

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

- جامعة 20 أوت 1955 - 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 : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie des Milieux Nature

Intitulé :

**Evaluation de la qualité des eaux résiduaires industrielles
Cas de la station ETP 2 Unité 1101 RA1K –Skikda-**

Présenté Par :

- BENHAMIDCHA Amina
- BOULKIBET Rima
- BOUTATA Lamis
- GIRA Yasmine

Membre de Jury :

| | | | |
|---------------------|-----|-----------|--------------------------------|
| Dr. BECHIRI Loubna | MCA | Président | Univ. du 20 Août 1955 – Skikda |
| Dr. ZAOUI Lilia | MCA | Promoteur | Univ. du 20 Août 1955 – Skikda |
| Dr. HADJOUJJA Nawel | MCB | Examineur | Univ. du 20 Août 1955 – Skikda |

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous tenons, avant tout, à remercier « DIEU » qui a illuminé notre chemin et qui nous armé de courage et la volonté pour achever nos études.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds à :

Notre encadreur madame Docteur «ZAOUI LILIA» Pour ses compréhensions ses conseils précieux et se aides.

Notre respect aux membres du jury :

Nous remercions particulièrement madame Docteur «BECHIRI LOUBNA» qui a acceptée de présider ce travail. Nous tenons également à présenter nos plus vifs remerciements à madame «HADJOUJ ANAWEL» pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nous remercions chaleureusement le personnel du complexe de raffinage de Skikda RA1K pour leur aide, surtout chef service traitement des effluent ETP2 Mr. BOUFLIGHA MESSAOUD et les gens qui travaillent à la station d'épuration ETP2 Pour tous les efforts qu'ils ont fait pour nous aider et les informations qu'ils nous fournies.

Nous remercions également tout le service de laboratoire surtout Mr. BOUALLEG

Toute la gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont supervisés tout au Long de notre carrière universitaire.

Enfin nous tenons à remercier nos familles, tous les amis et collègues, toute personne ayant contribué, de près ou de loin afin de réaliser ce travail.

Merci.



Dédicace

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

Ce travail est réalisé.

Je dédiais ce travail à :

*Mes trop chers parents qui nous ont toujours apportés
L'amour et leur soutien moral Hasina et Nour Eddine.*

Toutes la famille Roueg et Boutata.

Tantes : Wafya et Yasmina Que Dieu gardé pour moi.

Oncles: Bel kasem.

Cousines, Cousins.

Et toutes les amies : Hanan, Amani.

Mes collègues de promo d'écologie.

Lamis...

Dédicace

Au nom du DIEU clément et miséricordieux,

Je dédie cette modeste œuvre : A mes chers parents, mon père ma force et ma source de valeurs, ma mère la femme d'exception et mon guide spirituel et A mes sœurs Medjeda, Rayen et mon frère Adel, qui ont toujours été à mes côtés, qui ont tant souffert pour me voir aujourd'hui réussir dans ma vie.

En témoignage de l'amour, du respect et de la gratitude que je porte pour eux, A mon cher mari Hani, merci pour ton aide, ton soutien, tes encouragements, et surtout merci d'avoir toujours cru en moi. Bien sûr A mon petit ange Racim et mon nouveau fœtus vous avez rayonné ma vie. Ma grand-mère Houria qui attend ce jour avec impatience.

Que dieu la garde. A mes oncles et mes tantes que j'aime beaucoup, A mes cousins et cousines, mes sœurs de cœurs qui ont toujours étaient là pour moi dans mes meilleurs et pires moments de ma vie. A ma belle-famille Qui m'a aidé et soutenu pour terminer mes études. A ma copine Lamis pour votre présence, et les bons moments passés ensemble.

Amina...



Dédicace

A mes chers parents pour tous leurs sacrifices et leur soutien,

A mes chers frères Taha, Amar, Rafik pour leur encouragement.

A toute ma famille en particulier ma grand-mère Zaina et ma chère tante Hafida pour leur soutien tout au long de mon parcours.

A mes chers décédés, mon grand-père Amar, ma grand-mère Fatima, mon oncle Toufik,

J'espère que ce travail vous rend fier.

Yasmine...

Dédicace

Je dédie ce modeste mémoire

A mes très chers parents Nour Eddine et Saçia qui m'ont accordée soutien et confiance durant toute la durée de mes études et je remercie le dieu de les avoir protégés pour être témoins de ma réussite.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : Mon mari Adel.

A mon frère Seif Eddine.

A mes sœurs Sara et Lamis et Hanine.

A mon ange mon neveu Djawad Eddine.

A mes amie Roumaïssa et Amel et tous ceux qui ont contribué pour ce travail.

Je vous dis merci.

Rima...

ملخص

الماء مورد طبيعي ثمين وضروري لاستخدامات متعددة مما يتطلب استخدامها للأغذية أو لأغراض النظافة جودة فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية ممتازة.

يتمثل عملنا في تحديد فعالية معالجة مياه الصرف الصحي الزيتية على مستوى محطة المعالجة ETP 2 وحدة RA1K 1101 بولاية سكيكدة، ودراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية) درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والتوصيلية، والصلابة الكلية، والكلوريد، الكالسيوم، المغنيسيوم، الفوسفات، COD، BOD، الهيدروكربونات، TA و (TAC alkalimetric title) لهذه المياه وتوافقها مع المواصفات الجزائرية، وكذلك التحقق من جودة المياه قبل الاحتفاظ بها في البيئة الطبيعية.

على مدى أربعة أشهر من يناير وفبراير ومارس وأبريل 2023، نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت على المياه الخام والمعالجة في محطة معالجة ETP 2 يتوافق الماء مع المعايير الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية والمواصفات الجزائرية

الكلمات المفتاحية محطة معالجة، المياه الخام، المياه المعالجة، المعالجة الفيزيوكيميائية، ETP 2 سكيكدة.

Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Son utilisation à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physicochimique et microbiologique.

Notre travail consiste à déterminer l'efficacité du traitement des eaux usées huileuses au niveau de la station de traitement de ETP 2 Unité 1101 RA1K dans la wilaya de Skikda et, l'étude de la qualité physicochimique (Température, pH, conductivité, dureté totale, chlorure, calcium, magnésium, phosphate, DCO, DBO, Hydrocarbures, Titre alcalimétrique TA et TAC) de ces eaux et sa compatibilité avec les normes algériennes, ainsi que de vérifier leurs qualité des eau avant d'être retenues en milieu naturel.

sur une période de quatre mois de Janvier, Février, Mars et Avril 2023, les résultats des analyses physico chimiques menées sur les eaux brutes et traitées dans la station de traitement ETP 2, les eaux sont conformes aux normes recommandées par l'OMS et les normes algériennes,

Mots clés : Station d'épuration de ETP 2 unité 1101 RA1K Skikda, eau brute, eau traité, Physicochimie.

Summary

Water is a precious and essential natural resource for multiple uses. Her use for food or hygiene purposes requires excellent physicochemical and microbiological quality.

Our work consists in determining the effectiveness of the treatment of oily waste water at the level of the treatment station of ETP 2 Unit 1101 RA1K in the wilaya of Skikda, the study of the physicochemical quality (Temperature, pH, conductivity, total hardness, chloride , , calcium, magnesium, phosphate, COD, BOD, Hydrocarbons, TA and TAC alkalimetric title) of these waters and its compatibility with Algerian standards, as well as checking their water quality before being retained in the natural environment.

Over a period of four months from January, February, March and April 2023, The results of the physico-chemical analyzes carried out on the raw and treated water in the ETP 2 treatment station, the water complies with the standards recommended by the WHO and the standards Algerian,

Key words: ETP 2 Skikda, oil water treatment plant, raw water, treated water, physic-chemistry.

Table de matière

Table des matières

| | |
|------------------------|------|
| Remerciement | I |
| Dédicace | II |
| Résumé | VI |
| Table des matières | VIII |
| Liste des figures | XI |
| Liste des tableaux | XIV |
| Liste des abréviations | XV |
| Introduction générale | 01 |

Chapitre I : Synthèse bibliographique

| | |
|---|----|
| I.1. Définition de la pollution des eaux | 03 |
| I.2 Définition et nature des eaux usées industrielles | 03 |
| I.2.1 Les eaux résiduaires industrielles | 03 |
| I.2.2. Définition des eaux usée | 03 |
| I.3. Origine de la pollution des eaux usée | 03 |
| I.3.1. Les eaux usées domestiques | 03 |
| I.3.2. Pollution industriel | 04 |
| I.3.3. Pollution d'origine agricole | 04 |
| I.4. Types de la pollution | 04 |
| I.4.1. Pollution physique | 04 |
| I.4.2. Pollution organique | 05 |
| I.4.3. Pollution minérale | 05 |
| I.4.4. Pollution chimique | 05 |
| I.4.5. Pollution microbiologique | 05 |
| I.5. Impact sur l'environnement et la santé humaine | 06 |
| I.5.1. Sur l'environnement | 06 |
| I.5.2. Sur la santé humaine | 06 |
| I.6. Evaluation de la qualité des eaux industrielles | 06 |
| I.6.1. Paramètres organoleptiques | 06 |
| I.6.2 Paramètres physiques | 07 |

Table de matière

| | |
|--|----|
| I.6.3. Paramètres chimiques | 07 |
| I.7. Traitement des eaux usées industrielles | 08 |

Chapitre II : Matériel et méthode

| | |
|---|----|
| II.1. Description de la zone de stage | 10 |
| II.1.1. Situation géographique de wilaya de Skikda | 10 |
| II.1.2. Raffineries de Skikda | 10 |
| II.1.3. Présentation de la RA1/K | 11 |
| II.2. Caractéristiques de la station d'épuration de Sidi Merouane | 11 |
| II.2.1. Description de la STEP d'ETP 2 Skikda | 11 |
| II.3. Les étapes de traitement des effluents dans l'unité ETP 2 | 12 |
| II.3.1. Traitement primaire : physico-chimique | 12 |
| II.3.2. Traitement secondaire : traitement biologique | 15 |
| II.3.3. Traitement de Polissage | 19 |
| II.3.4. Traitement des rejets | 20 |
| II.3.5. Traitement des boues | 20 |
| II.4. L'impact de la station d'épuration | 20 |
| II.5. Partie expérimentale | 20 |
| II.5.1. Solution d'indicateur et solution tampon | 21 |
| II.5.2. Les méthodes d'analyses | 22 |
| II.5.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) | 22 |
| II.5.2.2. Détermination de la conductivité électrique (CE) | 23 |
| II.5.2.3. Essai détermination de DBO5 | 23 |
| II.5.2.4. La détermination de la demande chimique en oxygène DCO | 24 |
| II.5.2.5. Détermination de l'alcalinité TAC | 25 |
| II.5.2.6. Détermination de la dureté totale (TH) | 25 |
| II.5.2.7. Détermination du calcium Ca+2 | 26 |
| II.5.2.8. Détermination du magnésium Mg+2 | 27 |
| II.5.2.9. Détermination des ions phosphates (PO4-3) | 27 |
| II.5.10. Détermination des hydrocarbures (HC) | 28 |
| II.5.11. Mode opératoire détermination des chlorures (cl -) | 28 |

Table de matière

| | |
|---|----|
| II.5.12. Détermination de l'alcalinité (TA) | 29 |
|---|----|

Chapitre III : Résultats et discussions

| | |
|---|----|
| III.1. Protocole d'échantillonnage | 30 |
| III.2. Discussion des résultats | 31 |
| III.2.1. Le Potentiel d'Hydrogène (pH) | 31 |
| III.2.2. Conductivité Electrique (CE) | 31 |
| III.2.3. La Température (T°) | 33 |
| III.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO) | 34 |
| III.2.5. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO ₅) | 35 |
| III.2.6. Titre alcalimétrique TA | 36 |
| III.2.7. Titre alcalimétrique complet (TAC) | 36 |
| III.2.8. Titre hydrométrique (TH) | 37 |
| III.2.9. Calcium (Ca ⁺²) | 38 |
| III.2.10. Magnésium (Mg ⁺²) | 38 |
| III.2.11. Chlorures (Cl ⁻) | 39 |
| III.2.12. Phosphate (PO ₄ ⁻) | 40 |
| III.2.13. Hydrocarbure H/C | 41 |
| Conclusion générale | 42 |
| Référence biographique | 43 |
| Annexe | |

Liste des figures

| N° Figure | Titre | Page |
|--|---|------|
| Chapitre II : Matériel et méthode | | |
| Figure II.1 | Carte géographique montrant la wilaya de Skikda | 10 |
| Figure II.2 | Image satellitaire montrant la wilaya de RAK/1 | 11 |
| Figure II.3 | Image satellitaire montrant l'unité de traitement des effluents d'ETP 2 | 12 |
| Figure II.4 | Schéma représentant les étapes de traitement primaire | 12 |
| Figure II.5 | TPI (intercepteurs à plaque inclinée) | 13 |
| Figure II.6 | Bassin d'égalisation TN-1(A) | 14 |
| Figure II.7 | Paquet de CPI | 14 |
| Figure II.8 | Représente les étapes de traitement biologique | 15 |
| Figure II.9 | Bassin MBBR | 16 |
| Figure II.10 | Réacteur filtrant sur lit mobile (MBBR) | 16 |
| Figure II.11 | Bassin de traitement par boue active TN6 | 17 |
| Figure II.12 | Schéma de base du procédé de boues activées | 17 |
| Figure II.13 | Micro-organismes trouvés dans les boues activées | 18 |
| Figure II.14 | Clarificateur pour séparer la boue biologique CL-1A/ | 18 |
| Figure II.15 | Schéma représente les deux étapes de filtration existant dans l'unité ETP 2. | 19 |
| Figure II.16 | Bassin de protection GP-1A/B | 19 |
| Figure II.17 | Séchage des boues produites par le traitement chimique et biologique.1101-CF-1. | 20 |
| Figure II.18 | Solution de NaOH. | 21 |

Lise des figures

| | | |
|--|--|----|
| Figure II.19 | Solution de D.T.A | 21 |
| Figure II.20 | Solution de TA – TAC | 21 |
| Figure II.21 | Chromate de potassium | 22 |
| Figure II.22 | Phénolphtaléine | 22 |
| Figure II.23 | Meruxide | 22 |
| Figure II.24 | Eriochrome noir | 22 |
| Figure II.25 | Incubateur DBO | 23 |
| Figure II.26 | Résultats de DCO | 24 |
| Figure II.27 | Résultats de TAC | 25 |
| Figure II.28 | Résultats de TH | 26 |
| Figure II.29 | Résultats de Ca ⁺² | 27 |
| Figure II.30 | Résultats de Cl ⁻ | 29 |
| Chapitre III : Résultats et discussions | | |
| Figure III.1 | Protocole d'échantillonnage | 30 |
| Figure III.2 | Variation temporelle de Ph | 31 |
| Figure III.3 | Variation temporelle de Conductivité Electrique (CE) | 32 |
| Figure III.4 | Variation temporelle de la température (T°) | 33 |
| Figure III.5 | Variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) | 34 |
| Figure III.6 | Variation temporelle de demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO ₅) | 35 |
| Figure III.7 | Variation temporelle de titre alcoométrique (TA) | 36 |

Lise des figures

| | | |
|---------------|---|----|
| Figure III.8 | Variation temporelle de titre alcoométrique complet (TAC) | 36 |
| Figure III.9 | Variation temporelle de titre hydrométrique (TH) | 37 |
| Figure III.10 | Variation temporelle de calcium (Ca ⁺²) | 38 |
| Figure III.11 | Variation temporelle de magnésium (Mg ⁺²) | 39 |
| Figure III.12 | Variation temporelle de chlorures (Cl ⁻) | 39 |
| Figure III.13 | Variation temporelle de phosphate (PO ₄ ⁻) | 40 |
| Figure III.14 | Variation temporelle d'hydrocarbure H/C | 41 |

Liste des tableaux

Liste des tableaux

| N° Tableau | Titre | Page |
|--|---|------|
| Chapitre I : Synthèse bibliographique | | |
| Tableau I.1 | Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestique polluants. | 04 |

Liste des abréviations

| Les mots | Abréviations |
|------------------|--|
| SONATRACH | Société National de Transport et Canalisation des Hydrocarbures. |
| RA1K | Direction régionale de la zone industrielle de Skikda. |
| ETP II | Unité de traitement des effluents. |
| TSS | Total solide en suspension. |
| STEP | Station de traitement des eaux polluées. |
| ERI | Eaux résiduaires industrielle. |
| DCO | Demande chimique en oxygène. |
| DBO5 | Demande biologique en oxygène pendant cinq jours. |
| PH | Potentiel d'hydrogène. |
| TA | Titre alcalimétrique. |
| TAC | Titre alcalimétrique complet. |
| HC | Hydrocarbures. |
| CE | Conductivité Électrique. |
| MES | Matières en suspension. |
| MO | Matière organique. |
| ERU | Eau Résiduaire Urbain. |
| OWS | Oily water sewer. |
| CRWs | Contaminated rain water sewer (à la tempe sèche). |
| CRW | Contaminated rain water sewer (à la tempe humide) |
| MBBR | Réacteur filtrant sur lit mobile) |
| PG | Bassin de protection |
| DAF | Flottation à air dissoute |



*Introduction
générale*

Introduction générale

Introduction générale

L'eau ne peut pas être considérée comme un produit purement commercial, elle doit être inscrite au patrimoine universel qu'il faut protéger, défendre et soigner (**Metahri, 2012**). L'eau est essentielle pour l'homme .elle l'est également pour les activités agricoles, industriels et touristiques.

Cependant, elle subit de nombreuses dégradations causées précisément par le fonctionnement des sociétés humaines (**Bourrier et al., 2017**).

Aujourd'hui, la protection de notre environnement et de nos ressources en eau dépend de notre capacité à nettoyer les eaux usées avant qu'elles ne retournent dans la nature (**Maref, 2019**).

Grâce à des procédés physico-chimiques ou biologiques, les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées sous forme de résidus appelés boues, valorisable en agriculture et de rejeter une eau épurée répondant à des normes bien précises, qui trouve quant-à-elle, une réutilisation dans l'irrigation, l'industrie et les usages municipaux (**Bakir, 2021**).

L'industrie du pétrole est l'une des principales sources de nuisance qui portent atteinte à l'environnement, et par conséquent à la santé publique. La minimisation de son impact sur l'homme et l'environnement est devenue une des principales préoccupations des pays producteurs de pétrole (**Politique HSE à SONATRACH**).

L'eau est une matière première largement utilisée dans les opérations de raffinage. En effet, les différentes étapes du procédé de traitement des bruts (telles que l'alkylation, le craquage ou encore la distillation) nécessitent de grandes quantités d'eau pour leur fonctionnement et génèrent d'importants volumes d'eaux résiduairees chargées qui doivent être traitées avant d'être rejetées dans l'environnement (**Politique HSE à SONATRACH**).

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH s'est attelé très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant à éliminer sinon réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (loi n°83-03 du 05/02/1983, relative à la protection de l'environnement) (**Politique HSE à SONATRACH**).

Le volume et la composition des eaux résiduairees produites dans les raffineries de pétrole sont fonction de la qualité du pétrole brut, de son mode de traitement, et de l'emploi envisagé pour ses produits. Le volume peut varier entre 3 et 70 fois la quantité de pétrole brut traitée.

Le volume des eaux de refroidissement pures est d'ordinaire de 80 à 90 %. Le reste est constitué par des eaux de nettoyage et des eaux résiduairees diverses de fabrication, et notamment de condensats, des lessives résiduairees et des eaux de lavage (**Cherfaoui A, 2002**).

Introduction générale

Les eaux résiduaires des raffineries et des usines pétrochimiques appartiennent au rang des effluents industriels de caractéristique mixte.

Ces eaux contiennent un ou plusieurs constituants biodégradables mais renferment aussi des milieux carencés ou inhibés par d'autres constituants.

Quel que soit le procédé utilisé pour le traitement des eaux usées on obtient une certaine quantité de matières solides décantables dans lesquelles on trouve des matières minérales inertes et des matières organiques fermentescibles et sur lesquelles sont adsorbés des sels minéraux et une partie des microorganismes (bactéries, virus, parasites) qui se trouvent inexorablement dans les eaux usées domestiques.

Ces substances sont séparées de l'eau et forment une boue à forte teneur en eau, biologiquement instable et dans laquelle est concentrée une importante proportion de la pollution initiale.

L'objectif de notre étude est d'évaluer de traitement des effluents de raffineries dégradés dans l'eau industrielle provenant de la station d'épuration ETP 2 (U1101) de la raffinerie du complexe pétrochimique de Skikda (RA1K), et vérifier l'efficacité du traitement subi par l'eau dans la station d'épuration pour hydrocarbure, on réalisant des analyses de contrôle la qualité des eaux traitées pour les comparer aux normes algériennes requises pour les eaux usées industrielles et Notre mémoire est composé de 03parties :

- Une partie théorique de chapitre 01, le premier chapitre présente des généralités sur les eaux usées industrielles et les origines et les types de pollution, impact de la pollution et les différents types de paramètres mesurant la qualité de l'eau. Sont également décrits dans ce chapitre ;
- Le deuxième chapitre donne une description des deux méthodes :
 - 1) première méthode dans l'unité de traitement des eaux ETP 2, et les différents traitements des eaux usées industrielles utilisés dans la station d'épuration de la raffinerie ;
 - 2) Deuxième méthode traitement dans laboratoire par des analyses pour vérifier l'efficacité du traitement subi par l'eau dans la station d'épuration pour hydrocarbure.
- Une partie pratique, présente les résultats d'analyses mesurées au niveau de la station d'épuration ainsi que leurs discussions ;
- Une conclusion générale rappelle l'objectif du travail et résume les principaux résultats obtenus.



Chapitre I

Synthèse bibliographique

L'eau est l'apport le plus utilisé par l'humain pour reléguer la majorité de ses superfluités. Les nombreuses utilisations de l'eau par l'humain donnent lieu à la formation d'eaux usées (**Koller, 2009**).

La contamination de l'eau est l'un des majeurs problèmes de l'environnement. Il existe plusieurs sources de pollution des eaux dont les eaux usées domestiques, les eaux usées issues de l'agriculture et des procédés industriels (**Belazzouz et al., 2017**).

I.1. Définition de la pollution des eaux

Dans son acception la plus générale, le terme pollution désigne toute modification du milieu naturel qui s'exerce dans un sens défavorable sous l'effet des activités humaines.

Plus spécifiquement, la pollution des eaux est le fait de divers types de rejets, ponctuels ou diffus, qui apportent au milieu soit des colories (pollution thermique), soit des substances minérales ou organiques (pollution chimique), soit des micro-organismes pathogènes (pollution microbienne) (**Andriamirade et al., 2005**).

I.2. Définition et nature des eaux usées industrielles

I.2.1. Les eaux résiduaires industrielles

Les eaux usées industrielles (ERI) sont des déchets liquides, qui transportant de nombreux produits hautement toxiques, à des taux très élevés en fonction des activités exercées, ou de l'extraction de matières premières en produits industriels (**Mekhalif, 2009**).

Les eaux usées industrielles ont des propriétés varient d'une industrie à l'autre. Elle peut être soit à : Caractère organique, Caractère minéral, Caractère mixte.

I.2.2. Définition des eaux usées

Selon les eaux résiduaires urbaines (ERU) ou eaux usées sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non provenant essentiellement de l'activité humaine. Du fait de cette charge polluante, il est important d'épurer ces eaux, au niveau de station d'épuration, avant de les rejeter dans l'environnement ou le milieu récepteur.

En effet, ce rejet peut avoir des conséquences néfastes pour le milieu récepteur, en particulier pour les organismes vivants qu'il héberge, mais également pour l'homme ou pour les activités qu'il réalise au niveau de ce milieu. **Rejsek (2002)**.

I.3. Origine de la pollution des eaux usée

I.3.1. Les eaux usées domestiques

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent

essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation de cuisine, salles de bains (Noureddine, 2017).

Tableau I.1 : Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestique polluants (Rejsek, 2002).

| Activité domestique | Volume rejeté % |
|---------------------|-----------------|
| Cuisine : -évier | 03% |
| Lave – vaisselle | 13% |
| Lave-linge | 13% |
| Salle de bains | 44% |

I.3.2. Pollution industriel

L'industrie est consommatrice de l'eau. Elle a de multiples fonctions, par exemple celle de fluides de refroidissement et de substance primaire (dans le domaine de la production) ou de solvant et de milieu réactionnel (dans l'industrie chimique par exemple) (Gilli *et al.*, 2004).

I.3.3. Pollution d'origine agricole

La pollution d'origine agricole due à l'entraînement par les eaux fluviales des adjuvants entrant dans la composition de formulation à usages divers (insecticides, fongicides, etc) (Pesson, 1980). L'agriculture est responsable d'une des causes majeures de pollution des nappes.

I.4. Types de la pollution

Grandes familles caractérisent la pollution :

I.4.1. Pollution physique

Elle résulte de différents éléments solides entraînés par les rejets domestiques et industriels. On distingue :

- ❖ **Pollution solide** : Elle provient des particules solides apportées par les eaux industrielles ainsi que les eaux de ruissellement et issue des décharges de déchets à ciel ouvert.
- ❖ **Pollution thermique** : Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (nucléaires, raffineries, aciéries..), lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, influe sur la solubilité de l'oxygène (Mizi, 2006).

- ❖ **Pollution radioactive** : C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ses formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs) (**Berg et al., 2009**).

I.4.2. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...) (**Traité l'environnement**).

- ❖ **Hydrocarbures** : La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), (marées noires) (**Brigitte**).
- ❖ **Phénols** : Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries industries pétrochimique, raffineries (**Jean, 1996**)).

I.4.3. Pollution minérale

- ❖ **Métaux lourds** : La présence des métaux lourds dans l'eau, l'atmosphère et par conséquent la chaîne alimentaire est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classés comme suit (**Galaf et al., 2003 ; Ramdan, 2006**) :

Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn

- ❖ **Pollution d'azote** : Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires (Traité l'environnement). L'azote existe sous deux formes : la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (**NH₃ OU NH₄**).

I.4.4. Pollution chimique

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques.

Ce type de pollution regroupe les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd,.....), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB), les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels, etc...

I.4.5. Pollution microbiologique

Elle provient de plusieurs sources comme les rejets des hôpitaux, l'agriculture ainsi que les

rejets d'eaux usées. L'eau se charge alors de microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites) qui peuvent être dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine (**Lounnas, 2009**).

I.5. Impact sur l'environnement et la santé humaine

Les eaux usées rejetées dans les milieux aquatiques sans traitement préalable peuvent occasionner des dégâts irréversibles sur :

I.5.1. Sur l'environnement

- ❖ Le déversement des eaux usées directement dans l'environnement cause de nombreux dangers pour la survie des organismes vivants et l'équilibre écologique.
Par exemple la présence de quantités excessives d'azote et de phosphore engendre un phénomène appelé eutrophisation qui favorise la prolifération de végétaux et diminue la quantité d'oxygène dissous, ce qui provoque à long terme la mort de nombreux organismes vivants au sein du milieu aquatique (poissons, crustacés, etc...) (**Ivanowsky, 2016**).
- ❖ La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être également dégradée par l'infiltration des eaux usées à travers le sol, qui permet la migration des polluants présents dans ces eaux usées vers les eaux souterraines (**Metahri, 2012**).

I.5.2. Sur la santé humaine

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est à l'origine de nombreuses maladies dans le monde, notamment dans les pays en développement où 80% des maladies sont dues à l'eau (**Adjagodo et al., 2017 ; Sy et al., 2017**).

Les maladies hydriques peuvent être classées selon six catégories différentes :

- Maladies transmises par l'eau (parasites, bactéries, virus) ;
- Infections de la peau et des yeux, dues au manque d'eau ;
- Maladies causées par un organisme aquatique invertébré ;
- Maladies causées par un insecte fourmillant à proximité de l'eau (**Rouamba et al., 2016 ; Some et al., 2014**).

I.6. Evaluation de la qualité des eaux industrielles

La qualité d'une eau de surface est évaluée en mesurant différents types de paramètres.

I.6.1. Paramètres organoleptiques

- ❖ **Couleur** : La couleur des ERI est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes (**Alain et al., 2001**).

- ❖ **Odeur** : Les ERI se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signée de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition (**Alain et al., 2001**).
- ❖ **Goût (saveur)** : C'est un critère d'appréciation gustative de la qualité de l'eau, une eau potable de bonne qualité à un bon goût. La saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous (**Rodier, 2009**).

I.6.2 Paramètres physiques

- ❖ **La température** : Est un facteur écologique important pour les milieux aqueux. Elle est liée d'une part, aux variations saisonnières et journalières de la température ambiante et d'autre part, aux rejets des activités anthropiques (eaux de refroidissement).
Sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique) (**Leynaud, 1968**).
- ❖ **Le potentiel hydrogène (pH)** : Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) (**Mechati, 2006**).
- ❖ **Oxygène dissous** : C'est une grandeur importante de l'écologie des milieux étudiés. Elle est essentielle pour la respiration des organismes vivants hétérotrophes. La concentration d'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans l'eau est exprimée en mg/l (**Dufour et al., 1975**).
- ❖ **Turbidité** : C'est un paramètre indiquant la réduction de la limpidité de l'eau. Cela est dû à la présence des matières en suspension non dissoutes (MES) provenant de l'érosion et du lessivage des sols, ou de la dégradation de la matière animale et végétale (**Hayzoun, 2014**).
Elle est exprimée généralement en NTU (Néphelométric Turbidity Unit) ou FTU (Formazin Turbidity Unit) (**Nehme, 2014**).
- ❖ **Les matières en suspension (MES)** : Exprimée en mg par litre, ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau (**Regsek, 2002**).
- ❖ **Conductivité électrique (CE)** : Elle s'exprime généralement en ms/cm, sa mesure indique le taux des sels dissous présents dans une eau et par conséquent son pouvoir conducteur. Elle est peut-être utilisée comme indicateur de pollution dans les études environnementales.

I.6.3. Paramètres chimiques

- ❖ **La demande chimique en oxygène (DCO)** : Ce paramètre permet de quantifier la matière

oxydable contenue dans l'eau par la mesure du taux d'oxygène nécessaire pour la dégrader.

La DCO est exprimée en mg d'O₂/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 (**Diab, 2016**).

❖ **Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅)** : La DBO₅ signifie la concentration d'oxygène consommé à 20°C, pendant 05 jours dans l'obscurité, pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présents dans l'eau (**Mampya, 2020**).

Plus la valeur de la DBO₅ est faible, plus est meilleure la qualité de l'eau (**Anonyme, 2003**).

❖ **Calcium (Ca²⁺)** : Le calcium est un élément (métal) alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates surtout à l'état d'hydrogénocarbonate et en quantité moindre sous forme de sulfate et de chlorure.

Il est le composant majeur de la dureté de l'eau et l'élément dominant des eaux naturelles (**Belkhiri, 2011**).

❖ **Magnésium (Mg²⁺)** : Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (**Savary, 2010**).

❖ **Chlorure (Cl⁻)** : Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution (**Makhoukh, 2011**).

❖ **Titre Alcalimétrique (TA et TAC)** : À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles (**Rodier et al., 2009**).

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH⁻ » et une valence de carbonates (CO₃²⁻). Il complète le TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalin s libres, carbonates et hydrogénocarbonates (**Berne et al., 1991**).

I.7. Traitement des eaux usées industrielles

Le traitement des eaux usées industrielles décrit les procédés utilisés pour traiter les eaux usées produites par les industries en tant que sous-produits indésirables. Après traitement, les eaux usées industrielles (ou effluents) traitées peuvent être réutilisées ou rejetées dans un égout sanitaire ou une eau de surface dans l'environnement.

La plupart des industries produisent des eaux usées. Les tendances récentes ont été de minimiser une telle production ou de recycler les eaux usées traitées dans le processus de

production. Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre (**Gomella et al., 1978**).

Elles peuvent être soit à caractère organique dominant (résidus des industries alimentaires et conserveries, abattoirs ou élevage industriel, laiterie et fromagerie,...), à caractère minéral dominant (eaux de lavage des gravières, des carrières, de l'industrie sidérurgique, de l'industrie chimique minérale lourde,...) ou à caractère mixte, elles peuvent contenir : des graisses (industries agroalimentaires),

Des hydrocarbures (raffineries, et unités pétrochimiques), des métaux (métallurgie), des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, Tanneries), de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques), des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) (**Cherfaoui, 2016**).

Dans les pays développés, le déversement de ces eaux dans les égouts est soumis à des autorisations spéciales. En effet, certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement en aval des installations industrielles avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement : Soient ils sont directement rejetés dans le réseau domestique ; - Soit ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique ; - Soit ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top. The scroll is open at the top-left and top-right corners, and closed at the bottom-left and bottom-right corners.

Chapitre II

Matériel et méthode

II.1. Description de la zone de stage

II.1.1. Situation géographique de wilaya de Skikda

La wilaya de SKIKDA issue du découpage territorial de 1974, est située au Nord-est algérien a des latitudes $36^{\circ}20'$ et $37^{\circ} 00'$ au Nord, les longitudes $6^{\circ} 15'$ et $7^{\circ} 30'$ à l'Est, elle comprend 13 daïras regroupant 38 communes.

Elle regroupe une population de 898680 habitants en 2008 et s'étend sur une superficie de 4137 km². Elle dispose de 140 km de côtes qui s'étalent d'El Marsa à l'Est jusqu'à Oued Zhour aux fins fonds du massif de Collo à l'Ouest. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée ; au Sud par les wilayas de Mila, Constantine et Guelma ; à l'Est par la wilaya de Jijel (**Attalah et Ghennai, 2018**).

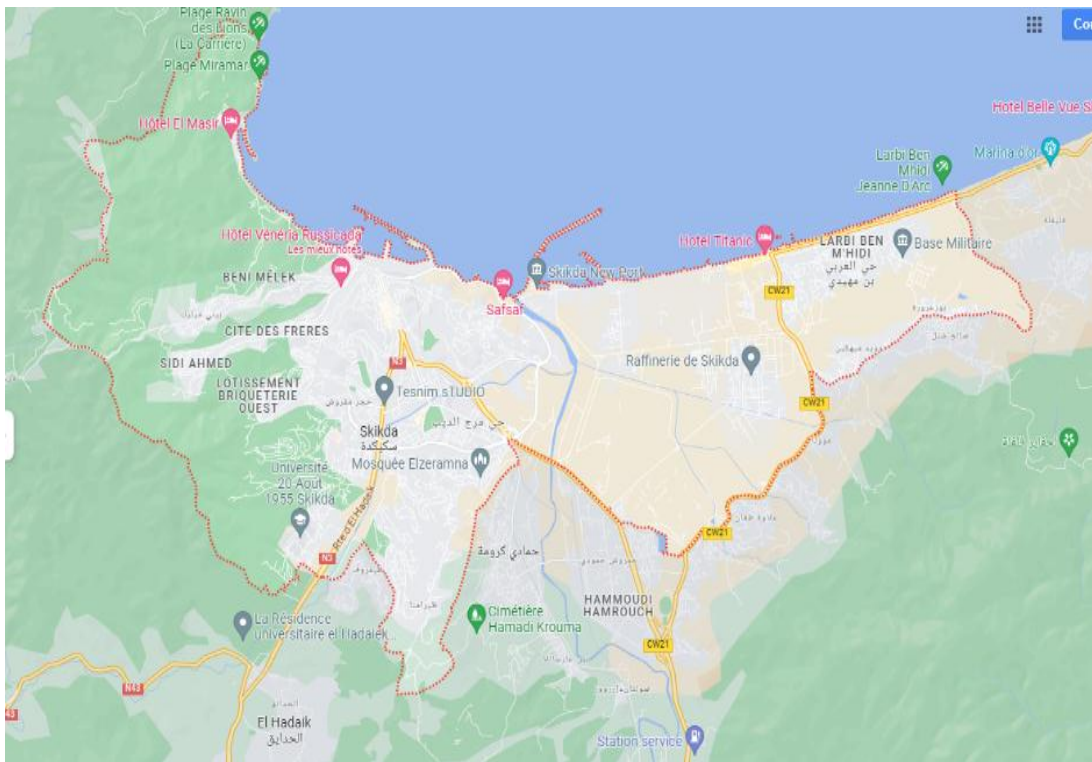


Figure I.1 : Carte géographique montrant la wilaya de Skikda (Google Earth).

II.1.2. Raffineries de Skikda

En Algérie, il existe cinq raffineries de pétrole, à savoir : Raffinerie d'Alger, Raffinerie d'Adrar, Raffinerie d'Arzew, Raffinerie d'In Amenas et la raffinerie de Skikda, avec une capacité de production totale de 652 500 barils par jour (BPJ).

La raffinerie de Skikda (actuellement exploitée par Sonatrach) a été construite en 1979 au bord de la mer et s'étend sur 183 hectares, elle bénéficie du trafic maritime du port de Skikda et peut ainsi accueillir des pétroliers à fort tonnage.

Elle produit plus de pétrole raffiné que les quatre autres raffineries. Avec une capacité de production 352700 BPJ, cette raffinerie est classée première en Afrique et troisième au monde (Carpenter et Kostianoy, 2019).

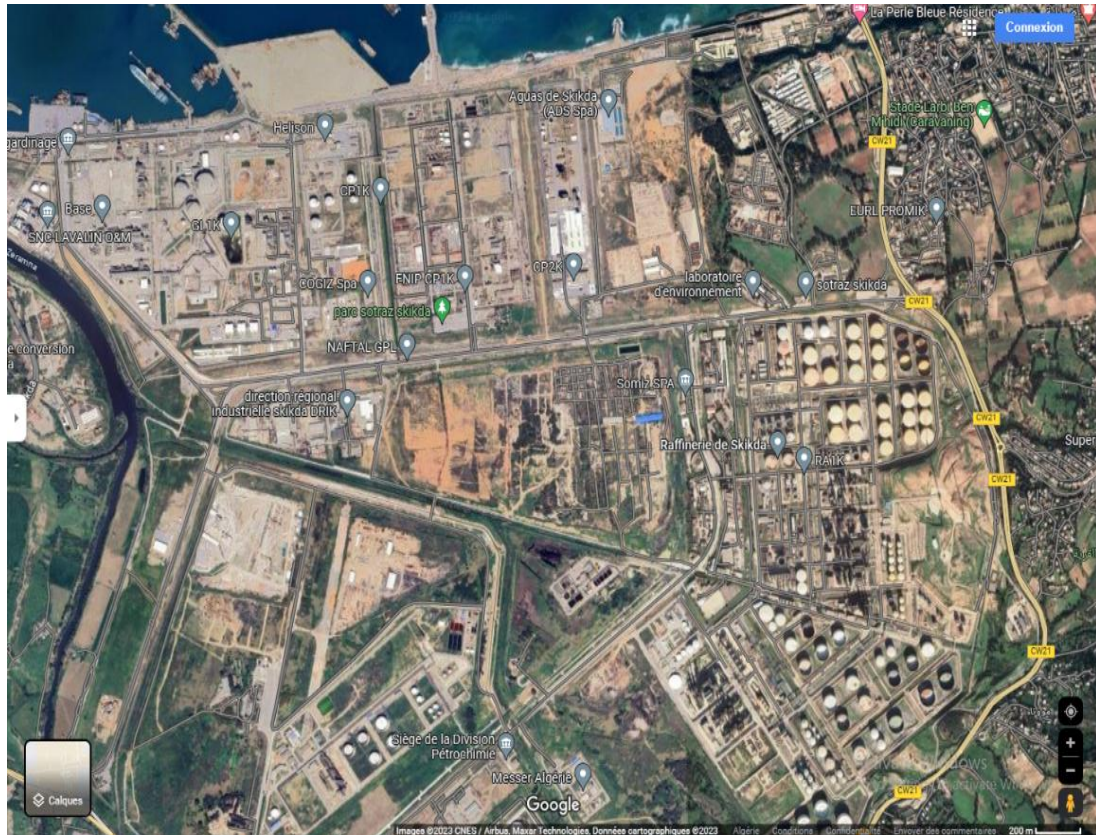


Figure II.2 : Image satellitaire montrant la wilaya de RAK/1 (Google Earth).

II.1.3. Présentation de la RA1/K

Le complexe de la raffinerie du pétrole de Skikda RA1 a pour missions de transférer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud et le brut mélange d'Arzew, avec une capacité de traitement de (15 millions t/an) ainsi que le brut réduit importé (277000 t/an).

II.2. Caractéristiques de la station d'épuration d'ETP 2

II.2.1. Description de la STEP d'ETP 2 Skikda

L'eau est très utilisée dans l'exploitation des installations de production pétrolière et au cours de ces applications elle subit des altérations de ses caractéristiques notamment par la pollution aux hydrocarbures liquides et même gazeux (faible dissolution du gaz dans l'eau), autres éléments chimiques, présence de particules solides, or une bonne partie de cette eau est rejetée dans le milieu naturel qui peut être un cours d'eau ou la mer.

Par respect de l'environnement et les populations avoisinantes il est hors de question de renvoyer l'eau brute de retour de ses utilisations dans son milieu naturel sans la purifier.

Pour cela elle subit un traitement constitué de plusieurs phases successives jusqu'à parvenir à une teneur de 25 à 40 ppm en hydrocarbures (suivant les pays) (**Manuel de formation cours**).



Figure II.3 : Image satellitaire montrant l'unité de traitement des effluents d'ETP 2 (Google Earth).

II.3. Les étapes de traitement des effluents dans l'unité ETP 2

II.3.1. Traitement primaire : physico-chimique

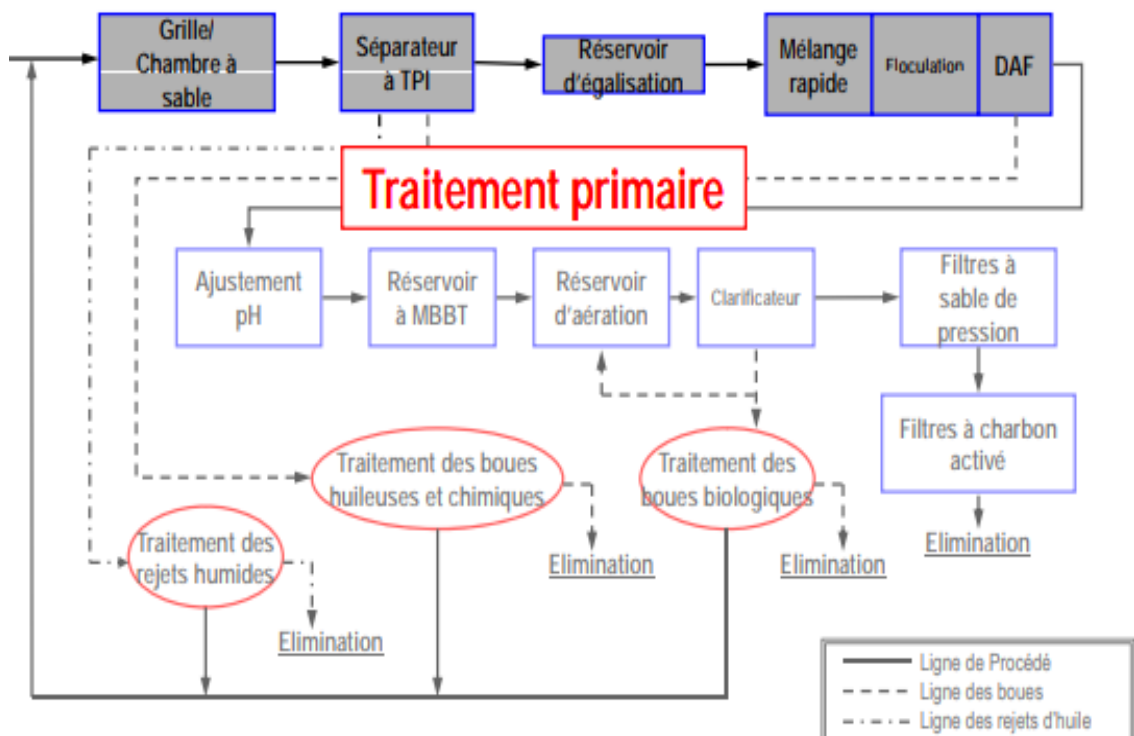


Figure II.4 : Schéma représentant les étapes de traitement primaire.

a. Grille et Chambre à sable :

- Pour enlever des particules dont le diamètre est supérieur à 200 μm .

b. TPI (intercepteurs à plaque inclinée) :

- Pour enlever d'huile libre (dont le diamètre de globule est supérieur à 60 μm) ;
- Utilisation de la différence de densité entre l'huile et l'eau.
 - densité entre l'huile et l'eau

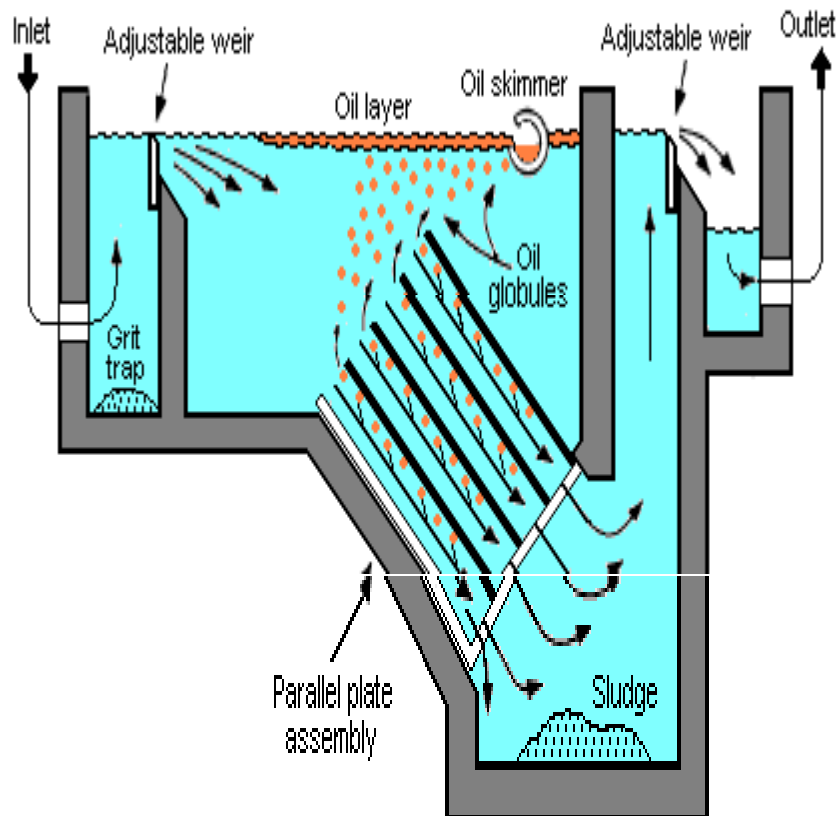


Figure II.5 : TPI (intercepteurs à plaque inclinée).

➤ **Séparateur d'huile à CPI :**

Principes de Séparateur d'huile à CPI (coalescent à plaque inclinée) :

- Séparer l'huile, l'eau et les boues par la différence du poids spécifique ;
- Les eaux usées contaminées d'huile passent à l'intérieur du paquet de CPI installé en parallèle ;
- L'huile monte contre l'huile et l'eau vers la partie convexe par la flottabilité ;
- Les boues descendent vers le fond du séparateur le long des vallées ;
- Le mélange ne produira que de l'eau propre après avoir séparé l'huile et les boues par le paquet de CPI.
- Les boues contenant d'huile avec le poids spécifique similaire à celui d'eau, soit 1.0 et les particules fines sont enlevées en étant absorbées à l'absorbant d'huile chargé dans le bassin

de filtrage derrière le séparateur d'huile et d'eau à CPI.



Figure II.6 : Bassin d'égalisation TN-1(A).

➤ **Paquet de CPI :**

- 1) Les eaux usées contaminées d'huile passe à l'intérieur du paquet de CPI installé en parallèle ;
- 2) L'huile monte contre l'huile et l'eau vers la partie convexe par la flottabilité, les boues descendent vers le fond du séparateur le long des vallées.



Figure II.7 : Paquet de CPI.

c. Ecumoire d'huile pour raclage :

- L'écumoire d'huile pour raclage installée dans le séparateur à CPI racle une grande quantité d'huile à haute viscosité.

d. Réservoir d'égalisation :

- Pour égaliser les affluents en maintenant les charges de pointe ;
- Equipé des installations pour enlever d'huile libre flottante et des boues de fond.

e. Coagulation et Flocculation :

➤ **Principes de Coagulation et Flocculation :**

- 1) Il s'agit de technique de traitement pour améliorer la capacité de procédé afin d'enlever des particules ;
- 2) Pour neutraliser des charges sur les particules afin de former une masse gélatineuse pour piéger des particules, ainsi former une masse suffisamment large pour s'installer ou être piégée dans le filtre ;
- 3) Pour inciter les particules à former des masses agglomérées suffisamment larges pour s'installer ou être filtrées à partir de la solution.

f. Principes de Flottation à Air Dissous (DAF) :

- 1) Saturer l'eau d'air pressurisé et ensuite retourner l'eau vers la pression atmosphérique → les bulles fines relâchées (Loi de Stoke) ;
- 2) Les bulles fines à attacher aux particules pour augmenter la force de flottabilité des particules → flottation des particules.

II.3.2. Traitement secondaire : traitement biologique

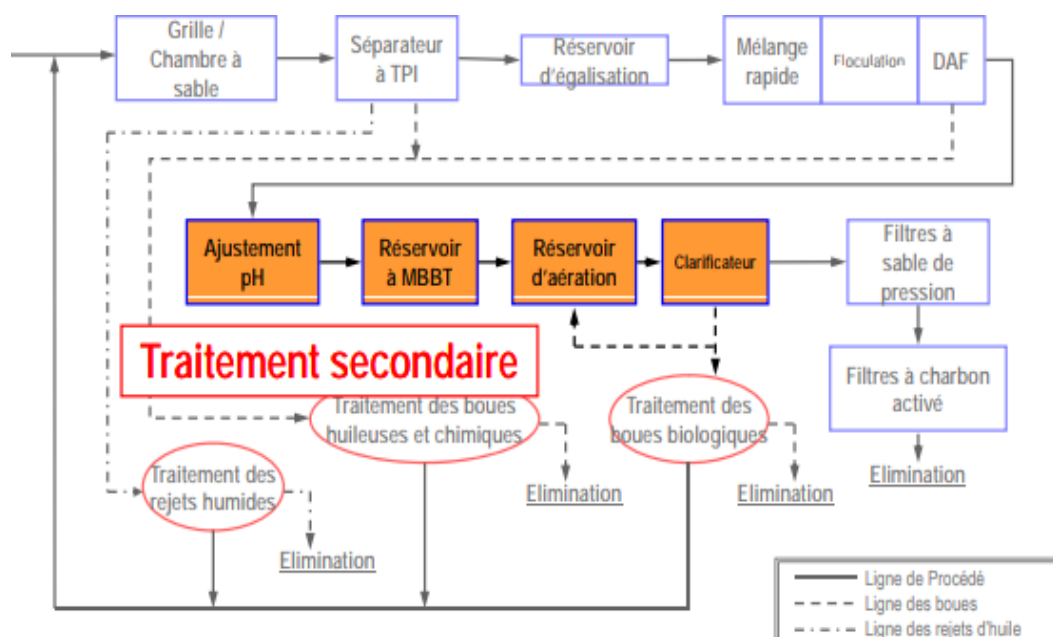


Figure II.8 : Représente les étapes de traitement biologique.

a. Ajustement de PH :

L'alimentation au système à traitement biologique doit être dans une gamme convenable de PH entre 6,5 et 8,5 pour l'efficacité maximale d'enlèvement des polluants au moyen de micro-organismes.

b. Introduction au Réacteur filtrant sur lit mobile (MBBR) :

Le traitement de biofilm à lit mobile (culture fixe) : les Procédés à Réacteur filtrant sur lit mobile (MBBR) améliorent la fiabilité, simplifient l'opération, et demandent moins d'espace que les systèmes traditionnels de traitement des eaux usées.



Figure II.9 : Bassin MBBR.

➤ Principes de Procédé :

La technologie MBBR emploie des milliers de conteneurs de biofilm polyéthylène en opération en motion mélangée dans un bassin de traitement des eaux usées aérées. Chaque bio-conteneur individuel augmente la productivité en fournissant des zones de surface protégée pour aider la croissance de bactérie dans ses cellules.

C'est cette population à haute densité de bactérie qui accomplit la bio-dégradation à haut degré dans le système, tout en fournissant également la fiabilité de procédé et la facilité d'opération.

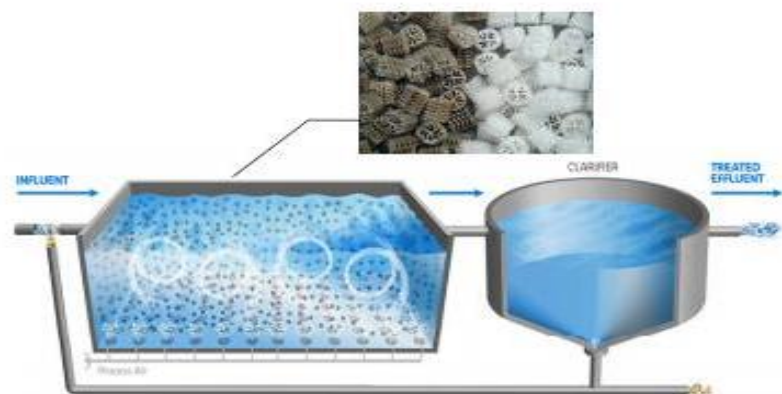


Figure II.10 : Réacteur filtrant sur lit mobile (MBBR).

c. Traitement par boue active :

Le but d'éliminer les matières décan tables et suivi d'un clarificateur pour la séparation de l'effluent épuré et des boues.



Figure II.11 : Bassin de traitement par boue active TN6.

➤ Bassin d'aération :

Le bassin d'aération constitue le cœur même du procédé dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine de l'épuration.

C'est dans ce bassin que la majeure partie des réactions biochimiques de transformation de la pollution carbonée (voire azotée et phosphorée) ont lieu. On y maintient généralement 3 à 4 g L⁻¹ de biomasse active en état d'aérobiose à une concentration de 2 à 2.5 ppm en oxygène dissout.

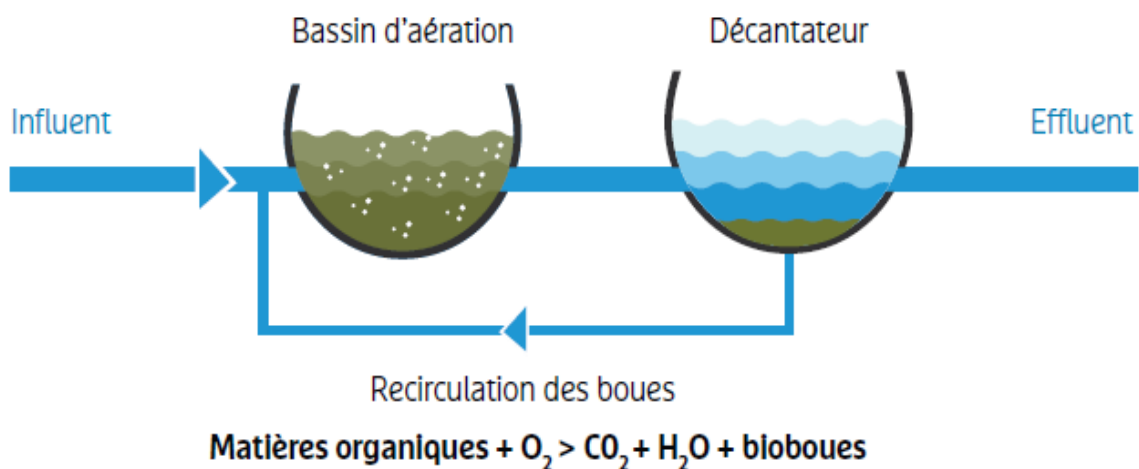


Figure II.12 : Schéma de base du procédé de boues activées.

➤ **Micro-organismes trouvés dans les boues activées :**

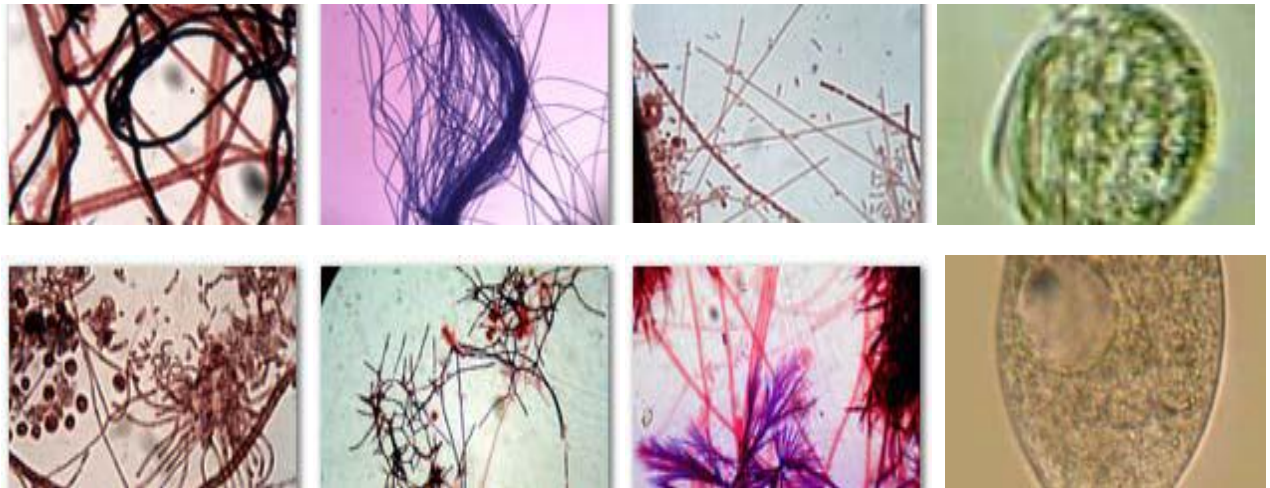


Figure II.13 : Micro-organismes trouvés dans les boues activées.

e. Clarificateur (Alimentation au centre circulaire) :

- Pour enlever le sédiment, la turbidité et les matériaux flottants des eaux usées ;
- Le flux entre à travers le puits de mesure au centre et est forcé vers le bas ;
- L'écumoire couvre la surface du clarificateur entre le puits de mesure au centre et le pare-écume.



Figure II.14 : Clarificateur pour séparer la boue biologique CL-1A/.

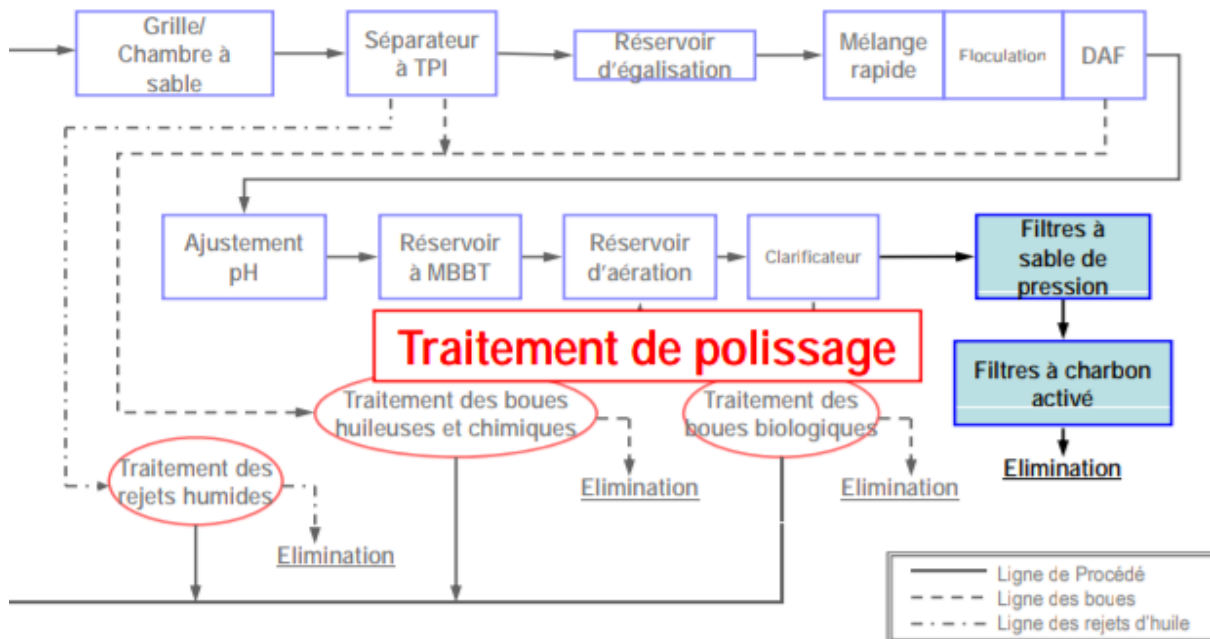


Figure II.15 : Schéma représente les deux étapes de filtration existant dans l'unité ETP 2.

II.3.3. Traitement de Polissage

a. Filtre à sable de pression :

- Pour enlever des résidus solides en suspension.

b. Filtre à charbon activé :

- Pour enlever les BOD, COD (matières organiques) résiduelles et d'autres hydrocarbures.

c. Bassin de protection :

- Pour vérifier la qualité des effluents ;
- Pour homogénéiser les contenus des effluents traités.



Figure II.16 : Bassin de protection GP-1A/B.

II.3.4. Traitement des rejets

- Rejets secs séparés des rejets humides acheminés vers l'élimination ;
- Eau décantée acheminée en arrière au puisard de réception d'OVS (Eaux usées huileuses).

II.3.5. Traitement des boues

- Boues huileuses, chimiques et biologiques traitées séparément ;
- Passer par l'épaississeur des boues et les dés hydrateur centrifuge ;
- Boues déshydratées acheminées vers l'élimination ;
- Eau récupérée acheminée vers le puisard de réception d'OVS (Eaux usées huileuses).



Figure II.17 : Séchage des boues produites par le traitement chimique et biologique.1101-CF-1.

II.4. L'impact de la station d'épuration

La réalisation de la station d'épuration de la ETP 2 Skikda destinée à épurer les eaux usées rejetées juste en des milieux aquatiques en vue de pallier aux problèmes de pollution du milieu récepteur.

L'objectif essentiel de cette station est de protéger les milieux aquatiques contre le phénomène de pollution et pour diminuer le manque d'eau.

II.5. Partie expérimentale

Le laboratoire comporte les équipements nécessaires pour faire toutes les analyses des paramètres contractuelles. Actuellement la mise en place des méthodes chimiques

Les analyses sont assurées par le matériel détaillé ci-après :

- 1) Spectrophotomètre ;

- 2) Centrifugeuse ;
- 3) Dessiccateur ;
- 4) Balance ;
- 5) Etuve ;
- 6) Eprouvette ;
- 7) Incubateur DBO ;

II.5.1. Solution d'indicateur et solution tampon



Figure II.18 : Solution de NaOH.

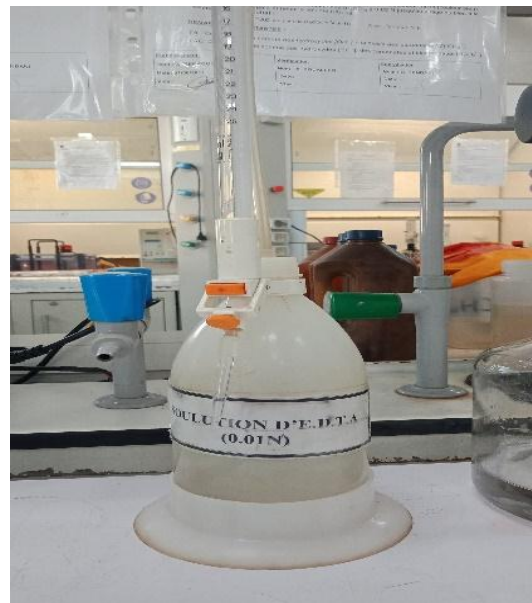


Figure II.19 : Solution de D.T.A.

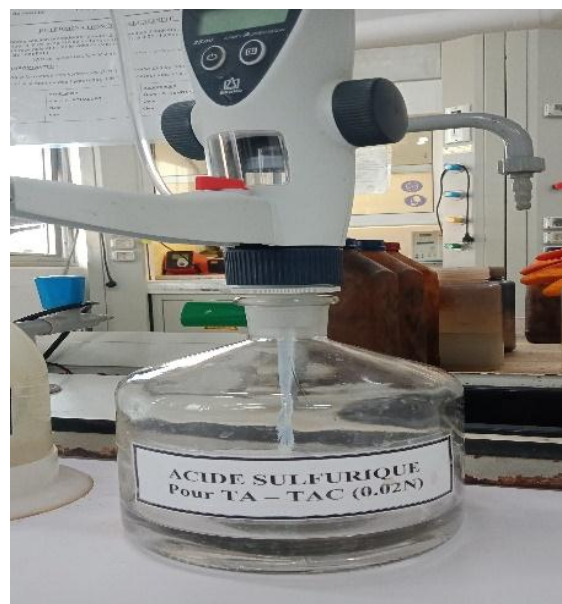


Figure II.20 : Solution de TA – TAC.



Figure II.21 : Chromate de potassium.



Figure II.22 : Phénolphtaléine.



Figure II.23 : Meruxide.



Figure II.24 : Eriochrome noir.

Les traitements actuellement existants peuvent réduire les concentrations de diverses formes de polluants, à des niveaux qui sont considérés comme non dangereux et nous savons bien qu'il est possible d'obtenir des eaux de qualités différentes à partir d'une eau usée, c'est grâce au processus de traitement. Après avoir décrit en détails le STEP d'ETP 2, les résultats obtenus permettent de déduire le traitement des eaux, c'est la solution privilégiée pour dépollution de l'eau.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'efficacité du traitement des eaux au niveau de la station de traitement d'ETP 2 dans la wilaya de Skikda.

II.5.2. Les méthodes d'analyses

II.5.2.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

a. Principe :

Si l'on plonge une électrode indicatrice en verre dans le milieu à analyser, il s'établi entre celui-ci et l'électrode une différence de potentiel, qui est en fonction du pH. Il s'agit donc de mesurer cette différence de potentiel.

b. Mode opératoire :

Etablir les connexions électriques nécessaires de pH-mètre, on lave l'électrode avec l'eau distillée, et on verse l'échantillon d'eau dans le bêcher puis y plonger les électrodes et lire la valeur du pH indiquée sur l'écran de l'appareil (Mekhalif, 2009).

II.5.2.2. Détermination de la conductivité électrique (CE)

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

II.5.2.3. Essai détermination de DBO5

Document de référence manuel opératoire de l'équipement instruction :

- Richer la bouteille d'incubation avec l'échantillon ;
- Introduire 250mg l'échantillon dans la bouteille ;
- Ajouter 1 mg de FeCl_3 ;
- Ajouter 1 mg de CaCl_2 ;
- Ajouter 1 mg de MgSO_4 ;
- Ajouter 1 mg de la solution tampon ;
- Mettre quelques pastilles de KOH dans la bouteille ;
- Places la bouteille dans son compartiment te visser la tête ;
- Régler la zéro sur la réglette ;
- Après cinq jours dincubatio a 20c° ? Lire directement sur la réglette la valeur de la DBO 5 (en mg/l , O_2).



Figure II.25 : Incubateur DBO.

II.5.2.4. La détermination de la demande chimique en oxygène DCO**a. Document de référence :**

- Norme UOP 514.

b. Instruction :

- 1) Introduire 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml ;
- 2) Ajouter 5 ml d'acide sulfurique ;
- 3) Ajouter 15 ml de Permanganate de Potassium $KMnO_4$ (0,01 N) ;
- 4) Faire bouillir pendant 10 mn au bain de sable (si l'analyse devient marron ou incolore durant le chauffage, refaire l'analyse en procédant de la même façon mais en faisant une dilution à 50% par exemple) ;
- 5) Après chauffage, ajouter 15 ml d'acide oxalique 0,01 N ;
- 6) Titrer la solution chaude avec du Permanganate de Potassium jusqu'à virage de la solution à une couleur rose persistante ;
- 7) Préparer un essai à blanc en parallèle en suivant les mêmes étapes que pour l'essai.

c. Expression des résultats :

$$O_2 \text{ ppm} = (8000 (AB-CD) / E) = (V_t \times 0.8)$$

- Volume total versé de $KMnO_4$ en ml ;
- Normalité de $KMnO_4$ (0,01 N) ;
- Volume d'acide oxalique en ml ;
- Normalité de l'acide oxalique (0,01 N) ;
- Volume de l'échantillon en ml.

d. Remarques importantes :

- 1) Le résultat doit être exprimé en g/t (gramme par tonne) ;
- 2) Si une dilution a été réalisée, il faudra multiplier le résultat par le facteur de la dilution.



Figure II.26 : Résultats de DCO.

II.5.2.5. Détermination de l'alcalinité TAC

- 1) A la solution précédente, ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur mixte (couleur bleu) ;
- 2) Continuer à titrer avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) à 0,02 N jusqu'au virage du bleu à la couleur rose pâle et noter le volume (V_b) en ml.

a. Expression du résultat :

TAC en ppm de $CaCO_3 = V_b \times 10$

Avec V_b : volume de l'acide sulfurique

b. Remarques importantes :

TA : Correspond à la somme des hydroxydes $[OH^-]$ plus la moitié des carbonates $1/2 [CO_3^{2-}]$;

AC : Correspond à la somme des hydroxydes $[OH^-]$, des carbonates et bicarbonates $[HCO_3^-]$.

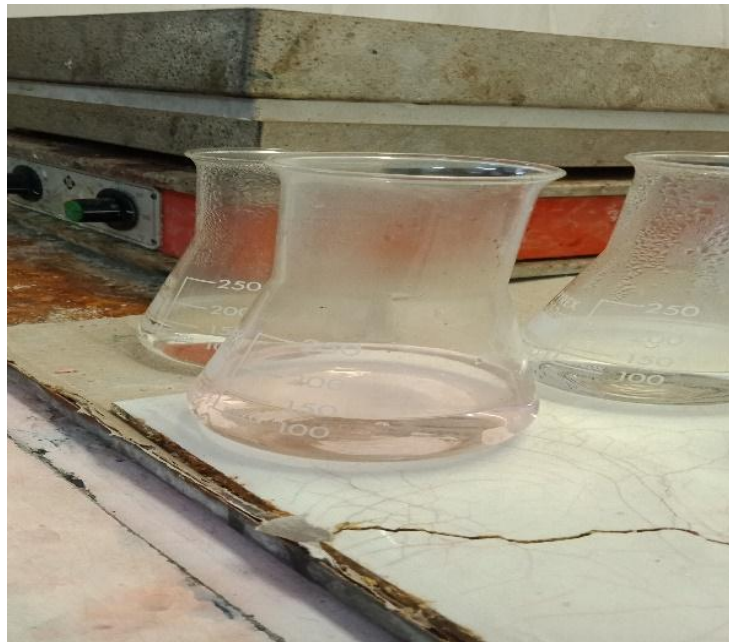


Figure II.27 : Résultats de TAC.

II.5.2.6. Détermination de la dureté totale (TH)**a. Document de référence :**

- ASTM D 1126.

b. Principe de la méthode :

C'est un titrage direct avec le sel disodique de l'acide éthylène diamine tétracétique (EDTA) qui forme avec les cations Ca^{2+} et 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 Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans la solution.

c. Instruction :

- 1) Prendre 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 300 ml ;

- 2) Ajouter 2 ml de solution tampon ;
- 3) Ajouter une pincée d'indicateur noir ériochrome T. En présence de dureté la solution se colore en rouge cerise ;
- 4) Titrer avec l'EDTA à 0,01 M jusqu'au virage bleu de l'indicateur.

d. Expression du résultat :

TH en ppm de $\text{CaCO}_3 = V(\text{EDTA}) * 10$

e. Remarques importantes :

La solution doit être tamponnée à PH =

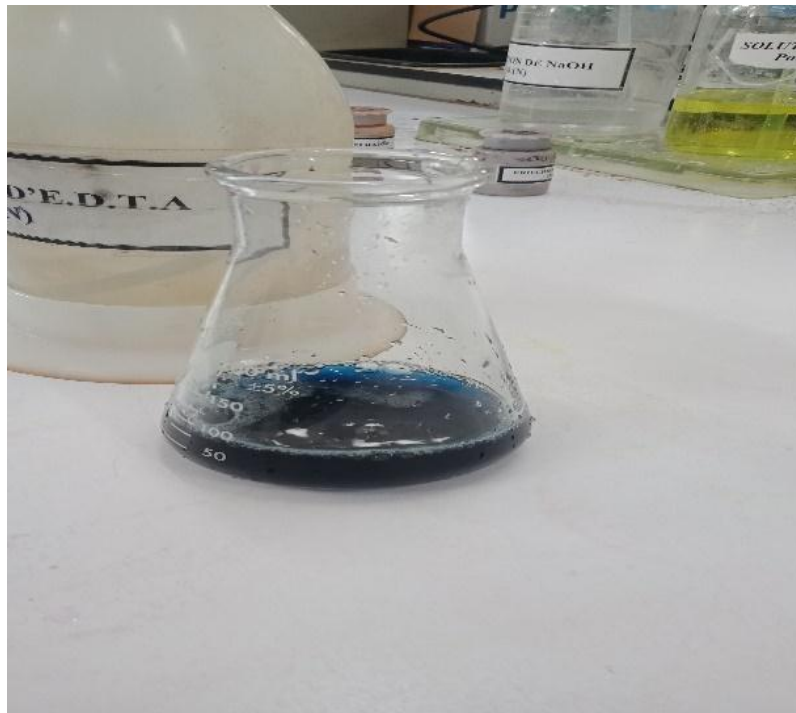


Figure II.28 : Résultats de TH.

II.5.2.7. Détermination du calcium Ca^{+2}

a. Document de référence :

ASTM D 511 ;

Objet de l'essai : Les eaux industrielles.

b. Instruction :

- 1) Prendre 100 ml d'échantillon ou une partie aliquote mineure diluée à 100 ml dans un erlenmeyer de 300 ml ;
- 2) Ajouter 2 ml de solution de NaOH à 1N ;
- 3) Agiter et ajouter une pincée d'indicateur murexide (de couleur rose foncée) ;
- 4) Titrer avec l'EDTA à 0,01 M, en agitant continuellement jusqu'au virage mauve claire, et note $V(\text{EDTA})$ le volume titre d'EDTA.

c. Expression du résultat :

$[Ca^{+2}]$ en ppm de $CaCO_3 = V(EDTA) * 10$



Figure II.29 : Résultats de Ca^{+2} .

II.5.2.8. Détermination du magnésium Mg^{+2}

Par comparaison entre la dureté totale et la dureté calcique, on obtient la dureté du magnésium Mg^{2+} exprimée en ppm de $CaCO_3$.

Dureté du (Mg^{+2}) en ppm de $CaCO_3 = \text{dureté totale (TH)} - \text{dureté du calcium (Ca}^{+2}\text{)}$

II.5.2.9. Détermination des ions phosphates (PO_4^{3-})

Le phosphate c'est un élément essentiel à la vie aquatique, peuvent être d'origine organique ou minérale les fortes concentrations à l'origine domestique, agricole et activité industrielle. Elles sont considérées comme responsable du phénomène d'eutrophisation.

a. Principe de mesure :

L'acide phosphorique forme avec le molybdate d'ammonium le complexe phosphomolybdique jaune, réduit avec l'acide 1-amino-2-naphtol-4-sulfonique en solution acide donnent une couleur bleue par formation du bleu de molybdène.

b. mode opératoire :

A 100 ml échantillon, on ajoute 1 ml d'acide chlorhydrique 15%, 0,5 ml d'acide oxalique et 2 ml de molybdate d'ammonium puis 2 ml d'ANS (acide amino naphtol sulfonique).

On agite et on laisse reposer pendant 5 min en suite on lit l'absorbance au spectrophotomètre à 650 nm (**Boulhout et al., 2016**).

c. Calcul:

$$[\text{PO}_4^{3-}] \text{ (ppm)} = A \times F$$

A : Absorbance de la couleur.

F : Facteur (= 6,81).

II.5.2.10. Détermination des hydrocarbures (HC)

Les hydrocarbures sont des composés chimiques formés uniquement de carbone et d'hydrogène d'où leurs noms et dont l'importance politique et économique n'ont cessé de croître avec le développement relativement récent des produits pétroliers.

a. Principe de mesure :

Les hydrocarbures totaux sont extraits par le tétrachlorure de carbone en milieu acide, puis dosés, après purification, par spectrométrie infra-rouge à une longueur d'onde donnant un maximum d'absorption dans la région de 3290 à 3510 nm.

b. Mode opératoire :

- 1) A l'aide de la seringue de 10 ml prélever 10 ml de solvant S-316 (Tetra-chloro, hexa-fluoro, butane) et l'introduire dans l'injecteur ;
- 2) Ajouter 01 ou 02 gouttes d'acide chlorhydrique 1/1 ;
- 3) A l'aide de la seringue de 20 ml prélever 20 ml d'échantillon et l'introduire dans l'injecteur ;
- 4) Fermer la capsule de l'injecteur ;
- 5) Presser sur extract et attendre 40 secondes ;
- 6) Tourner le bouton extract cock vers open.
- 7) Laisser se stabilise et presser sur meas la mesure clignote jusqu'à stabilisation, hold s'allume, lire la valeur en mg/l ;
- 8) Tourner le bouton drain cock sur la position open et récupérer le contenu de l'injecteur dans un bêcher propre pour le régénérer (**Boulhout et al., 2016**).

II.5.2.11. Mode opératoire détermination des chlorures (Cl^-)

a. Instruction :

- 1) Prendre 100 ml d'échantillon ;
- 2) Ajouter 2 gouttes de Chromate de Potassium ;
- 3) Titrer avec la solution de Nitrate d'Argent (AgNO_3) à 0.02 N jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

b. Calcul :

$$\text{Cl}^- (\text{ppm}) = (V - \text{blanc}) \times 7,1$$

$$\text{Blanc} = 0.4$$



Figure II.30 : Résultats de Cl⁻.

II.5.2.12. Détermination de l'alcalinité (TA)**a. Instruction :**

- 1) Prendre 100 ml d'échantillon dans une fiole de 300 ml ;
- 2) Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine (PH-PH) ;
- 3) En présence de l'alcalinité (TA), on obtient une couleur rose pâle ;
- 4) Titrer avec l'acide sulfurique (H₂SO₄) à 0.02 N jusqu'à la disparition de la couleur rose et noter le volume (V_a).

b. Calcul :

$$\text{TA en ppm de CaCO}_3 = V_a \times 10$$

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both ending in small circular curls.

Chapitre III

Résultats et Discussion

Ce chapitre décrit les analyses qui sont faits, quotidiennement ou mensuellement pour contrôler la qualité de l'eau analysée au niveau de la station d'épuration de Skikda.

Dans ce chapitre, la discussion va porter sur les résultats obtenus après analyse des différents paramètres physico-chimiques inclus dans notre protocole expérimental :

- Il est à noter que, pour présenter les résultats des analyses effectuées ;
- Période accordée par les responsables du complexe au cours de notre stage d'étude au sein de la RA1K ;
- Et comme l'appareil qui mesure le DBO5 est arrêté nous n'avons pas d'analyse pour ce paramètre, et nous n'avons pas pu revenir une autre fois en raison de la crise.

III.1. Protocole d'échantillonnage

Les échantillons sont prélevés directement dans les bassins :

- Le prélèvement est déroulé dans les quatre bassins (SU3, BB, TN6, PG) pour contrôler les différents paramètres et (pH, CE, TA, TAC, TH, Ca⁺, Mg⁺, Cl⁻, PO₄, DCO, DBO5, HC et TC°) ;
- Le prélèvement à la sortie de l'effluent (**PG**) donne une estimation sur la qualité des eaux traitées et l'efficacité de la chaîne de traitement ;
- La comparaison entre les valeurs trouvées en **PG** et **les normes Algériennes** nous décidera de la performance de la station de traitement de la RA1K.



Figure III.1 : Protocole d'échantillonnage.

III.2. Discussion des résultats

III.2.1. Le Potentiel d'Hydrogène (pH)

Les variations de pH pendant les quatre campagnes de prélèvement Janvier, Février, Mars et avril illustrées dans la figure suivante montrent les valeurs des différents niveaux des bassins en fonction du temps ne montrent pas de grandes différences seulement au niveau du bassin de PG.

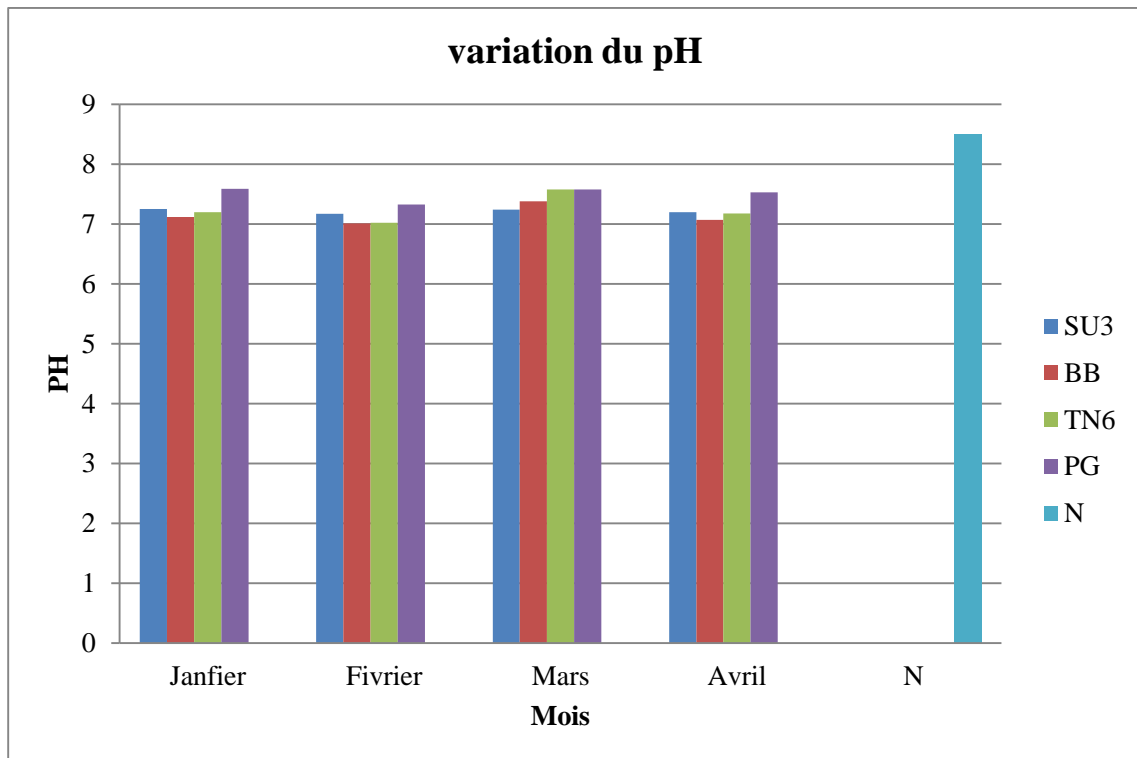


Figure III.2 : Variation temporelle de pH

La valeur du pH sont augmenté dans le premierer 01 Mois de Janvier de 7,59 mg/l puis ont diminué pour 02 Mois Février on 7,33mg/l et on constat autre fois une augmentation de 7,58 mg/l dans au 03 Mois Mars et dans le Mois Avril on remarque que la valeur de **pH** est diminué une autre fois de 7,35mg/l.

Ces moyennes se situent dans les normes de rejet compris entre 6,5 et 8,5 selon le journal officiel république algérienne et ils sont conformes aux résultats de (Boubou et al., 2017).

D'une manière générale, nous pouvons dire que, ces pH restent compris entre 6.5 et 8 les valeurs de l'échantillon final sont très en dessous de la norme.

III.2.2. Conductivité Electrique (CE)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement, la minéralisation globale de l'eau, elle s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours

d'eaux. Dans les eaux de surface et les rejets d'eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée. (Rejseke, 2002).

Les résultats des mesures de la conductivité d'eaux brutes et épurées sont présentés dans la figure suivante :

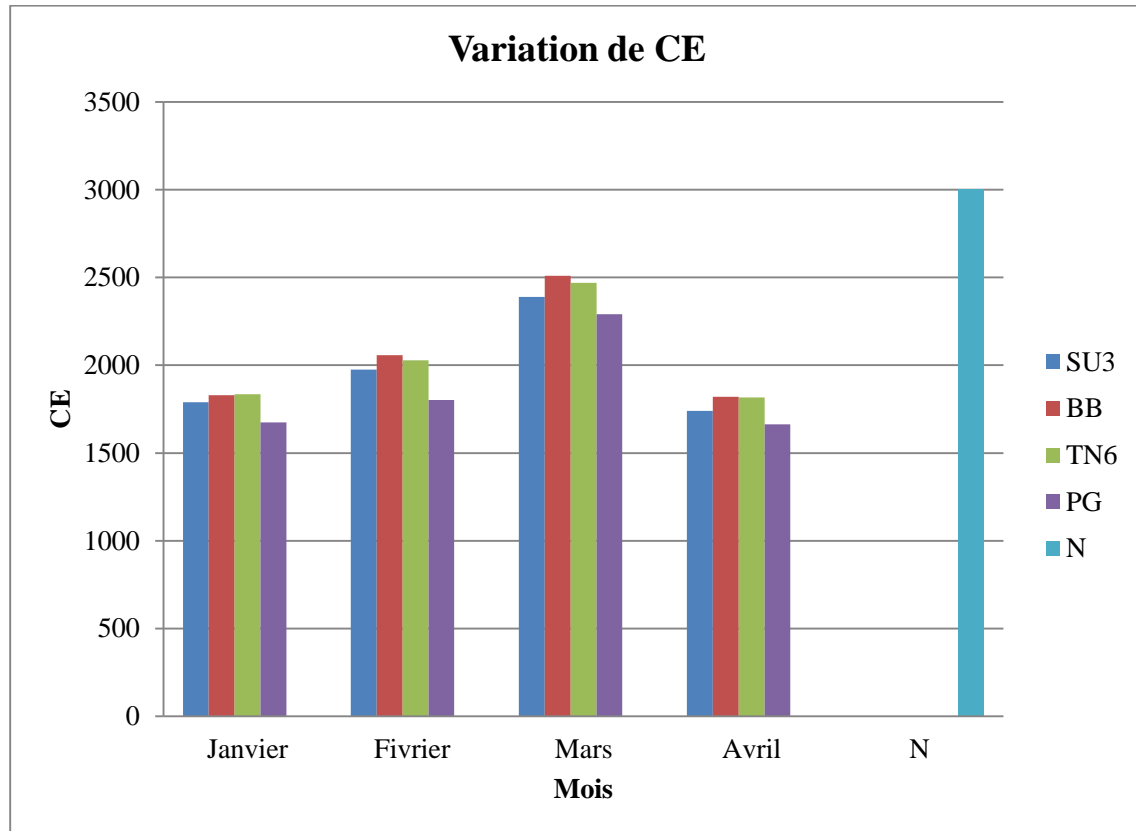


Figure III.3 : Variation temporelle de Conductivité Electrique (CE).

On constate une augmentation dans le Mois de Mars avec une valeur maximale de 2510,45 mg/l dans le bassin de BB et une valeur minimale de 2291,31 mg/l dans le bassin de PG.

On remarque autre fois une diminué à le Mois de Avril a une valeur maximale de 1820,80 mg/l dans le bassin de BB et une valeur minimale de 1663,47 mg/l dans le bassin de PG, toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont en dessous de la norme 3000 mg/l.

Ces résultats sont accords avec les résultats de (Banouh et al., 2016). Nos résultats dépassent 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui signifie que la minéralisation des eaux est significative.

En générale, cette variation peut être expliquée par la sédimentation des sels minéraux dans le clarificateur qui sont concentrés dans les boues.

La mesure de ce paramètre constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique (Bakir, 2021).

III.2.3. La Température (T)

En effet La température est un paramètre clé dans les réactions chimiques, biologiques. Les variations de la température de l'eau en fonction des campagnes de prélèvement, montre que la température est une mesure momentanée, en fonction de l'heure et du lieu de prélèvement.

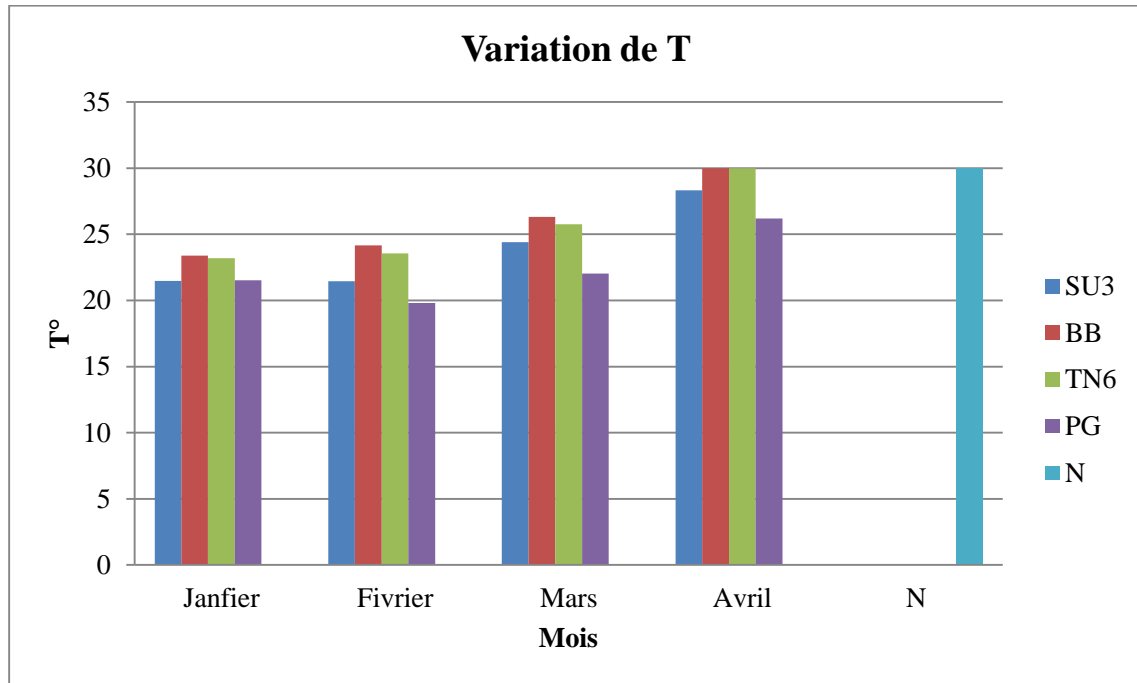


Figure III.4 : Variation temporelle de la température (T).

Les valeurs de la température des eaux de la STEP de ETP2-Skikda ont diminué dans les 03 mois (Janvier, Février, Mars) avec une valeur maximale de 23,38 mg/l dans le bassin de BB et une valeur minimale de 21,47 mg/l dans le bassin de SU3.

On constate une augmentation au Mois d'Avril à une valeur maximale de 31 mg/l dans le bassin de TN6 et une valeur minimale de 26,19 mg/l dans le bassin de PG. Toutes les valeurs de la température enregistrées sont en dessous de la norme 30°.

Et vu que «Les variations de la température ont des effets importants car elles influencent le développement des colonies de micro-organismes ».

On peut dire que ces températures ne constituent aucun risque de pollution thermique pour le milieu récepteur durant le procédé d'épuration, au contraire on peut affirmer qu'elles sont en faveur d'une accélération des procédés biologiques de traitement des eaux usées et des boues, du point de vue ou elles contribuent à l'augmentation de la cinétique de dégradation des matières organiques (**Bakir, 2021**).

L'analyse de ce paramètre est très importante, car elle s'accompagne toujours d'une modification de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le

PH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique.

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité qui favorisent l'autoépuration et accroissent la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration (Rodier et al., 2005).

III.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables et la majeure partie des composés organiques biodégradable ou non.

Les résultats de la variation de la DCO pendant quatre mois Janvier, Février, Mars et Avril dans la figure suivante :

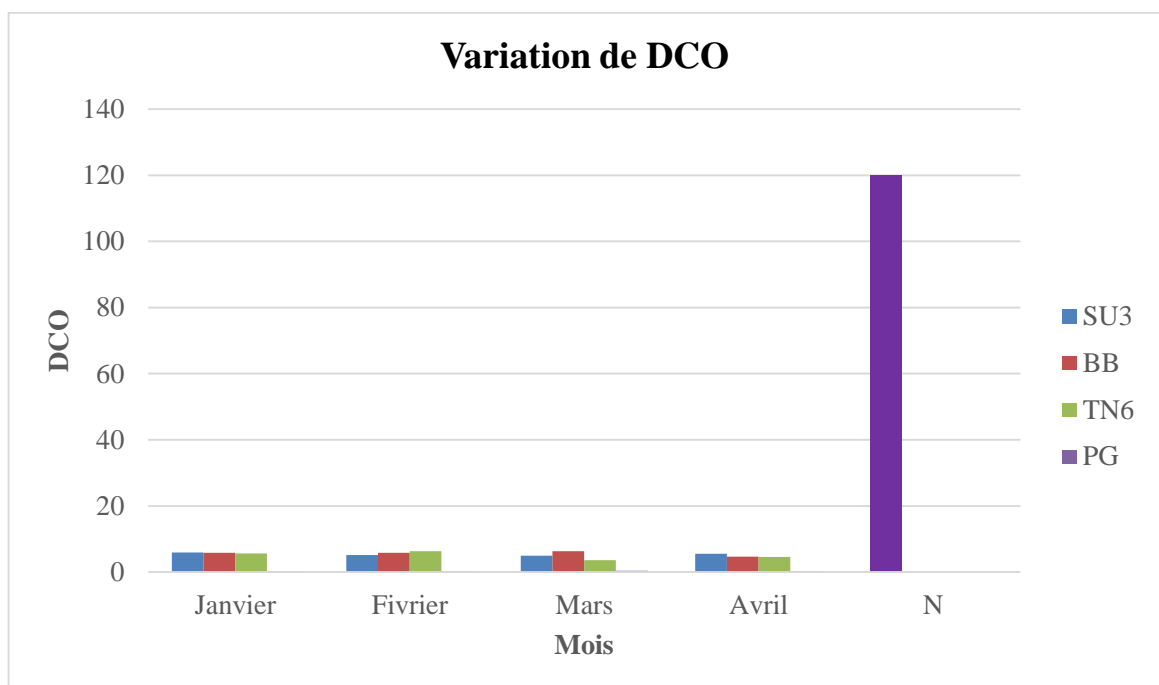


Figure III.5 : Variation temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO).

D'après les résultats figurant aux tableaux sur le (DCO) on remarque que les valeurs au niveau des différents bassins en fonction du temps ne montrent pas de grandes différences et on constate une valeur très minimale entre 0,24 mg/l le mois de Janvier et 0,28 mg/l le mois d'avril dans le bassin de PG toutes les valeurs de la DCO enregistrées sont en dessous de la norme 120mg/.

En effet une valeur faible du rapport DCO implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique.

Inversement une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et dans ce cas il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique (Fathalla et al., 014) et (Bakir, 2021).

Selon (Rodier et al., 2009) :

- DCO/DBO5 < 3 effluent facilement biodégradable ;
- 3 < DCO/ DBO5 < 5 effluent moyennement biodégradable ;
- DCO/DBO5 > 5 effluent difficilement biodégradable, voire non biodégradables.

Globalement, les valeurs enregistrées dans cette étude sont inférieures à 3, ce qui confirme que les eaux usées sont facilement biodégradables.

III.2.5. Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5)

La DBO5 est relative à la portion biodégradable des eaux usées, c'est à dire oxydable par des bactéries.

La DBO5 est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques (Chaouki et al., 2014).

Les résultats de la variation de la DBO5 pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

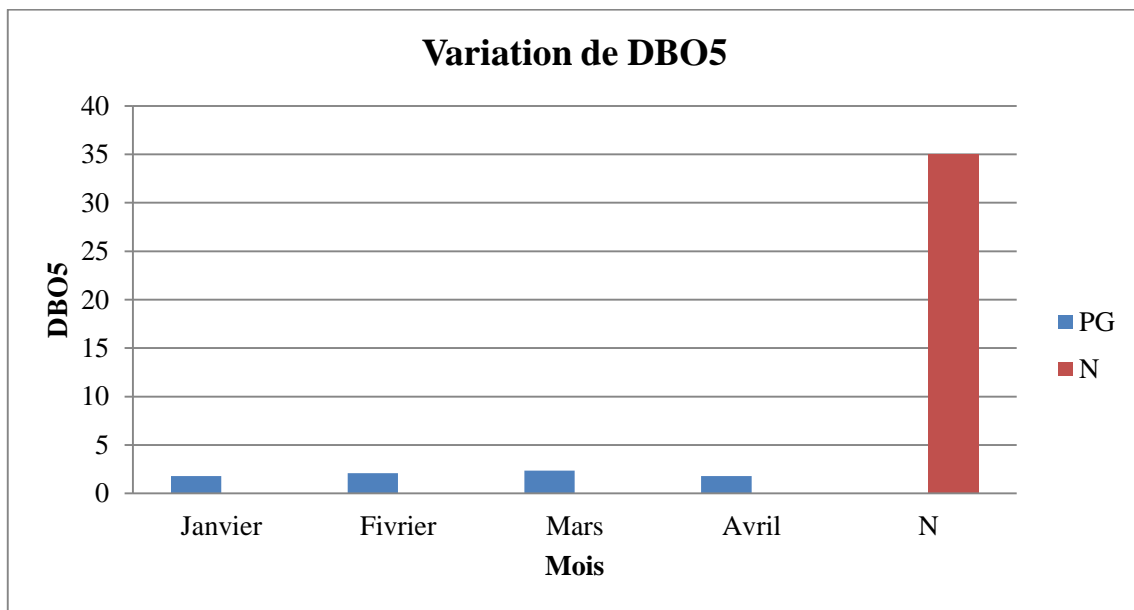


Figure III.6 : Variation temporelle de demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO5).

D'après les résultats figurant aux tableaux sur le (DBO5) on remarque que les valeurs au niveau de bassin de PG.

En fonction du temps ne montrent pas de grandes différences et on constate des valeurs très diminuées dans les quatre mois avec une valeur maximale de 2,35 mg/l dans le mois de Mars et une valeur minimale de 1,8 mg/l dans le mois de Janvier toutes les valeurs de la DBO5 enregistrées sont en dessous de la norme 35mg/l.

III.2.6. Titre alcoométrique TA

Les résultats de la variation de la TA pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

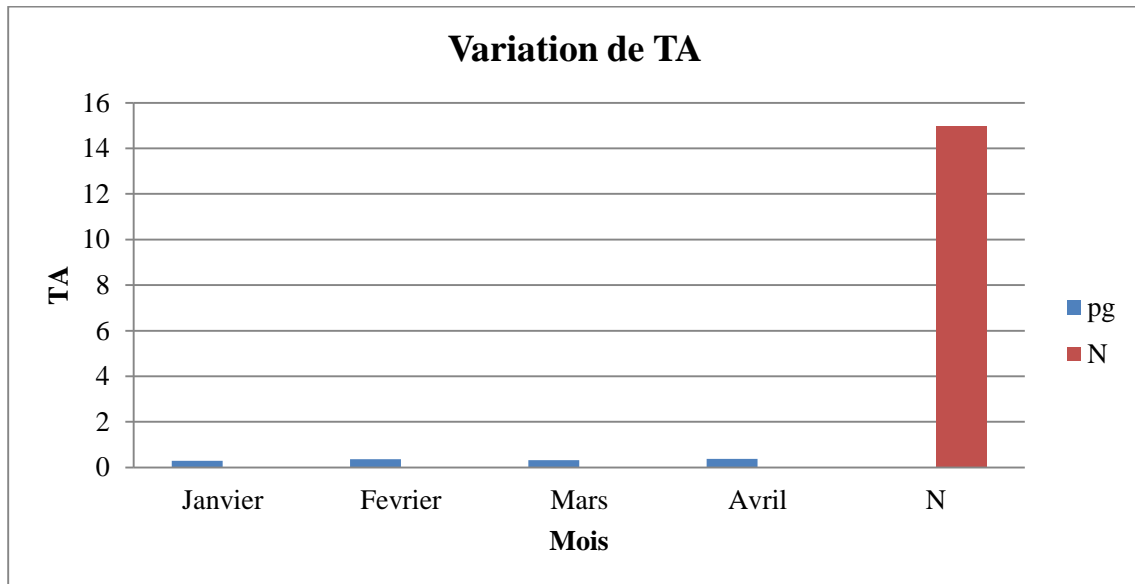


Figure III.7 : Variation temporelle de titre alcoométrique (TA).

D'après les résultats figurant aux tableaux sur le (TA) on remarque que les valeurs au niveau des différents bassins en fonction du temps ne montrent pas de grandes différences et on constate une diminution dans les quatre mois (Janvier, Février, Mars et Avril).

III.2.7. Titre alcoométrique complet (TAC)

Les résultats de la variation de la TAC pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

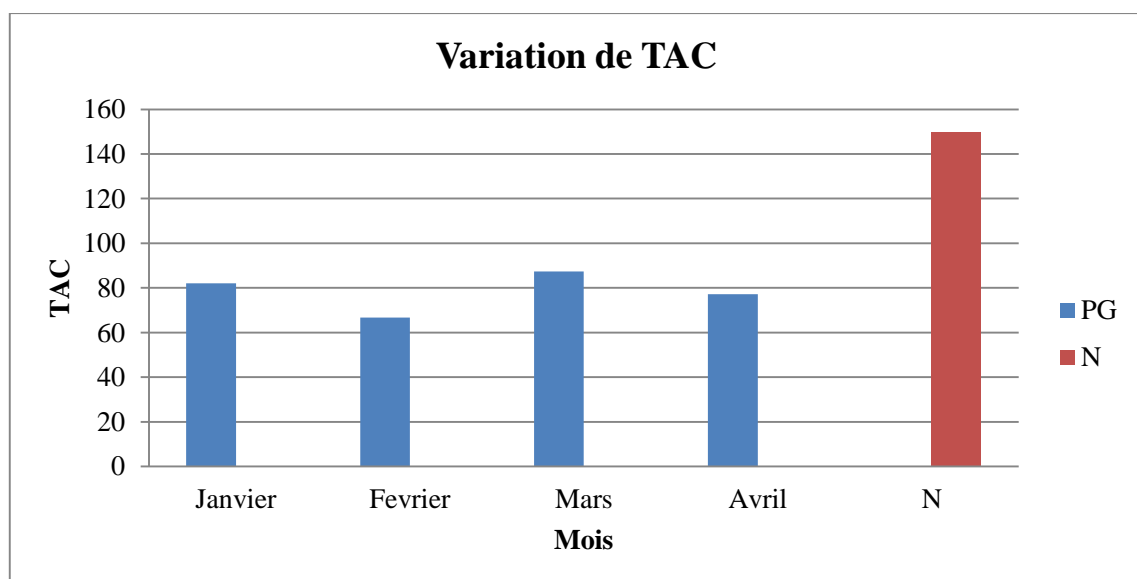


Figure III.8 : Variation temporelle de titre alcoométrique complet (TAC).

D'après les résultats figurant aux tableaux sur le (TAC) on remarque que les valeurs au niveau de bassin de PG en fonction du temps ne montrent pas de grandes différences et on constate des valeurs très diminuées dans les quatre mois avec une valeur maximale de 87,35 mg/l dans le mois de Mars et une valeur minimale de 66,7 mg/l dans le Mois de Février toutes les valeurs de la TAC enregistrées sont en dessous de la norme 150 mg/l.

Selon (RODIER J., 2009), lorsque le taux de TAC est supérieur à 500 mg/l, la nature des eaux étudiées est extrêmement dure, correspond à la présence de sels de calcium et, dans une moindre mesure, des sels de magnésium (strontium, et baryum).

III.2.8. Titre hydrométrique (TH)

Les résultats de la variation de la TH pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

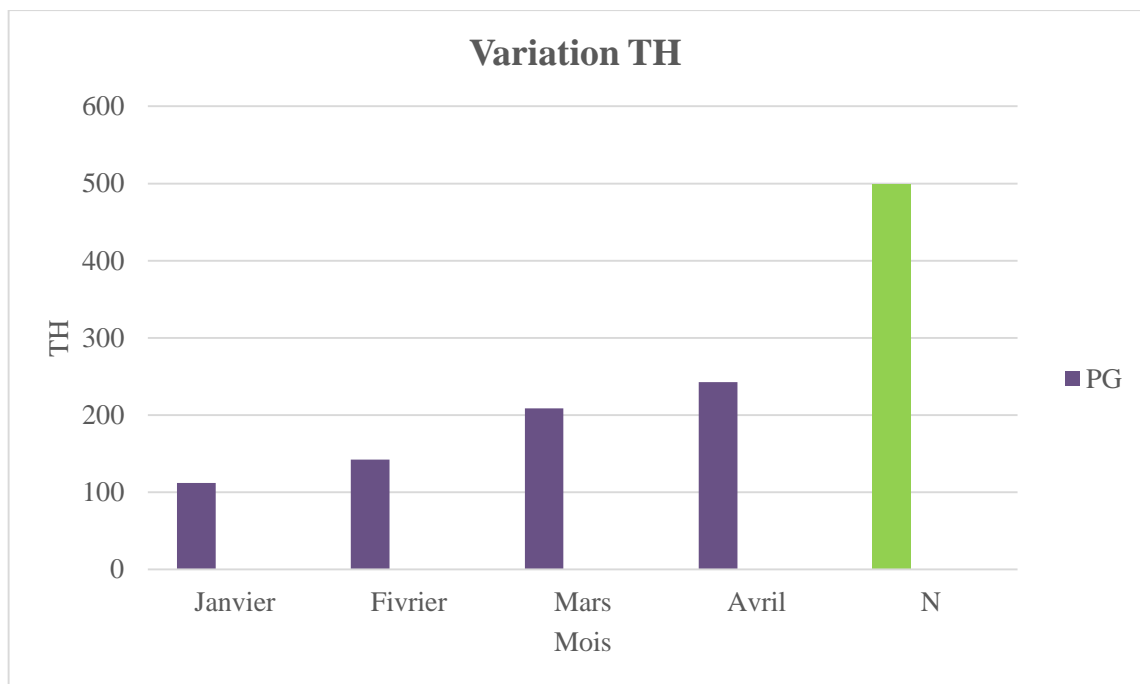


Figure III.9 : Variation temporelle de titre hydrométrique (TH).

Les valeurs de la Dureté des eaux de la STEP de ETP 2 Skikda ont diminuées dans les 2 mois (Janvier, Février, avec une valeur de 111,76 mg/l dans le bassin de PG dans Mois de (Janvier dans le mois de Février.

On remarque une valeur de 142,42 mg/l dans le bassin de PG, puis on constate une augmentation dans les Mois de Mars et Avril avec une valeur de 208,68 mg/l dans le mois de Mars, le Mois d'Avril avec une valeur de 242,57 mg/l dans le bassin de PG toutes les valeurs de la TH enregistrées sont en dessous de la norme 500 mg/l.

La dureté totale a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (**Hakmi, 2006**).

L'évolution de la dureté totale dans notre étude montre de faibles concentrations dans tous les échantillons étudiés par rapport aux normes de l'OMS (100-300 mg.L-1), (**JORA, 2011**).

III.2.9. Calcium (Ca+2)

Les résultats de la variation de la (Ca+2) pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

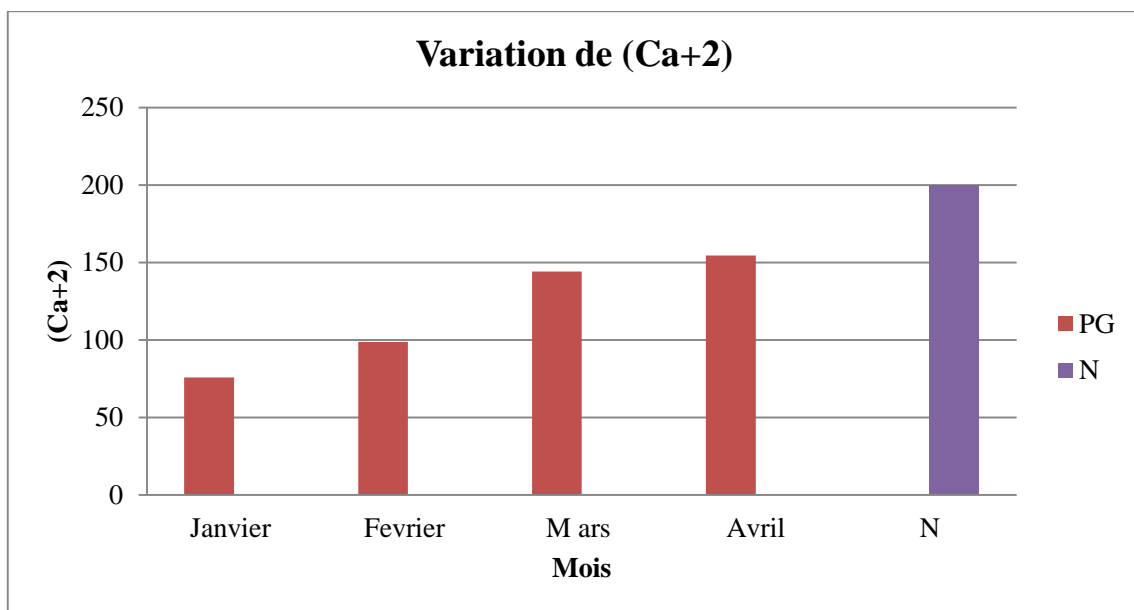


Figure III.10 : Variation temporelle de calcium (Ca+2).

Les valeurs de la (Ca+2) des eaux de la STEP de ETP 2 Skikda ont diminué dans mois de Janvier, avec une valeur de 75,81 mg/l dans le bassin de PG dans le mois puis on constate une augmentation dans le Mois d'Avril a une valeur de 77,22 mg/l dans le bassin de PG toutes les valeurs de la (Ca+2) enregistrées sont en dessous de la norme 200 mg/l.

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrain traversé (**Queneau et Hubert, 2009**).

D'après les normes algériennes de potabilité pour le calcium, fixées à 200 mg. L-1 (**JORA, 2011**) et les normes de l'OMS 100% des eaux étudiées présentent des teneurs dans les normes algériennes.

III.2.10. Magnésium (Mg+2)

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un gout désagréable à l'eau (**Rodier et al., 2009**), les résultats de la variation de la (Mg+2) pendant quatre

mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars) et Avril) dans la figure suivante :

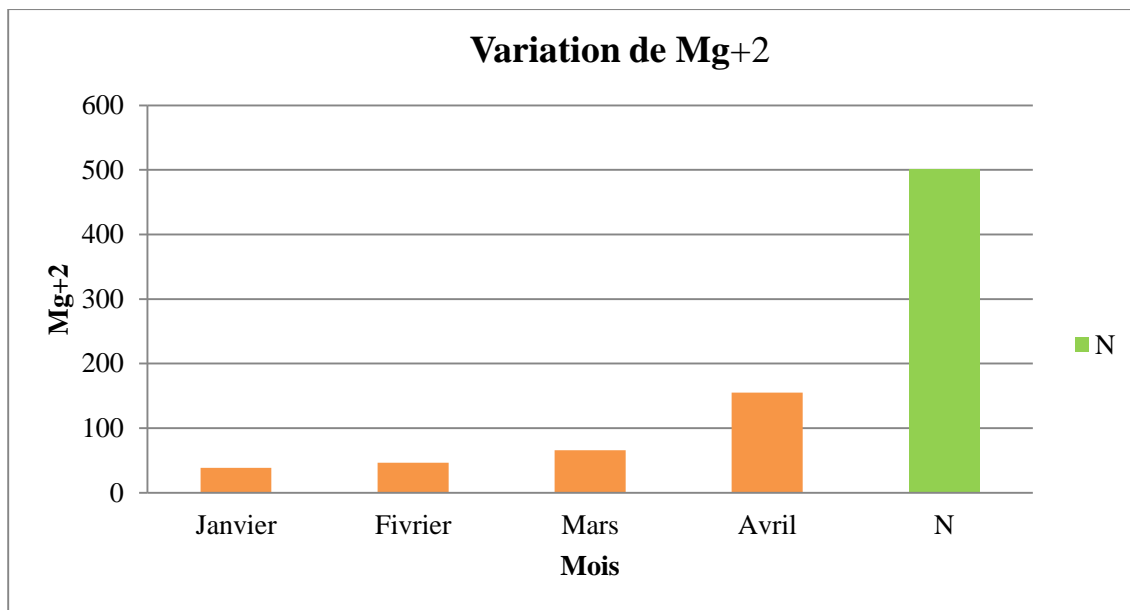


Figure III.11 : Variation temporelle de magnésium (Mg+2).

On remarque d'après la (Fig) que les valeurs de tous les sites en mois de Janvier, Février, mars et Avril sont conformes aux normes algériennes avec une valeur maximale de 155 mg/l dans le mois d'Avril et une valeur minimale de 38,61 mg/l dans le Mois de Janvier.

III.2.11. Chlorures (Cl-)

Les résultats de la variation de la Cl- pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

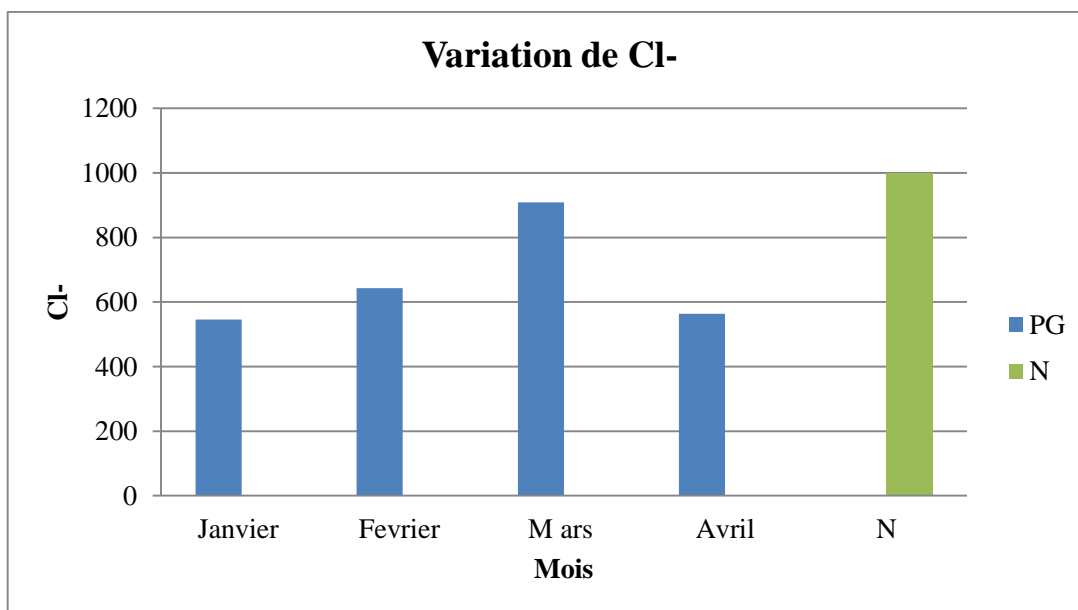


Figure III.12 : Variation temporelle de chlorures (Cl-).

On remarque que les valeurs **Cl-** sont diminués à le Mois de Mars avec une valeur de 908,88mg/l dans le bassin de PG et On remarque autre fois une diminution à le Mois de Avril a une valeur de 563,73 mg/l dans le bassin de PG. Toutes les valeurs de la **Cl-** enregistrées sont en dessous de la norme 1000 mg/l.

III.2.12. Phosphate (PO₄-)

Les résultats de la variation de la (**PO₄-**) dans les 02 bassins pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

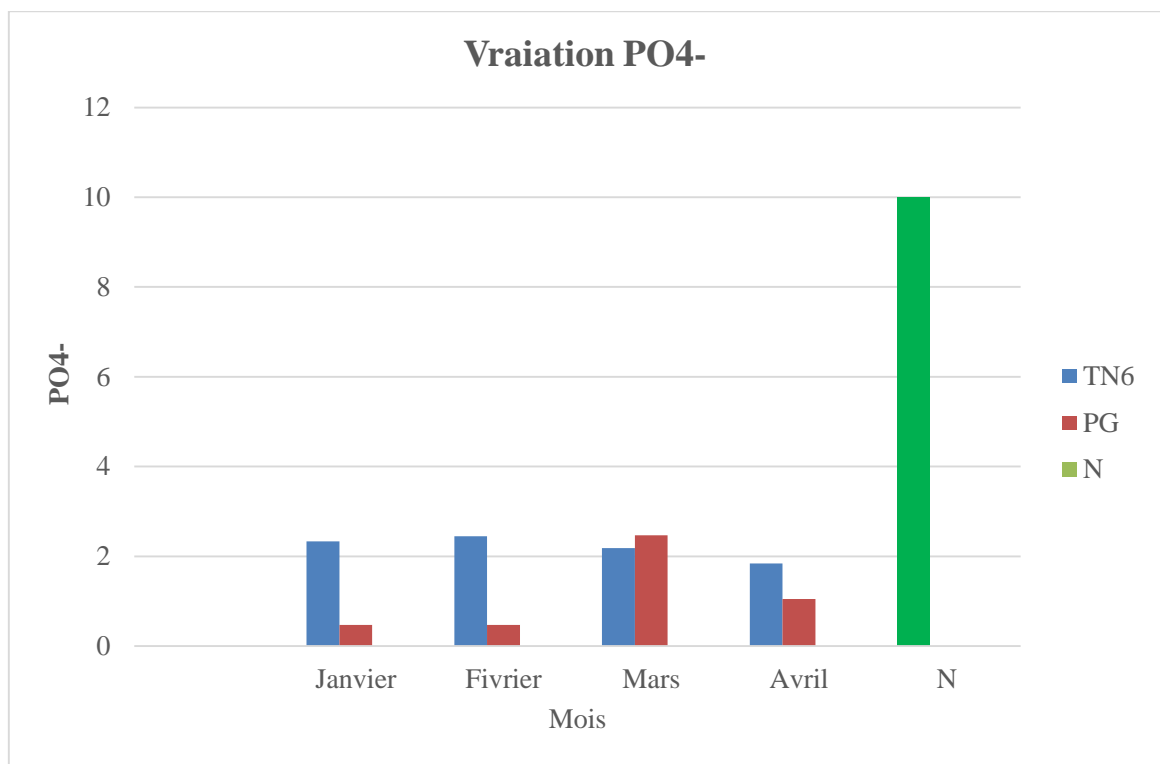


Figure III.13 : Variation temporelle de phosphate (PO₄-).

On remarque que les valeurs **PO₄-** sont diminués dans le bassin de TN6, avec une valeur de 2,33 mg/l dans le mois de Janvier et puis on constate une augmentation dans le Mois de Mars avec une valeur de 2,81mg/l para pour a le bassin de PG On remarque une diminution dans

On remarque une valeur de 0,47 mg/l dans le mois de Janvier puis on constate une augmentation dans le Mois de Mars avec une valeur de 2,47 mg/ toutes les valeurs de la **PO₄-** enregistrées sont en dessous de la norme 10 mg/l.

Le phosphore peut exister dans les eaux à l'état dissous ou en suspension. Le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les ortho phosphates et les poly phosphates (**Rodier et al., 2009**).

III.13. Hydrocarbure H/C

Les résultats de la variation de la (H/C) dans le bassin pendant quatre mois de prélèvement (Janvier, Février, Mars et Avril) dans la figure suivante :

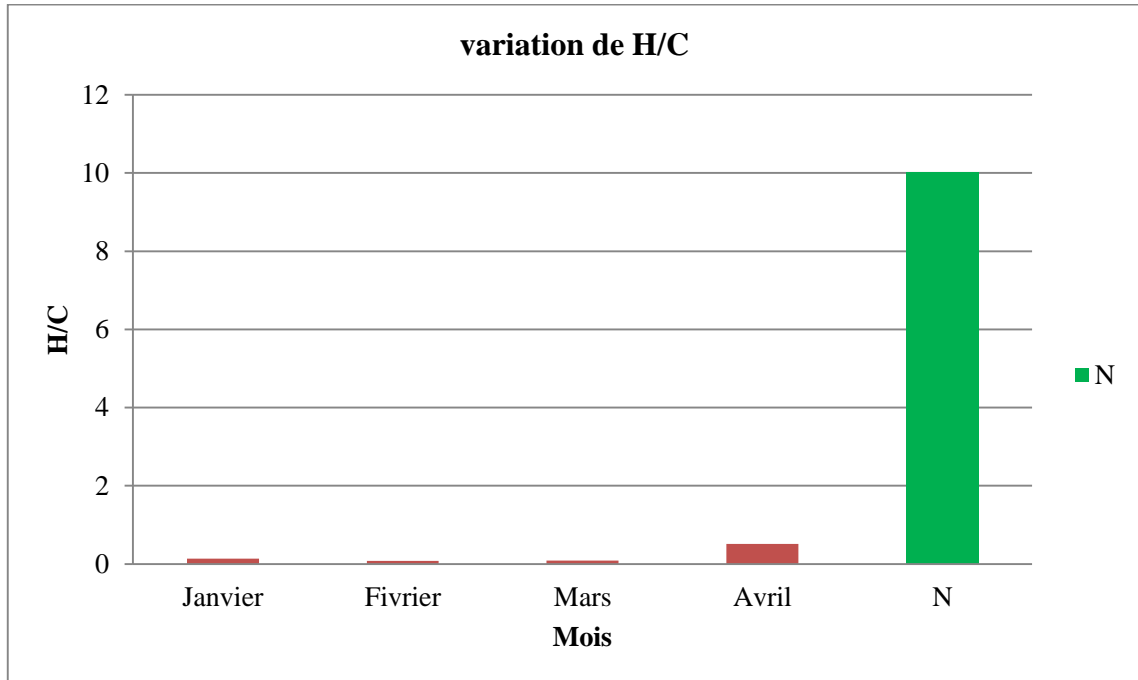
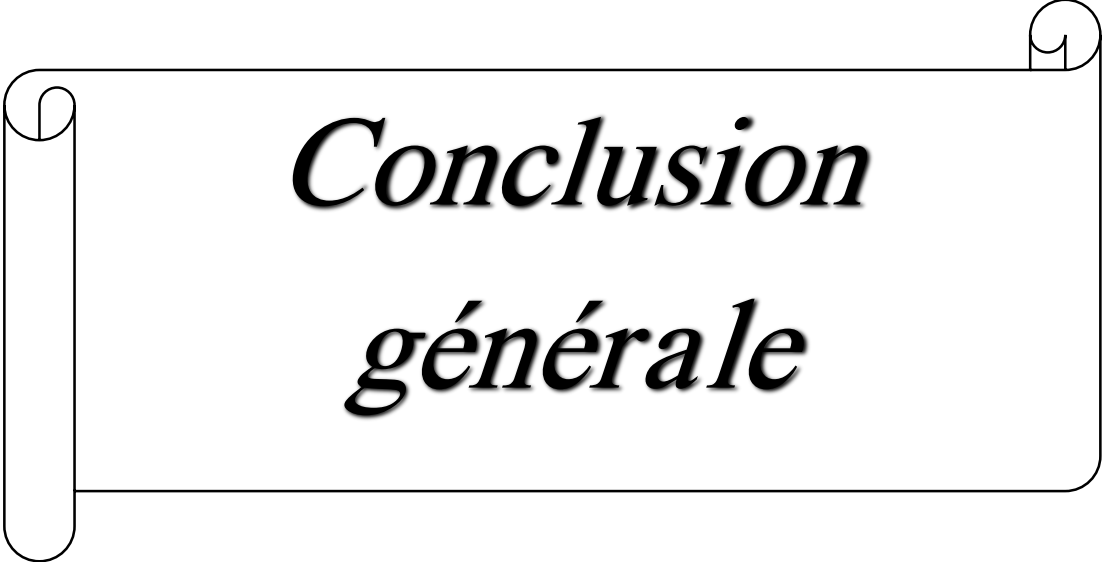


Figure III.14 : Variation temporelle d'hydrocarbure H/C.

Valeurs très diminuées dans les quatre mois avec une valeur minimale de 0,12 mg/l dans le mois de Mars et avec une valeur maximale de 0,55 mg/l dans le mois d'Avril.

La réglementation algérienne recommande 10 mg/l d'hydrocarbure comme une valeur maximale admissible.

D'après les données d'analyses effectuées au laboratoire l'ensemble des paramètres testés sont conformes avec les normes des rejets.



*Conclusion
générale*

Conclusion générale

Conclusion générale

Les stations d'épurations ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans les eaux usées. En effet les eaux usées ont des origines différentes. Généralement elles proviennent de quatre sources principales (Les eaux usées domestiques. Les eaux usées industrielles).

Les eaux usées urbaines et le ruissellement dans les zones agricoles). Certaines eaux usées sont plus difficiles à traiter que d'autres.

Les eaux usées industrielles peuvent être difficile à traiter, tandis que les eaux usées domestiques sont relativement faciles à traiter.). Il existe différents types de stations d'épuration qui traitent les eaux usées. Il est porté à la connaissance que le traitement des eaux usées porte un très grand intérêt et une attention extrême quant à la sensibilité des dosages à faire correspondre aux différentes filières de traitement.

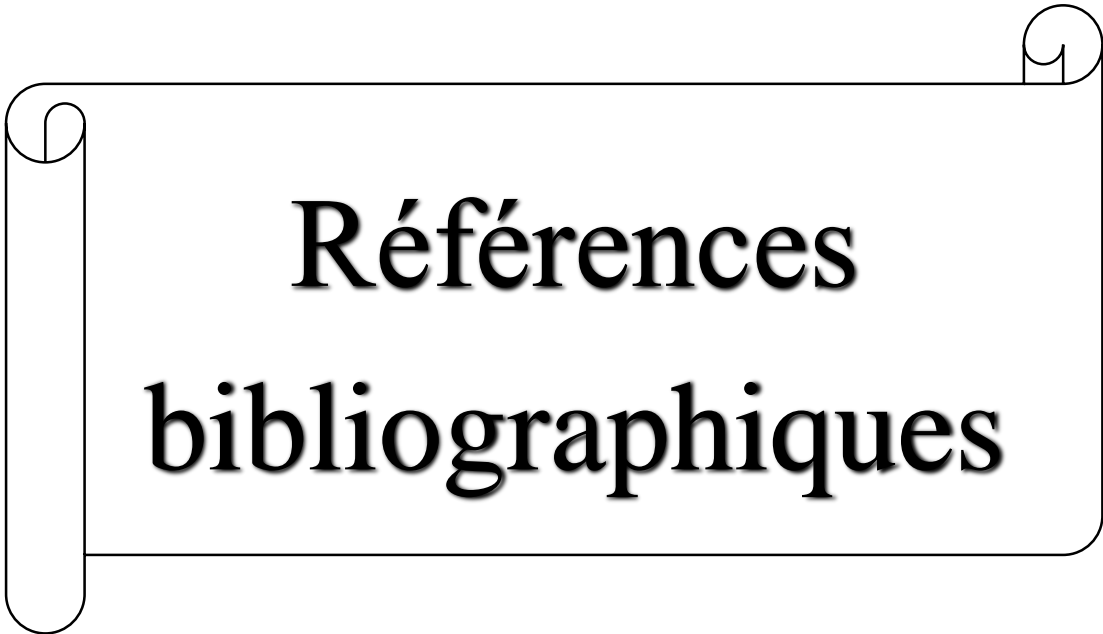
Cette étude consiste à suivre la qualité physico-chimique des eaux usées industriels collectées et traités au niveau de la station d'épuration de ETP 2 Skikda pour une éventuelle réutilisation des effluents traités dans le domaine l'exploitation des installations de production pétrolière. L'eau épurée est rejetée dans les cours d'eau ou la mer.

D'après les données d'analyses effectuées au laboratoire de la station d'épuration d'ETP 2 Skikda sur les eaux usées entrantes et sortantes. Nous pouvons conclure que pour l'ensemble des paramètres testés, les concentrations dans les eaux épurées sont conformes avec les normes des rejets des eaux usées après épuration ainsi que le rendement d'épuration de la station d'ETP 2 est globalement important.

Au terme de cette étude et a lueur de ces résultats, il est important d'optimiser le processus épuratoire des eaux usées en vue d'éliminer au maximum la pollution de l'eau notamment la pollution.

Comme constat final en dépit de tous les efforts épuisés pour mener à terme ce diagnostic nous n'avons pas pu atteindre les résultats escomptés faute de moyens techniques et documentaires, et au-delà du diagnostic des caractéristiques techniques et économiques de cette station, des recherches futures sont de mise pour compléter.

Ce travail notamment dans l'évaluation des performances environnementales depuis l'origine de ces eaux usées jusqu'aux rejets dans le milieu naturel ainsi que l'étude de l'ensemble de la filière de traitement des eaux, pour que les solutions et reformes apportées soient plus exactes en évaluant les impacts directs et indirects intervenants dans la qualité des eaux et de son usage. Pour conclure la station d'épuration ETP 2 Skikda remplit amplement son rôle dans le traitement des eaux usées.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- Andriamirade et al., 2005.
- Adjagodo A, Kelomè NC, Vissin EW, et al. Pollution Physique Et Bactériologique De L'eau Du Fleuve Dans La Basse Vallée De L'ouémé Pendant Les Périodes De Basses Et Hautes Eaux Au Bénin. European Scientific Journal, ESJ 2017;3.
- Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro- Méditerranée TEHYS. Avril 2001.
- Anonyme, (2003).Irrigation avec des eaux usées traitées .organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture :Bureau Régional pour le Proche – Orient etBureau sous –régional pour l'Afrique du Nord(FAO 68P.
- Attalah Kh., et Ghennai A. 2018. Contribution à l'étude bactériologique de l'oued El Kebir Skikda. Mémoire de master. 9, 25, 33, 51p.
- Bakir R (2021) : Évaluation de la performance de la station d'épuration des eaux usées urbaine de M'sila. Mémoire de Master, Département d'hydraulique, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 82 pages.
- Bakir R (2021) : Évaluation de la performance de la station d'épuration des eaux usées urbaine de M'sila. Mémoire de Master, Département d'hydraulique, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 82 pages.
- Boubou et al. (2017) guide technique de l'assainissement collecté- épuration -conception - exploitation ,5ème édition groupe moniteur,1061 pages.
- Belghyti, D. (2014).Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière(CDM) à Sidi Yahia El Gharb (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 25219782,(20).
- BELAZZOUZ Fella et KHELIFAOUI Meriem," Traitement des eaux huileuse de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel par la photo catalyse hétérogène ", Mémoire de master en génie des procédés, le 22 juin 2017.
- BELKHIRI L. (2011).Etude de la pollution des eaux souterraines : Cas de la plaine d'Ain Azel-est algérien. Thèse de doctorat d'état des sciences, option hydrauliques, université Hadj Lakhder Batna, 121.
- Berg DM., Raven PH et Hassenzahl DM. 2009. Environnement.de boeck, 6ème édition. p : 554-569.
- BERNE et CORDONNIER. (1991). Traitement des eaux. E° Technique. Paris.
- CHERFAOUI.M. 2016., .Traitement des eaux des rejets industriels. Institut Algérien de Pétrole

Références bibliographiques

Brigitte DONNIER. La pollution chimique en méditerranée. Laboratoire. C. E. RB. O. M. Nice. France p.

- Carpenter et Kostianoy, 2019 Oil Pollution in the Mediterranean Sea: Part II: National Case Studies. The Handbook of Environmental Chemistry. 1st ed. Springer, Switzerland. 421p.
- Chaouki .H et El watik .L (2014) : étude des performances épuratoires de la la technique du lagunage aérée de la station d'épuration de la ville d'errachidia-Maroc Science lib Editions Mersenne volume 6 2111 4706 pages.
- Cherfaoui .M. 2016., .Traitement des eaux des rejets industriels. Institut Algérien de Pétrole BAUMONT S., CAMARD J.P., LEFRANC A et FRANCONI A., 2004. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS (Observatoire régional de santé d'Ile-de-France), France. 246 p.
- Diab W. Etude des propriétés physico-chimiques et colloïdales du bassin de la rivière Litani, Liban. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France), 2016, 214 p.
- Dufour P, Slepoukha M. l'Oxygène dissous en lagune Ebrié: influences de l'hydroclimat et des pollutions. Documents Scientifiques, Centre de Recherches Océanographiques, Abidjan. 1975;6:75–118.
- F. GALAF et S. GHANNAM. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université HASSAN II. RABAT. ROYAUME du MAROC. 2003.
- Fathallah, Z., Elkharrim, K., Fath-allah, R., Hbaiz, E. M., Hamid, C., Ayyach, A & Belghyti, D. (2014).Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière(CDM) à Sidi Yahia El Gharb (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 25219782,(20).
- GALAF et S. GHANNAM. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état Université.
- GOMELLA C et GUERREE H., 1978. Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles .Paris.
- HAKMI A (2006). Traitement de l'eau de source Bousfer Oran, Mémoire de licence traitement.
- Hayzoun H. Caractérisation et quantification de la charge polluante anthropique et industrielle dans le bassin du Sebou. Thèse de Doctorat. Université de Toulon (France), 2014, 175 p.
- Ivanowsky A. Ouvrages d'assainissement des eaux et qualité du milieu récepteur en zone urbaine. Cas de rejets dans la Marque à Villeneuve d'Ascq. Thèse de Doctorat. Université de Lille 1 (France), 2016, 229 p.
- Jean RODIER et all. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édition. DUNOD. PARIS. 1996.

Références bibliographiques

- KOLLER E., " Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues ", ed. Dunod, 2009.
- Lounnas A. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Mémoire de Magister, Université de Skikda (Algérie), 2009, 120 p.
- Leynaud G. Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique B.T.I. Ministère de l'agriculture. 1968.
- Le processus : les eaux de rejet ", TOTAL, manuel de formation cours exp-pr-pr190 révision 0.1.
- MEKHALIF Faiza, "Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ", Mémoire de Magister, 2009.
- MIZI. 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. 2006.
- Metahri MS. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université de tizi-Ouzou (Algérie), 2012, 172 p.
- Mechat F., 2006-Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA, thèse de Magister.
- Mampaya ,kf(2020) : conception d'une station expérimental de traitement des eaux usées par filtres plantés des macrophytes , thèse de doctorat d'université côte d'azur , 305pages).
- MAKHOUKHI, M. SBAAI, A. BERRAHOU, M. VAN. (2011): Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de L'OUED MOULOUYA (MAROC ORIENTAL) lathys journal, is in 1112-3680, n° 09, décembre 2011, pp. 149-169 larhyss/journal n° 09. décembre 2011.
- MEKHALIF Faiza, "Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ", Mémoire de Magister, 2009.
- Noureddine.n ; (2017) : contrtbuttonna la reduction du cr (vi) par voie biologique effet de l'azote et du carbone. thèse de doctorat université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed boudiaf, 98page.
- N. RAMDAN. Etude comparative de la dépollution des eaux de la station de SKIKDA par adsorption sur charbon actif et sur bentonite. Mémoire de magister. Université du 20 Août 1955. SKIKDA. 2006.
- Nehme N. Evaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière de Litani, Liban : approche environnementale. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine (France),2014, 359 p
- OMS (2003), Background document for préparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organisation.

Références bibliographiques

- PESSON et al., (1980). La pollution des eaux continentales. Edition ©Bordas. Paris.
- QUENEAU Pet HUBERT J. (2009). Place des eaux minérales dans l'alimentation, Rapport de l'académie national de médecine, Société française de l'hydrologie et climatologie médicale, France, 175-220p.
- Rejsek F. (2002) « Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques » CRDP.
- Rouamba J, Nikiema E, Rouamba S, et al. Accès à l'eau potable et risques sanitaires en zone périphérique d'Ouagadougou, Burkina Faso. Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique. 2016 64 S211.
- RODIER.J. LEGUBE.B. MERLET.N. (2009). L'analyse de l'eau. 9 E. 2009. Editeur.
- Dunod rejsek,f (2002) : analyse des eaux aspects reglementaires et techniques .edition :centre régional de documentation pédagogique d'aqui taine , 358page
- Rodier .J, Bernard .I, Nicole . M (2005) : Mémento technique de l'eau vol 2 10ème édition.
- Some YSC, Soro TD, Ouedraogo S. Étude de la prévalence des maladies liées à l'eau et influences des facteurs environnementaux dans l'arrondissement de Nomgr-Masson: cas du quartier Tanghin (Ouagadougou-Burkina Faso). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2014; 8:289–303.
- Traoré D, Diène AN, et al. Eau potable, assainissement et risque de maladies diarrhéiques dans la Communauté Urbaine de Nouakchott, Mauritanie. Santé Publique. 2017; 29: 741–750.
- Traité l'environnement. Technique de l'ingénieur. Volume G1210.

Les annexes

1. Tableau Guarantee of Treated Effluent Quality

Guarantee of Treated Effluent Quality

| Parameter | Unit | Value |
|------------------------------------|------|-----------|
| Temperature | °C | 30 |
| pH | - | 6.5 – 8.5 |
| Total Hydrocarbons | mg/L | 10 |
| Oils & Grease | mg/L | 20 |
| TSS | mg/L | 35 |
| BOD ₅ | mg/L | 35 |
| COD | mg/L | 120 |
| Phenol Index | mg/L | 0.3 |
| TKN | mg/L | 30 |
| Total Phosphate | mg/L | 10 |
| Aluminum | mg/L | 3 |
| Bio Accumulatable Toxic Substances | mg/L | 0.005 |
| Cyanides | mg/L | 0.1 |
| Fluorine and Compounds | mg/L | 15 |
| Cadmium | mg/L | 0.2 |
| Total Copper | mg/L | 0.5 |
| Total Mercury | mg/L | 0.01 |
| Total Lead | mg/L | 0.5 |
| Total Chromium | mg/L | 0.5 |
| Total Tin | mg/L | 2 |
| Manganese | mg/L | 1 |
| Total Nickel | mg/L | 0.5 |
| Total Zinc | mg/L | 3 |
| Iron | mg/L | 3 |
| Chlorinated Organic Compounds | mg/L | 5 |

2. Journal officiel de la république algérienne N°46

14 juillet 1993

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 46

7°

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 21. — Tout prélèvement opéré aux fins d'analyse donne lieu à l'établissement d'échantillons placés chacun dans un récipient approprié et mis sous scellés avec étiquette portant :

- les dates, heures et lieu de prélèvement,
- l'identification complète de chaque échantillon,
- la signature de l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle.

Les échantillons sont conservés sous la responsabilité de l'inspecteur de l'environnement qui les place dans des conditions de bonne conservation.

Art. 22. — L'analyse des échantillons porte sur leurs caractéristiques physique, chimique et biologique.

Elle peut être accompagnée d'analyses bactériologiques.

Des analyses spéciales, déterminées selon les activités qui sont à l'origine des rejets, peuvent compléter le contrôle.

Les analyses sont effectuées, selon les normes algériennes en vigueur, par des laboratoires agréés dont la liste est fixée par un arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé de l'hydraulique et du ministre chargé de la santé.

Art. 23. — Lorsque des termes du procès-verbal ou des analyses, il ressort la commission d'infraction, l'inspecteur de l'environnement chargé du contrôle transmet le procès-verbal contenant lesdites infractions au ministère public territorialement compétent.

Art. 24. — Toute infraction aux dispositions du présent décret sera punie conformément aux lois en vigueur.

Art. 25. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 10 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM

ANNEXE

VALEURS LIMITES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET
DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT INDUSTRIELLES

| PARAMETRES | UNITES | VALEURS MAXIMALES |
|---------------------------|--------|-------------------|
| Températures | °C | 30 |
| PH | " | 5,5 à 8,5 |
| Mes | mg / l | 30 |
| DBO5 | " | 40 |
| DCO | " | 120 |
| Azote Kjeldahl <i>NO2</i> | " | 40 |
| Phosphates | " | 02 |
| Cyanures | " | 0,1 |
| Aluminium | " | 5 |
| Cadmium | " | 0,2 |
| Chrome 3 + | " | 3,0 |
| Chrome 6 + | " | 0,1 |
| Fer | " | 5 |
| Manganèse | " | 1 |
| Mercuré | " | 0,01 |
| Nickel | " | 5 |
| Plomb | " | 1 |
| Cuivre | " | 3 |
| Zinc | " | 5 |
| Huiles et Graisses | " | 20 |
| Hydrocarbures | " | 20 |
| Phénols | " | 0,5 |
| Solvants organiques | " | 20 |
| Chlore actif | " | 1,0 |
| PCB | mg / l | 0,001 |
| Détergents | " | 2 |
| Tensio-actifs anioniques | " | 10 |

3. Plan d'implantation de l'unité de traitement des effluents ETP II, raffinerie de Skikda

