

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

العلمي العالي والبحث وزارة التعليم

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Filière : Sciences de l'environnement

Option:protection des écosystèmes

Intitulé

Etat de la qualité d'eau d'oued EL Saf-Saf et identification des zones vulnérables et de risque à la pollution : protection et gestion durable.

Présenter par :

- Boulares Assia
- Slimane Tich Tich Ahlem
- Touil Salma
- Safsaf Ahmed Mosbah

**Membre de jury :**

M <sup>ef</sup> Boudeffa Khaled	Président (MCA)	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M <sup>me</sup> Oudjane Faiza	Directeur de mémoire (MCA)	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M <sup>me</sup> Fekrache Fadila	Examineur (MCA)	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2021/2022

## Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force, le courage et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice **Mme Oudjane Faiza**, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nous remercions les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire.

Nous remercions infiniment tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur sacrifices et leur soutiens tout au long de mes études.*

*À mon frère Djebber et mes sœurs : Meriem ; Hanane ;  
Khaoula ; Mouna*

*À toute ma famille*

*À toutes mes amies surtout : Salma ; Assia ; Abir.*

*Ahlem.*

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mon père et ma mère (fatou) qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui et encouragé

À poursuivre mes études.

À mes frères : Yazid ; Rida ; Mounir ; Kamza

À mes sœurs : Akila ; Sihem ; Abla ; Kanan

À mon mari mouhamed et tout sa famille.

À toutes mes amies surtout : Haima ; Rahma ; houda ;

Ahlem ; Assia.

Salma.

## Dédicace

Je dédie durablement mon modeste travail à : à ma très chère mère et mon père pour leur soutiens au long de mes études et leur confiance et courage

À mes frères : Khair Eddin ; Walid ; Khaled

À mes sœurs : Ahlam ; Manel ; Kholoud ; Hibat  
Errahmanne

À mes amies : Chaima ; Salma ; Ahlem ; Samira

À tout ma famille

À tous ceux qui m'aiment et tout ceux que j'aime.

Assia.

## Dédicace

Je dédie ce travail à mes parentes sources inépuisables de tendresse de patience et de sacrifice. Vos prières et vos bénédictions mon été d'un grand secours tout au long de ma vie.

Quoi que je puisse dire où écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance, j'espère ne jamais vous décevoir ni trahir votre confiance et vos sacrifices, je vous souhaite santé et longue vie.

À tous mes amis qui m'ont soutenu ainsi que mes collègues de ce mémoire que nous avons effectué ensemble.

Ahmed.

## ملخص

يعتبر وادي الصفصاف من اهم الاودية في ولاية سكيكدة لأنه يحتل الجزء الاوسط من الولاية و يمتد على مساحة 1158 كلم مربع وهذا الموقع الاستراتيجي جعله اكثر الاودية عرضة للتلوث في المنطقة من مختلف المصادر منها قنوات الصرف الصحي و المنزلي و الملوثات الزراعية الناتجة عن استعمال المبيدات و الاسمدة في المناطق الزراعية مثل الحروش و سيدي مزغيش و غيرها . و كذلك الملوثات الصناعية حيث ان الجزء الاكبر من هذه الملوثات ناتج عن مياه الصرف التي تطرح من طرف المنطقة الصناعية .

و من اجل دراسة تأثير هذه الملوثات على نوعية مياه واد الصفصاف و تحديد المناطق المتضررة من هذا التلوث قمنا بسلسلة من التحاليل الفيزيائية و الكيميائية و بعض المعادن (الزنك الرصاص النيكل الكاديوم النحاس المنغنات) الناتجة عن بعض المحطات الصناعية شركة الكهرباء ومركب الغار والبتروول .

الكلمات المفتاحية : واد الصفصاف، سكيكدة، المنطقة الصناعية ،التلوث، المناطق المتضررة

## Résumé

Oued saf-saf est considérée comme l'une des vallées les plus importants de la wilaya de Skikda car elle occupe la partie centrale de la wilaya et s'étend sur une superficie de 1158 km<sup>2</sup>, vue sa position stratégique, il est exposé aux eaux usées et domestiques, les polluants agricoles suite à l'utilisation des pesticides et engrais dans la zone industrielle comme Harrouche, Sidi Mezghiche et d'autres, car la majeure partie de ces polluants provient des eaux usées qui sont déversées dans la zone industrielle.

Enfin, d'étudier l'effet de ces polluants sur la qualité de l'eau d'Oued saf-saf et d'identifier les zones vulnérables par cette pollution, nous avons mené une série d'analyses physico-chimiques et quelques minéraux pour les eaux usées générées par certaines usines de la zone industrielle.

**Les mots clés :** Oued saf saf, skikda, la zone industrielle, la pollution, les zones vulnérables.

## **Abstrat**

Oued saf-saf is considered one of the most important valleys of the wilaya of Skikda because it occupies the central part of the wilaya and extends over an area of 1158 km, given its strategic position, it is exposed to waste. and domestic, agricultural pollutants following the use of pesticides and fertilizers in the industrial zone such as Harrouche, Sidi Mezghiche and others, because most of these pollutants come from wastewater that is discharged into the industrial zone.

Finally, to study the effect of these pollutants on the quality of the water of wadi saf-saf and to identify the vulnerable zones by this pollution, we carried out a series of physico-chemical analyzes and some minerals for wastewater generated by some factories in the industrial zone.

**Keywords :**Oued saf-saf ,Skiksa, the industrial zone, pollution, vulnerable zones.

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> .image satellite de la wilaya de Skikda.....	11
<b>Figure 02</b> .carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Saf-Saf.....	12
<b>Figure 03</b> .situation géographique du bassin versant du Saf-Saf.....	13
<b>Figure 04</b> : Situation géographique des points d'échantillonnages.....	18
<b>Figure 05</b> : photographie du Thermomètre.....	23
<b>Figure 06</b> : photographie du Multi- paramètre.....	24
<b>Figure 07</b> : photographie du Spectrophotomètre.....	25
<b>Figure 08</b> : photographie du DBO5 mètre.....	26
<b>Figure09</b> :photographie du dosage de DCO.....	27
<b>Figure 09</b> :photographie du Dosage de Calcium.....	28
<b>Figure10</b> : photographie du Dosage de Chlorures Cl-.....	29
<b>Figure 11</b> : photographie du Dosage de Titre alcaliméteique compet.....	30
<b>Figure12</b> :photographie du spectrophotomètre à flamme.....	32
<b>Figure 13</b> : Variations de la température de la zone d'étude.....	37
<b>Figure 14</b> :Variations de PH de la zone d'étude.....	37
<b>Figure 15</b> :Variations de la conductivité électrique de la zone d'étude.....	38
<b>Figure 16</b> :Variations de la TAC de la zone d'étude.....	38
<b>Figure 17</b> : Variations de la TH de la zone d'étude.....	39
<b>Figure 18</b> :Variations de la Ca+2 de la zone d'étude.....	39
<b>Figure 19</b> :Variations de la Mg+2 de la zone d'étude.....	40
<b>Figure 20</b> :Variations de la Cl 2 de la zone d'étude.....	40
<b>Figure 21</b> :Variations de la po4- de la zone d'étude.....	41

<b>Figure 22</b> : Variations de la DCO de la zone d'étude.....	41
<b>Figure 23</b> : Variations de la DBO5 de la zone d'étude.....	42
<b>Figure 24</b> : Variations de la DBO5 d'Oued Saf-Saf et la mère de Collo.....	41
<b>Figure 25</b> : Variations de CL2 - de la zone d'étude (SKE).....	42
<b>Figure 26</b> : Variations de Zn de la zone d'étude.....	42
<b>Figure 27</b> : Variations de Cu ,Pb ,Ni de la zone d'étude.....	43
<b>Figure 28</b> : Variations de Cd de la zone d'étude.....	43
<b>Figure 29</b> : Variations de Mn de la zone d'étude.....	44

## Liste des tableaux

<b>Tableau01</b>	Classification des principaux ETM.....	08
<b>Tableau02</b>	Matériels utilisés dans les analyses.....	21
<b>Tableau03</b>	Valeurs Limites des parametres de rejets d'effluents liquides industriels.....	22
<b>Tableau04</b>	Grille de la qualité des eaux superficielles.....	33
<b>Tableau05</b>	Résultat des analyses de prélèvement des rejets de RA1K des parametres physico-chimique.....	35
<b>Tableau06</b>	Résultat des analyses de prélèvement des rejets de RA1K des métaux lourd.....	35
<b>Tableau07</b>	Résultat des analyses de prélèvement des rejets de SKS.....	36
<b>Tableau08</b>	Variations de la DBO5 d'Oued Saf-Saf et la mer de Collo.....	36

## Liste des abréviations

**µs/cm** : Micro siemens par centimètre

**As** : Arsenic

**C** : Indice de compacité de Gravelus

**Cd** : Le cadmium

**CE** : Conductivité.

**Cr** : Chrome

**Cu** : Cuivre

**CTE** : Centrale Thermique d'Electricité

**CP1 /K** : Complexe des matières plastiques de Skikda

**DCO** : Demande Chimique En Oxygène

**DBO 5** : Demande Biochimique En Oxygène

**E** : Est.

**ERI** : eaux résiduaires industrielles

**ÉTM** : Éléments traces métalliques

**GL1/K** : Complexe de gaz naturel liquéfié

**Ha** : Hectare.

**Hg** : Mercure

**Km** : Kilomètre.

**MEA** : Monoethanolamine

**mg/l** : Milligramme par litre

**N** : Nord .

**NAOH** : L'hydroxyde de sodium.

**Ni** : Nickel

**Pb** : plomb

**Ph** : Potentiel d'hydrogène

**RA1K** : La raffinerie de SKIKDA.

**T** : Température

**TA** : Titre Alcalimétriq

**TAC** : Titre Alcalimétrique complet

**SKE** : Sharikat Kahraba Eldjazaier

**ZIK** : Zone industrielle Skikda

**Zn** : Zinc

# SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction Générale.....	01
I .1.1.Définition de la pollution des eaux .....	03
I .1.2.Définition des eaux résiduaires industrielles .....	03
I .2. Types de la pollution des eaux .....	03
I .2.1. Classification selon l'origine des polluants .....	03
I .2.1.1. Pollution d'origine domestique .....	03
I .2.1.2. Pollution d'origine agricole .....	04
I .2.1.3. Pollution d'origine industrielle.....	04
I .2.2.Classification selon la nature des polluants.....	04
I .2.2.1.Pollution de nature physique .....	04
➤ Pollution thermique .....	04
➤ Pollution mécanique .....	05
➤ Pollution radioactive .....	05
I .2.2.2. Pollution de nature chimique.....	05
I .2.2.3. Pollution de nature biologique.....	05
I .3.Polluants présents dans l'eau .....	05
I .3.1.Matières en suspension (MES) .....	05
I .3.2. Sels minéraux .....	06
I .3.3. Micro-organismes .....	06
I .3.4. Matière colorantes .....	06
I .3.5. Métaux.....	06
➤ les métaux lourds .....	06
➤ Les éléments traces métalliques (ETM) .....	07

## **Chapitre II :Les zones vulnérable de risque a la pollution : protection et gestion durable**

II .1.Présentation de la zone d'étude .....	08
II .1.1.Situation géographique de la wilaya de skikda .....	08
II .1.2.Présentation du site d'étude :L'oued saf –saf .....	08
II .1.2.a.L'organisation administratif .....	09
II .1.2.b.La Superficie du bassin.....	10
II .1.2.c. La forme du bassin.....	10

II .2.Définition de la vulnérabilité .....	10
II .2.1.Les zones vulnérables d' oued Saf-Saf .....	11
II .2.2.Définition des risques .....	11
II .3.Les différents types de pollution dans le bassin du Saf-Saf.....	12
II .3.1.La pollution urbaine .....	12
II .3.2.La pollution industrielle .....	13
II .3.3.La pollution agricole .....	14
II .4.Planification et gestion intégrée des ressources en eau .....	14

### **Chapitre III: Matériel et méthodes**

III.1.Paramètres physico-chimiques.....	16
III.1.1-La température (T°).....	16
III.1.2.Le potentiel d'hydrogène (pH).....	16
III.1.3. La conductivité.....	16
III.1.4.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	16
III.1.5.Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	17
III.1.6. Les chlorures.....	17
III.2. Echantillonnage.....	18
III.2.2.Matériels de prélèvement.....	18
III.2.3.Méthode de prélèvement.....	19
III.3. Les analyses physico-chimique .....	20
III.3.1.La température .....	20
III.3.2.Potentiel d'hydrogène (pH).....	21
III.3.3.la conductivité électrique (CE).....	21
III.3.4.Le chlore .....	22
III.3.5.Demande biochimique en oxygène (DBO5).....	22
III.3.6.Demande chimique en oxygène (DCO).....	23
III.3.7.Calcium.....	25
III.3.8.Chlorures Cl-.....	25
III.3.9.Titre alcalimétrique complet (TAC) et (TA).....	26
III.3.10.Dureté totale (TH).....	28
III.2. Analyse des paramètres métalliques.....	29
III.2.1. Préparation d'échantillon.....	29
III.2.2. Dosage des éléments traces métalliques.....	29
III.2.3. Principe de la méthode de spectrométrie d'absorption atomique à flamme.....	29

## Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Analyses statistiques des données.....	32
IV.1.1. Variation de la Température.....	32
IV.1.2. Variation du PH.....	32
IV.1.3. Variation de la conductivité électrique.....	33
IV.1.4. Variation du TAC.....	33
IV.1.5. Variation du TH.....	34
IV.1.6. Variation du Ca <sup>+2</sup> .....	34
IV.1.7. Variation du Mg <sup>+2</sup> .....	35
IV.1.8. Variation du Cl <sup>-</sup> .....	35
IV.1.9. Variation du PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> .....	36
IV.1.10. Variation du DCO.....	36
IV.1.11. Variation du DBO <sub>5</sub> .....	37
IV.1.12. Variation du CL <sub>2</sub> .....	38
IV.2. Les métaux lourds.....	38
IV.2.2. Variation du Cu et Pb et Ni.....	39
IV.2.3. Variation du Cd.....	39
IV.2.4. Variation du Mn.....	40
IV.3. Discussion des résultats.....	41
IV.3.1. Les paramètres physico-chimiques.....	41
IV.3.2. Les métaux lourds.....	42
Conclusion.....	43
Références.....	44

## *INTRODUCTION GÉNÉRALE*

# Introduction

---

## INTRODUCTION

Pendant longtemps l'eau a été considérée comme un bien naturel, un « don du ciel » gratuit, d'exploitation facile, bon marché et pour aussi dire sans valeur (**Mohamed Ben Ali , 2015**). Alors l'eau est la deuxième en importance après l'air pour la vie humaine sur terre (**Jeng, 2007**). Mais l'évolution spectaculaire que connaît l'environnement urbain et industriel posée dans de nombreux pays le problème de l'eau qui devient de plus en plus inquiétant non seulement si on le considère du point de vue quantité mais encore et davantage peut-être sous l'aspect de la qualité (**Mohamed Ben Ali ,2015**).

La qualité de l'eau est influencée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques. Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) peuvent nuire aux caractéristiques des éléments et des composés chimiques de l'eau douce. De plus, plusieurs impacts anthropiques peuvent dégrader la qualité de l'eau comme l'activité industrielle, l'usage agricole ou des chantiers d'ingénierie fluviale (**Chapman, 1996**).

Aujourd'hui, la préoccupation majeure des pays en développement est d'essayer de définir les moyens les plus accessibles pour limiter les différentes pollutions générées par les nouvelles activités imposées par le développement des secteurs de l'agriculture, de l'industrie et de l'urbanisation accéléré par une forte croissance démographique (**Chaffai et al., 2006**). Les rejets industriels incontrôlés, les engrais et produits chimiques dans le secteur agricole et la pression démographique sur la demande en eau ne font qu'accroître la vulnérabilité des milieux récepteurs et la dégradation des ressources en eaux de surface et souterraines en particulier et de l'environnement en général (**Sakaa et al., 2013**). Ces différentes formes de pollution produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages recherchés. (**Khelfaoui et al., 2009**). Saf-Saf est l'un des oueds du réseau de surface de la ville de Skikda, actuellement menacé par les activités humaines (déchets domestiques, urbains, industriels et l'utilisation de l'eau pour les besoins agricoles, etc.). Sur les rives de l'oued SafSaf se trouvent 10 villages dont quatre seulement sont équipés de stations d'épuration d'une capacité de traitement de 42000 m<sup>3</sup>/jour.

Le volume d'eaux usées non traitées est d'environ 16 153,2 m<sup>3</sup>/jour. La détérioration de la qualité de l'eau dans la région de l'oued Saf-saf entraînerait la perte du patrimoine naturel de la ville et la contamination des eaux souterraines et de l'environnement si des mesures de protection ne sont pas recommandées. (**Sakaa et al., 2015, Khelfaoui et al. , 2014**). A la lumière de tous ces éléments, l'objectif principal de cette étude est d'évaluer la qualité des eaux de surface et l'état de pollution atteint dans cette région de Oued Saf-Saf.

# Introduction

---

Conaitre l'état de cette dernier et d'identifié les zones vulnérables par la pollution.L'exemple de la zone industrielle de Skikda a était pris comme exemple et cela étant la zone la plus vulnérable d'oued Saf-Saf. Notre travail est repartie sur plusieurs chapitres, le premier regroupe les généralité sur la pollution des eaux et les les zones vulnérebles de risque a la pollution : protection et gestion durable. Le second chapitre matériels et méhtode, et enfin résultats et discussion .Enfin une conclusion générale résume les principaux résultats.

*CHAPITRE 01 :*

*Généralités sur la pollution des eaux*

## I.1. Généralités

### I.1.1. Définition de la pollution des eaux

Il existe de très nombreuses définitions de la pollution de l'eau. Celle proposée par Boeglin en 1997 « correspond à une modification de ses propriétés naturelles (physique, chimique, biologique et microbiologique), suite entre autres au rejet de substances solubles ou insolubles pouvant entraîner des perturbations sur l'environnement et la santé humaine ». Ces perturbations peuvent déséquilibrer le milieu et modifier profondément les communautés animales et végétales. Elles peuvent aussi rendre l'eau impropre à une quelconque utilisation. ( **Boegli, 1997** ).

### I.1.2. Définition des eaux résiduaires industrielles

Les ERI ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considéré. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés. Étant donné la très grande variété des produits utilisés dans l'industrie, le travail de l'analyste sera toujours délicat et compliqué par la présence de matières organiques et minérales en quantité importante ( **Kolle, 2009** ). Tous effluents ou rejets industriels obtenus lors de l'extraction et de la transformation des matières premières en produits industriels, ainsi que les eaux de rejets des services généraux des industries (sanitaire et cuisine) sont considérées également comme eaux résiduaires industrielles. ( **Mizi, 2006** ).

## I.2. Types de la pollution des eaux

Il existe de nombreux types de pollution susceptible de provoquer des perturbations dans la biocénose. Elles peuvent être classées soit selon la nature des polluants soit selon l'origine des polluants.

### I. 2.1. Classification selon l'origine des polluants

#### I. 2.1.1. Pollution d'origine domestique

La pollution domestique issue de la vie des ménages, dans des habitations individuelles, a toujours existé. En milieu rural, par exemple, les ordures ménagères jetées près de l'habitation ajoutées aux purins et aux matières fécales des animaux domestiques. Aujourd'hui, cette pollution élémentaire existe toujours, mais elle a pris une autre forme. Ainsi, les rejets des éviers, des salles de bain, des toilettes, sont canalisés par les égouts puis rejetés directement dans le milieu naturel contribuent autant à la pollution de l'environnement ( **Djilani, 2006** ).

**I.2.1.2. Pollution d'origine agricole**

L'agriculture constitue la première cause de pollution diffuse des ressources en eau. Lorsque l'on considère les pollutions d'origine agricole, il faut englober à la fois celles qui ont été utilisées aux cultures et à l'élevage. Les activités agricoles sont, en particulier, largement impliquées dans les apports d'azote et, surtout, de ses dérivés, nitrates et nitrites, que l'on trouve en forte concentration dans les engrais, mais aussi dans les lisiers et purins d'élevage. Les pesticides utilisés pour le traitement des cultures sont également une source connue de dégradation des ressources en eau (**Gros, 1998**).

**I.2.1.3. Pollution d'origine industrielle**

Si la pollution domestique des ressources en eau est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité. Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...),
- hydrocarbures (industrie pétrolières, transports)
- métaux (traitements de surface, métallurgie),
- acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...),
- eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques),
- matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) ...

Parmi les industries considérées traditionnellement comme rejetant des matières particulièrement polluantes pour l'eau, on citera, notamment, les industries agroalimentaires, papeterie, tannerie, la pétrochimie, les traitements de surface, etc. (**Gros, 1998 ; Valiron & Tabuchi, 1992**).

**I.2.2. Classification selon la nature des polluants****I. 2.2.1. Pollution de nature physique****➤ Pollution thermique**

Selon **Pesson 1980** cette pollution est due aux rejets d'eaux chaudes, provenant des systèmes de refroidissement des centrales électriques classiques ou nucléaires. Le réchauffement des eaux conduit à une baisse sensible de la teneur en oxygène dissous et aussi il exacerbe la toxicité de certaines substances.

➤ **Pollution mécanique**

Celle-ci résulte d'une charge importante des eaux en élément fins qui demeurent en suspension comme les particules de charbons, d'amiantes, de silices, sables, et limons..., provenant d'effluents industriels ou d'eau issue de carrières ou de chantiers (**Pesson, 1980**).

➤ **Pollution radioactive**

Les éléments radioactifs sont rares, ils proviennent des centrales nucléaires, des activités de retraitement mais aussi en grande partie des eaux résiduaires des hôpitaux ou de certaines roches (**Olivier, 2005**).

### **I.2.2.2. Pollution de nature chimique**

Actuellement, la grande majorité des nuisances sont causées par ce type de rejet, cette pollution est due au déversement des rejets industriels apportant de grandes quantités de substances chimiques dont certaines sont non dégradables (**Ficher, 1999**).

### **I.2.2.3. Pollution de nature biologique**

Ce type s'agit de la pollution organique par les micro-organismes (bactéries, virus, parasites, champignons...etc.), leur présence dans l'eau indique la présence d'une pollution d'origine organique (**Rodier, 2005**).

## **I.3. Polluants présents dans l'eau**

### **I.3.1. Matières en suspension (MES)**

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante.

La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres. (**Mekhalif, 2009**).

**I.3.2. Sels minéraux**

Les sels minéraux représentent des polluants majeurs de par les masses mises en jeu ainsi que par leurs effets biologiques. Ils affectent la potabilité des eaux superficielles, même pour usages industriels si leur concentration est assez importante (**Rodier, 2005**).

**I.3.3. Micro-organismes**

L'origine de la pollution microbiologique peut être au niveau de la ressource (eau brute, ouvrage de captage), mais elle peut être aussi dans le réseau ou dans les ouvrages de stockage, au cours de son transport, l'eau peut subir des dégradations et notamment des contaminations microbiologiques. Ce sont, par exemple, les intrusions de pollutions extérieures par des retours d'eau ou des fuites, des phénomènes de corrosion ou de la perméabilité liés à la nature des matériaux (**Pesson, 1980**).

**I.3.4. Matières colorantes**

Dans la pollution de l'eau industrielle, la couleur produite par les petites concentrations de colorants synthétiques dans l'eau est importante, car en plus d'avoir les effets toxiques possibles, la couleur de l'eau est visiblement désagréable. Les effluents de la teinture textile sont généralement très colorés, avec de grandes quantités des matières en suspensions organiques (**Fisher, 1999**).

**I.3.5. Métaux**

Les métaux existent naturellement dans l'eau, mais des concentrations anormales et accrues de ces métaux dues aux rejets ont des conséquences néfastes sur la santé de l'homme qui varient selon le type et la concentration du métal en question (**Fisher, 1999**).

**➤ les métaux lourds**

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse  $5 \text{ g/cm}^3$ . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse etc (**Arris, 2008**).

D'un point de vue chimique, les éléments de la classification périodique formant des cations en solution sont des métaux. D'un point de vue physique, le terme « métaux lourds » désigne les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une

forte masse volumique supérieure à 5 g.cm<sup>3</sup>(**Adriano, 2001**). D'un autre point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : métaux essentiels et métaux toxiques.

➤ **Les éléments traces métalliques (ETM)**

Les éléments traces sont les 68 éléments minéraux, constituants de la croûte terrestre, présentant une concentration inférieure à 0,1% (**Alloway, 1995; Baize, 1997**). Ensemble ils ne présentent que 0,6% du total des éléments et les concentrations basales - spécifiques à un site donné- en constituent le fond géochimique (**Gilbin, 2001**). L'expression «éléments traces métalliques» fait référence aux métaux présents à l'état de traces tels que le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le zinc (Zn),...Le terme de «métaux lourds», s'il reste utilisé, est sujet de discussion, la masse atomique de référence étant controversée (**Hopkin, 1989**). Pour résoudre ces difficultés, Nieboer & richardson (1980) ont proposé une classification des ETM à destination des biologistes basée sur les propriétés chimiques des ETM (Tableau 1). Cette classification est importante pour la compréhension des mécanismes intra et intercellulaire de transport et de stockage des ETM (**Gimbert, 2006**).

**Tableau 1** : Classification des principaux ETM selon leur affinité pour des ligands oxygénés (classe A), des ligands azotés ou soufrés (classe B) et pour les deux types de ligands (classe intermédiaire) (d'après **Nieboer & Richardson, 1980** selon **Gimbert, 2006**).

<b>Classe A</b>	<b>Classe intermédiaire</b>	<b>Classe B</b>
Calcium	Plomb	Cadmium
Magnésium	Fer	Cuivre
Manganèse	Chrome	Zinc
Potassium	Cobalt	Mercure
Strontium	Nickel	Argent
Sodium	Arsenic	

Dans l'eau, les métaux traces sont présents sous forme d'ions libres mais ils peuvent aussi se complexer avec des ligands inorganiques et organiques présents sous forme dissoute en solution. Seules certaines formes du métal peuvent être assimilables et induire un effet sur les organismes (**Gilbin, 2001**).

De même, les transformations physico-chimiques et les processus métaboliques complexes de la biocénose peuvent aussi affecter cette biodisponibilité (**INERIS, 2004**). Certains éléments sont par ailleurs des micronutriments essentiels pour les organismes, mais aussi toxiques au-dessus d'une certaine concentration (**Gilbin, 2001; Ineris, 2004; Bravin, 2008**).

## *CHAPITRE II:*

*Les zones vulnérables de risque à la pollution : protection et gestion durable*

## II.1.Présentation de la zone d'étude

### II.1.1.Situation géographique de la wilaya de skikda

La wilaya de Skikda se situe dans le nord-est de l'Algérie, elle est limitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la wilaya de Annaba, à l'ouest par la wilaya de Jijel, au sud par Constantine et Guelma, et par Mila au Sud-ouest, entre les altitudes 36°5N et 36°15N et les longitudes 7°15E et 7°30 E. Couvrant une superficie totale de 4137,68 km<sup>2</sup> avec une frange littorale de 142 Km de long, représentant ainsi 12% du littoral algérien (Figure .01).

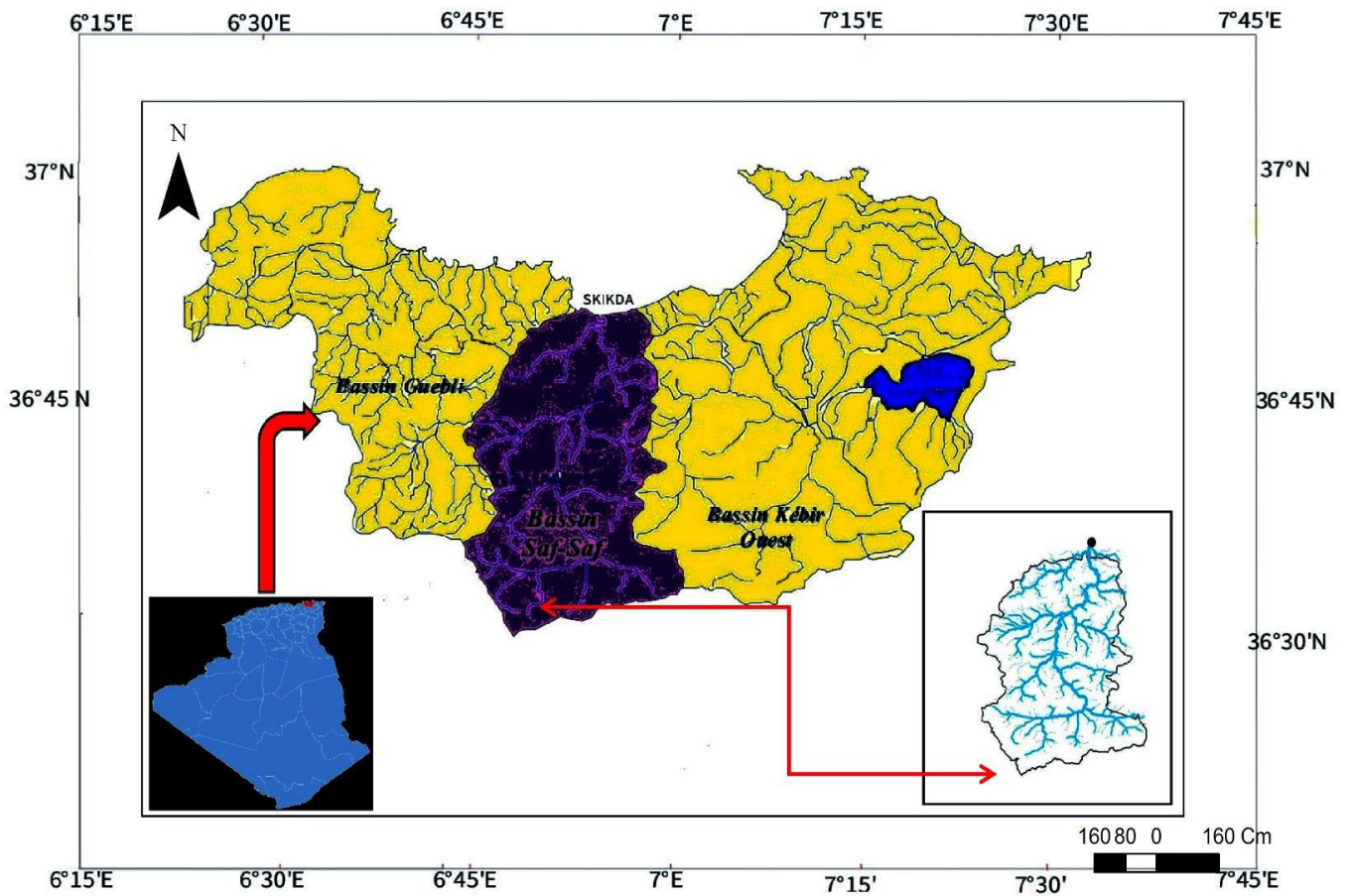


Figure 01 : image satellite de la wilaya de Skikda

### .1.2. Présentation du site d'étude : 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 (**BenRabeh, 2006**).

Saf-Saf est un oued qui bord là (ZIK) par l’ouest sur une longueur de 6 km. Sa largeur moyenne est d’environ vingt mètres avec un débit de 569m<sup>3</sup>/s (Mezedjriet et al, 2008).



**Figure 02.** Carte de situation géographique du bassin versant de L’oued Saf-Saf  
(F. khalfaoui, 2014, modifiée)

**II .1.2.a.L’organisation administratif**

Sur le plan administratif ,le bassin du Saf-Saf s’étend principalement sur la région central de la wilaya de skikda .il comprend six daïras ,englobant seize (16) communes (11 communes rurales et 5 communes urbaines ) ;Skikda ,Hamadi krouma ,El Hadaiek ,Zardazas ,Oueled Hbaba ,El Ghdir ,Es Sebt ,Aïn Bouziane , Sidi Mezghiche et la commune Dezighoud Youcef qui fait partie de la wilaya de Constantine.

La commune de Skikda constitue le plus grand pôle urbain dans le bassin du saf-saf , avec un taux d’urbanisation de 97,96% ,puis Hamadi Krouma avec un taux de 85,38% ,El Harouche 67,73 %et enfin Ramdane Djamel par 54,10% .

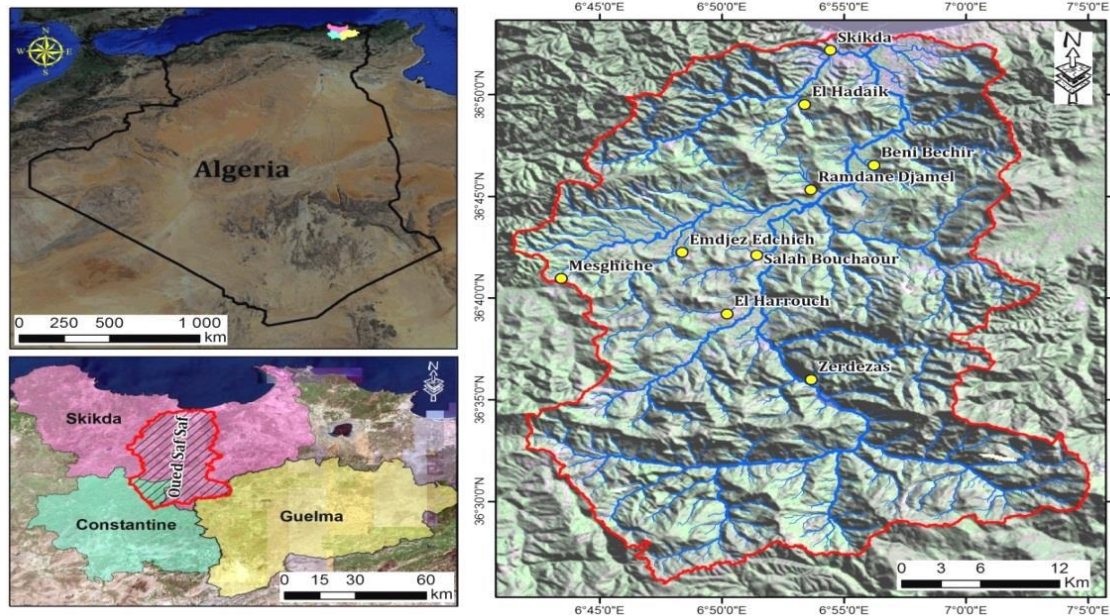


Figure 03 :Situation géographique du bassin versant du Saf-Saf.

### II .1.2.b.La Superficie du bassin

Avec une superficie planimètrique de 1165,82 km<sup>2</sup> le bassin versant du Saf-Saf est le plus grand bassin des côtes Constantinoises (10 % des 11570 km<sup>2</sup>). Cette superficie est délimitée par une ligne de partage des eaux de 150 km qui est le périmètre du bassin (Benhamidcha, 2019).

### II . 1.2.c. La forme du bassin

Cet élément peut être traduit par le paramètre C: Indice de compacité de Gravelus ayant une influence certaine sur l'écoulement. La forme du bassin détermine l'allure de l'hydrogramme 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 (Benhamidcha, 2019).

## II .2.Définition de la vulnérabilité

Au sens étymologique du terme, le mot « vulnérabilité » est issu du bas latin vulnerabilis , qui veut dire blessure, Sa première apparition en littérature remonte à la fin du XVIIe siècle. La vulnérabilité est le caractère de ce qui est vulnérable, c'est à dire de ce qui est sensible, fragile, faible, défectueux, à la merci de la moindre atteinte, blessure, attaque. Elle exprime la capacité d'une personne ou d'un bien à résister face à un risque donné. Dans le langage courant, la notion de vulnérabilité est donc utilisée pour désigner

un état de fragilité, une propension à subir des dommages. La vulnérabilité est «étroitement liée à la notion de risque, puisque la blessure n'est pas avérée mais potentielle» (Revet, 2008).

### **II.2.1. Les zones vulnérables d' oued Saf-Saf**

L'oued SafSaf représente le principal cours d'eau dans le bassin, la qualité de ses eaux varie de l'amont vers l'aval. Un suivi de quelques éléments chimiques, a permis de visualiser une altération et une dégradation spatiale de la qualité des eaux de l'oued, avec une augmentation des concentrations des éléments chimiques de l'amont vers l'aval .

La qualité des eaux de l'oued Saf-Saf dans sa partie amont est considérée bonne. D'après les analyses effectuées en Mai 2005, la demande chimique en oxygène (DCO) est de l'ordre de 30 mg/l. De même, les teneurs de la demande biologique en oxygène (DBO5) ne dépassent pas les 5 mg/l, ce qui confirme la bonne qualité de ces eaux .

En aval, l'oued Saf-Saf a connu une dégradation dans la qualité de ses eaux, à cause des rejets domestiques des agglomérations d'El Harrouch, Salah Bouchaour, Ramdane Djamel, Beni Bachir et une partie des rejets de la ville de Skikda par le biais de l'oued Zeramna, qui déverse dans le Saf-Saf.

Selon les prélèvements effectués en Mai 2005, la demande chimique en oxygène (DCO) est de l'ordre de 139 mg/l, ce qui confirme le degré de pollution de cet oued (eaux sombres, odeurs nauséabondes) à cause des fortes teneurs en matières organiques.

Plus en aval, sur le tronçon de la zone industrielle, l'oued Saf-Saf reçoit les rejets des unités de la plateforme pétrochimique de Skikda et de la centrale thermique électrique (CTE) sans aucun traitement préalable. D'après un rapport du service de l'environnement de Skikda (1999), le complexe des matières plastiques (CP1/K) rejette des produits toxiques tels que le mercure, les cyanures, les phénols et l'hypochlorite de sodium. Ces produits sont dangereux pour l'homme et la vie biologique.

On voit donc que la qualité des eaux de l'oued Saf-Saf dans sa partie aval est passée de bonne à mauvaise, parfois très mauvaise en période sèche. (Zouini et al, 2010).

### **II.2.2. Définition des risques**

La définition du risque a évolué de « danger éventuel plus ou moins prévisible » à « éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage ». La première définition fait apparaître deux notions le « Danger » et sa « Probabilité », revêtant un caractère aléatoire bien marqué ; c'est-à-dire éventualité et probabilité d'un

danger (Chaline et Dubois-Maury, 1994). Dans la seconde définition, les termes « Partie » et « Dommage » accentuent le caractère juridique du risque. Les parties responsables du risque ne sont pas exclues, mais ne sont désignées. Le caractère destructif et négatif du risque (pertes, dommages) est aussi relevé.

### **II.3. Les différents types de pollution dans le bassin du Saf-Saf**

La gestion très insuffisante de l'assainissement et l'absence de traitement dans le bassin du saf-saf ont aggravé la pollution du milieu, et particulièrement les ressources en eau. Les eaux usées domestiques et industrielles sont partout rejetées à l'état brut dans le milieu naturel et occasionnent des pollutions de plus en plus dangereuses pour les ressources en eau et santé publique (khalfaoui, 2008).

#### **II.3.1. La pollution urbaine**

Les eaux usées domestiques représentent la principale source de pollution organique dans le bassin du saf-saf. Elles engendrent une dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines, ainsi que celles des eaux marines.

La population du bassin qui dépasse les 460 milles habitants, déverse annuellement dans le milieu naturel un volume de 23.23 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées. Les villes d'El Harrouch, Ramdane Djamel et Skikda, représentent elle seules plus de 75 % des ce volume rejeté. Dont, l'oued Saf-Saf reçoit la plus grande partie des ces rejets.

Le secteur d'assainissement dans le bassin accuse actuellement un sous-équipement en terme de réseaux et ouvrage d'épuration; les grandes et les moyennes villes disposent presque toutes d'un réseau d'assainissement collectif à un état moyen, par contre, les petites agglomérations en amont du bassin sont assainis par des systèmes autonomes. Et pour améliorer cette situation, il y a un projet de réalisation de quatre bassins de décantation dans les agglomérations de Said Bousbaa et Toumiéte (amont du bassin).

Il est à mentionner que la ville de skikda avec une population qui dépasse les 100 milles habitants (186 877 habitants en 2006), pour laquelle l'implantation d'une station d'épuration est imposée par le règlement en vigueur (la loi n° 02-02 du 05 Février 2002 relative à la protection et la valorisation du littoral, article 22), ce qui n'est pas le cas, il n'y a que la station d'épuration en projet de Ben M'hidi. Un tel retard au niveau de traitement des eaux usées est à l'origine d'une très grande partie de la dégradation que connaît la qualité des eaux dans le bassin du Saf-Saf (khalfaoui, 2008).

**II .3.2.La pollution industrielle**

La pollution industrielle est fortement enregistrée en aval du bassin (ville de skikda ) , vu l'implantation du pole hydrocarbure d'une superficie d'environ 1200 ha.

Chaque unité de production rejette normalement ses eaux usées industrielles vers une sous station de traitement, ou les eaux résiduaires du processus de production doivent subir une neutralisation avant évacuation vers l'oued Saf-Saf . ces eaux chargées en hydrocarbure doivent aussi subir une décantation, ce qui n'est pas le cas, toutes ces eaux ne subissent aucun traitement adéquant, elles sont déversées directement dans l'oued Saf-Saf ou la mer .

A titre d'exemple, Le complexegaz naturel liauéfie (GL1/K) rejette ces eaux résiduaires dans l'oued Saf-Saf avec des teneurs élevée en phénols de l'orde de 5,6 mg /l (La norme admise en Algérie est de 0,5 mg /l).et contiennent des produits classés hautements toxiques tel que la Morpholine et la Monoethanolamine (MEA).

Anisi, les effluents de la Centrale Thermique d'Electricité (CTE) sont chargés de polluants bactériologiques et organiques caractérisés par leur température élevée (pollution thermiaue ) conduisant à l'épuisement de l'oxygène dissius .

Parmi les métaux lourds enregistrés dans la région, c'est le plomb qui prédomine par son emplio fréquent par les diffirentes unités.Le chlore et la soude en sont aussi problématiques.

L'insuffisance ou,carrément ,l'absence de station d'épuration et de traitement à l'exutoire de ces centre et des zones d'activité industrielles permet d'appréhender l'ampleur de la catastrophe qui menace les ressources en eau superficielles et souterraines.

Pour promouvoir une politique de concertation avec le secteur industiel , le ministère de l'Aménagementdu Territoire et de l'Environnement a encouragé un certain nombre d'industries à signer des engagement pour la mise en œuvre d'action de contrôle et de surveillance de la pollution industrielle.

Ainsi,le recours aux codes des eaux, reste l'outil réglementaire incontournable pour une législation performante équilibrant l'environnement et le développement industiel (application du principe Polluer-Payeur) . (khalfaoui ,2008).

**II.3.3. La pollution agricole**

Le recours à l'agriculture intensive dans le bassin du Saf-Saf s'est accéléré durant les années 1990, par le développement de l'irrigation (périmètre irrigué du Saf-Saf). Ainsi, la libéralisation du secteur agricole a facilité aux agriculteurs l'utilisation d'engrais et de produits chimiques de traitement de culture, pour augmenter leur production, notamment les incitations financières introduites par le programme de développement agricole mis en œuvre par l'Etat. Cependant, cette utilisation d'engrais et de produits chimiques n'est pas toujours maîtrisée, et on constate souvent une sur-utilisation de ces produits, se trouvant dans les eaux superficielles et souterraines par ruissellement et infiltration. Ils entraînent donc une dégradation de la qualité de l'eau qui la rend à terme impropre à la consommation.

A titre d'exemple, à la commune d'Emzaj Edd Chich qui représente le secteur IV du périmètre irrigué, les agriculteurs utilisent des quantités considérables de produits phytosanitaires solides (16 240 Kg/an) et d'engrais chimiques (19 320 quintaux). De même, à El Harrouche, les agriculteurs utilisent en excès les produits phytosanitaires liquides (6425 l/an). (khalfaoui, 2008).

**II.4. Planification et gestion intégrée des ressources en eau**

En raison de la croissance démographique et des besoins en eau induits par le développement industriel et agricole, les ressources en eaux potentielles du bassin du Saf-Saf s'avèrent insuffisantes à l'horizon 2030, tandis que les coûts liés à leur mobilisation se feront de plus en plus lourds et les offices en place sont incapables de gérer rationnellement cette ressource. Rappelons que les potentialités en eau renouvelables évaluées à 138 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, se réduisent en fait à seulement 47,5 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> (34 %) en terme de ressources réellement mobilisables.

Avec des ressources en eau évaluées à plus de 200 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> pour une population de l'ordre de 460 milles d'habitants, la disponibilité en eau dans le bassin du Saf-Saf est estimée à 448 m<sup>3</sup> par habitant et par an (la moyenne nationale est de 500 m<sup>3</sup> hab<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>). Le bassin est passé alors à un état de stress hydrique, après avoir été depuis quelques dizaines d'années dans un contexte hydrique excédentaire.

Le capital en eau naturelle renouvelable dans le bassin est de 138 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>, cependant, seulement un volume maximal de 80 millions de m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> peut être mobilisé du point de vue technique et financier. Aujourd'hui, on est dans cette situation de crise, avec un taux de stress hydrique de l'ordre de 27 %, un seuil qui est considéré critique et la figure 5 le montre aisément.

On est donc dans la transition vers la rareté de l'eau, où les besoins en eau commencent à dépasser les ressources actuellement mobilisées, nécessitant une révision urgente de la politique hydraulique existante, et des efforts de mobilisations et d'investissement, par la réalisation d'infrastructures hydrauliques

## **CHAPITRE II : Les Zones vulnérable de risque à la pollution**

---

(barrages, retenues, forages, sources aménagées dont puits...). La stratégie de la petite hydraulique basée sur la réalisation des retenues collinaires, destinées notamment à irriguer les terres agricoles, de moindres charges financières, parait la plus adéquate, vue la géomorphologie du bassin du Safi-Safi. Le recours au transfert d'eau à partir des bassins avoisinants excédentaires (Guebli et Kébir Ouest) est également un moyen de mobilisation des ressources en eau dans le bassin du Safi-Safi. Le défi à relever actuellement est l'entretien de tous les barrages du pays. Il s'agit d'un investissement important et incontournable. **(Zouinietal ,2010).**

## *CHAPITRE III:*

### *Matériels et méthodes*

**III.1. Paramètres physico-chimiques :**

Les caractéristiques physico-chimiques sont des paramètres facilement mesurables d'une façon continue par des sondes installées dans des stations d'observation des qualités des eaux (Gaujou, 1995).

**III.1.1-La température (T°)**

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières. La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtés par un abaissement important de température. Au contraire, des augmentations de températures peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces en entraînant ainsi un déséquilibre écologique. Pour chaque espèce, on définit un préférendum thermique, qui correspond à la zone de température où le poisson se tient le plus facilement quand il est libre de se déplacer dans un gradient de température. (Koller, 2009).

**III.1.2.Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ion H<sup>+</sup> de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 10. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteur multiple, dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH -mètre ou par coloration. (Haslay et al, 1993).

**III.1.3. La conductivité**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Ce paramètre donne une indication de la concentration totale de l'eau en ions. Comme une grande partie des sels dissous dans l'eau s'y trouvent sous forme d'ions (chlorures, nitrates, sodium, calcium, sulfures etc.). Les variations de ces concentrations peuvent avoir des impacts sur le milieu naturel (Bradai, 1994).

**III.1.4.Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présente dans l'eau quelle que soit leur origine organique ou minérale. (Rejsek, 2002).

**III.1.5.Demande biochimique en oxygène (DBO5)**

Un autre paramètre de somme important est la valeur de la demande biochimique en oxygène (DBO), qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. Il s'agit d'un paramètre mesurant une oxydation biologique des matières organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques. Pour une eau naturelle superficielle (rivière, étang, ...), ce paramètre traduit la consommation d'oxygène relative au phénomène d'auto épuration (**Mechati, 2006**).

**III.1.6. Les chlorure**

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer. Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3mg/l. La teneur en chlorures d'une eau dépend de l'origine de l'eau et de la nature du terrain qu'elle traverse. Ils chlorures participent à la conductivité électrique des cours d'eau. Le niveau guide de la concentration en chlorures des eaux destinées à la consommation humaine est de : 25mg/l. Les ions Cl<sup>-</sup> participent dans la formulation moléculaire de KCl, NaCl, et HCl. Et les sels ont la propriété de déposer sur les parois de la tuyauterie et provoquent un bouchage (**Chevallier, 2007**).

## III.2. Echantillonnage



**P1** : prélèvement de SKS

**P2**: prélèvement d'échantillonnage d'oued Saf-Saf

**P3** : prélèvement de GL1K

**P4** : prélèvement de RA1K

**Figure 04** : Situation géographique des points d'échantillonnages

L'échantillonnage n'est pas simplement une procédure de prélèvement d'une petite portion pour l'analysé. Il vise à fournir une information sur les caractéristiques microbiennes et physico-chimiques de cette eau prélevée. Une étude précise sur les courants, les marais ; les volumes, les types et les emplacements des rejets ainsi que sur les vents dominants aideront à déterminer les lieux d'échantillonnage.(Merzoug, 2009).

### III.2.2.Matériels de prélèvement

Les échantillons sont prélevés à l'aide de flacons en verre pyrex munis d'un bouchons à visse métallique, d'une contenance de 250ml, stériles pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination (Merzoug, 2009).

Les flacons en verre sont lavés et rincés avec de l’eau distillé. Après séchage. Ils sont ensuite stérilisés à l’autoclave (120°C pendant 15 minutes). Les bouchons sont aussi lavés, rincés de même manière, séchés, et stérilisés dans les mêmes conditions que les flacons (**Daifallah et al., 2016**).

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d’échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (**Rejsek, 2002 ; Merzoug, 2009 ; Rodier, 2009**).

**Tableau 02 :** Matériels utilisés dans les analyses.

Les appareils	Matériels	Les réactifs
- Le chauffage .	- Erlenmeyer de 300 ml	- Solution de Chromate de Potassium KCrO4.
-Multi- paramètre .	- Erlen meyer de 250 ml	- Solution de NaOH à 1N.
-Spectrophotomètre.	-Bêcher de 150 ml.	- Solution acide sulfurique (H2SO4).
-Thermomètre.	-Cuve.	-permanganate de potassium (KMnO4).
-DBO 5 Metre.	-pipettes.	-acide oxalique 0.01 .
	-Fiole de 300 ml.	-bleu de bromophénol.
	-Cylindre gradué de 100 ml.	-HNO3 .
		-Diphényle carbazone .
		- Solution de Nitrate d’Argent (AgNO3) à 0.02 N.
		-phénolphtaléine .
		-éthylènediaminetétracétique.
		-nitrate de mercure Hg(NO2)2.
		-Solution de FeCl3, CaCl2 et MgSO4.
		-Eau distillée.
		-KOH .
		- Solution tampon.

**III.2.3.Méthode de prélèvement**

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l’eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), les flacons stériles sont plongés à une distance qui varie de 25 à 30cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels ou artificiels.

Les récipients ne seront jamais remplis complètement. Toujours laisser un espace d'air d'au moins 2,5cm entre la surface du liquide et le bouchon, ce qui facilite l’homogénéisation et un mélange correct de l’échantillon au moment de son analyse en laboratoire (**Hedahdia et al., 2016**).

Transport et conservation de l’échantillon avant l’analyse la teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon, pendant les transports, donc il faut éviter surtout la destruction de l’échantillon, ou inversement la surcroissance de micro-organismes à l’intérieur de l’échantillon. Ceci peut être obtenu en mettant l’échantillon à l’abri de la lumière visible ainsi que dans des températures ambiantes donc après un prélèvement toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. Si la

durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C. Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon (Merzoug, 2009 ; Rodier et al., 2009).

**Tableau 03 :** Valeurs limites des parametres de rejets d'effluents liquides industriels.

PARAMETRES	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
PH	-	6,5 - 8,5
DCO	mg/l	120
DBO5	"	35
Cadmium	"	0,2
Cuivre total	"	0,5
Plomb total	"	0,5
Manganèse	"	1
Nickel total	"	0,5
Zinc total	"	3

**III.3. Les analyses physico-chimique**

**III.3.1.La température**

**• Principe**

La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre . Elle est exprimée en C°



**Figure04 :** photographie du Thermomètre

**• Mode opératoire**

On plonge la sonde munie d'un thermomètre dans un bécher qui contient les échantillons à analyser .on laisse le conductimètre se stabiliser puis on effectue la lecture et on la rapporte sur le protocole d'analyse.

### III.3.2.Potentiel d'hydrogène (pH).

#### • Principe

Le pH est une unité de mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité d'une solution .Il est mesuré entre 0 et 14, il mesure la concentration en ions  $H_3O^+$ .



Figure 05 : photographie du Multi- paramètre

#### • Mode opératoire

Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un petit bécher. Tremper l'électrode du pH mètre dans le bécher. Laisser stabiliser un moment puis noter le pH.

• Expression des résultats . Le résultat sont obtenus directement à partir de lecture au pH mètre.

### III.3.3.la conductivité électrique (CE)

#### • Principe

La conductivité est liée à la présence d'ions en solution. Elle augmentant avec la température et la concentration en sels dissous.elle est mesurée à l'aide d'un Multi-paramètre(**Figure 05**).

#### • Mode opératoire

Rincer la verrerie avant l'usage avec de l'eau distillée.

Allumer le conductimètre. Rincer la sonde à conductimètre d'abord avec de l'eau distillée. Prendre environ 100ml d'eau à analyser, dans un bécher. Tremper l'électrode de conductimètre dans le bécher.Il faut attendre la stabilisation de la lecture avant de prendre la valeur.

#### • Expression des résultats

Le résultat est donné directement sur l'appareil en  $\mu S/cm$ .

**III.3.4.Le chlore**

**• Principe**

La détermination de la concentration du chlore résiduel dans l'eau en mg/l. elle mesuré a l'aide d' un spectrophotométre .



**Figure 06:** photographie du Spectrophotométre

**• Mode opératoire**

- 1-Appuyer sur programmes Hach, sélectionner le programme 80 chlore, I et t appuyer sur Démarrer
- 2- Transférer 10ml de l'échantillon dans une cuve ronde .
- 3- Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour chlore totale DPD dans la cuve (l'échantillon préparé ), agiter la cuve pendant 20 secondes pour homogénéiser .
- 4- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, appuyer sur OK, une période de réaction de 3 minutes va commencer , durant cette période de réaction achever l'étape 5 et 6 .
- 5- Transférer 10 ml de l'échantillon dans une autre cuve ronde (le blanc ), essuyer l'extérieur du blanc (cuve ) et l'introduction dans le compartiment de cuve .
- 6- Appuyer sur zéro , l'indication suivante apparait à l'écran : 0,00 mg / cl2 .
- 7- dans les 3 minutes après le retentissement , de la minuterie , essuyer l'extérieur de la cuve , contenant l'échantillon préparé et l'introduit dans le compartiment de cuve . lire les résultats .

**III.3.5.Demande biochimique en oxygène (DBO5)**

**•Principe**

La méthode avec OxiTop® repose sur une mesure de la pression dans un système clos. Les micro-organismes qui se trouvent dans l'échantillon consomment l'oxygène en formant du CO<sub>2</sub>. Celui-ci est

absorbé par NaOH et il s'en suit une dépression dont la mesure peut être traduite directement en mg d'O<sub>2</sub>/l.



**Figure 07** :photographie du DBO5 metre

#### •Mode opératoire

Rincer la bouteille d'incubation avec l'échantillon .

Introduire 250 ml d'échantillon dans la bouteille .

Ajouté 1ml de FeCl<sub>3</sub>.

Ajouté 1 ml de Ca Cl<sub>2</sub>.

Ajouté 1 ml de Mg SO<sub>4</sub>.

Ajouté 1 ml de la solution tampon .

Introduire l'agitateur de magnétique dans la bouteille .

Mettre quelques pastilles de KOH dans le bouchon en plastique .

Régler le zéro sur la réglette .

Après cinq jours d'incubation à 20 c°, lire directement sur la réglette la valeur de la DBO 5 (en mg /l d'o<sub>2</sub>).

#### III.3.6.Demande chimique en oxygène (DCO)

##### •Principe

La demande chimique en oxygène (DCO) est déterminée par la méthode de titration de dichromate de potassium.



**Figure08** : photographie du dosage de DCO

#### •Mode opératoire

Introduire 100 ml d'échantillon dans un erlen mayer de 250 ml .

Ajouté 5 ml d'acide sulfurique (1+3 )

Ajouté 10 ml de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  (0.01 N ).

Faire bouillir pendant 10 mn au bain de sable .

Après chauffage , ajouté 10 ml d'acide oxalique 0.01 N .

Tirer la solution chaude avec du permanganat de potassium jusqu'à virage de la solution a une couleur rose persistante .

Préparer un blanc en parallèle en suivant les memes étapes que pour l'essai .

#### •Expression des résultats

$$\text{Ppm } \text{o}^2 = 8000(\text{AB-CD}) / \text{E} = \text{Vt} * 0.8$$

A : volume total versé de  $\text{KMnO}_4$  en ml

B : normalité de  $\text{KMnO}_4$  (0.01N)

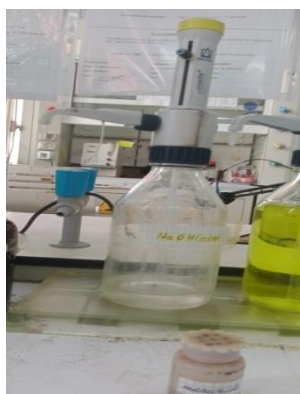
C : normalité de l'acide oxalique (0.01 N )

E : volume de l'échantillon en ml

### III.3.7. Calciume

#### •Principe

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas.



**Figure 09:** photographie du Dosage de Calciume

#### •Mode opératoire

Prendre 100 ml d'échantillon ou une partie aliquote mineure diluée à 100 ml dans erlenmeyer de 300 ml.

Ajouté 2 ml de solution de NAOH à 1N

Agiter et ajouter une pincée d'indicateur murexide (de couleur rose foncée ).

Titrer avec l' EDTA à 0.01 M, en agitant continuellement jusqu'au virage mauve claire , et noter V EDTA le volume titré d'EDTA.

#### •Expression du résultat

(Ca<sup>2+</sup>) en ppm de CaCo<sub>3</sub> = **VEDTA \*10**

### III.3.8. Chlorures Cl-

#### •principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent enprésences de chromate de potassium. La réaction est indiquée par l'apparition de la teinterouge caractéristique du chromate d'argent.



**Figure10** :photographie du Dosage de Chlorures Cl-

#### •Mode opératoire

Introduire une prise d'essai de 100 ml dans un erlenmeyer

Ajouté 2 gouttes de chromate de potassium .

Titrer avec la solution de nitrate d'Argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à 0.02 N jusqu'au virage du jaune au rouge brique .

#### •Expression du résultat

$$(\text{Cl}^-) \text{ en ppm} = (v - \text{blanc}) * 7.1 \quad \text{Avec Blanc} = 0.4$$

### III.3.9.Titre alcaliméteique compet (TAC) et (TA)

#### •Principe

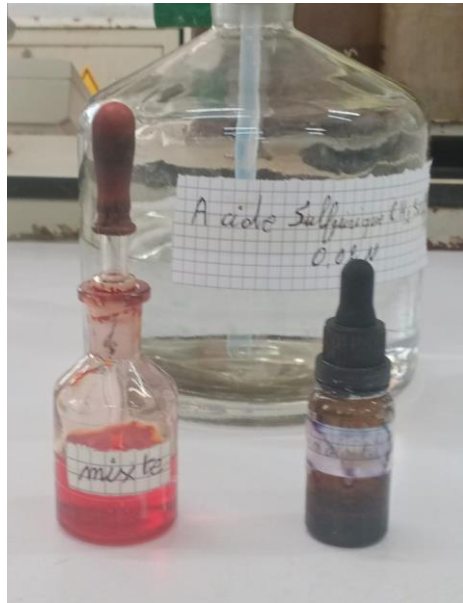
Les valeurs relatives du TA et TAC permettent de connaître les quantités d'hydroxydes et de carbonates, ou de bicarbonates alcalins ou alcalino-terreux dans l'eau.

L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en présence soit de phénol phtaléine (TA ou titre alcalimétrique simple) ou de méthyle orange (TAC outitre alcalimétrique complet).

Le virage de la phénolphtaléine (rose – incolore) se produit dès que le pH est égal à 8,6. A ce moment, les réactions (1) et (2) sont complètes et la réaction (3) commence à ce pH avec apparition de  $\text{CO}_2$  dans la solution.

Le TA permet donc de déterminer en bloc le dosage d'hydroxydes et seulement la moitié des carbonates.

Le virage du jaune à l'orange du méthyle orange se produit pour un pH de 4,5 dèsqu'il y a une trace d'acide fort libre, et lorsque la réaction (3) est complète. Le TAC permet la détermination de la teneur en bicarbonates



**Figure 11** : photographie du Dosage de Titre alcaliméteique compet

**•Mode opératoire (TA)**

Prélever 100ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 300ml .

Ajouté 2 à3 gouttes de phénolphaléine .

En présence de l'alcalinité (TA), on obtient une couleur rose pale .

Titrer avec l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  à 0.02 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et noter le volume ( $V_a$ ) ml

**•Expression du résultat**

$$TA \text{ en ppm de } CaCO_3 = V_a * 10$$

**•Mode opératoire (TAC)**

A la meme solution précédente, ajouté 2 à 3 gouttes d'indicateur mixte (couleur bleu)

Continuer à titrer avec l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à 0.02 N jusqu'au virage du bleu à la couleur rose pale et noter le volume ( $V_b$ ) ml .

**•Expression du résultat**

$$TAC \text{ en ppm de } CaCO_3 = V * 10 \text{ avec } V = V_a + V_b$$

**Dureté totale (TH)****•Principe**

C'est un titrage direct avec le sel disodique de l'acide éthylènediaminetétracétique ou (EDTA) qui forme avec les cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  des complexes ou chélates stables dans lesquels les cations sont dissimulés à leurs réactifs habituels .En présence de l'indicateur ériochrome ; noir T ; ces complexes se colorent en rouge cerise ,et vire au bleu quand la quantité d'EDTA a suffisamment complexé tous les  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  présents dans la solution .

**•Mode opératoire**

Prendre 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 300 ml .

Ajouter 2 ml de solution tampon

Ajouter une pincée d'indicateur noir ériochrome T En présence de dureté la solution se colore en rouge cerise .

Titrer avec l'EDTA à 0.01 M jusqu'au virage bleu de l'indicateur .

**•Expression du résultat :** TH en ppm de  $\text{CaCO}_3 = V \text{ EDTA} * 10$

PH=10

**Les Ortho-phosphates  $\text{PO}_4^{-3}$** **•Mode opératoire**

Tout d'abord, on effectue des dilutions des échantillons (entrée et sortie) à 1/10) (1ml d'échantillon+ 9ml d'eau distillé.

On ajoute aux échantillons le réactif phosphover 3et on agite et on lui laisse deux minutes de réaction.

On allume le colorimètre et on choisit le programme approprié.

Pour le blanc, chacun des deux échantillons aura son propre blanc et c'est l'échantillon lui-même mais sans réactif.

**•Expression du résultat :**

$$[\text{PO}_4^{-3}] = (\text{résultats} \times \text{dilution}) - \text{blanc}.$$

**III.2.8.2. Analyse des paramètres métalliques****III.2.8.2.1. Préparation d'échantillon**

Un échantillon destiné aux analyses des éléments traces métalliques est immédiatement filtré le maximum par des papiers filtres (filtré plusieurs fois jusqu'à obtenir une eau non trouble).

**III.2.8.2.2. Dosage des éléments traces métalliques**

Le dosage des éléments traces est effectué par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme du type Perkin Elmer, modèle PinAAcle 900T (Figure 12) couplé avec un logiciel WinLab 32. Pour établir les courbes d'étalonnage, des gammes d'étalonnage sont préparées, à partir des solutions mères (à 1 g/l) des différents métaux. Des solutions filles (à 10 mg/l) sont préparées en diluant 100 fois la solution mère. À partir de cette solution intermédiaire, on prépare les gammes d'étalonnage pour chaque élément à des concentrations convenables en utilisant la loi de dilution. Lors le dosage des métaux lourds on doit utiliser que l'eau bidistillé. De préférable d'utiliser les fioles à 100 ml et l'agitation est réalisé par un agitateur ou à la main pour l'homogénéisation des solutions à doser.

**III.2.8.2.3. Principe de la méthode de spectrométrie d'absorption atomique à flamme**

L'absorption atomique est un processus produit lorsqu'un atome à l'état fondamental (pas d'excitation d'électrons) passe à l'état excité par l'absorption d'un rayonnement (produit par une lampe à cathode creuse contenant l'élément à doser) qui correspond à longueur d'onde spécifique à chaque élément. De plus, les résultats s'affichent sur l'écran d'ordinateur (voir figure 12 à gauche) sous forme des graphiques, des valeurs des absorbances, des concentrations de la gamme d'étalonnage et des échantillons .



**Figure12** :photographie du spectrophotomètre à flamme.

Pour la détermination des métaux lourds on a utiliséla SPECTROMÉTRIED'ABSORPTION ATOMIQUE (mode flamme) modèle (ICE 3000).

Principe de l'analyse

- Minéralisation de l'échantillon.
- Injection de l'échantillon dans le spectromètre d'absorption atomique équipé d'un système d'atomisation par flamme.
- Mesure de l'absorbance à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser.
- Correction du bruit de fond par une lampe au deutérium.

**Tableau 04 :** Grille de la qualité des eaux superficielles

Classe Paramètres	Unité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Conductivité	µS/cm	180-2500	120-3000	60-3500	0-40000	>4000
DBO5	mg/l d'O2	3	6	10	25	>25
DCO	mg/l d'O2	20	30	40	80	>80
PO43-	mg/l	0.1	0.5	1	2	> 2

*CHAPITRE IV :*

*RÉSULTATS ET DISCUSSION*

• **Résultats**

Les résultats physico-chimiques des analysesobtenu pour les prélèvements des rejets des différentes stations son représenté dans les tableaux suivant :

**Tableau 05:**Résultat des analyses de prélèvement des rejets de RA1K des parametres physico-chimique.

Mois	Mars					Mai				
Prélèvement paramètre	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
T (c°)	22	28	25	26	28	36	31	32	31	23
PH	7.3	7.2	7.4	7	7.4	8	8	8	7.7	7
CE (µS/cm)	739	785	741	756	742	895	838	797	781	692
TAC (ppm)	56	52	60	52	48	70	70	88	73	93
TH (ppm)	112	110	100	100	100	90	114	103	96	130
Ca+2 (mg/l)	70	70	70	70	80	75	104	93	89	100
Mg+2 (mg/l)	42	40	30	30	20	15	10	10	7	30
Cl- (mg/l)	300	349	313	337	348	422	438	488	479	539
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/l)	0.4	0.32	0.18	0.24	0.36	1.29	1.86	1.66	1.44	0.78
DCO (mg/l)	0.16	0.24	0.26	0.1	0.2	0.09	0.11	0.026	0.031	0.018
DBO5 (mg/l)	2.8	1.9	5.6	1.5	1.3	2.6	0.4	0.5	0.29	0.18

**Tableau 06 :**Résultat des analyses de prélèvement des rejets de RA1K des métaux lourds.

prélèvement paramètre	P1	P2	P3	P4
Zn (mg/l)	0	0	0	0
Cu (mg/l)	0	0	0	0
Pb (mg/l)	0	0	0	0
Ni (mg/l)	0	0	0	0
Cd (mg/l)	0.064	0.031	0.027	0.034
Mn (mg/l)	0.25	0.04	0.09	0

**Tableau07 :** Résultat des analyses de prélèvement des rejets de SKS

prélèvement paramètre	P1	P2	P3	P4	P5
Cl2 (mg/l)	0.19	0.22	0.23	0.22	0.2

**Tableau08 :**Variations de la DBO5 d'Oued Saf-Saf et la mer de Collo

prélèvement paramètre	P1	P2	P3	P4	P5
DBO5 (mg/l) Oued saf-saf	27	21	12	23	7
DBO5 (mg/l) Collo	0	0	0	0	0

IV.1. Analyses statistiques des données

Pour les différents paramètres étudiés nous avons calculé les moyennes et les écarts types. L'ensemble de ces calculs a été effectués sous Excel.

IV.1.1. Variation de la Température

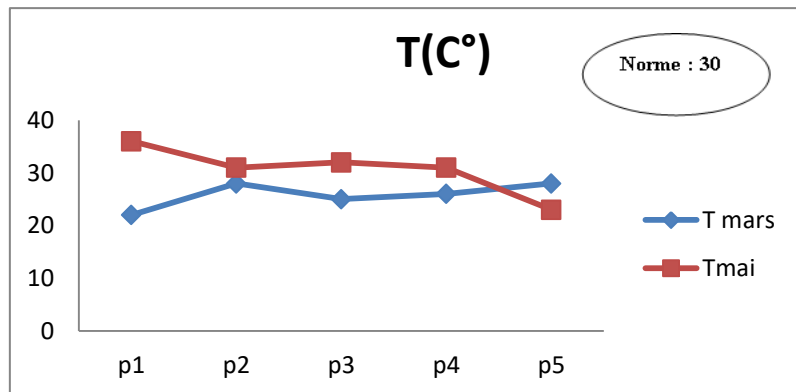


Figure13 : Variations de la température de la zone d'étude.

Les températures prélevées durant la période d'étude (mars) n'ont pas dépassé la norme (valeur maximale admissible) qui doit être inférieure à 30 °C, par contre les températures prélevées durant la période d'étude (mai) ont dépassé la norme (valeur maximale admissible) en quelques jours.

IV.1.2. Variation du PH

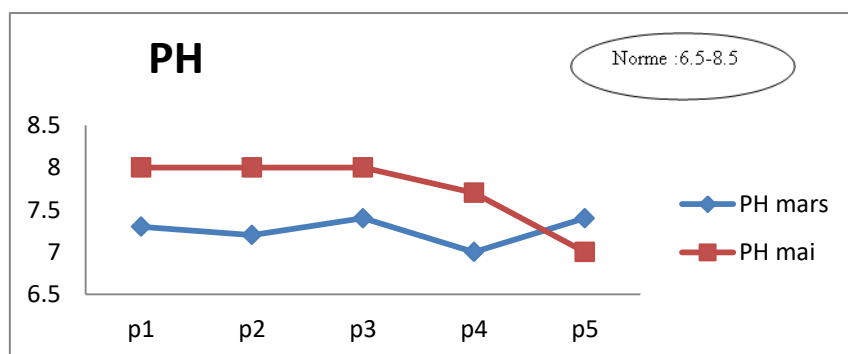


Figure14 : Variations de PH de la zone d'étude.

Les pH prélevés durant la période d'échantillonnage n'ont pas dépassé la norme (valeur maximale admissible) qui doit être inférieure à 8.5.

IV.1.3.Variation de la conductivité électrique

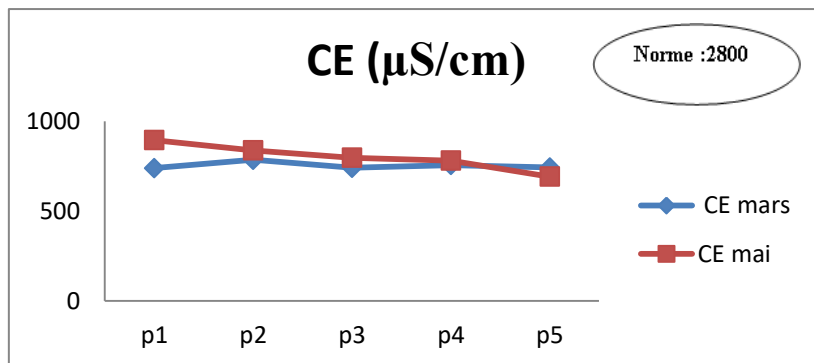


Figure 15: Variations de la conductivité électrique de la zone d'étude.

Les résultats obtenus au cours de notre étude montrent que la conductivité électrique au niveau de la majorité des échantillons analysés n'ont pas dépassé la norme Algérienne fixée à 2800 µS/cm.

IV.1.4.Variation du TAC

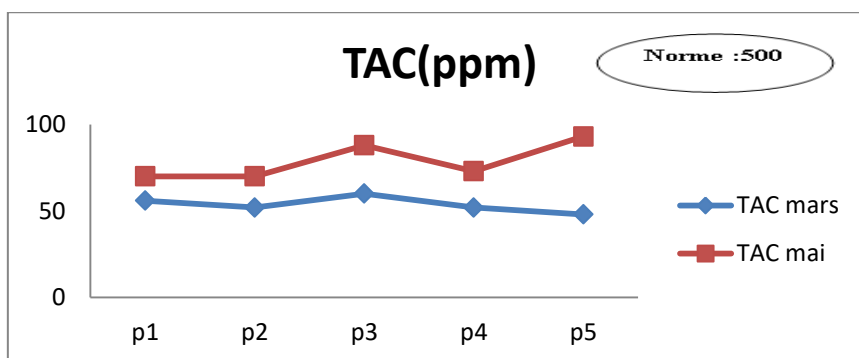


Figure 16 : Variations de la TAC de la zone d'étude

D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 48 à 93 ppm, les résultats obtenus ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 ppm.

IV.1.5.Variation du TH

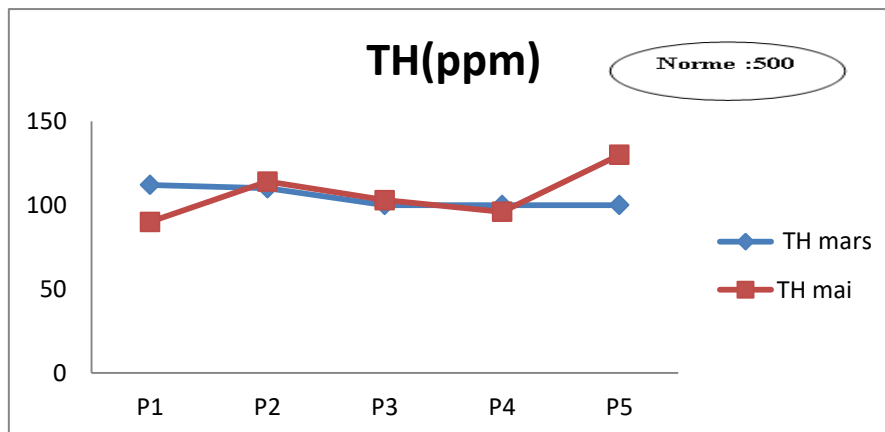


Figure 17 : Variations de la TH de la zone d'étude

D'après ces résultats, on remarque que les valeurs de la dureté sont très élevées par rapport à la norme 10mg/l <,90 et 130 mg /l, nos résultats dépassent les normes Algérienne.

IV.1.6.Variation du Ca+2

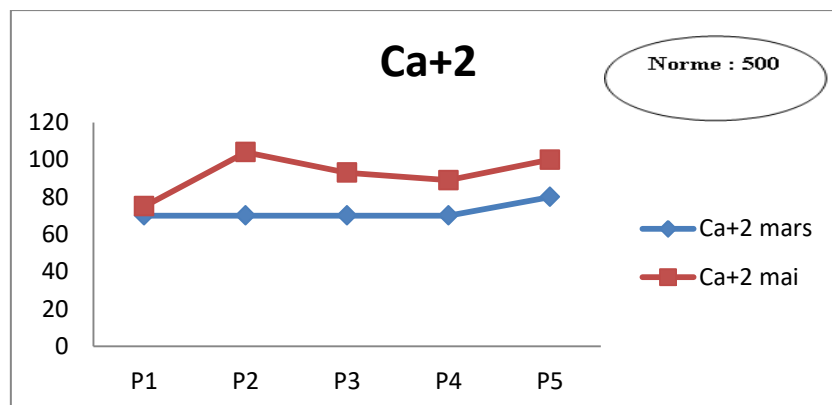


Figure 18 : Variations de la Ca+2 de la zone d'étude

La présence des ions Ca<sup>2+</sup> dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : Soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO<sub>3</sub>), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO<sub>4</sub>). D'après les résultats obtenus elle varie entre 70 à 104 mg/l, elle est inférieure aux normes Algérienne représenté par 500 mg/l, la concentrationsont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, et la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

IV.1.7. Variation du Mg<sup>+2</sup>

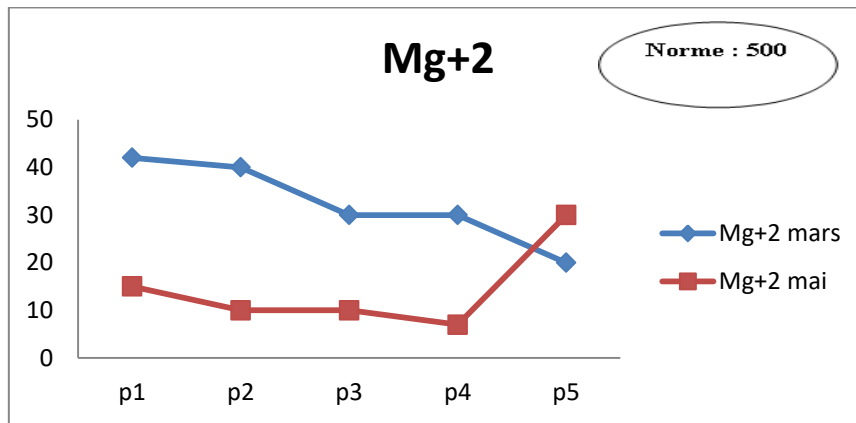


Figure 19 :Variations de la Mg<sup>+2</sup> de la zone d'étude

D'après les résultats de la figure 19 on remarque que les valeurs de Mg<sup>2+</sup> varie entre 7 à 42 mg/l, nos résultats ne dépassent pas les normes Algérienne de 500 mg/l donc la qualité de l'eau elle est acceptable.

IV.1.8. Variation du Cl<sup>-</sup>

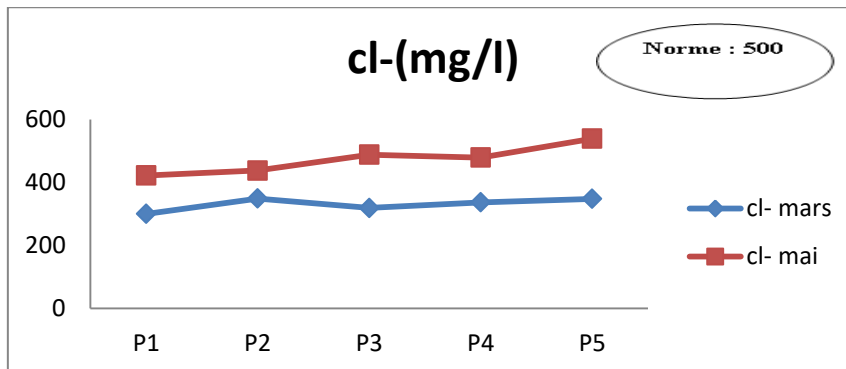


Figure 20 :Variations de la Cl<sup>-</sup> de la zone d'étude

La variation mensuelle du Cl<sup>-</sup> enregistré au cours de la présente étude est marquée par un maximum de 539 mg /l durant le mois de mai l et un minimum de 300 mg/l durant le mois de mars.

IV.1.9. Variation du  $PO_4^{-3}$

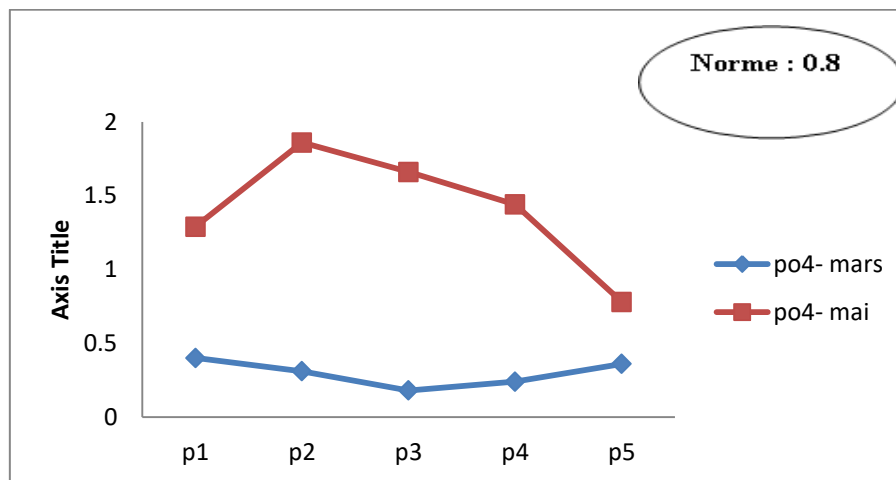


Figure 21 : Variations de la  $PO_4^{-3}$  de la zone d'étude

La variation du  $PO_4^{-3}$  enregistré au cours de la présente étude est marquée par un maximum de 1.86 mg /l durant le mois de mai et un minimum de 0,18 mg/l durant le mois de mars.

Pour les résultats d'analyses du phosphate ont dépassé la norme algérienne maximale qui doit être inférieure de 0,8mg/l.

IV.1.10. Variation du DCO

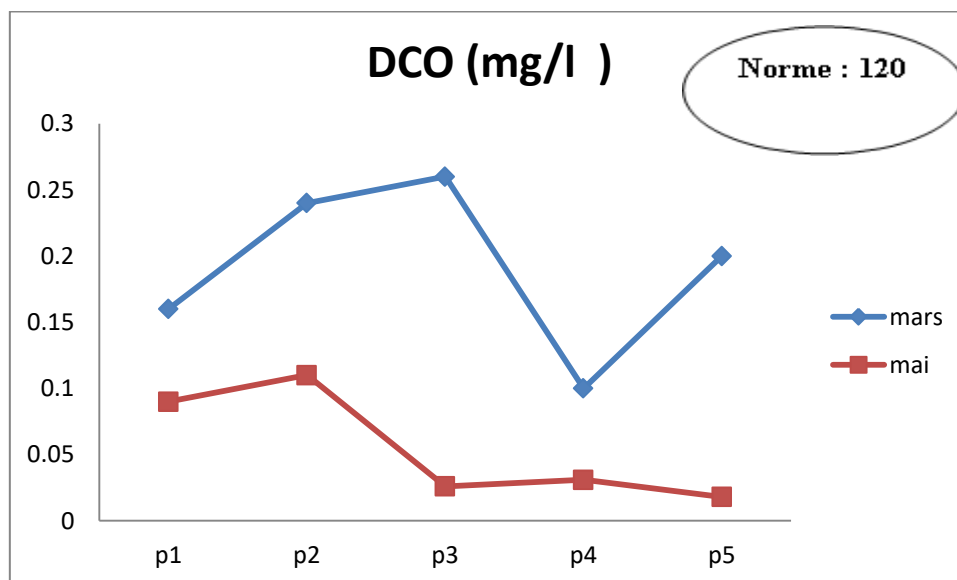


Figure 22 : Variations de la DCO de la zone d'étude

Les résultats obtenus dans toutes les stations de prélèvements montrent des valeurs inférieures aux normes algériennes définies (120mg/l), les valeurs du DCO ne dépassant pas 0.26 donc elle très faible.

IV.1.11.Variation du DBO5

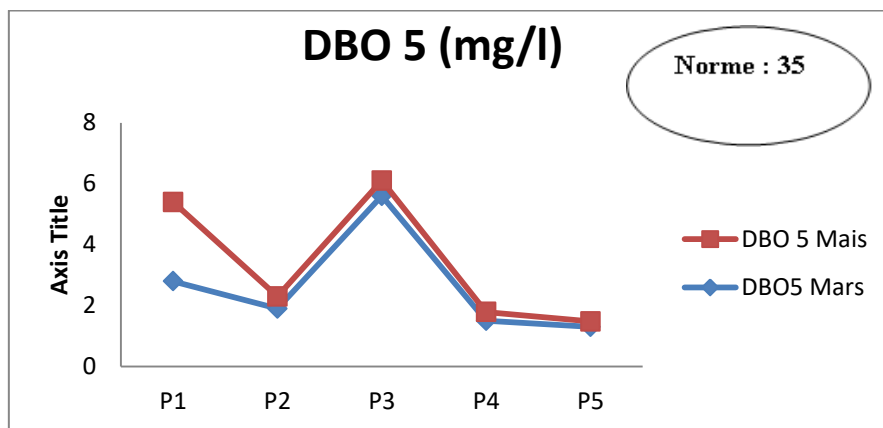


Figure 23 : Variations de la DBO5 de la zone d'étude

Les résultats obtenus dans toutes les stations de prélèvements montrent des valeurs inférieures aux normes algériennes définies (35 mg/l). Cette diminution de la DBO, est expliquée par une diminution de la charge organique charriée par les eaux des rejets industriels.

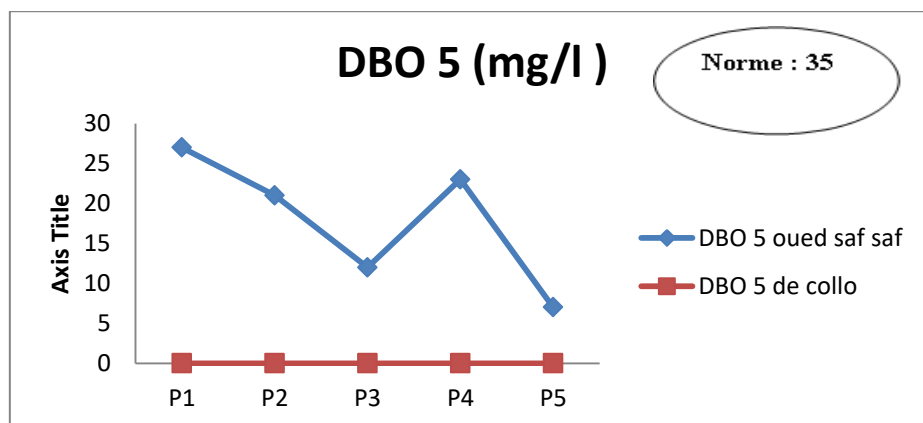


Figure 24 : Variations de la DBO5 d'Oued Saf-Saf et la mer de Collo.

Les résultats obtenus de la station de prélèvements de oued Saf-Saf est supérieure par rapport à ceux des prélèvements de la mer de Collo mais ne dépasse pas la norme algérienne.

IV.1.12.Variation du CL2

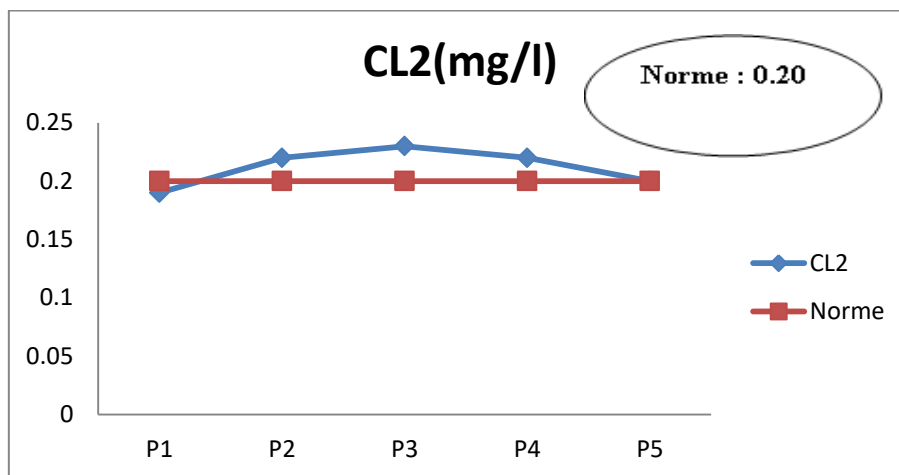


Figure 25 : Variations de CL2 - de la zone d'étude (SKE).

Les résultats obtenus au cours de notre étude montrent que le chlore au niveau de la majorité des échantillons analysés ont dépassés la norme algérienne fixée à 0.20 mg/l.

IV.2.Les métaux lourds

IV.2.1.Variation duCu

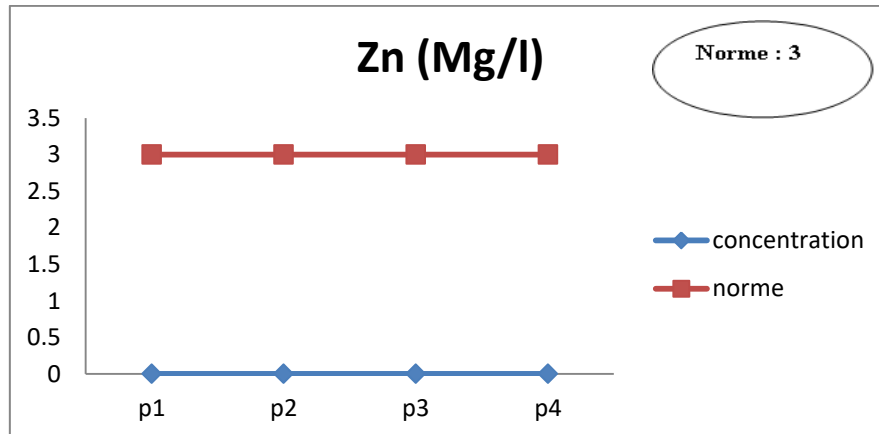


Figure 26: Variations de Zn de la zone d'étude.

Au cours de notre étude, la variation spatio-temporelle du est zinc marquée null de 0 mg/l . Selon la norme algériennes définies qui fixent la teneur en dans le zinc effluents liquidesà 3 mg/l, donc il n'existe aucune pollution par le zinc niveau de la zone d'étude.

IV.2.2.Variation duCu et Pb et Ni

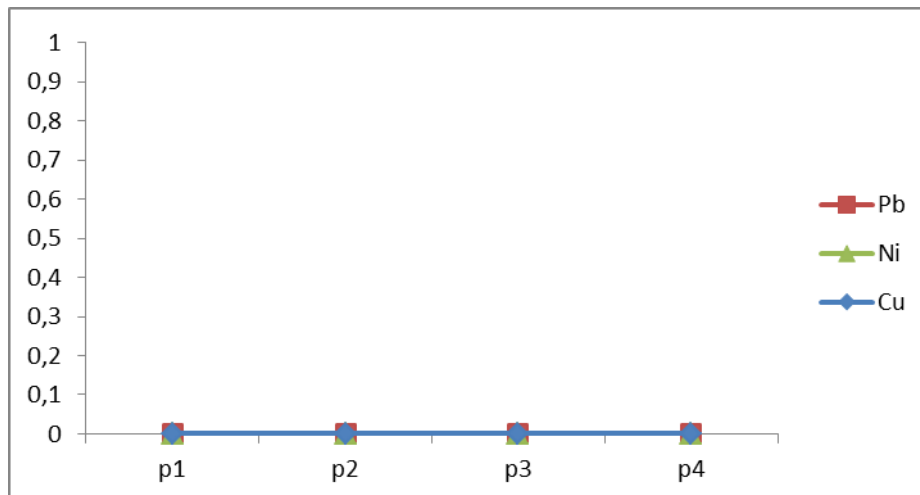


Figure.27 : Variations de Cu ,Pb ,Ni de la zone d’étude

Au cours de notre étude, la variation spatio-temporelle du cuivre ,plomb,nickel marquée null de 0 mg/l . Selon la norme algériennes définies qui fixent la teneur en cuivre,plomb,nickel dans les effluents liquidesà 0.5 mg/l, donc il n'existe aucune pollution par le cuivre,plomb,nickel,au niveau de la zone d’étude.

IV.2.3.Variation duCd

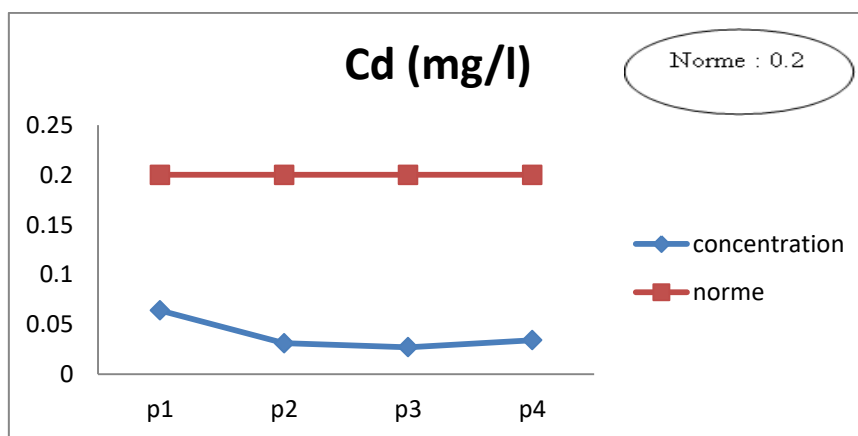


Figure 28: Variations de Cd de la zone d’étude

Au cours de notre étude, la variation spatio-temporelle du cadmium estmarquée par un maximum de 0,064 mg/l . Selonla norme algériennes définies qui fixent la teneur en cadmiumdans les effluents liquidesà 0.2 mg/l, nos résultats sont très inférieurs à cette norme, doncil n'existe aucune pollution par le cadmiumau niveau de la zonne d’étude.

IV.2.4.Variation du Mn

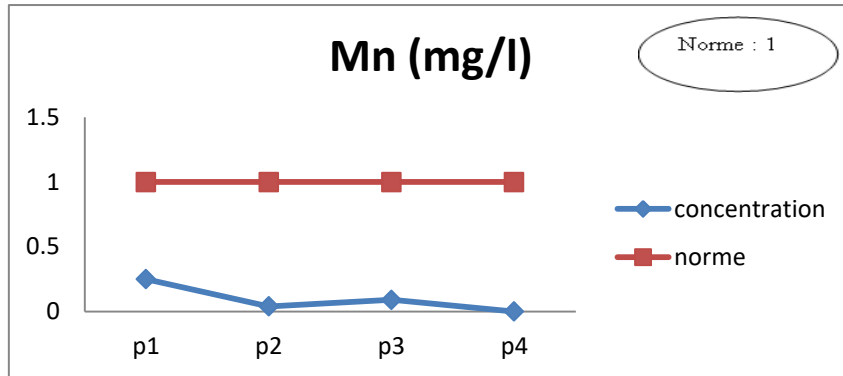


Figure 29 :Variations de Mn de la zone d'étude

Selon la norme algériennes définies qui fixent la teneur en manganèse dans les effluents liquides à 1 mg/l , nos résultats sont très inférieurs à cette norme, donc il n'existe aucune pollution par le manganèse au niveau de la zone d'étude.

## IV. Discussion

### IV.3.1. Les paramètres physico-chimiques

Les températures prélevées durant la période d'étude n'ont pas dépassé la norme (valeur maximale admissible) qui doit être inférieure à 30 °C (JO, 2006).

Les résultats obtenues au cours de notre étude montrent qu'une augmentation de température, là où les valeurs algériennes dépassaient au mois de mai, on a enregistré 36°C, et cela est dû au rejet d'eau de refroidissement des appareils utilisés dans les différentes stations de la zone industrielle dans l'embouchure de oued saf saf. Cette variation de température ainsi que divers autres paramètres affecte également la vie marine et précisément les organismes juvenils (crustacées ,invertébrées et autres).

Ces valeurs présentent une neutralité approchée qui favorisent le développement et la croissance des microorganismes, ce qui est le cas majoritaire des eaux de surface (Merzoug, 2015).

Nous avons remarqué une augmentation de pH au cours du mois de mai, qui était proche d'atteindre les valeurs algériennes, où le valeur le plus élevé de 8 a été enregistré ce mois-ci. Le  $\text{Cl}^-$  au cours du mois de mai, est enregistré à 539 mg/l donc les rejets sont mauvaise et affectés la qualité d' eaux de d'oued saf-saf. Quand au  $\text{Cl}^-$  une augmentation et mensionnée au cours de notre étude ,en effet la station utilise le  $\text{Cl}^-$  afin de se débarrasser des organismes vivants présents dans l'eau de mer afin d'utiliser cette eau pour refroidir les équipements.

D'après Verneaux (1973), la présence des phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieurs à 0,2 mg/l est l'indice d'une pollution par des eaux vannes contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques, ainsi que par les eaux de ruissellement.

Nous notons que le  $\text{PO}_4^{3-}$  est très élevé au cours du mois de mai car la plupart des valeurs ont dépassé les normes algérienne et le valeur le plus élevé est 1,86mg/l , ce qui rend mauvaise la qualité d'eaux de d'oued saf-saf. De nombreux contaminants chimiques à la toxicité avérée pour l'environnement (pesticides, métaux lourds, ..... ) sont ainsi retrouvés dans les eaux, les sédiments et les organismes vivants.

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau, Elle est sensiblement proportionnelle à la teneur de l'eau en matière organique biodégradable et donc à la quantité de micro-organismes et inversement proportionnelle à la teneur en oxygène dissous, Elle dépend entre autre de la nature des matières organiques dissoutes, de la présence ou de l'absence

d'éléments inhibiteurs de la flore microbienne (métaux lourds, hydrocarbures, détergents...). Selon (Eckenfelder., 1982).

A travers les résultats des analyses, nous avons remarqué que la valeur de DBO5 de oued Safsaf était élevée, proche d'atteindre la valeur spécifiée, ce qui en faisait une eau de mauvaise qualité. Alors que les autres paramètres représentaient un petit pourcentage qui ne dépassait pas la normes algérienne , leur impact sur la qualité de l'eau n'est donc pas pris en compte.

#### **IV.3. 2./ Les métaux lourds :**

Selon les résultats obtenus à partir de l'analyse de certains minéraux, nous constatons que le pourcentage de zinc, de cuivre, de plomb et de nickel était inexistant, alors que nous avons remarqué que le cadmium et le manganèse enregistraient un faible pourcentage qui ne dépassait pas les normes, et donc cette eau est considérée comme acceptable.

Donc , ces rejets qui se retrouvent dans l'oued Saf-saf à partir des différentes stations de la zone industrielle contribue grandement à modifier la qualité de l'eau d'oued Saf-saf. On peut également considérer la zone industrielle comme l'une des zones les plus vulnérable d'oued Safsaf.

-Une comparaison entre les résultats obtenus de notre étude et les résultats de **Chaffia et al , 2018** en remarque qu'une augmentation de température et pH et DBO5 et Cl<sup>-</sup> , par la suite en remarque que PO4-3 et les métaux lourds présent en faible concentration.

-D'après la comparaison des résultats obtenus avec celle de **Laila Benacer, 2021** en remarque que une différence de température et du pH qui est élevé, par contre la concentration de Cl<sup>-</sup> et conductivité est diminuée. Une autre comparaison du facteur DBO5 et Cl<sup>-</sup>, avec les résultats de **Zouini et al ,2010** en remarque qu'une augmentation de ce dernier suivi par la suite d'une faible concentration de conductivité et DCO.

## CONCLUSION

---

### CONCLUSION

Notre travail porte sur une contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique de ouedsaf-saf, pour cela nous avons recherché les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques mesurés.

A partir de ces résultats obtenus, nous avons conclu que la qualité de l'oued Saf-Saf a changé pour le pire parce que la variable des résultats des analyses des paramètres (température,  $Cl^-$ ,  $Cl_2$ , ...) a augmenté aux normes algérienne, quant aux minéraux mesurés (Ni, Zn, Pb, Cu), étaient inexistantes sauf pour (Mn, Cd), dont nous avons retrouvé une présence dans les eaux usées. Cela indique la présence d'une pollution.

En fin, nous pouvons dire que actuellement la qualité écologique des eaux d'oued Saf-Saf n'est pas bonne, il a été exposé à une pollution provenant de diverses sources, dont la plupart sont industrielles. Nous devons donc protéger en toute urgence cette ressource en eau de la pollution, car c'est une source de vie très importante pour tous les êtres vivants.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

# Référence Bibliographique

---

## Références bibliographiques

**Adriano D.C, 2001.** Trace elements in terrestrial environments: Biochemistry, bioavailability and risks of metals. Springer-Verlag, New York.

**Alloway B, 1995.** Heavy metals in soils. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, 368 p.

**Arris S, 2008.** « Etude expérimentale de l'élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sous produits de céréale » Thèse de doctorat de l'université de Constantine- Algérie.

**Baize D, 1997.** Teneurs totales en éléments traces métalliques dans le sol (France). INRA, Paris, 408 p.

**Ben Ali Rim M, 2015.** Évaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Université de Constantine 1.

**Benhammidcha, 2019.** modélisation hydrologique du bassin versant de l'oued Safsaf par HEC\_HMS.

**Ben Rabah S, 2006.** Etat 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.

**Bradai. M. N, 1994.** Mémoire sur la floraison et la fructification de deux phanérogames marines sur les côtes sud-est de la Tunisie. par asma Hamza, mohamed nedjmeddine Bradai, institut national scientifique et technique d'océanographie et de pêche, 3029 sfax (Tunisie). Mar. Life 1994.

**Bravin M.N, 2008.** Procédus rhizosphériques déterminant la biodisponibilité du cuivre pour le blé dur cultivé en sols à antécédent viticole. INRA, Montpellier, 237p.

**Chaffai H, Laouar R, Djabri L, Hani A. 2006.** Etude de la vulnérabilité à la pollution des eaux de la nappe alluviale de Skikda: Application de la méthode DRASTIC. Bulletin du Service Géologique National, Vol 17, n° 1, 63-74.

**Chaline . C, Dubois Maury. J .1994.** « La ville et ses dangers. Prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques, ED Masson, Collection pratique de la Géographie ,Paris, 247p .

**Chapman-D, 1996.** Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman & Hall, London.

**Chevallier. H, 2007.** Titre de livre : L'eau un enjeu pour demain. p 26, ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES, Sang de la terre.

## Référence Bibliographique

---

**Daifallah M. et Maoui Y, 2016.** Recherche des endoparasites chez une famille des Calpterigidae (Odonates) et évaluation de la qualité bactériologique de l'eau d'Oued.

**Derradji Zouini, Fayçal Khalfaoui, 2010.** Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du Saf-Saf (wilaya de Skikda, nord-est algérien).

**Djilani C, 2006.** Analyse et traitement des eaux de rejets de l'unité VCM du complexe pétrochimique de Skikda, Mémoire de Magister. Université de Skikda. Gros C., 1998. L'eau, Usages et polluants, édition Paris.

**Dictionnaire :** Le Petit Robert, Edition de 1996 .

**Eckenfelder, 1982 :** Décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011 relatif : à la qualité de l'eau de consommation humaine, Journal Officiel De La République Algérienne N° 18 du 23 Mars 2011.

**Emilian. K, 2009.** Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, 2ème édition, DUNOD, PARIS.

**Fisher, 1999.** produits chimiques et biologiques

**Gaujou, 1995.** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire (2ème éd.) Traitement des eaux de refroidissement .

**Gilbin R, 2001.** Caractérisation de l'exposition des écosystèmes aquatiques à des produits phytosanitaires : Spéciation, biodisponibilité et toxicité. Exemple du cuivre dans les eaux de ruissellement de parcelles viticoles (Roujan, Hérault, France). Terre et environnement, vol. X, XXIII, 192 p.

**Gimbert F, 2006.** Cinétique du transfert de polluants métalliques du sol à l'Escargot. (EA 3184, USC INRA), n°1191, 192 p.

**Gros C., 1998.** L'eau, Usages et polluants, édition Paris

**Haslay-C et Leclerc-H, 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentations. P 400.

**Hedahdia A. et Aliouche S , 2016.** Contribution a l'étude de l'origine de la contamination fécale des eaux du barrage Bouhamdane-Guelma. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 18 p.

**Himoud S. et Brahimi S , 2016.** Approche qualitative du phytoplancton du marais de Boussehra (El-Bouni, Annaba). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 28 p

**Hopkin S.P, 1989.** Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates. Elsevier Applied Science, NY, USA, 366 p.

## Référence Bibliographique

---

- J.C. Boeglin, 1997.** Analyses des eaux résiduaires, mesure de la pollution. Techniques de l'ingénieur p9, 1-25.
- Jeng H, 2007.** Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz. , Los Angeles: Sage Publications Inc, 2,p : 695-697.
- JORA, 2006.** Journal Officiel de la République Algérienne. Décret ministériel n°06-141 ., du 19 avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels.
- Khelfaoui F, 2008.** Ressources en eau et gestion intégrée dans le bassin versant du saf saf (nord –est Algerien ).
- Khelfaoui F, Zouini D, Tandjir L, 2014.** Quantitative and qualitative diagnosis of water resources in the Saf-Saf river basin (north east of Algeria), Desalin.Water Treat 52, 2017-2021.
- Khelfaoui H, Hani A, Chaffai H, 2009.** Etude de la pollution des eaux souterraines en métaux lourds et leur impact sur l'environnement, cas de la région de Berrahal (Annaba, Algérie), 3ième Colloque International sur la Gestion des Ressources en Eau, Tipaza, ENSH Blida 374-383.
- Mechati F, 2006.** Etude des paramètres physico-chimiques avant et après traitement des rejets liquide de (RA1K). Mémoire de magister en chimie, option: pollution chimique et environnement. Université de SKIKDA. 87 p.
- Mekhalif F, 2009.** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme d'eau d'appoint dans un circuit de refroidissement, Mémoire de Magister. Université de Skikda.
- Merzoug, 2009.** Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Gareat Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda). Mémoire de Magister, Université 8 mai 1945, Guelma, 119p.
- Merzoug S, 2015.** Structure du Fuligule nyroca Aythya nyroca dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 65,68 p.
- Mezedjri L , Ali T, et Borhane D A, 2008.** Statistical Approach on the Impact of the 48 Activity of the Industrial Zone of Skikda on the Quality of the Waters of Wadi (Skikda Algerian East Coasts).European Journal of ScientificResearch. Vol.20. No.2 (2008).343-347 p.
- Mizi A, 2006.** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba
- Nieboer E, & Richardson D.H , 1980.** The replacement of the nondescript term 'heavy metals' by a biological and chemically significant classification of metal ions.Environmental Pollution 1B, p. 3-26.

## Référence Bibliographique

---

**Olivier A, (2005)** : chimie et pollution des eaux de refroidissement, édition techniques et documentation, Lavoisier paris.

**Pesson P, (1980)**. La pollution des eaux continentales incidence sur les biocénoses

**Rejsek, 2002**. Analyse des eaux Aspects règlementaires et techniques biologie technique CRDP d'aquitaine, p358.

**Revet S ,2008**. « La vulnérabilité, une notion problématique. Un regard d'anthropologue », Acte de Colloque international : Vulnérabilités sociétales, risques et environnement, Toulouse, 14-16 mai 2008, IRIS, p.99-120

**Rodrier J, (2005)**.L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer.8<sup>ème</sup> Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.

**Rodier J, Legube B, Merlet N, et Brunet R, 2009**. L'analyse de l'eau - 9e éd. : Eauxnaturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9e éd. Dunod. 721, 727, 750, 762, 798 p.

**Sakaa B, Chaffai H, Hani A, 2013**. The use of artificial neural networks in the modeling of socioeconomic category of integrated water resources management (Case study: Saf-Saf river basin, north east of Algeria), Arabian J. Geosci 6, 3969-3978.

**Sakaa B, Merdas S, Mostephaoui T, Chaffai H, Hani A, Djabri L, 2015**. The application of ANNs and multivariate statistical techniques to characterize a relationship between total dissolved solids and pressure indicators: a case study of the Saf-Saf river basin, Algeria, Desalination and Water Treatment 1-14.

**Valiron F, et Tabuchi JP, 1992**. Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie, Lavoisier-Technique et documentation, édition Paris Pesson P, (1980) : Pollution des eaux continentales, Edition bordas, paris. 285p.

**Verneaux J, 1973** . Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherche écologique sur le réseau hydrographique du Doubs Essais de biotypologie. Thèse de Doctorat en science naturelles, Université de Besançon. 257p.