Medjerda), (extrême est algérien) , Cherbourg, P12-14

Latifi ., 2018. Etude de la vulnérabilité des nappes aquifères de la région de Guelma et évaluation du rôle des STEP dans la protection des eaux. Univrsité BadJi Mokhtar-Annaba Thèse de doctorat

Laval K ., Laval .,G .2013. Incertitudes sur le climat, Editions Belin. Le cycle de l'eau Lavoisier,Paris, 618 p.

Références bibliographiques

M

Makhouk., M .,Sbaa., M ., Berrahou., A., Van ., Clooster M.(2011). Contribution à l'étude physico-chimiques des eaux superficielles de l'oued Moulaya (Maroc Oriental) . Larhyss Journal, n° 09,pp. 149-169

Mansouri Z., (2009). Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant de l'oued Bouhamdane (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar d'Annaba. 118p.

Martin E .,Hine R,2008 . A Dictionary of biologie. oxford university press reference online

Mebarki A., 1982 .le bassin du Kébir Rhumel, Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau, Thèse doctorat 3 ème cycle, Université de Nancy II, Mémoire de Master, Université de Lome, 42 p

Merhabi F., Amine H., Halwani J. 2019.Evaluation de la qualité des eaux de surface de la rivière Kadicha Lebanese Science Journal, Vol. 20, No. 1. P _12

Moletta R., (2002). Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires. 1ère édition. Lavoisier, Tec α Doc. Paris. 600 p.

Monique H., 1991. Les eaux naturelles et les eaux de consommation SaintLaurent p 4_60.

N

Nebti F ., Laib F., 2017. Analyses physico-chimiques des eaux d'Oued Kebir-Rhumel introduite au littoral récepteur. Mémoire de Master. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.31p.

Nemoraw N.,L. 1985. Stream lake estuary and ocean pollution van nostrand reihold company incnetwork.

Ngaram Nambatingar M .,2011 . contribution à l'étude analytique des polluants en particulier de type métaux lourds dans les eaux du fleuve chari lors de sa traversé de la ville de N'Djamena. Thèse de doctorat.Université de claud bernard lyon P 4-47.

O

OIEau., 2017. Office inernational de l'eau [www .oieau.org/journess](http://www.oieau.org/journess)

Références bibliographiques

Office Fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP ., (2003). L'eau souterraine, Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication ,31p

OMS, 2008. Guidelines for drinking-water quality, World Health Organization, Geneva

ONEMA ,2015 Office national de l'eau et des milieux aquatiques .Université François-Rabelais de Tours. Laboratoire GéHCO – GéoHydrosystèmes Continentaux – EA 6293 p 2_66.

P

Patrice HARDOUIN - dernière modification le 17/01/2010 cycle_de_leau.od cc licence Biotechno .fr P1-5

Penty bio 2022. <http://www.penntybio.com/fr/>

Pesson P ,1976 . pollution des eaux continentales, Édition bordas,paris.p 285.

Pierre A et Bernard Alex G ,2021 Les maladies liées à l'eau , centre René Labusquière , Institut de Médecin Tropicale, Université de Bordeaux ,33076 Bordeaux France P 2-30

R

Ramade F., 2007. Introduction à l'écotoxicologie. Fondements et applications. Ed.

Ramsar, 2010. gestion des eaux souterraines ; lignes directrices pour la gestion des eaux souterraines en vue de maintenir les caractéristiques écologiques des zones humides ,4ème édition, Switzerland , p : 12-13

Record ,2011 Méthodes isotopiques d'identification de l'origine des polluants métalliques et organiques dans le milieu état de l'art et approche critique p4

Rodier J, 2009. Analyse de l'eau ; Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod bordas, Paris, 9ème édition, 1526 pp.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005).

Roux., 2003. TP de microbiologie : Analyses de l'eau. NOVELLO Célia. IUP SIAL. Université Paris 12p.

Références bibliographiques

S

S. Triantafyllidou, M. Edwards , Lead (pb) in tap water and in blood : implications for lead exposure in the United States .Critical Reviews in Environmental Science and Technology ,(2012) ,42(13) ,1297-1352

Seghir K ., (2008). Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eau et gestion P 6_18

Sellak L .,2020 .: L'eau cycle secondaire collégial parcours International Matière. Chapitre 1, Physique et Chimie P 1-15

Serge H., Stephane L. 2000. Suivi la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. en collaboration avec la direction de l'Estrie. Ministère de l'environnement du Québec 2000. Studyrama, 140 p.

SPE., 2022. Gestion du service public de l'eau dans les villes moyennes . World Bank group infrastructure finance ppps & Guarantees <https://ppp.worldbank.ORG/public-private-partnership>

T

Tarn ., Garonne ,2022 .mission inter- services Eau Nature les eaux souterrains p1-51

Tridi Ch., Far M. 2020. Etude de la qualité physico-chimique des sources d'eau souterraine de la wilaya d'el Taref (nord-est algérien). Mémoire. Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie Univ Annaba, 151p.

V

Viala A., Botta A ., 2005 :Toxicologie 2ème édition TEC&DOC .p248 ,1096p

Vilagines R., 2000. Eau , environnement , et la santé publique , introduction à l'hydrologie. 1^{ère} éd Ed Techniques & Documentaire, Paris, p5_155

Vincent D ., 2017 . Ammonium(NH₄) , Nature /origine des contamination , université Grenoble Alps P 1-3 .

Références bibliographiques

Y

Yahya Maham O., Elhabib El., Benaakam R., Bellaouchou A ., Mkadmi Y ., M.S. kankou, Brahim A., Chaair H .,Fekhaoui M 2017.Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux du lac d'Aleg, Mauritanie.58p.

Yann Arthus., Phillipe A. 2019. Sur l'eau édition spéciale les grandes idées une exposition de la banque européenne d'investissement présenté par le script p 1-24.

Z

Zereg S., 2019 . Impacts de l'irrigation sur la qualité des eaux souterraines des régions semi-arides .Cas de la région de Tébbessa . Doctorat thesis ,Université de Batna 2 .

Annexes

Annexes

- **Annexe 1**

- **Les solutions utilisées pour le Nitrite**

- 1) Le réactif de Sulfanilamide : Pour préparer 500 ml de réactif Diluer 50 ml d'acide chlorhydrique concentré ($d = 1,18$) dans environ 300 ml d'eau distillée ou déminéralisée. Dissoudre 5g de sulfanilamide dans cette solution et compléter à 500 ml. Cette solution est stable indéfiniment.
- 2) Le réactif de N-Naphtyl Éthylénediamine: Dans 500 ml d'eau distillée, dissoudre 0,5 g de dichlorhydrate de N. (1-naphtyl)-éthylénediamine. Conserver cette solution au froid et à l'abri de la lumière. La renouveler tous les mois ou des qu'il s'y développe une coloration brune.



Figure01: Réactifs utilisés pour le Nitrite.

Annexes

- **Annexe 2**

- **Les solutions utilisées pour l'Ammonium**

1) Le réactif de Phénol-nitroprussiate :

Pour 1 L de réactif : dissoudre 35 g de phénol et 400 mg de nitroprussiate de sodium ($\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dans de l'eau déminéralisée ou fraîchement distillée et compléter à 1000 ml. Ce réactif doit être conservé au réfrigérateur et à l'abri de la lumière. Il n'est stable que quelques semaines et doit être renouvelé s'il prend une teinte verdâtre.

2) Solution Alcaline D'hypochlorite :

- Dissoudre 280 g de citrate trisodique « pour analyse » ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) et 22 g de soude dans environ 800 ml d'eau déminéralisée ou fraîchement distillée.
- Ajouter alors un volume de solution d'hypochlorite de sodium corespondant à 1,4 g de chlore, soit : 44 ml d'une solution à 10 degrés chlorométriques ou 40 ml d'une solution normale
- Compléter à 1000 ml.

On peut remplacer l'hypochlorite par du dichloroisocyanurate de potassium $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_6\text{Cl}_2\text{K}$, Il faut alors en ajouter 3 g par litre de réactif.

Ce réactif est utilisable dans toute la gamme de salinité. Mais de préférence au-dessus de 5 lorsque l'on n'analyse que des eaux de salinité inférieure à 5 la quantité de soude introduite dans le réactif doit être abaissée à 14 g. l⁻¹ au lieu de 22 g.l⁻¹.

Ce réactif se conserve au froid pendant 1 à 2 mois.



Figure 02 : Réactifs utiliser pour l'Ammonium.

Annexes

- **Annexe 3**

- **Les solutions utilisées pour le silicium**

- 1) Le réactif de Molybdate d'ammonium : Dissoudre 15 g de paramolybdate d'ammonium pour analyse » (NH.), Mo,0,4. 4 H₂O, de préférence en poudre fine, dans 500 ml d'eau distillée ou déminéralisée. En flacon de plastique et à l'abri de la lumière, cette solution est stable indéfiniment.
- 2) Acide Sulfurique : 2,5 mol.l Ajouter petit à petit, avec précaution, 140 ml d'acide sulfurique (densité = 1.84) « pour analyse » dans 900 ml d'eau distillée. Laisser refroidir et conserver en bouteille de verre bien bouché.
- 3) Solution saturée D'acide Oxalique : Agiter 50 g d'acide oxalique « pour analyse», C₂H₂O₄. 2 H₂O. avec 500 ml d'eau distillée. Laisser décanter et prendre le surnageant. Cette solution est stable indéfiniment. 6.5.
- 4) Solution de Métol-sulfite : Dans 500 ml d'eau distillée :
 - Dissoudre 6 g de sulfite de sodium anhydre, Na₂SO₃.
 - Ajouter 10 g de métol (sulfate de p-méthylaminophénol, C₇H₉N₃O₂S) k dissolution peut être lente.
 - Passer la solution sur papier filtre ordinaire et conserver dans une bouteille en polyéthylène bien hermétique. Cette solution se détériore rapidement et doit être renouvelée toutes les deux à trois semaines ou si elle prend une couleur sombre.



Figure 03: Réactifs et les solutions utilisés pour le silicium.

- Annexe 4



Figure 04 : Réactifs utiliser pour le Phosphore.

- **Annexe 5**

- **Les solutions utilisées pour le sulfate**

- Réactifs Solution d'acide chlorhydrique au 1/10.
- Solution de polyvinyl-pyrrolidone ou de Tween 20 à 25 %.
- Solution de chlorure de baryum stabilisée: L chlorure de baryum ($\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) 10g solution de Tween 20 (polyoxyéthylène (20) sorbitanmonolaurate).

Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie de tous les organismes vivants, c'est une richesse nécessaire à toute activité humaine en raison de son rôle dans l'environnement et le développement. Le but de ce travail est d'étudier la qualité des eaux des oueds, qui est considérée comme des eaux de surface dans la région de Mila. Douze échantillons ont été prélevés dans deux oueds différents durant trois mois (février, mars et avril) quatre échantillons ont été prélevés par mois, deux échantillons de l'oued El kotone et deux échantillons de l'oued El Kebir. Cette étude a montré que les paramètres physiques sont affectées une température (27,5C°), ph (8,62), salinité (1,1mg/l), oxygène dissous (76,9 mg/l), turbidité (558,33 NTU), matière en suspension (416,66mg/l), TDS (1093,33), conductivité électrique traduit une minéralisation assez forte (3200 µs/cm), pour les nutriments: NO₃ (3,44mg/l), NO₂(1,17mg/l), PO₄(1,41mg/l), NH(0,16mg/l), SIO₄(14,45mg/l) et les paramètres chimiques TA(2,93mg/l), TAC(21,53mg/l), sulfate (30,13mg/l). les résultats obtenus ont montré que la plus part des valeurs moyennes des paramètres sont élevés. En se référant aux normes de l'OMS et de normes algérienne des eaux de surface et d'irrigation ont été analysés pour la majorité des paramètres ne sont pas en accord avec ces normes, donc les eaux de oued El Kotone et oued El Kebir sont de mauvaise qualité et ne peut pas utilisés à l'irrigation.

Mots clés : Qualité des eaux , oued El kotone , oued El Kebir , paramètres physiques, nutriments, chimiques

Abstract

Water is a natural element essential to the life of all living organisms, it is a wealth necessary for all human activity because of its role in the environment and development. The purpose of this work is to study the water quality of the oued, which is considered as surface water in the Mila region. Twelve samples were taken in two different oued during three months (February, March and April) four samples were taken per month, two samples from the oued El kotone and two samples from the oued El Kebir. This study showed that the physical parameters are affected by temperature (27.5°C), ph (8.62), salinity (1.1mg/l), dissolved oxygen (76.9 mg/l), turbidity (558, 33 NTU), suspended solids (416.66mg/l), TDS (1093.33), electrical conductivity reflects fairly strong mineralization (3200 µs/cm), for nutrients: NO₃ (3.44mg/l), NO₂ (1.17mg/l), PO₄(1.41mg/l), NH(0.16mg/l), SIO₄(14.45mg/l) and the chemical parameters TA(2.93mg/l), TAC(21 .53mg/l), sulphate (30.13mg/l). the results obtained showed that most of the mean values of the parameters are high. By referring to WHO standards and Algerian standards for surface water and irrigation were analyzed for the majority of the parameters are not in accordance with these standards, therefore the waters of oued El Kotone and oued El Kebir are poor quality and cannot be used for irrigation.

Keywords : Water quality, oued El kotone, oued El Kebir, physical parameters, nutrients, chemical, values.

ملخص

الماء عنصر طبيعي ضروري لحياة جميع الكائنات الحية وهو ثروة ضرورية لجميع الأنشطة البشرية لما له من دور في البيئة والتنمية. الهدف من هذا العمل هو دراسة نوعية مياه الوادي التي تعتبر مياه سطحية في منطقة ميلة. تم أخذ 12 عينة في واديين مختلفين لمدة ثلاثة أشهر 03، فبراير ومارس وأبريل من كل شهر تم أخذ 4 عينات، عينتان من وادي القطن وعينتان من الواد الكبير، تم تحديد ثمانية خصائص فيزيائية: درجة الحرارة 27.5°، الحموضة 8.62، الملوحة (1.1 ملغ/ل)، الأوكسجين المذاب (76.9 ملغ/ل) العكارة (558.33 TDS (1093.33)، المواد الصلبة العالقة (416.66 ملغ/ل) الموصلية الكهربائية تعكس تمعدا قويا إلى حد ما (3200 ميكروثانية/سم) الموصلية الكهربائية تعكس تمعدا قويا إلى حد ما (3200 ميكروثانية/سم)

العناصر المغذية (14.45 ملغ/ل)، سيليسيوم (0.16 ملغ/ل)، امونيوم (1.41 ملغ/ل)، فوسفور (3.44 ملغ/ل) نترات، (1.17 ملغ/ل)، نترت (30.13 ملغ/ل) (سيلفات) TA 2.93 ملغ/ل TAC (عناصر كيميائية وفقا للنتائج التي تم الحصول عليها وجد أن معظم القيم المتوسطة للمعلمات مرتفعة، بسبب عدة عوامل إما من قبل الإنسان أو الطبيعة التي تؤدي إلى تلوث المياه بالإشارة إلى معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية للمياه السطحية والتي نجد أن غالبية المعايير المتحصل عليها لا تتوافق مع هذه المعايير المقبولة، وبالتالي فإن مياه وادي القطن والوادي الكبير ذات نوعية رديئة ولا يمكن استخدامها للري.

الكلمات المفتاحية : نوعية مياه الوديان، واد القطن، واد الكبير، خصائص فيزيائية، عناصر مغذية، كيميائية، المعايير .