الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارةالتعليم العالي و البحث العلمي

جامعة 20 اوت1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA

Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : écologie et Environnement

Spécialité: écologie de milieux naturels

Intitulé :

Evaluation des rejets industriels liquides et leur impact sur l'oued safaf (Région de Skikda).

Présenté Par :

Djeghader Chaima **Rehail Aya**

Ladaycai Wissem **Mesbah Nasrine**

Membre de Jury:

Dr. BCHIRI L	MAA	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Dr. ZAOUI L	MCB	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Dr. HADJOUDJA N	MCB	Examinateur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciements:

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire, et comme l'a dit notre prophète Muhammad que la paix soit sur lui «qui ne remercie pas les gens, ne remercie pas dieu », nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, car un projet ne peut pas être le fruit d'une seule personne.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide de notre chère encadreur Dr ZAOUI LILIA, on la remercie sincèrement pour avoir nous guidé et on ente dans notre travaille, pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa gentillesse, sa patience, sa

Compréhension et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous remercions également nos professeurs pour la qualité de l'enseignement au cours de ces cinq ans à l'université de 20 Aout Skikda, et surtout leurs judicieux conseils, nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres de jury pour leur générosités et pour avoir accepté d'examiner ce travaille malgré leurs charges académiques et professionnelles, je cite en particulier Dr. HADJOUDJA NAWEL, Dr ZAOUI LILIA. Dr: Bchiri Loubna

DÉDICACE

Je Dédie ce modeste travail :

Ma Mère , qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mon Père , qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanent venu de toi.

Mon frères Hicham et Badreddine .

Mes sœurs Romaissa .

Mon cher fiancé kouicem Walid pour son soutien à moi Touts mes amis et collègues Sebbagh chahrazad etMehour youssra et Djeghader Loubna et à tout ceux qui m'ont aidé de prés ou de loin.

Chaima

DÉDICACE

Je remercie tout d'abord le bon ALLAH tout puissant qui madonné la force et le courage pour terminer ce travail.

En termes de qui m'a appris une lettre, j'étais son esclave Je dédie ce Modest travail accompagné d'un profond amour à:

A mon support dans ma vie , qui m'a appris m'a supporté et m'a guidé vers la gloire , mon grand_ père.

A ma grand_mére,que dieu lui fasse misérícorde.

à celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoir, à la source d'amour, ma mère.Mon père, qui je dois tous le respect et l'amour pour son soutien.A mes roses et mes amoures, mes sœur Omaima et Amamni.

A tous ceux qui sont proches de mon cœur et dont je n'ai pas cité le nom.

Aya

DÉDICACE

Merci, Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire la patience d'aller jusqu' au bout du mon rêve. A ceux que j'aime et surtout qui m'aiment je dédie ce modeste Travail à : Mon père SOBHI et Ma mère et à tous mes frères. A toute ma famille A tous mes amis et collègues. A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin. Mon encadreur Dr/ Z et tous mes enseignants de primaire jusqu' à l'université. MERCI.

WIISSEM

Dédicace

J'aimerais, avant tout propos, exprimer ma reconnaissance à l'éternel mon dieu ce que je suis car aucune varie réussite n'est possible sans lui. Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères dans ma vie, mes parents à qui je ne pourrais jamais les remercier assez, pour leur soutien moral et matériel, leur compréhension leur tendresse, leurs amours et leurs sacrifices. Je te dis merci et mille fois merci A l'homme de ma vie, Mon exemple éternel: ABD ELKADER Ma très chère maman: OUTOUAT SAMIA A mes frères: WASSIME,, AYOUB , ABD EL RAHIM, MOHAMED ISLEM, NIDALA ma seule sœur NERDJES: Je lui souhaite de réussir son BAC A Mon soutien moral ET source, d'espoir ET de Bonheur..... A toute la famille" MOSBAH» A tous ceux que j'aime ET qui m'aiment, à tous je dédie ce travail.

NESRINE

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre I Généralités sur la pollution des eaux

1.1. Définition de l'eau 5

1.**2. Ressources en eau** 5

a. Les eaux de surface 5

b. Les eaux souterraines 6

1.3. Définition de la pollution 6

1.4. Origine de la pollution des eaux 6

1.4.1. Pollution naturelle 6

1.4.2. Pollution domestique et urbaine 7

1.4.3. La pollution industrielle 7

1.4.4 .La pollution agricole 8

1.4.5. Pollution atmosphérique 8

1.5.1. Les Types de pollution 9

1.5.2. La pollution chimique 9

1.5.3. La pollution physique 9

1.5.4. La pollution microbiologique.....9

1.5.5. La pollution thermique 10

1.5. 6.La pollution radioactive 10

1.6. Conséquences de la pollution 10

1.6.1. Conséquences sanitaires 10

1.6.2. Conséquences écologiques 11

1.6.3. Conséquences esthétiques.....11

1.6.3. Conséquences industrielles.....11

1.6.4. Conséquences agricoles 12

2. Les paramètres de pollution des eaux usées urbaines 12

2.1. La qualité de l'eau 12

2.2. **Paramètres organoleptiques.....12**

a. Odeur 12

b. Couleur..... 13

2.3. Paramètres physique 13

A. Température 13

B. Conductivité électrique..... 13

C. pH (potentiel hydrogène) 13

D. Salinité 13

E. Turbidité 13

F. **Les matières en suspension(ME) 13**

2.4. Paramètres chimiques 14

A. Demande biochimique en oxygène (DBO) 14

B. Demande chimique en oxygène (DCO)) 14

C. L'oxygène dissous 15

D. Nitrite (NO_2^-) 15

E. Ammonium (NH_4^+) 15

3. Impact des eaux usées 15

3.1. Sur le milieu naturel 16

3.2. Sur la santé de l'homme 16

CHPITRE II : Matériels et méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude 18

2.1.1 Situations géographiques de la wilaya de Skikda 18

2.1.2. Présentation du site d'étude : L'Oued Saf-saf 18

2.1.2 a. Situation géographique de l'Oued Saf-Saf 18

2.1.2. b. La Superficie du bassin 19

2.1.2. c. La forme du bassin 20

2.1.2. d . Réseau Hydrographique 20

2.1.2 e. La géologie du bassin 20

2.1.2. f .Délimitation du bassin versant de l'Oued Safsaf 21

2.1.3. Situation Climatique 21

2.1.3.1. Introduction 21

2.1.3.2. Facteur climatiques 22

2.1.3.3. Température 22

2.1.3.4. Précipitations 22

2.1.3.5. Le vent 23

2.1.4. Les horizons aquifères de la vallée de l'Oued Safsaf 24

3.1 .Choix du site de prélèvement 25

3.2. Les photos des sites de prélèvements 26

3.3. Matériels et méthodes 27

3.4. Paramètres mesurés in situ 28

3.5. Paramètres mesurés au laboratoire 28

Chapitre III : Résultats et discussion

4.1. Introduction 30

4.2. Caractérisation de la qualité des eaux de l'oued El safsaf 30

4.3. Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface du l'oued EL Safsaf 30

4.4. Résultats sous forme de diagramme en barre des analyses physico-chimiques des eaux de surface du l'oued EL Safsaf. 30

A .La température 31

B. Le PH 31

C. La conductivité électrique (CE) 32

D. Oxygène dissous 32

E. Salinité 33

F. Matière en suspension (MES) 33

G. Ammonium (NH_4^+) 34

H. Demande chimique en oxygène (DCO) 35

M. Demande biochimique en oxygène (DBO_5) 36

N. Nitrites (NO_2^-) 37

Conclusion générale et perspectifs 38

Références bibliographique 39

Liste des figures :

N°Figure	Nom du figure	page
Chapitre 02		
1	satellite de la wilaya de Skikda	18
2	Carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Safsaf	19
3	Carte schématique de la zone d'étude avec localisation des points de prélèvements de l'oued Safsaf.	25
4	Station d'EL HAROCHE	26
5	Station SALAH BOUCHAOUR	26
6	Station central therpique SPE	27
7	Station EMBOUCHURE	27
Chapitre 03		
8	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de température	31
9	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de PH	33
10	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de La conductivité électrique (CE).	35
11	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Oxygène dissous.	36
12	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Salinité.	37
13	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Matière en suspension (MES).	38
14	Histogramme représentatif des valeurs moyennes d'Ammonium	39
15	Histogramme représentatif des valeurs moyennes Demande chimique en oxygène (DCO).	41
16	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Demande biochimique en oxygène (DBO5).	43
`17	Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Nitrites (NO2-).	44

LISTE DES TABLEAUX :

N°Figure	Nom de tableau	Page
Chapitre 02		
1	Températures moyennes mensuelles en (°C).	22
2	Précipitations moyennes mensuelles en mm	23
3	Vitesse moyennes mensuelles des vents en m/s	24
4	Paramètre mesuré sur le terrain	28
5	Paramètres mesurés au laboratoire.	29
Chapitre 03		
6	Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface du l'oued EL SAFSAF'	30
7	Classes de minéralisation d'après la conductivité électrique (Rodier et al, 2009)	33

Liste des abréviations :

DBO 5 : Demande Biochimique En Oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matières en suspension

mg/L : milligrammes par litre

mm : Millimètre

NO-2 : Nitrites

ONEDD : Observation National de l'Environnement et du Développement Durable

PH : Potentiel d'hydrogène

µS/cm : Micro-Siémens par centimètre

Résumé

La vulnérabilité des eaux de surface du côtier constantinois centre (région de Skikda) et plus particulièrement le bassin versant du d'oued safsaf est liée au contexte industriel, agricole et urbain et en raison du drainage des eaux usées domestiques des agglomérations et quelques rejets de la commune de Skikda. Afin d'évaluer la qualité physicochimique des eaux de l'oued Safsaf a savoir **:** pH, la conductivité électrique, température, DBO_5, DCO, nitrite, ammonium, Les résultats obtenus ont montré des taux très élevé des DBO_5, DCO, matières en suspensions (MES) et de la conductivité électrique. on peut conclure que l'eau d'oued Safsaf a été exposée à la pollution, ce qui a entrainé une modification de la qualité de ces eaux, au fil des années, il est devenu en mauvaise état écologique.

Mots clés : oued Safsaf, Skikda, paramètres physico-chimiques, eaux, pollution.

ملخص

ترتبط هشاشة المياه السطحية لمركز قسنطينة الساحلي (منطقة سكيكدة) وبشكل أكثر تحديداً مستجمعات مياه واد الصفصاف بالسياق الصناعي والزراعي والعمراني وبسبب تصريف المياه العامة المنزلية من التجمعات وبعض تصريفات بلدية سكيكدة. من أجل تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه وادي الصفصاف ، وهي: الأس الهيدروجيني ، التوصيل الكهربائي ، درجة الحرارة ، BOD5، COD ، النتريت ، الأمونيوم ، أظهرت النتائج مستويات عالية جدًا من BOD5، COD ، المواد في المعلقات (MES) والتوصيل الكهربائي ، ويمكننا أن نستنتج أن مياه وادي صفصاف تعرضت للتلوث ، مما أدى إلى تغيير في جودة هذه المياه ، على مر السنين ، وأصبحت حالة بيئية سيئة.

الكلمات المفتاحية: وادي الصفصاف ، سكيكدة ، العوامل الفيزيائية والكيميائية ، المياه ، التلوث.

Abstract

The vulnerability of the surface waters of the coastal Constantine center (Skikda region) and more particularly the watershed of Oued Safsaf is linked to the industrial, agricultural and urban context and due to the drainage of domestic wastewater from agglomerations and some discharges of the municipality of Skikda. In order to assess the physicochemical quality of the waters of the Safsaf wadi, namely: pH, electrical conductivity, temperature, BOD_5, COD, nitrite, ammonium, the results obtained showed very high levels of BOD_5, COD, materials in suspensions (MES) and electrical conductivity. it can be concluded that the water of Safsaf wadi has been exposed to pollution, which has led to a change in the quality of these waters, over the years, it has become in poor ecological condition.

Key words : Wadi Safsaf, Skikda, physico-chemical parameters, water, pollution.

Introduction

Introduction

L'eau est essentielle à la vie : il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant.

Tout le monde en a besoin, et pas uniquement pour boire. Nos rivières, lacs, eaux côtières et marines, ainsi que nos eaux souterraines, sont de précieuses ressources que nous devons protéger. L'eau est au cœur des écosystèmes naturels et de la régulation climatique. .

Le cycle hydrologique est le nom donné au mouvement continu de l'eau en dessous, et à la surface de la Terre, qui, sans début ni fin, traverse les états liquide, gazeux et solide.

Bien que la quantité d'eau sur Terre reste tout à fait constante au fil du temps, la structure de l'offre et de la demande est particulièrement vulnérable aux changements climatiques **(Ghedadbia, 2012).**

Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide qui cause de nombreuses perturbations pour les milieux naturels, l'industrialisation et l'utilisation non rationnelle des engrais et pesticides et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, conduisent autant à un déséquilibre de l'écosystème et génèrent des éléments polluants qui peuvent affecter la qualité physico-chimique et biologique des milieux aquatiques récepteurs **(Makhoukh et al, 2011).**

La pollution de l'eau est due à sa contamination par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

La pollution des eaux se traduit par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques.

L'eau est capable de dissoudre peu ou prou, mais souvent avec facilité, la plupart des substances chimiques minérales ou organiques ; de plus, elle met en suspension les matières entraîné par le jeu du cycle hydrologique fort loin en aval de la source de contamination **(Ramade, 1984).**

La pollution de l'eau provoquent des transferts de polluants vers les milieux naturels et, de ce fait, peuvent compromettre l'équilibre biologique des Ecosystèmes(Emmanuel, 2004). Les agressions physicochimiques, que subissent les eaux de surface exposées aux polluants

contenus dans les rejets liquides, suscitent dans bien des cas une perte de la biodiversité aquatique. En effet, le rejet continu de substances chimiques dans les écosystèmes aquatiques peut causer des changements sur la structure et le fonctionnement de la communauté biotique, en d'autres termes sur l'intégrité biotique **(Karr, 1991).**

en fonction de leur biodisponibilité, les polluants présents dans les effluents entrainent de nombreux effets indésirables sur la biodiversité des milieux aquatiques **(Forbes et Forbes, 1994).**

Parmi les principaux effets des polluants sur les organismes aquatiques, la littérature rapporte de sévères pathologies **(Forbes et cold, 2005) ;** Des troubles de comportement **(Hechmann et Friberg, 2005**). De la migration ou de la disparition d'espèces. Ces effets peuvent non seulement altérer le fonctionnement des communautés et des écosystèmes, mais aussi représenter la perte d'un héritage irremplaçable potentiellement utile à la santé et au développement durable **(Nation Unies, 1992).**

L'origine de la pollution de l'eau est classée selon l'origine des substances polluantes, nous mentionnons la pollution domestique qui provenant des habitations, elle est général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (si elle existe).

La pollution domestique se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents. En sortie des stations d'épurations, nous retrouvons les mêmes éléments en quantités moindre (50 à 90% éléments) mais concentrés au point du rejet (**Gaujous, 1995).**

Aussi Les industries, en particulier chimiques, métallurgiques et même électroniques, constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. Celle-ci prend place non seulement au niveau des usines mais aussi au niveau de l'utilisation des substances produites et au niveau des objets manufacturés, en fin de cycle du produit, avec les déchets (**Ramade, 1984).** Elle est caractérisée par une très grande diversité, selon l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution…etc.).

Nous pouvons donc retrouver dans l'eau, qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine : Des matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, abattoirs et équarrissage), Hydrocarbures (raffineries), acides, bases et produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques) **(Gaujous, 1995).**

Introduction

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

Aux activités précédemment décrites s'ajoutent une pollution de type domestique liée à l'habitat du monde rural **(Viala et Botta, 2005).**

Certaines de ces pollutions ont un effet cumulatif et retardé (cas des nitrates dans les nappes phréatiques). Ce qui ne facilite pas l'étude de ces phénomènes et la lutte contre leurs effets **(AFNOR, 1992).**

La wilaya de Skikda contient plusieurs oueds, dont le plus important est l'oued de Safsaf . Prenant sa source dans le sud de la commune d'El Harrouch , l'Oued Safsaf rejoint la méditerranée au lieu dit « l'îlot » sur une distance d'environ 60km, son bassin versant est de l'ordre de 1165km^2 et son écoulement annuel moyen est de 1500 hm^3

En plus du drainage des eaux usées domestiques (des agglomérations d'El Harrouch , Ramdane Djamel, Salah Bouchaour, Beni Bechir et quelques rejets de la commune de Skikda par le biais de l'oued Zeramna qui déverse dans l'oued Safsaf), l'oued Safsaf est soumis à plusieurs sources de pollutions tel que la raffinerie, la centrale thermique, l'ENAMARBRE et le GL1/k **(Geddah, 2003).**

A cet effet, notre recherche est consacrée à l'étude de la qualité écologique du cours d'eau oued SAFSAF qui se situe dans l'est algérien et ceci dans le but d'évaluation des rejets industrielle liquide et leur impact sur l'oued Safsaf.

Le travail réalisé est composé de 3 chapitres :

Le premier chapitre intitulé généralité sur la pollution de l'eau consacré à la présentation des différent origines de pollution et leur conséquences, est essentiellement présenté une description détaillé, aussi une évaluation des paramètres physicochimique, biologique et organoleptique de ces eaux.

Le deuxième chapitre contiendra un chapitre qui résume la présentation de la zone d'étude avec des données géographiques et climatiques en autre point en a présenté l'échantillonnage.

Le troisième chapitre regroupe les différents résultats obtenus, les discussions et les recommandations utiles pour les travaux futurs et les méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques, biologiques et organoleptiques. Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion.

Chapitre I
Généralités sur la pollution des eaux

1. Généralité de la pollution des eaux

Définition de l'eau :

L'eau appelée aussi Oxyde de dihydrogène, elle est partout présente dans la nature.

C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Bernard,2007).

1.2. Ressources en eau :

La plus grande partie de l'eau sur terre est constituée des océans et des mers. La quantité d'eau douce n'atteint pas 3% dont les 2/3 se trouvent sous forme de glace dans les calottes polaires et les glaciers. L'eau douce contenue dans le sous-sol, les lacs, les rivières, les courants, les étangs et les marais représente moins de 1% de tout le stock mondial d'eau.

a. Les eaux de surface :

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement. (**Debabza ,2005**)

Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage.

Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone **(Degremon,2005**).

Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement permettant théoriquement d'éliminer les plus contaminées et de sélectionner les plus pures d'entre-elles pour en faire des eaux d'alimentation. Ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées. (**Vierling, 2003**)

b. Les eaux souterraines

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de

sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physicochimique et bactériologique **(CARDOT, 1999).**Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable **(MARGAT, 1992).**

1.3. Définition de la pollution :

On peut présenter la pollution comme **«Modification physico chimique on biologique d'un écosystème par Introduction d'un élément qui créait des nuisances voir un danger pour le monde du vivant.**

La pollution est la conséquence de l'introduction de matières, en quantité suffisamment importante pour perturber son fonctionnement habituel à court ou à long terme. La plus perte du temps elle est due aux l'activité de l'être humain.

Pour cerner correctement la notion de pollution par un effluent, il faut Intégrer plusieurs facteurs qui caractérisent ce dernier et le site ou elle est rejetée:

A- La nature des produits incriminés

B- Leurs concentrations dans l'eau;

C- La sensibilité du milieu récepteur, c'est-à-dire, de l'écosystème qui recevra ces produits**. (René Moletta ,2006)**

1.4. Origine de la pollution des eaux :

On en distinguera 4 types de pollutions : la pollution domestique, la pollution domestiquée urbaines, la pollution industrielle, la pollution agricole et la pollution naturelle.

On distingue les types suivants :

1.4.1. Pollution naturelle :

La teneur de l'eau et substances indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine, certains phénomènes naturels sont également à l'origine de la pollution de l'eau (par exemple une irruption volcanique, un épanchement sous-marins d'hydrocarbures, le contact avec les filons géologiques (métaux, arsenic) une source thermo minérale...).

1.4.2. Pollution domestique et urbaine :

Les eaux usées urbaines peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités des hommes. Elles correspondent à ; l'eau que nous consommons à la maison pour les différents besoins quotidiens, aller aux toilettes, faire la vaisselle, se laver les mains...), on distingue :

Les eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bain, les cuisines. Elles contiennent des solvants, des graisses et des débris organiques et Les eaux vannes s'appliquent aux rejets des toilettes. Elles sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

L'eau résultante des activités domestiques (fabriquer du yaourt, entretenir garage automobile, les magasins, les marchés...) des établissements et les installations collectives (les hôpitaux, les écoles, les hôtels, les restaurants, université, secteur sanitaires...)**(La STEP ,2019)**.

On estime que la pollution journalière produite par une personne consomment 200 litres d'eau est évaluée comme suit: 70 à 90 g de matières en suspension, 60 à 70 g de matières organiques, 15 à 17 g de matières azotées, 4 g de phosphore, plusieurs milliards de germes pour 100 ml (**BICARDOT, 2002).**

1.4.3. La pollution industrielle :

Les entreprises utilisent de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution, etc.) et l'activité de l'usine (chimie, traitement de surface, agroalimentaire, etc.) **(Genin et al., 2003),** participant à la pollution organique. Elle est par conséquent, responsable en grande partie des rejets toxiques **(CRE, 2002).** L'eau recèle tous les sous-produits possibles de l'activité humaine :

- Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, abattoirs et équarrissages).
- Hydrocarbures (raffineries).
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques, tanneries).
- Eau chaude (centrales thermiques).
- Matières radioactives (centrales nucléaires, centres de recherche, hôpitaux) **(Genin et al, 2003)**.Du fait des anciens dépôts ou d'infiltration des substances polluantes d'origine fossile ou de métaux : plomb zinc, ces sites pollués peuvent rencontrer des fermetures de captage

présentant une pollution qui peuvent porter atteinte aux individus aussi bien qu'à l'environnement **(CRE, 2002).**

La plus spectaculaire, elle est donc plus facile à localiser, pour mettre en jeu la responsabilité des entreprises et ainsi faire réviser leurs installations **(Muckenstuem , 1973).**

1.4.4 .La pollution agricole :

L'agriculture est aujourd'hui le principal émetteur d'azote et le deuxième en phosphore (CRE, 2002), elle est aussi devenue par les innovations qui l'ont révolutionnée un facteur de pollution. Elle aura à son passif la pollution des eaux par ses rejets affectant les eaux de surface tout comme les nappes et voies souterraines **(Ongley, 1996).**

Aux pratiques agricoles s'ajoutent des caractéristiques climatiques et agro-pédologiques qui accentuent les risques de pollutions **(CRE, 2002).**

Parmi les caractéristiques de la pollution agricole, on citera :

- Les fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium), provenant d'engrais et d'effluents d'élevage (fumiers, lisiers).
- Les substances oxydables issues de sous-produits d'élevage et des lavages d'aires (matières organiques, ammoniaque).
- La présence de produits chimiques de traitement des cultures (produits phytosanitaires).
- La présence épisodique dans les effluents d'élevage de produits sanitaires (bactéricides, antibiotiques) **(Genin et al., 2003).**

1.4.5. Pollution atmosphérique :

L'atmosphère terrestre contient en effet des polluant (gaz, vapeur, fumé, poussière...) qui rejoignent le sol lorsqu'il pleut, ces pollutions contaminent alors les eaux de surface ainsi qu'ils peuvent contaminer les eaux souterraines. **(PERINGER, 2005).**

1.5.1. Les Types de pollution :

La pollution engendrée varie, d'ordre physique (radioactivité, hausse de la température…), chimique (rejets agricoles, industriels et urbains) et microbiologique (déjections urbains, élevage…) ou thermique.

1.5.2. La pollution chimique :

Elle résulte des polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe : solvants, métaux (Zn, Pb, Cd,…..), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), produits pharmaceutiques, pesticides, sels, etc. (**Ben kaddour, 2018).**Cependant, Plusieurs paramètres entrent en ligne de compte pour évaluer l'empirement de la pollution. Ils se présentent comme une juxtaposition de nombreuses substances agissant concomitamment. Exemple : pH, conductivité, turbidité, demande chimique en oxygène (DCO), etc. (**El Ouali et al., 2010).**

1.5.3. La pollution physique :

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température (Chartier, 1974), le pH, la conductivité, le solide totale dissous (TDS), la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau **(Ajagodoet al., 2017).**

1.5.4. La pollution microbiologique :

Si ses sources sont variées, la plus en vue reste les rejets des structures sanitaires **(El Ouali et al., 2010).**

Les micro-organismes pullulant en milieu aquatique sont naturellement acheminés par l'écoulement de l'eau, entrainant l'éclosion de plusieurs maladies hydriques à l'instar du choléra ou de la fièvre typhoïde. Même quand les maladies ne surgissaient pas, ce ne serait qu'un sursis très aléatoire pour la santé de ses consommateurs, avalant des variétés de bactéries qui entreraient le moment opportun en conflit avec le système immunitaire. En plus l'eau peut être un milieu favorable aux développements des bactéries et virus nuisibles rendant, ainsi l'eau impropre à la santé humaine utilisé pour leurs besoins, pour leur consommation d'aliments contaminés par l'eau, ou encore lors d'un bain ou d'un contact avec des eaux à usage récréatif.

Le moyen le plus commun de ces transmissions reste la voie fémorale **(Saab et al., 2007).**

1.5.5. La pollution thermique :

On ne saurait imaginer une industrie qui se passerait de l'eau. Elle y recourt d'une façon ou d'une autre, pour refroidir ses machineries, par exemple, ou générer de l'électricité grâce à la vapeur d'eau. Les industries recourent à l'eau puis la rejettent une fois son service terminé. L'eau ainsi rejetée, malgré le relatif refroidissement qu'elle subit, à l'usine même et en chemin vers le cours d'eau, elle y parvient tout de même plus chaude que l'environnement d'aboutissement. Le milieu récepteur n'en pourra alors que subir une perturbation de plus **(Taghezout, 2015).**

1.5.6 .La pollution radioactive :

Elle est liée aux rejets d'éléments radioactifs par les installations et les centrales nucléaires ainsi que les usines de traitement de déchets radioactifs **(Baudin et al., 1991).**

1.6. Conséquences de la pollution :

Les conséquences d'une pollution peuvent être classées en quatre catégories principales.

1.6.1. Conséquences sanitaires :

Les conséquences sanitaires sont celles à prendre en compte en priorité, Elles peuvent être liées à l'ingestion d'eau, de poisson etc., mais aussi au simple contact avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites). Les germes bactériens et les parasites transmissibles à l'homme, rejetés dans le milieu, occasionnent les problèmes sanitaires. Des problèmes d'intoxication graves sont parfois rencontrés pour le bétail (abreuvage en rivières polluées) **(AFNOR, 1992).**

1.6.2. Conséquences écologiques :

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par Rapport à ce qu'il aurait pu être sans pollution. Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduit parfois uniquement par l'accentuation d'un Phénomène naturel. D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la Réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme, Promenade....), à court et à long termes. Dans certains cas, la conservation du milieu à l'état naturel peut être aussi choisie comme Objectif en soi (notion de réserve : exemple Antarctique) **(Gaujous, 1995).**

1.6.3. Conséquences esthétiques :

Il s'agit de la pollution n'ayant pas de conséquences sanitaires ou écologiques importantes. Mais elles perturbent l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles plastiques ou du goudron rejeté sur une plage). On peut inclure dans cette catégorie les problèmes de goût de l'eau (Hypochlorite de sodium).

Les flottants et détritus solides divers qui occasionnent des nuisances esthétiques. Dans la plupart des cas sans réel danger pour le milieu (carcasses de véhicules abritant des populations animales qui sont beaucoup plus riches que le milieu environnant) **(AFNOR, 1992).** Les conséquences esthétiques sont, par définition, les plus perceptibles. C'est donc celles dont les riverains et le grand public auront, en premier conscience **(Gaujous , 1995).**

1.6.3. Conséquences industrielles

L'industrie est un grand consommateur d'eau : il faut par exemple 1m3 d'eau pour produire 1kg d'aluminium **(Gaujous, 1995).** La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevées, tant sur le plan chimique (minéralisation, corrosion, entartrage), que biologique (problème de biofouling, c'est-à dire d'encrassement des canalisations par des organismes). Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation "pollution" est apparue d'abord dans les pays industrialisées) **(Gaujous, 1995).**

1.6.4. Conséquences agricoles :

L'eau dans certaines régions est largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (non traitée). La texture du sol (complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et les bétails, sont sensibles à la qualité de l'eau. De mêmes, les boues contenant des toxiques (métaux lourds), issues du traitement des eaux usées pourraient être à l'origine de la pollution des sols **(Gaujous, 1995).**

2. Les paramètres de pollution des eaux usées urbaines :

2.1 .La qualité de l'eau :

L'évaluation de la qualité de l'eau est une mesure essentielle de la surveillance environnementale. Lorsque la qualité de l'eau est mauvaise, elle affecte non seulement la vie aquatique, mais aussi les écosystèmes environnants **(Barbosa-Vasconcelos et al., 2018).**

Loin d'être antagonistes, les approches chimiques et biologiques sont très complémentaires via l'information qu'elles dispensent quant à l'état du milieu aquatique suite à une contamination.

Globalement, les approches biologiques favorisent l'intégration de l'ensemble des perturbations opérant dans le milieu et leurs variations, les approches chimiques étant indispensables pour identifier et mesurer précisément le niveau de contamination du milieu par certaines substances particulières **(Forbes et Forbes, 1997).**

2.2. Paramètres organoleptiques :

a. Odeur : Les eaux usées, chargées en matières organiques particulaires et dissoutes, en composés azotés et phosphorés, peuvent dégager des odeurs désagréables**. (Rodier et al., 2009).**

b. Couleur : La couleur des eaux usées est grise en vieillisse elle devient noir par l'activité bactérienne en milieu anaérobie. L'élimination de la couleur s'accompagne également de l'élimination de certaines matières organiques indésirables **(Rodier et al., 2009).**

2.3. paramètres physique :

A. Température :

C'est un paramètre important surtout pour les eaux usées industrielles (principalement les industries agro-alimentaires les centrales nucléaires...) qui produisent des eaux chaudes. l'émission d`une eau propre mais chaude dans un milieu naturel peut créer une pollution.(**ONED ,2023**).

B. Conductivité électrique :

Elle sert à mesurer la quantité de sels dissous. Le poids de sel est représenté par le produit de cette conductivité avec le volume d'eau rejetée **(ONED ,2023).**

C. pH (potentiel hydrogène) :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène [H+] présent dans l'eau ou les solutions, Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions [H+] .Le PH doit être compris entre 6.5 et 8.5. Le pH est mesuré avec une électrode en verre. (**ONED ,2023).**

D. Salinité :

La salinité totale d'une eau correspond a total des actions et des anions présents ; exprimé en mg1-1**(ONED 2023).**

E. Turbidité :

La turbidité des effluents résiduaires et des eaux polluées est en général très élevée, elle ne peut de ce fait être exprimée en gouttes de silice ou de mastic. La turbidité est donc définie par absorptiomètre. Le mestre est effectué au moyen d'un spectrophotomètre à 720 nm, car à cette longueur d'onde l'influence de la couleur est négligeable.

Pour éviter l'interférence due à la présence de grosses particules décan tables, il convient de les éliminer au préalable par décantation **(ONED 2023).**

F. Les matières en suspension (MES) :

Il s'agit imide la matière qui est sous forme de particulaire et la matière colloïdale et qui reste en suspension dans l'eau (de taille 10-2 à 10-8 mm), Ce peut être de la matière minérale ou de la matière organique, c'est souvent un mélange des deux. Elle est mesurée par Pesée. Un volume connu d'eau usée est filtre ou centrifuge. On met la matière à sécher à 105 Degrés Celsius. **(Merabet, 2010).**

2.4. Paramètres chimiques :

A. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

Le test de la demande biochimique en oxygène a constamment fait l'objet de discussions. Amélioré et précisé, dans des conditions de pH, de température, de salinité bien déterminée, il constitue cependant un moyen valable de l'étude des phénomènes naturels de destruction des matières organiques. Les difficultés d'application d'interprétation des résultats, de reproductibilité, sont liées au caractère biologique de la méthode. La cour bede consommation d'oxygène est d'abord faible puis s'élève rapidement jusqu'à un plateau, sous l'action de la phase logarithmique de croissance. L'oxydation des matières organiques n'est pas le seul phénomène en cause; il faut y ajouter l'oxydation des nitrites et des sels ammoniacaux ainsi que les besoins nés des phénomènes d'assimilation et de la formation de nouvelles cellules. Elle peut être mesurée sur 5 jours d'incubation (DBO_5) ou sur 21 jours (DB021) (**ONED ,2023).**

B. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau. Quelle que soit leur origine organique ou minérale. Il est préférable d'effectuer les prélèvements dans des récipients en verre, les flacons en matière plastique pouvant entraîner la présence de contaminants organiques. Pratiquer la détermination de la DCO très rapidement après le prélèvement qui doit être représentatif et homogénéisé. Cependant, on peut conserver un curtain temps l'échantillon s'il a été acidifié par l'acide sulfurique.

La DCO totale comprend deux fractions, l'une étant soluble et l'autre particulaire. Lors des déterminations de DCO, il est d'usage de pratiquer l'analyse sur la fraction soluble. Celle-ci est obtenue en faisant décanter l'échantillon pendant une durée de 2 heures.

L'échantillon pour analyse est alors prélevé dans la phase surnageant, par siphonage ou à l'aide d'une pipette, et la DCO mesurée est alors notée DCOad2 (DCO après décantation de 2 heures). Mais pour des objectifs particuliers, il peut être indiqué de déterminer la DCO totale, sans décantation préalable **(ONED, 2023).**

C .L'oxygène dissous :

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la pression et la force ionique du milieu **(REJESK, 2002).**

D. Nitrite (NO_2^-) :

Une eau contenant du nitrite est suspecte, car cette présence est souvent associée à une détérioration de la qualité microbienne. Le nitrite peut se former à partir de la réduction du nitrate ou de l'oxydation incomplète de l'ammoniac. **(REJESK, 2002)**

C. Ammonium (NH_4^+) :

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec dénitrates.

C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (Rodier et al, 2005). L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un aliment qui peut permettre à certaines bactéries de se proliférer dans les réseaux de distribution **(Tremblay, 1995 ; Mouly et al, 2008).**

2. Impact des eaux usées :

si le réseau de collecte des eaux usées ne couvre pas l'ensemble de la population .ce manque d'infrastructure a un impact non négligeable sur la qualité des milieux naturels.

3.1. Sur le milieu naturel :

Si le réseau de collecte des eaux usées ne couvre pas l'ensemble de la population. Ce manque d'infrastructure a un impact non négligeable sur la qualité des milieux naturels.

A. L'océan : Lorsque les eaux usées sont rejetées dans la mer après un traitement insuffisant ou sans épuration, elles polluent les eaux de baignades. Ainsi, depuis 2005, la Pointe des Roches à Kourou et la plage du Zéphire sont interdites à la baignade. Ces sites sont contaminés par des bactéries, des virus et des parasites issus des eaux usées domestiques rejetées en mer sans traitement, selon la DSDS (Direction de la Santé et du Développement Social).Ces eaux peuvent transmettre à l'Homme des maladies, en cas d'ingestion ou de contact.

B. Eaux superficielles : Il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la quantité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent. Les métaux lourds comme le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent avoir des effets sur les espèces aquatiques les plus fragiles. Sous certaines conditions physico-chimiques, certains métaux lourds tel que mercure peuvent s'accumuler le long de la chaîne trophique et avoir un impact sur l'homme. Entre 1953 et 1960 à MINAMATA au japon, 111 personnes sont mortes ou ont été gravement intoxiquées à la suite de l'absorption de poissons, mollusques et crustacés renfermant des taux élevés de mercure organique. (**El Ghazi et al, 2007).**

C. Eaux souterraines : La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être dégradée par les eaux usées, si l'étanchéité de la station d'épuration ou de la lagune est défectueuse ou lorsque le système d'assainissement non collectif présente des dysfonctionnements.

3.2. Sur la santé de l'homme :

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou indirecte, la première cause de mortalité et de maladie au monde. L'inégalité dans la répartition des ressources en eau associée à la dégradation de la qualité de l'eau engendrent de rands problèmes.

A. Conséquences de la présence des huiles et graisses dans un réseau d'égout :

Peuvent causer des accidents pour le personnel chargé de l'entretien des égouts. Réduction de la capacité du réseau suite au rétrécissement du diamètre des tuyaux à cause du dépôt d'une couche graisseuse sur les parois, Peut être source d'un début d'incendie et même d'une explosion. Formation de boules de graisses qui peuvent obstruer la tuyauterie et interrompre l'écoulement des eaux usées.

B. Conséquences de la présence des huiles et graisses dans une station de pompage :

La graisse s'accumule sur les parois du puits humide et s'épaissit.

• Les gros morceaux de graisse se détacheront des parois et arrêteront les opérations en obstruant la tuyauterie coté succion de la pompe ou la pompe elle-même.

C. Conséquences de la présence des huiles et graisses sur le traitement des eaux usées :

Formation d'écume à la surface des bassins. Blocage des écumoires (surtout en hiver) Induire la biomasse fixe. Obstruction des grillages.

Formation de dépôts sur les parois des réservoirs. Détérioration de la peinture sur les surfaces avec lesquelles elles sont en contact **(ONED. 2023).**

CHPITRE II
Matériels et méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude

2.1.1 Situations géographiques de la wilaya de Skikda :

La wilaya de Skikda se situe dans la partie Nord-est de l'Algérie dans l'espace géographique compris entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen. Entre les latitudes 36 °5N et 36°15N et les longitudes 7°15 E et 7°30 E. Couvrant une superficie totale de 4137, 68 km2 et représentant ainsi 12% du littoral algérien avec 140 km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitée par :

- La mer Méditerranée au nord ;
- La wilaya d'Annaba à l'est ;
- La wilaya de Jijel à l'ouest ;
- Constantine et Guelma au sud ;
- Mila au sud-ouest**(Aniref, 2013).**

Figure 1: image satellite de la wilaya de Skikda **(Ben Ali, 2015)**

2.1.2. Présentation du site d'étude : L'Oued Safsaf

2.1.2. a . Situation géographique de l'Oued Saf-Saf :

Se trouvant au centre du terrain d'étude, c'est le principal oued dans le bassin versant de Saf-Saf, il débute au Sud dans les monts de Constantine, de direction Nord-Sud sa longueur est de 53.19 Km, ses principaux affluents sont l'Oued Zeramna, Oued Haddaratz et Oued Ghbel. Le profil en long du cours d'eau principal montre qu'en amont, les pentes sont beaucoup plus élevées qu'à l'aval, elles sont de 11.3 m/Km au niveau de l'oued Brahim et Bouadjeb, et de 2.3 m/Km au environ d'El Harrouch **(Ben Rabeh, 2006).**Safsaf est

unouedqui bord la (ZIK) par l'ouest sur une longueur de 6 km. Sa largeur moyenne est d'environ vingt mètres avec un débit de 569m³/s**(Mezedjriet al, 2008).**

Figure2. Situation géographique du sous bassin versant de l'oued Saf-Saf.

2.1.2.b. La Superficie du bassin :

Avec une superficie planimètre de 1165,82 km² le bassin versant du Saf-Saf est le plus grand bassin des côtiers Constantinois (10 % des 11570 km²). Cette superficie est délimitée par une ligne de partage des eaux de 150 km qui est le périmètre du bassin **(Ben hamidcha,2019).**

2.1.2.c. La forme du bassin :

Cet élément peut être traduit par le paramètre C: Indice de compacité de Graveleuse ayant une influence certaine sur l'écoulement. La forme du bassin détermine l'allure de l'hiérogramme de crue. Un bassin allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin de forme ramassée. Pour le bassin du Saf-Saf, l'indice C a été estimé à 1,24 ; traduisant une compacité faible (bassin allongé) de 46,65 km sur 24,75 km **(Ben hamidcha, 2019).**

2.1.2.d. Réseau Hydrographique:

La topographie contrastée, l'agressivité du climat et la lithologie tendre (marnes et argiles) ont permis l'installation d'un réseau hydrographique dense.Le bassin du Saf-Saf résulte de la jonction de deux cours d'eau importants : l'Oued Bou Adjeb et l'Oued Khemakhem où a été construit le barrage des Zardézas. Il franchit la chaîne numidique entre les monts M'souna (620 m) et Sébargoud (609 m), avant de se jeter dans la mer près de Skikda **(Ben hamidcha,2019).**

2.1.2 e.La géologie du bassin :

L'objectif recherché, par l'étude géologique et géotechnique, est d'identifier la nature des faciès affleurant et leur impact sur le comportement des ouvrages et du système d'assainissement vis-à-vis de leur stabilité.la ville de SKIKDA est de formation stratigraphique ancienne composée par des roches métamorphiques, précambriennes et paléozoïques, sous l'influence d'érosion intense, ces roches sont très altérées et recouvertes d'une couche d'altération superficielle argileuse d'une épaisseur variant de 0 à 2 mètres.

Les alluvions de vallées qui sont formées d'argiles limoneuses, d'argiles sableuses et de vases, remplissent les vallées de Zeramna et Saf-Saf, leurs épaisseurs dépassent parfois les 30 mètres. Cette zone d'alluvions s'étend de la limite sud de la commune à l'embouchure de l'Oued Saf-Saf.

La zone des dunes intérieures (provenant des dépôts éoliens anciens et des dépôts marins anciens), d'une largeur de 1 à 2 km, se prolonge parallèlement au bord de la mer, de la vallée du Saf-Saf à l'Oued K'Sob **(Ben hamidcha,2019).**

2.1.2.f. Délimitation du bassin versant de l'Oued Safsaf :

C'est un bassin très vaste courant une superficie de 1190 Km limité au sud par les monts de Constantine, à l'est par le massif de l' et au nord il s'ouvre sur la méditerranée. Ce bassin concerne la région de basse altitude s'étendant d'El passant par les communes de 1992).

Ce bassin versant est subdivisé à son tour en trois sous bassin affluents de l'oued Safsaf :

- Sous bassin de Zeramna
- Sous bassin de l'oued Ghbal

● Sous bassin de l'oued Hddartez

2.1.3. Situation climatique :

L'établissement d'un bilan hydrique est nécessaire pour comprendre le fonctionnement d'un système hydraulique de surface, implique la connaissance des paramètres suivants :

les températures, les précipitations,… etc, qui conditionnent le bilan et la détermination du type de climat qui règne dans la région concernée. Cette étude est nécessaire pour bien comprendre les mécanismes d'échange et de circulation des eaux superficielles.

L'étude des caractéristiques climatologiques joue un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eaux, les variations des réserves, la compréhension des 11 mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux naturelles. Pour cela, l'élaboration du bilan hydrique est indispensable pour mieux comprendre le fonctionnement et les influences d'un système hydraulique de surface. De plus, toute étude climatologique nécessite une analyse bien détaillée des précipitations, car la pluie est un facteur qui conditionne l'écoulement saisonnier et par conséquent, le régime des cours d'eaux ainsi que celui des nappes. Dans les mécanismes de pollution, l'infiltration et le ruissellement entraiment de manière très différente les polluants, aussi dans le domaine agricole l'infiltration permet l'entrainement en profondeur des fertilisants et des pesticides.

Dans le cas de ruissellement les déchets liquides sont entrainés dans les cours d'eau (les oueds) avec une dilution proportionnelle aux précipitations. Sous l'influence conjuguée de la mer, du relief, du sol et de la latitude, des zones climatologiques. Le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, caractérisé par deux saisons distinctes, une humide et douce, et l'autre chaude et sèche **(Zaoui, 2017).**

2.1.3.1. Facteurs climatiques :

L'étude du climat se base sur les mesures aux différentes stations d'éléments météorologiques divers et parmi les plus importants nous citons les précipitations et la température.

2.1.3.2Températures (T) :

Les températures sont le deuxième facteur important dans l'étude climatique en agissant directement sur le phénomène d'évapotranspiration et donc le déficit d'écoulement annuel et saisonnier. Les températures moyennes mensuelles mesurées dans les deux stations sur une période d'observations de l'année 2021 sont reportés dans le tableau 1 :

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles en (°C).

Les mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Température	14.5	16.7	15.5	18.1	21.7	25.7	28.6	29.4	27.5	21.8	17.1	14.6

Source : Station météorologique du port de Skikda, 2021.

2.1.3.3. Précipitations (P) :

La précipitation est un facteur très important, qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement sur le régime des cours d'eaux et l'alimentation des nappes aquifères. Les hauteurs des pluies moyennes mensuelles enregistrées durant les périodes

D'observation (2021) sont illustrées dans le tableau ci-dessous

Tableau 2: Précipitations moyennes mensuelles en mm.

Les mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Précipitation	60.21	13.46	70.35	68.09	37.07	3.81	0	0.51	20.3	61.46	96.27	82.82

Source : Station météorologique du port de Skikda (2021).

2.1.3.4. Le vent (V) :

Le vent est l'un des facteurs les plus déterminants des régimes pluvieux, de l'évaporation et par conséquent du climat. La connaissance de ce paramètre est très importante dans la limite des propositions de l'irrigation pour une meilleure utilisation de la double ressource sols et eaux.

Les données de la station du port de Skikda de l'année 2021 et concernent les moyennes mensuelles de la vitesse des vents sont illustrées dans le tableau 3

Tableau 3 : Vitesse moyennes mensuelles des vents en m/s.

Les mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
V. Vent	13	11.5	12.9	13.2	11.4	11.2	11.1	11.3	11.1	12.9	11.8	13

Source : Station météorologique du port de Skikda (2021)

D'après ces tableaux on peut conclure qu'il existe deux périodes:

• Une période hivernale s'étale du mois de Novembre au mois d'Avril caractérisée par des précipitations importantes d'ordre de 514,35 mm à la station.

• Une période estivale qui s'étale du mois Mai au mois d'Octobre.

2.1.4. Les horizons aquifères de la vallée de l'Oued Safsaf :

Le bassin versant de l'Oued Safsaf objet de notre étude est le plus important de toute la région de Skikda marquée par une réserve régulatrice estimée à presque 125 million de m3 . Les différentes structures et unités géologiques existantes dans le terrain d'étude définissent les cinq types de nappes suivantes :

¬ La nappe des grès numidiens caractérisée par une alternance irrégulière de grès et d'argiles qui occupe les sommets à l'intérieur du bassin versant.

¬ Les nappes des flysch mauritaniens caractérisées par des argiles, poudings, calcaire phtalique qui s'étendent de Ain Bouziane jusqu'au Sud-ouest d'El Harrouch.

¬ La nappe des schistes composée de schistes, phyllades, gneiss et marbres elle occupe la limite Ouest du bassin et se poursuit plus au Sud de Staiha jusqu'au Nord-est.

¬ La nappe des calcaires qui s'étend du Sud-ouestjusqu'auNord-est du bassin.

¬ La nappe des alluvions :

C'est l'aquifère majeur de toute cette partie, elle longe l'oued Safsaf et ses affluents. Elle est composée d'un ensemble de formation perméable telle que graviers, sables et galets avec des passages de sable argileux.

3.1 .Choix du site de prélèvement :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques de l'eau de l'Oued Saf-Saf ; Les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de l'environnement (**ONED 2023)**.

L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes prélèvement ; analyse et interprétation.

Les échantillons d'eau ont été prélevés au niveau de quatre points choisis en fonction des rejets éventuels dans le bassin versant à proximité des quatre sites de prélèvement dans le bassin versant de l'Oued Safsaf :

• **1ère station (S1) :** Oued saf-saf-En face central therpique SPE commune de Skikda.

• **2éme station (S2) :** Oued saf-saf- Embouchure, wilaya de Skikda.

• **3éme station (S3) :** Oued saf-saf-En face central a bètonboukadoum-commune Salah bouchaour, Wilaya de Skikda.

• **4éme station (S4) :** Oued saf-saf- agglomération Saïd bousbaa commune d'EL HAROCHE, Wilaya de Skikda.

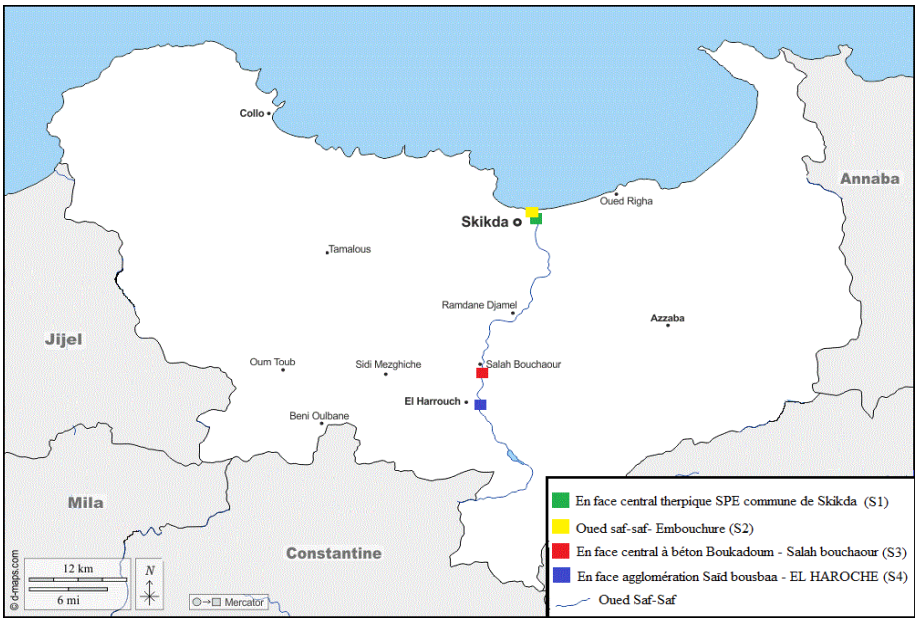

Figure 3: Carte schématique de la zone d'étude avec localisation des points de prélèvements de l'oued Safsaf .

Les stations choisis sont jugés étant les plus représentatifs, vue le positionnement des stations aux endroits les plus suspectés, tels que les zones de déversement des différents affluents. Les échantillons d'eau étaient prélevés chaque semaine en quatre points et à travers la largeur de la rivière pour les quatre emplacements durant la période d'étude (juin-juillet 2003).

3.4. Les photos des sites de prélèvements :

Figure 4 : Station d' Harrouch

Figure 5: Station central therpique SPE .

Figure 05 : Station EMBOUCHURE.

Figure 6 : Station SALAH BOUCHAOUR.

3.2. Matériels et méthodes :

Une multitude de paramètres physico-chimiques qui décrivent la qualité générale des eaux au niveau de différents points d'échantillonnage ont été mesuré.

3.3. Paramètres mesurés in situ :

Le tableau ci-dessous résume les paramètres mesurés in situ : température, pH, teneur en oxygène, conductivité et la couleur.

Tableau 4 : Paramètre mesuré sur le terrain.

Paramètres mesurés	Appareils de mesure
Température.	Thermomètre à mercure ordinaire.
pH	pH-mètre de terrain de type PHYWE.
Teneur en oxygène.	Oxymétrie portatif PIONEER 20 muni d'une sonde à oxygène dissous de type DOX20T.
Conductivité.	Conductimètre de terrain W.T.W 1330 muni d'une cellule de mesure de type LR 325/01 à compensation thermique.
Couleur	Observation visuelle.

3.3. Paramètres mesurés au laboratoire :

Le tableau ci-dessous présente les paramètres mesurés au laboratoire

Tableau 5 : Paramètres mesurés au laboratoire.

Paramètres à mesurer	Méthode de mesure
Matières en suspension (MES).	Filtration sous vide.
Concentration en matière organique biodégradable.	Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO_5).
Matières organiques biodégradables ou non biodégradables.	Demande chimique en oxygène (DCO).
Nitrates, nitrites, ammoniacal	Spectrophotométrie.

4.1.Caractérisation de la qualité des eaux de l'oued El safsaf :

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de surface de l'oued safsaf sont présentés dans le tableau.

4.2. Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimiques des eaux de surface du l'oued El safsaf:

Paramètres	Unités	MOY	MAX	MIN	Valeur limite
Température	°C	20,63	23,00	19,70	25
PH	/	7,00	7,00	7,00	6,5-9
Conductivité	Us/cm	2685,00	4240,00	1100,00	2800
Salinité	mg/l	2,53	6,00	0,80	/
Concentration d'oxygène dissous	mg/l	4,18	6,70	2,00	8
Saturation d'oxygène dissous	%	46,25	68,50	25,50	/
Matière en suspension	mg/l	72,00	130,00	33,00	25
Demande biochimique en oxygène	mg/l	108,75	150,00	50,00	7
Demande chimique en oxygène	mg/l	155,00	220,00	80,00	30
Ammonium	mg/l	4,75	7,00	3,50	4
Nitrites	mg/l	0,15	0,50	0,03	0,1

4.3. Résultats sous forme de diagramme en barre des analyses physico-chimiques des eaux de surface du l'oued El safsaf :

a. La température :

C'est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Le rôle de la température n'est jamais négligeable. Il est décisif dans la distribution des espèces aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières **(Koller, 2009).**

Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous **(Makhoukh et al., 2011).**

Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). Des

changements brusques de température de plus de 3°C sont souvent des indicateurs de pollution ponctuelle ou générale **(Segbeaya, 2012).**

Sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et la dénitrification **(Ben kaddour, 2018).**

Les valeurs mesurées de la température de l'eau sont acceptables et sont conformes à la norme algérienne de 25°C**.** Ces résultats montrent que la température de l'eau enregistrée est de 23C°. L'augmentation de la température est influencée par la température des rejets des eaux usées (industriels). Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température, notre eau est de qualité légèrement moindre (qualité passable) suffisante pour l'irrigation **(Hedahdia et Alouche, 2016).**

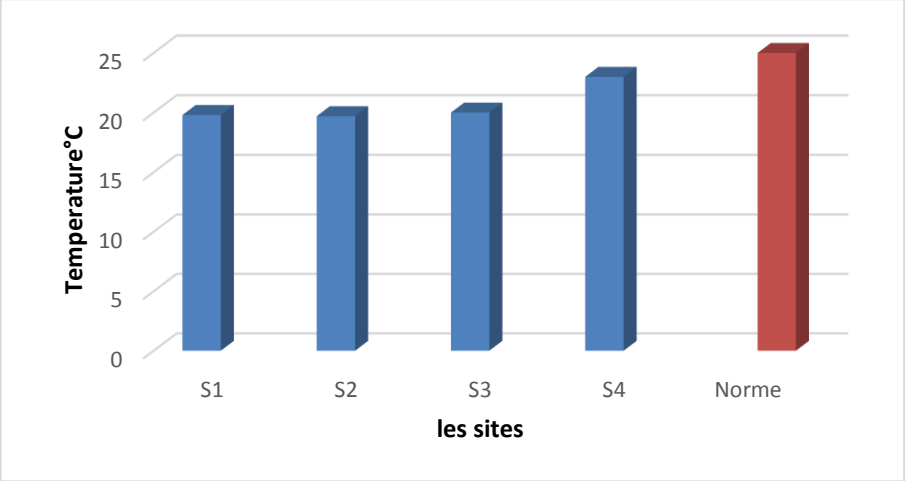

Figure 07 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de température.

C. Le PH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau **(Mehounouet al., 2016).** Il influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mise en solution et donc la toxicité en rendant les métaux bio-disponibles **(Ben kaddour, 2018).**

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis **(Koller, 2009).**De faibles valeurs de pH des eaux de surface augmentent les risques de libération de métaux sous forme

ionique plus toxique, et des pH élevés favorisent la complexité et la stabilisation des métaux dans les sédiments mais augmentent les concentrations en ammonium NH_4^+, toxique pour les poissons **(Segbeaya, 2012).**

Les résultats des analyses des eaux de surface montre que tous les échantillons on le pH=7, Les valeurs de pH, légèrement alcalins sur tous les sites. Ceci peut être dû à un apport en acides humiques et fulviques résultant du lessivage des sols par les précipitations. **(Merhabi et al., 2019).**Selon la grille de classification des eaux d'oued, La qualité de l'eau est très bonne.

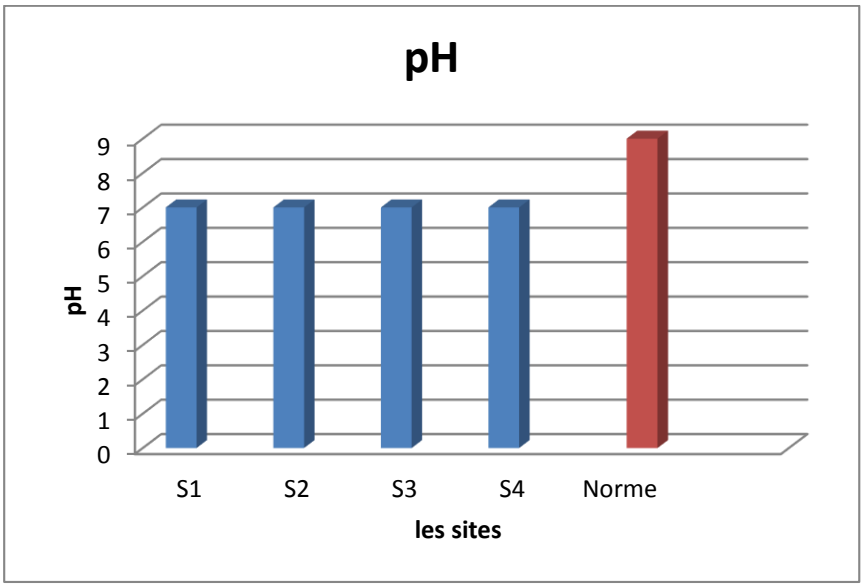

Figure 08 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de PH.

C. La conductivité électrique (CE) :

La conductivité est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique **(Segbeaya, 2012),** elle constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique **(Makhoukhet al., 2011).**

Elle s'exprime généralement en **µS/cm (Ben kaddour, 2018).**

Tableau 7 : Classes de minéralisation d'après la conductivité électrique (Rodier et al , 2009).

Conductivité	Minéralisation
conductivité< 100 µS/cm	très faible
100 µS/cm <conductivities< 200 µS/cm	Faible
200 µS/cm <conductivities< 333 µS/cm	Moyenne
333 µS/cm <conductivities< 666 µS/cm	Moyenne accentuée
666 µS/cm <conductivities< 1000 µS/cm	Importante
conductivité> 1000 µs/cm	Elevée

Les résultats de la conductivité montrent des valeurs élevées par rapport à la norme dont les plus élèves sont enregistrées dans les sites S4 =4240 µS/cm et la plus faible en S3= 1100 µS/cm.

Il s'avère Selon (**Rodier ,2009),** que les eaux de surface sont très minéralisée, en raisons de la fort salinité due a sa proximité avec la mer ; la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval **.**L'augmentation de la conductivité pourrait être liée à la géologie du terrain traversé qui est riche en sels minéraux et pourrait prévenir aussi des rejets d'eaux usées.

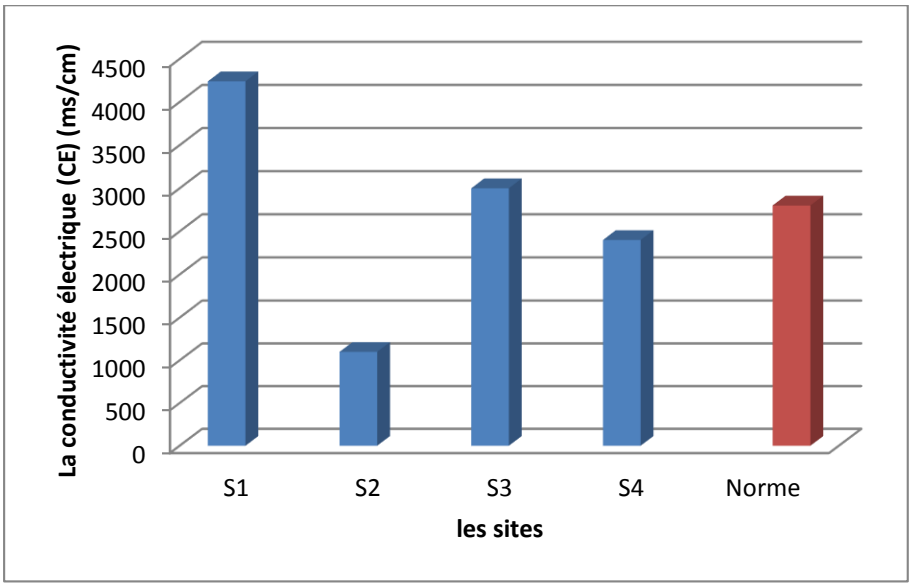

Figure 09 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de La conductivité électrique (CE).

D. Oxygène dissous :

Oxygène dissous L'oxygène dissous Dans les eaux naturelles, l'oxygène dissous est un facteur écologique essentiel car sa présence (milieu aérobie) permet la respiration des êtres vivants aquatiques. Bien que toujours présent dans l'eau, l'oxygène n'en est pas pour autant un élément constitutif.

Son origine est soit l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, soit la dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique. **(Zaoui ,2017)**.

Les résulta de l'oxygène dissous indique que la valeur minimale est de 6.7mg/let la valeur maximale est de 2 mg/l avec une moyenne de 4,18mg/l.

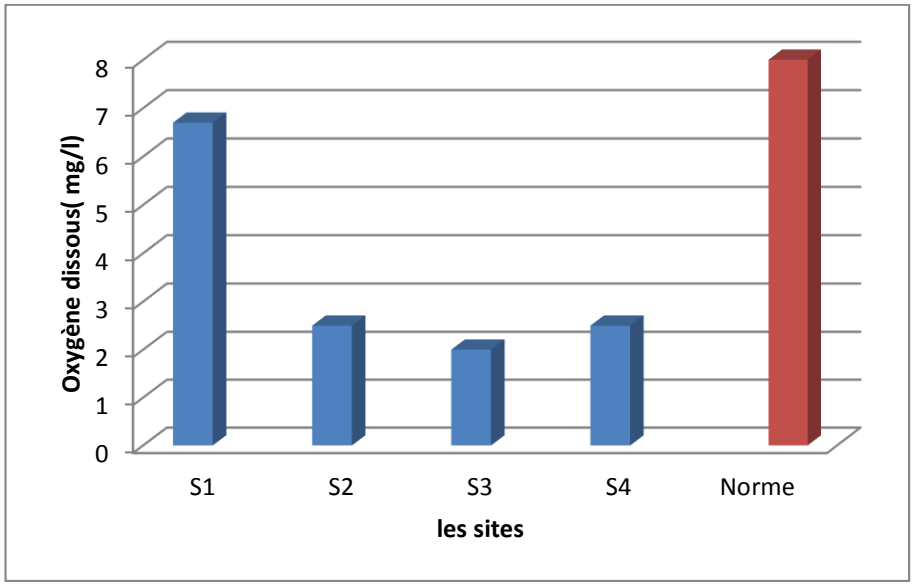

Figure 10 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Oxygène dissous **.**

E. Salinité :

La salinité est une propriété de l'eau de mer qui est fondamentale à l'étude du milieu marin **(Aminot & Chaussepied, 1983).** Elle correspond à la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau de mer. On évalue maintenant la conductivité et on l'exprime en UPS : Unité Pratique de Salinité, qui équivaut approximativement à 1 mg/g de sel. La salinité de l'eau de mer est en moyenne de 35 UPS, soit 35g/kg, celle des eaux saumâtres est de 5 à 18 UPS et celle des eaux douces est inférieure de 0,5 UPS **(Chevallier ,2007).**

Les résultats de la salinité montrent des valeurs élevées par rapport à la norme dont les plus élèves sont enregistrées dans les sites 6mg/l a couse de la proximité a la mer et la plus faible en 0,8mg/l avec un moyenne de 2,53 mg/l.

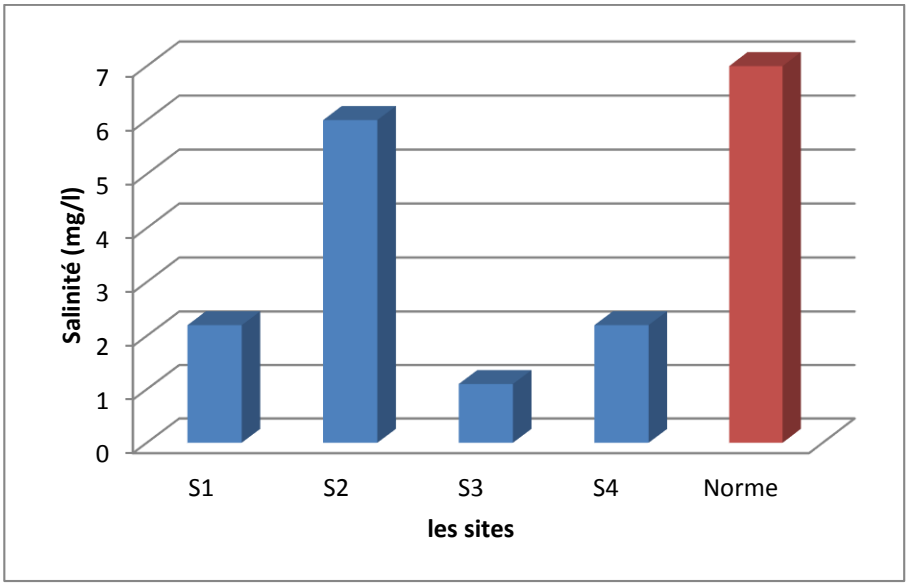

Figure 11 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Salinité**.**

F. Matière en suspension (MES) :

Représentent tous les minéraux et particules organiques contenus dans l'eau. Ils dépendent de la nature du terrain traversé, Saison, précipitations, conditions d'écoulement de l'eau, nature des rejets, etc. Des niveaux élevés de solides en suspension peuvent être considérés comme une pollution. Cette augmentation pourrait également entraîner un réchauffement de l'eau, ce qui réduirait la qualité des habitats d'eau froide. **(Makhoukh et al, 2011)**.

Les résultats de la matière en suspension montrent des valeurs élevées par rapport à la norme dont les plus élèves sont enregistrées dans les sites ,130 mg/l et la plus faible en S4= 33 mg/l avec un moyenne de 72,00 mg/l.

C'est ainsi que les apports pluviométriques par les ruissellements et les cours d'eau, jouent un rôle prépondérant dans l'enrichissement en matières en suspension de la colonne d'eau **(Drardja, 2007).**Selon les Normes de l'OMS, la valeur guide de MES ne doit pas dépasser 90mg/l, et nos résultats montrent des valeurs inferieures aux normes.

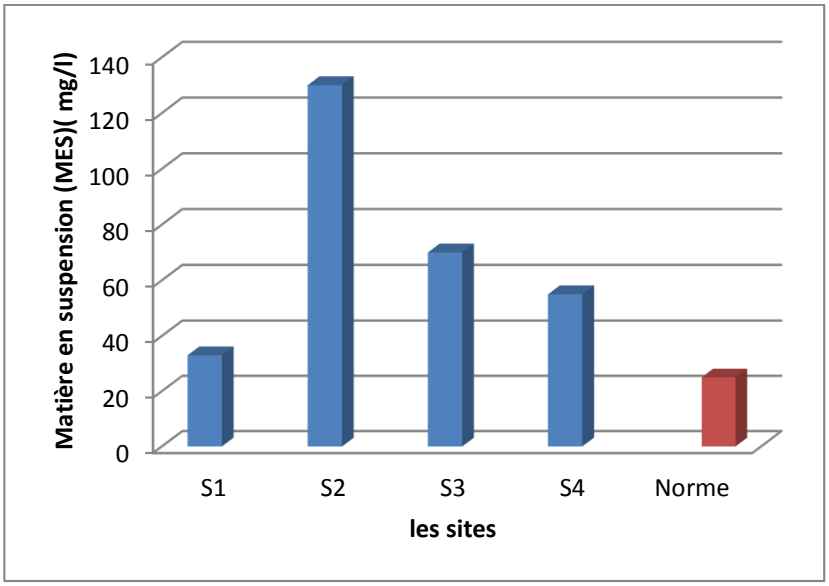

Figure 12 : Histogramme représentatif des résultats des valeurs moyennes de Matière en suspension (MES).

G. Ammonium :

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates.

C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel **(Rodier et al, 2005).** L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un aliment qui peut permettre à certaines bactéries de se proliférer dans les réseaux de distribution **(Tremblay, 1995 ; Mouly et al, 2008).**

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (Rodier et al, 2005). L'ammonium doit être éliminé dans les eaux de consommation, car c'est un aliment qui peut permettre à certaines bactéries de se proliférer dans les réseaux de distribution (**Tremblay, 1995 ; Mouly et al, 2008).**

Les résulta de l'ammonium indique que la valeur minimale est de S3 et S4 =3,5 mg/l.et la valeur maximale est de S1 =7 mg/l en raison de sa proximité avec les usines et de l` impact des déchets industriel et avec une moyenne 4.75 mg/l avec la norme.

L'ammonium est un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole domestique ou industriel.). L'Ammonium et présent en faible concentration 0.1 mg/l. Il est un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole domestique ou industriel.

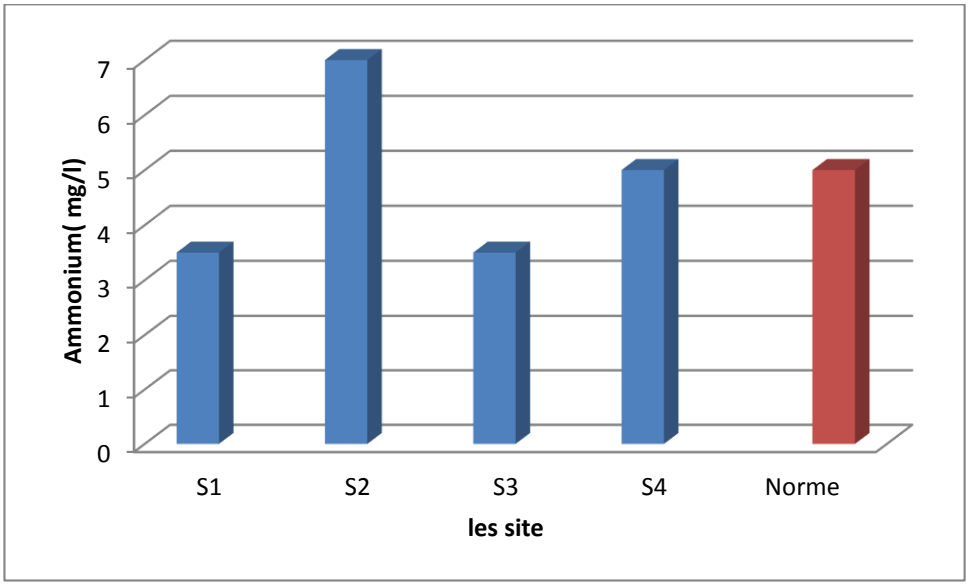

Figure 13 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Ammonium **.**

H. Demande chimique en oxygène (DCO) :

Elle représente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation non biologique de l'ensemble des matières organiques présentes dans l'effluent, qu'elles soient ou non biodégradables **(Koller, 2009).**

La DCO est exprimée en mg d'O_2 /l. Les valeurs élevées de la DCO indiquent la présence d'une forte contamination liée à la présence de polluants réfractaires d'origine organique et minérale issus des activités anthropiques ou naturelles **(Ben kaddour, 2018).** Les résultats de la DCO montrent des valeurs élevées par rapport à la norme dont les plus élèves sont enregistrées dans les sites S3 =220mg/l a couse de augmentation de matière organique dans le milieu et la plus faible en S1 = 80mg/l avec un moyenne de 155 mg/l elle plus élève par rapport a la norme.

Elles pourraient être essentiellement liés à la charge élevée en matières organiques des eaux usées domestiques et aux effluents des unités industrielles déversées en amont de ces stations. La mesure de la DCO pourra évaluer la charge polluante d'une eau usée en matières organiques avant et après un traitement physique, chimique et biologique.

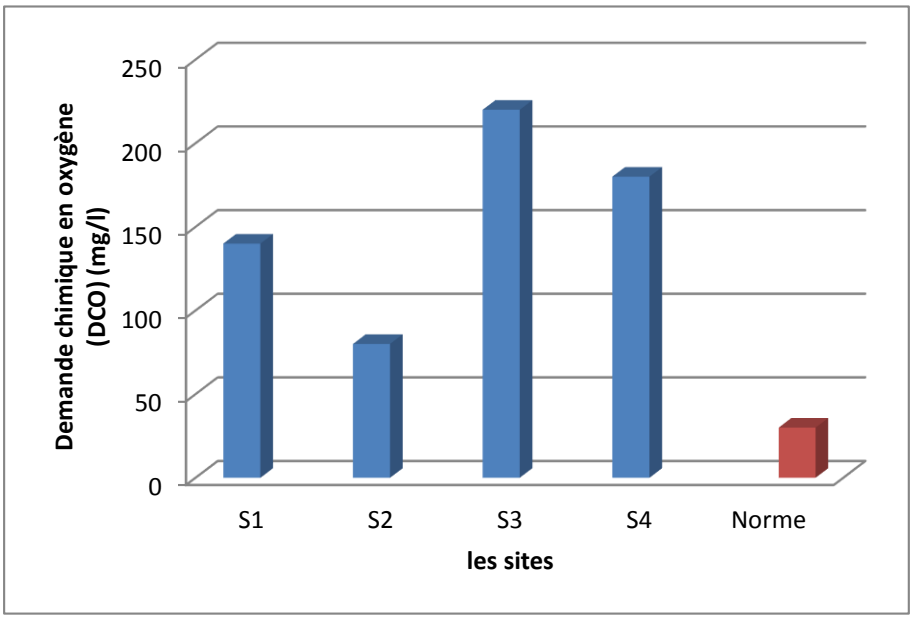

Figure 14 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes Demande chimique en oxygène (DCO).

M. Demande biochimique en oxygène (DBO5) :

La DBO5 mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique par voie biologique (bactéries), cette analyse s'effectue à une température de 20°C pendant 5 jours à l'obscurité **(Ben kaddour, 2018).**

Cette mesure permet une certaine évaluation des nuisances provoquées par le rejet de matières organiques biodégradables en mesurant une consommation d'oxygène **(Koller, 2009).**

Les résultats de la DBO5 montrent des valeurs élevées par rapport à la norme dont les plus élèves sont enregistrées dans les sites S1 150mg/l a couse de la plus faible en S4 =50mg/l avec un moyenne de 108.75mg/l elle plus élève par rapport a la norme.

les valeurs de DBO5 augmentent graduellement de la première à la quatrième station en raison du déversement important d'eaux usées domestiques par chaque commune ainsi qu'aux effluents des établissements industriels. De ce fait, le pic des valeurs les plus élevées à été remarqué au niveau de la quatrième station du fait du volume élevé des eaux usées domestiques et industrielles .Selon la grille d'appréciation de la qualité d'eau nos eau contiennent une bonne quantité d'oxygène pour la dégradation de la matière organique résulté des différents rejets donc nos eaux sont de très bonne qualité. **(Zaoui ,2017).**

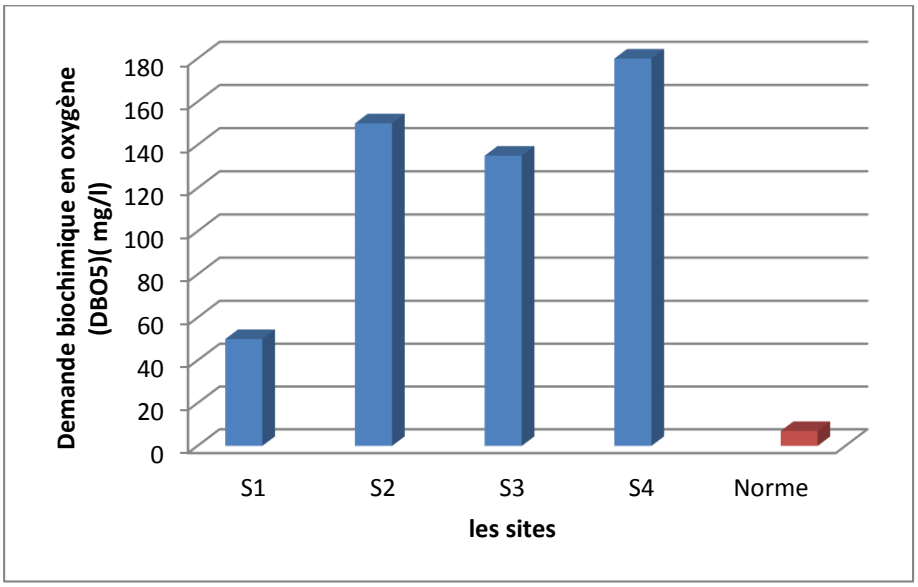

Figure 15 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Demande biochimique en oxygène (DBO5) .

N. Nitrites (NO2-) :

Il représente une forme moins oxygénée et moins stable dans le cycle de l'azote, elle représente la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium. C'est une forme toxique. Son origine est liée à l'agriculture ou aux rejets urbains et industriels. La norme en eau douce et naturelle est de 0.1mg/l **(Décret 11-125 Qualité d'eau).**

Les résulta de nitrite indique que la valeur minimale est de 0,03mg/l et la valeur maximale est de 0,5mg/l avec une moyenne de0,15 mg/l acceptable par rapport la norme

Les nitrates pourraient provenir de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique).Qualité passable suffisante pour l'irrigation, les usages industriels et la production de l'eau potable après un traitement poussé. Ces nitrites pourraient provenir de la réduction des nitrates.

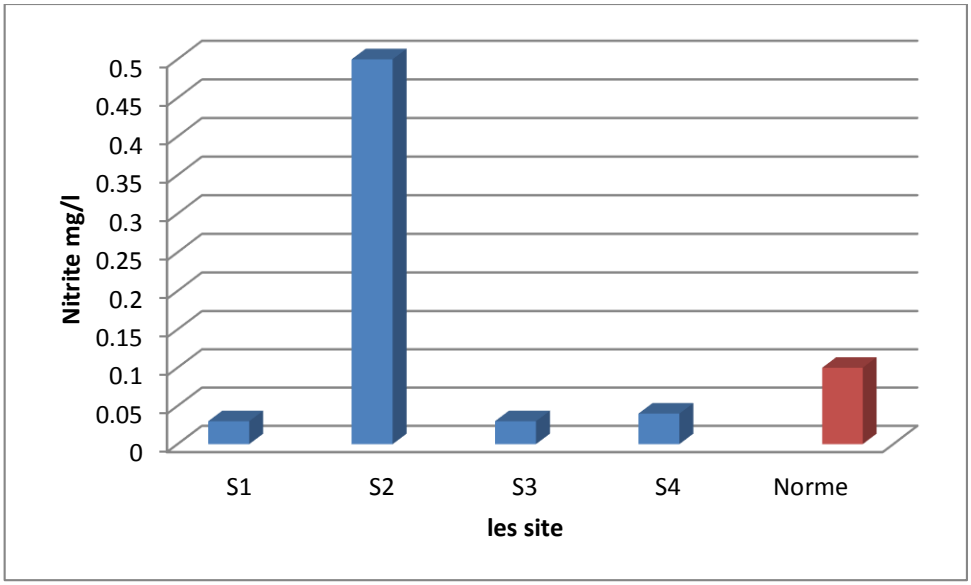

Figure 16 : Histogramme représentatif des valeurs moyennes de Nitrites (NO-2).

Conclusion générale

Conclusion générale

Située au Nord-est de l'Algérie, la wilaya de Skikda est considéré comme un grand pole d'hydrocarbures, néanmoins, cette spécificité offre à cette région en plus du développement économique un risque de pollution et de dégradation du milieu et des écosystèmes répartis largement dans cette riche wilaya par leur diversité biologique et écologique.
La vulnérabilité des eaux de surface du côtier constantinois centre (région de Skikda) et plus particulièrement le bassin versant du d'oued safsaf est liée au contexte industriel, agricole et urbain.

Afin de mettre les causes et les sources de toute éventuelle contamination et impact sur l'environnement, les propriétés physico-chimiques de divers échantillons d'eau ont été collectées de 4 sites, pour évaluer la qualité de l'eau nous nous sommes appuyés sur normes algérienne

Les analyses physicochimiques des échantillons, effectuées au niveau du laboratoire du ONEDD de Skikda montrent l'existence de plusieurs polluants physiques, chimiques, organiques au niveau des eaux superficielles de l'Oued el safsaf , la pollution industrielle est bien individualisée dans la plupart des points. les analyses ont permis également, d'identifier l'origine des éléments responsables à la pollution des eaux notamment à proximité de la zone industrielle manifestés par le taux très élevé des DBO_5,DCO, matières en suspensions (MES) et de la conductivité électrique due à pollution industriel domestique et agricole.

En plus, on peut localiser la présence de la pollution anthropique due aux eaux usées urbaines évacuées au niveau de l'oued el safsaf,

En perspective, et suite aux résultats présentés dans cette étude, on peut dire que oued el safsaf reçoit des quantités importantes de pollution qui ne cessent d'accroitre avec la croissance de industriel listions ce qui risque de porter atteinte à la stabilité de nos écosystèmes pour cela, il faut préserver ces ressources menacées par la rareté. Il est évident d'effectuer des analyses pour évaluer la qualité des eaux de l'oued safsaf de manière chronique avec la prise de toute mesure nécessaire en cas de possibilité.

Références bibliographies

A

- Afnor. (1992). Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation: NF T 90-350, 12 p.
- Aniref. (2013). Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière. Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de Skikda. 14/10/2013.
- ANPE. (1994). Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement. Monographie de la wilaya de Skikda. MATE, 220 p.

B

- Barbault, R. (2003). Écologie générale: Structure et fonctionnement de la biosphère. 5e édition. France : Dunod, 336 p. (ISBN-13: 978-2100073429).
- Baudin, J.P., Lambrechts, A., Pally, M. (1991). Utilisation des mousses aquatiques comme bioindicateurs de contamination radioactive. Hydroécol [en ligne], 3(2), 209-240.
- Bel Hadj Ali, I. (2013). Contribution à l'étude des sédiments marins tunisiens : cas des ports de Radès et de Gabès. Thèse de doctorat en Génie civil. Lille: École doctorale SPI 072 PRES Université Lille Nord-de-France, 175 p.
- Belhadj, M.Z. (2017). Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. Thèse de doctorat en Hydraulique. Biskra: Université Mohamed Khider Biskra, 135 p.
- Ben Abda, M. (2016). Étude de l'adsorption spécifique des isomères de dioxine sur des matériaux microporeux pour la mesure en ligne à l'émission des sources fixes. Thèse de doctorat en Instrumentation. Marseille: École doctorale Physique et Sciences de la matière, 225 p.
- Ben Rabah, S. (2006). État actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (essai de synthèse) Bilan – Gestion – Perspective. Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba, 29-30 p.
- Ben hammidcha, (2019). Modélisation hydrologique du bassin versant de l'Oued Safsaf par HEC_HMS.
- Ben kaddour, B. (2018). Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie). [En ligne] Thèse de doctorat en Chimie. Perpignan: Université de Perpignan, 193 p. Format PDF. Disponible sur : https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01955103/document (consulté le 10/03/2020).

- Bernard, 2007 Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar .llc
- Bicardot C, Les traitement de l'eau: procédés physico-chimique et biologique. ELLYPES, France 2002
- Bougherira, N., Hani, A., Toumi, F., Haied, N., &Djabri, L. (2017). Impact des rejets urbains et industriels sur la qualité des eaux de la plaine de la Meboudja (Algérie). Hydrological Sciences Journal, 62(8), 1290-1300. Disponible sur : https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02626667.2015.1052451 (consulté le 02/08/2020).
- Bounab, S. (2017). Ressources en eau et développement durable cas de la région ANNABA-EL TARF (Nord–Est algérien). Thèse de doctorat en Hydrogéologie. ANNABA: Université Badji Mokhtar-Annaba, 205 p.
- Bremaud, C, Thibault, J, Ulrich, E. (2012). Environnement, Alimentation, Santé. Dijon: Educagri, 208 p. Disponible sur : https://books.google.dz/ (consulté le 01/04/2020). (ISBN 9782844448736).

C

- Chaib, N., Boudjema, S. (2011). Évaluation de la qualité physicochimique des eaux de l'oued Kébir-Est et de ses principaux affluents (Nord-Est algérien). John LibbeyEurotext, 22(8), 171-177.
- Charles, R., Warshowsky, P., Warshowsky, B. (1958). Chemical Disinfect ANTS1. Annual Reviews in Microbiology, 12, 525-550. Disponible sur : https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.mi.12.100158.002521 (consulté le 20/01/2020).
- Cartier, Marcel-M. Les types de pollution de l'eau. Norois. 1974, n° 82, p. 183-193.
- Comité Régional de l'Environnement (CRE). Pollution anthropique. In : Qualité des ressources en eau et production d'eau potable : la situation en Poitou-Charente. 2002. Disponible sur :http://www.eau-poitou-charentes.org/Les-pollutions-et-lesmenaces.html#prettyPhoto (consulté le 02/04/2020).
- Cordonnier, J., & Berne, F. (1996). Traitement des eaux : Épuration des eaux résiduaires de raffinage, conditionnement des eaux de réfrigération. France: Technip, 306 p.

D

- Debabza, A, (2005): Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba.
- Degremont, B (1989). Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, p. 5, 24-25.

E

- Emmanuel, E. (2004). Evaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. Thèse, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 260 p.

F

- Forbes, V.E. et Cold, A. (2005). Effects of the pyrethroidsfenvalerate on life-cycle traits and population dynamics of Chironomusriparius - importance of exposure scenario. EnvironmentalToxicology and Chemistry, 24(1), 78-86. DOI: 10.1897/03-649.
- Forbes, V.E. et Forbes, T.L. (1994). Ecotoxicology in Theory and Practice. New York: Chapman et Hall, 220p.

G

- Gaujous, D. (1995). La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire, 2e édition. Paris: Lavoisier TEC & DOC, 220p.
- Ghedadbia M., 2012.Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance : Cas du Lac Tonga. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar – Annaba. 200p.
- Gueddah. D, (2003). Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda.

K

- Koller, E. (2009). Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols et boues, 2e édition. Paris: Dunod, 569p. ISBN 978-2-10-052104-3.

- Karr J.R. 1991. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management.

L

- L’école nationale des ponts et chaussées, Paris

M

- Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A., &Clooster Van M. (2011). Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal, no 09, 149-169 p.
- Margat J. (1992) Margat, 1992 L’eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.
- Marre, A. (1992). Le tell oriental de l'Algérie de Collo à la frontière tunisienne, étude géomorphologique, volume 1. Alger, Algérie : OPU.
- Méditerranée. (1973). Numéro 1, p. 81-93. Disponible sur : https://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_1973_num_12_1_1468 (consulté le 02/04/2020).
- Mezedjri, L., Ali, T., &Borhane, D.A. (2008). Statistical Approach on the Impact of the Activity of the Industrial Zone of Skikda on the Quality of the Waters of Wadi (Skikda Algerian East Coasts). European Journal of Scientific Research, 20(2), 343-347.
- Moletta, R. (2006). L'eau, sa pollution, et son traitement.
- Nemouchi, S., Souani, F., Zighed, M. (2019). Evaluation de la qualité physico-métallique des eaux au niveau des estuaires du golfe de Skikda : Cas de l'oued Safsaf. Mémoire de l'Université de 20 août 1954 Skikda.

O

- ONEDD (L’Observation national de l’environnement et développement durable), 2023. Wilaya de Skikda.

P

- Peringer, P. (2005). Diagnostique et traitement des eaux résiduaires industriels, cours de postgrade EPFL, Suisse.

R

- Ramade, F. (1984). Eléments d'écologie - écologie fondamentale. Paris : Ed Mac Graw-Hill.
- RaniaLa, La Esma , RahmaBo, Bo Kenza, 2022:Etude de la pollution minérale et organique des eaux d'oued Saf-Saf .Université du 20 Août 1955 Skikda. p 6.

- Rayene, A.M., Maroua, A.M., Soulef, B.A., Chaima, B.E. (2022). Étude de la caractérisation de la qualité des eaux de surface de l'Oued El Kebir Ouest région de Ben Azzouz Skikda. Université du 20 Août 1955 Skikda, pp. 31-33.
- Redjem, MA., LAMRI, ABD EL KA., MANA, MO., ROUABHIA, OT. (2022). Monitoring des eaux de surface à Skikda (Oued El Zeramna). Université du 20 Août 1955 Skikda, p. 15-16.

S

- SegbeaYa, K. N. (2012). Evaluation de l'impact des déchets ménagers de la ville de Kara (Togo) sur la qualité de la rivière Kara. Thèse de doctorat en Chimie et Microbiologie de l'eau. Lomé : École doctorale, Science - Technique - Santé. 204p.
- SouadRA,. SamiaCH,. (2020). Suivi de la qualité physico-chimique des eaux de surface d'Oued Soummam. Mémoire de l'UAMOB, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie, p. 13-15.

V

- Viala A. et Botta A., 2005.Toxicologie. 2éme édition TEC & DOC. p248, 1096 p.
- Vierling, 2003. Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement.

Z

- Zaoui, L. (2017). Evaluation de la pollution des sols et des eaux de la plaine de Bounamoussa et essais de dépollution. Université Badji Mokhtar - Annaba. 43p.