

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Ecole Supérieure des Sciences Appliquées d'Alger



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا في العلوم التطبيقية بالجزائر

Département du second cycle

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Procédés Organiques

Thème :

Traitement des effluents industriels : Cas de l' ENIEM

Présenté par : TOUATI Yamina

Encadré (e) par : BERKACHE Kamel

Co-encadré(e) par : OUMEZZAOUCHE Ammar

Soutenu le : 24/06/2023

Devant le jury composé de :

| | | | |
|------------------------|-----------|------------|--------------|
| Mme. BOUDERDARA Nabila | MCB | ESSA-Alger | Présidente |
| Mr. KHERFI Hamza | MCA | ESSA-Alger | Examineur |
| Mr. BERKACHE Kamel | MCA | ESSA-Alger | Encadreur |
| Mr. OUMEZZAOUCHE Ammar | Ingénieur | ENIEM | Co-Encadreur |

Monôme N° : 20PO/MASTER/2023

Résumé

Au niveau de la station de neutralisation de l'ENIEM, les effluents considérés sont traités suivant un procédé bien précis en ayant comme objectif l'atténuation de leur toxicité en diminuant de la concentration des matières polluantes qui les constituent pour pouvoir contrôler à la fin leur conformité à la norme environnementale imposée par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Pour se faire, il est indispensable que les mesures de certains paramètres se fassent avant et après le traitement tout en se basant sur les différentes techniques de caractérisation.

Mots clés : station de neutralisation, norme environnementale, techniques de caractérisation

ملخص

على مستوى محطة تعادل *ENIEM*، يتم معالجة السوائل المعتبرة وفقاً لعملية محددة بغرض تقليل سميتها من خلال تقليل تركيز المواد الملوثة التي تتكون منها، من أجل التحكم في مطابقتها للمعايير البيئية المفروضة من قبل منظمة الصحة العالمية (*WHO*). لتحقيق هذا الهدف، من الضروري قياس معالم معينة قبل وبعد المعالجة، مستنداً إلى مختلف تقنيات التوصيف. **كلمات مفتاحية:** محطة التعادل، المعيار البيئي، تقنيات التوصيف.

Abstract

At the level of the ENIEM neutralization station, the considered effluents are treated according to a specific process with the objective of reducing their toxicity by decreasing the concentration of the polluting substances that constitute them, in order to ultimately control their compliance with the environmental standard imposed by the World Health Organization (WHO). To achieve this, it is essential to measure certain parameters before and after treatment, relying on various characterization techniques.

Keywords: neutralization station, environmental standard, characterization techniques.

Remerciements

Avant tout développement, il me paraît opportun d'entamer mon rapport de projet de fin d'étude par des remerciements à ceux qui m'ont inculqué des notions nouvelles et qui ont consolidé mes acquis tout en ayant l'amabilité de faire de ce projet une expérience professionnelle agréable et favorable. Ainsi, je remercie mon encadreur M. Kamel BERKACHE et mon Co-encadreur M. Ammar OUMEZZAOUCHE qui m'ont accompagnée durant ma période de stage tout en faisant preuve de constance et de pédagogie.

Merci aux membres du jury, à la présidente Mme BOUDERDARA et à l'examineur M. KHERFI pour avoir sacrifié de leur temps pour étudier et examiner avec attention mon modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

À maman et à papa

Il n'y pas de mots assez puissants pour vous témoigner ma gratitude

Votre patience et votre soutien n'ont pas d'égaux

Merci maman

Merci papa

Merci d'avoir été là à mes côtés et d'avoir cru en moi

J'espère que vous êtes fière de votre fille

À mon frère et à ma sœur

À nos fous rires qui venait du cœur

Et à nos moments de bonheur

Que la réussite soit votre ombre et votre douceur

Yamina Touati

Table des matières

| | |
|---|------|
| Résumé | ii |
| Remerciements..... | iii |
| Dédicaces..... | iv |
| Table des matières..... | vi |
| Liste des tableaux..... | viii |
| Liste des figures | ix |
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre 1 Généralités sur les eaux usées et impacts environnementaux | 2 |
| 1.1 Eaux usées | 2 |
| 1.1.1 Définition | 2 |
| 1.1.2 Eaux usées industrielles | 2 |
| 1.2 Indicateurs de pollution de l'eau [3]..... | 3 |
| 1.2.1 Potentiel hydrogène pH..... | 3 |
| 1.2.2 DBO5 | 3 |
| 1.2.3 DCO | 3 |
| 1.2.4 Turbidité..... | 3 |
| 1.2.5 MEST | 4 |
| 1.3 Impacts environnementaux..... | 4 |
| Chapitre 2 Procédé de traitement des effluents (matériel et méthode) | 5 |
| 2.1 Présentation de l'entreprise | 5 |
| 2.2 Traitement de surface | 5 |
| 2.3 Types de rejet (cas de l'entreprise ENIEM) | 7 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 2.4 | Description de la station de neutralisation de l'ENIEM..... | 7 |
| 2.5 | Etapes du procédé physico-chimique de traitement des effluents..... | 8 |
| 2.5.1 | Déchromatation [2] | 8 |
| 2.5.2 | Neutralisation | 8 |
| 2.5.3 | Floculation..... | 9 |
| 2.5.4 | Chambre de réaction..... | 10 |
| 2.5.5 | Décantation..... | 10 |
| 2.6 | Caractérisation des effluents industriels..... | 11 |
| 2.6.1 | Réactifs utilisés | 11 |
| 2.6.2 | Matériel utilisé..... | 11 |
| 2.6.3 | Echantillonnage [6] | 11 |
| 2.7 | Modes opératoires des techniques physico-chimiques..... | 12 |
| 2.7.1 | Potentiel hydrogène pH..... | 12 |
| 2.7.2 | UV-visible | 12 |
| 2.7.3 | Demande chimique en oxygène DCO..... | 13 |
| 2.7.4 | Phosphate total | 13 |
| 2.8 | Détermination des ions de chrome total | 14 |
| 2.9 | Méthode de détermination des ions chromate Cr (VI) | 15 |
| 2.10 | Méthode de détermination des ions de Nickel..... | 15 |
| 2.11 | Méthode de détermination des ions de zinc | 16 |
| 2.12 | Méthode de détermination des ions de Fer | 16 |
| Chapitre 3 Résultats et discussion | | 18 |
| 3.1 | Résultats d'analyse des effluents industriels à l'entrée et la sortie de la station pour six semaines | 18 |
| 3.2 | Représentation graphique des résultats..... | 19 |
| 3.3 | Interprétation des graphes et discussion des résultats | 23 |
| Conclusion | | 24 |
| Bibliographie | | 25 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1-Résultats d'analyse des effluents industriels à l'entrée et à la sortie de la station pendant six semaines | 18 |
| Tableau 2-les valeurs limitent des eaux de rejets selon l'OMS | 19 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1-Schéma de la station de neutralisation de l'ENIEM..... | 7 |
| Figure 2- Schéma de principe de déchromatation..... | 8 |
| Figure 3-Chambre de réaction..... | 10 |
| Figure 4-Représentation graphique des valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de la station de neutralisation | 19 |
| Figure 5- Représentation graphique de la concentration du chrome total au niveau de l'entrée et de la sortie de la station | 20 |
| Figure 6- Représentation graphique de la concentration du Nickel au niveau de l'entrée et de la sortie de la station..... | 20 |
| Figure 7- Représentation graphique de la concentration du zinc au niveau de l'entrée et à la sortie de la station..... | 21 |
| Figure 8- Représentation graphique de la concentration du fer au niveau de l'entrée et la sortie de la station. | 21 |
| Figure 9- Représentation graphique des valeurs de la DCO à l'entrée et à la sortie de la station . | 22 |
| Figure 10- Représentation graphique des valeurs du phosphate à l'entrée et à la sortie de la station | 22 |

Introduction

Elément indispensable pour toute vie sur terre et pour l'essor économiques des nations, l'eau est la ressource la plus précieuse qui puisse exister car face aux besoins cruciaux, elle ne se présente jamais en quantités suffisantes mais personne n'en fait une fatalité ; elle est surexploitée, gaspillée et polluée donc il grand temps de faire de sa préservation une priorité pour qu'elle ne soit pas dérobée aux générations futures [1].

Depuis l'industrialisation, l'homme ne cesse de subir les retombées de ses progrès technologiques et les lacunes de ses progrès scientifiques car ses activités génèrent l'un des problèmes des plus alarmants de notre temps qu'est la pollution.

Dans ce mémoire, c'est la pollution de l'eau qui est prise en compte. Le travail porte essentiellement sur le traitement des eaux usées générées par le traitement de surface au niveau de l'ENIEM. Plusieurs paramètres doivent être mesurés à l'entrée et à la sortie de la station de neutralisation pour une durée de six semaines. Le but est de diminuer des concentrations des matières polluantes présentes dans l'eau telles : les métaux et les matières en suspension.

Ce mémoire comprend trois chapitres qui sont les suivants :

- ↳ **Le premier** : il donne une introduction aux eaux usées et clarifie les enjeux environnementaux.
- ↳ **Le second** : il présente les méthodes utilisées pour procéder au traitement.
- ↳ **Le troisième** : il donne les résultats d'analyses enregistrées à l'entrée et à la sortie de la station de neutralisation en valeurs tabulées et en représentation graphique.

Chapitre 1

Généralités sur les eaux usées et impacts environnementaux

1.1 Eaux usées

1.1.1 Définition

Les eaux usées sont des eaux rejetées ou destinées au rejet ; elles englobent majoritairement les eaux issues des activités anthropiques (domestique, industrielle et agricoles). Comme il y a également les eaux pluviales et de ruissellement. Etant donné la modification des caractéristiques physico-chimiques causée par les polluants, leur réutilisation avant traitement est quasi-impossible [2].

1.1.2 Eaux usées industrielles

Elles découlent de l'activité industrielle de l'homme. Leurs caractéristiques dépendent de l'industrie qui les génère. Elles sont essentiellement constituées avec des quantités plus ou moins importantes de substances chimiques organiques et métalliques et cela en plus des composés azotés et phosphatés.

1.1.2.1 Polluants des eaux usées industrielles

Les polluants présents dans les eaux usées industrielles sont nombreux, parmi eux ; les plus dominants cités comme suit :

- ↳ **Matières en suspension (MES):** elles représentent toutes les substances organiques non solubles dans l'eau qui donnent à l'eau un aspect trouble.

↳ **Les métaux :** il s'agit d'une part des métaux déjà présents dans l'eau mais dont les concentrations sont hors normes et d'une autre, des métaux lourds avec des couches de valence saturées.

1.2 Indicateurs de pollution de l'eau [3]

1.2.1 Potentiel hydrogène pH

Ce test est indispensable et c'est l'un des plus utilisés en chimie. Sa mesure permet de calculer l'écart entre les eaux testées et les eaux du milieu naturel (pH = 7).

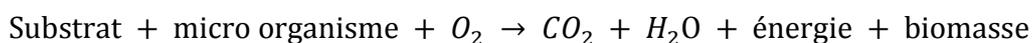
Exemple : les eaux usées issues de l'industrie ont tendance à être acide.

1.2.2 DBO5

C'est la demande chimique en oxygène ; elle permet d'évaluer la concentration en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre d'eau, elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader la matière organique présente pendant cinq jours à l'aide du bichromate de potassium à 150°C.

1.2.3 DCO

C'est la demande chimique en oxygène ; elle permet d'estimer la quantité de matières organiques présente dans l'eau. Cette DCO est exprimée en milligrammes d'oxygène par litre d'eau et représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toute la matière organique. Elle est résumée par la réaction suivante :



1.2.4 Turbidité

Elle traduit l'opacité d'une eau trouble causée par la présence de matières en suspension. Elle a pour unité de mesure :

*Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit)
= unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit).*

1.2.5 MEST

Les Matières en suspension totale sont obtenues par filtration. Elles quantifient les particules non dissoutes, sédiments ou matières organiques, qui sont responsables de la turbidité et de la couleur de l'eau.

1.3 Impacts environnementaux

Les eaux usées de part leurs composants représentent un danger pour le biotope et la biocénose. Elles sont à l'origine de plusieurs maladies surtout celles liées à la présence d'éléments toxiques. De plus, elles peuvent être responsable de l'extinction de la faune et de la destruction de la flore à cause de la contamination des ruisseaux, des lacs, des rivières et des océans [4].

Etant donné l'ampleur des conséquences qu'elles peuvent engendrer, biologistes et ingénieurs ont pris les choses en mains en mettant en œuvre des procédés de traitement au niveau des stations de neutralisation et d'épuration afin d'y remédier au problème. Par la suite, il y aura deux catégories d'eaux traitées selon leur devenir ; il y aura celles qui seront récupérées et celles qui seront stockées dans des sites isolés. Cependant, la deuxième catégorie fait l'objet de plusieurs recherches surtout ces dernières années avec l'appauvrissement des ressources en eau causé par le réchauffement climatique.

Chapitre 2

Procédé de traitement des effluents (matériel et méthode)

2.1 Présentation de l'entreprise

ENIEM, Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager est une entreprise publique économique (EPE) de droit algérien du groupe ELEC EL DJAZAIR constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous la tutelle de l'entreprise SONELEC (Société Nationale de Fabrication et du Montage du Matériel Électrique et Electronique). Elle est spécialisée dans la production, le montage et la commercialisation de divers produits électroménagers. Elle assure également le service après-vente de ses appareils. Elle possède les deux certifications : ISO 9001 et ISO 14001. Son siège social est implanté au chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et ses unités : de production, prestation technique et commerciale se trouvent quant à elles au niveau de la zone industrielle Aissat Idir à Oued Aissi commune de Tizi Rached à environ 10 km à l'est de la wilaya. Comme elle possède une filiale de fabrication de lampes FILAMP, située à Mouhamadia wilaya de Mascara.

2.2 Traitement de surface

Les effluents industriels de l'ENIEM proviennent des ateliers de traitement de surface des trois unités de production (unité cuisson, unité froid et unité climatisation). Ils sont envoyés à la station de neutralisation par voie souterraine pour être traités. Le traitement repose sur les opérations suivantes [5]:

↳ **Dégraissage** : le but de cette opération est d'éliminer les graisses et l'huile des tôles en acier en utilisant des produits dégraissants alcalins composés de soude ou de potasse avec adjuvants comme tensioactifs et cela pour les deux unités : froid et cuisson uniquement. Pour l'unité climatisation, ce sont les dégraissants acides qui interviennent dans le traitement de surface. Par ailleurs, les bains sont assez concentrés, une fois saturés, ils sont rejetés directement dans leurs bassins respectifs au niveau de la station de neutralisation.

↳ **Traitement** : il varie d'une unité à une autre et engendre des effluents de nature acides concentrés.

D'une manière générale il repose sur :

- ✓ La phosphatation (unité froid et unité climatisation).
- ✓ La chromatisation (unité froid).
- ✓ Le décapage (unité cuisson).
- ✓ Nickelage-chromage (unité cuisson).
- ✓ Electro-zingage (unité cuisson).
- ✓ La passivation (unités : froid, climatisation et cuisson).

↳ **Rinçage**: cette opération génère ou des effluents chargés en chrome ou des effluents de nature acide dilué ou de nature basique diluée. Elle consiste à nettoyer la tôle des produits chimiques et des composants superficiels gênants et nuisibles (graisses, huile et poussières) . Le rinçage se fait en trois périodes :

- ✓ Rinçage après dégraissages.
- ✓ Rinçage final après traitement (phosphatation, décapage, nickelage, chromage...etc.)
- ✓ Le rinçage final après passivation .

2.3 Types de rejet (cas de l'entreprise ENIEM)

- ↪ **Acides** : ce type de rejet provient des bains acides de dégraissage, de traitement et de rinçage.
- ↪ **Alcalins** : les eaux alcalines proviennent des bains alcalins de dégraissage, de zincage et de décapage.
- ↪ **Les métaux** : tels que : le fer, le zinc, le cuivre, l'aluminium...etc. Ils proviennent des bains de décapage, de zincage, de nickelage...etc. Ce sont essentiellement des cations qui ne disparaissent pas après le rinçage.
- ↪ **Le chrome hexavalent** : les eaux résiduaires contenant du chrome hexavalent proviennent des bains de passivation des différents ateliers de traitement de surface.

2.4 Description de la station de neutralisation de l'ENIEM

C'est à son niveau que les effluents sont traités. Elle comprend les bassins suivants :

- ↪ Les bassins de réception : acides concentrés, acides dilués, alcalins concentrés, alcalins dilués, de chrome dilué, de chrome concentré et éluât.
- ↪ Les bassins de traitement: déchromatation, neutralisation 1^{er} stade, neutralisation 2^{ème} stade, floculation-décantation et de boues.

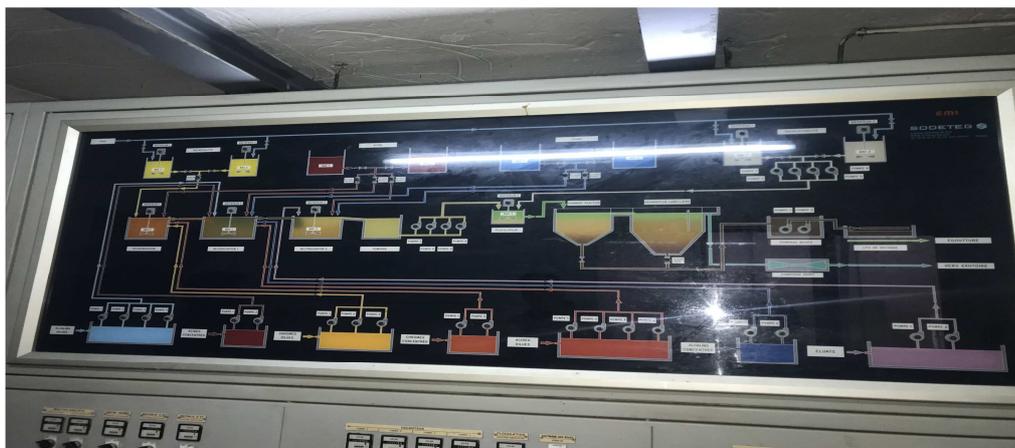
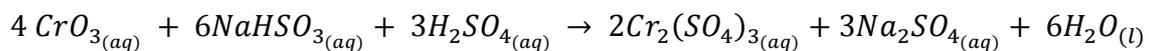


Figure 1-Schéma de la station de neutralisation de l'ENIEM

2.5 Etapes du procédé physico-chimique de traitement des effluents

2.5.1 Déchromation [2]

Elle consiste à réduire le chrome hexavalent (Cr^{6+}) en chrome (Cr^{3+}) jusqu'à une valeur admissible par la norme environnementale. Cette valeur ne doit pas dépasser 0.5mg/l de Cr^{T} , cependant l'idéal est d'avoir une concentration inférieure ou égale à 0.1mg/l de Cr^{6+} . La déchromation du Cr^{6+} se fait suivant la réaction d'oxydoréduction par le métabisulfite de sodium de formule chimique NaHSO_3 en présence acide sulfurique à $\text{pH}=2$.



Ainsi la réaction d'oxydation est équilibrée, le chrome hexavalent (Cr^{6+}) est réduit par le métabisulfite (NaHSO_3) en chrome trivalent (Cr^{3+}) moins et basiques.

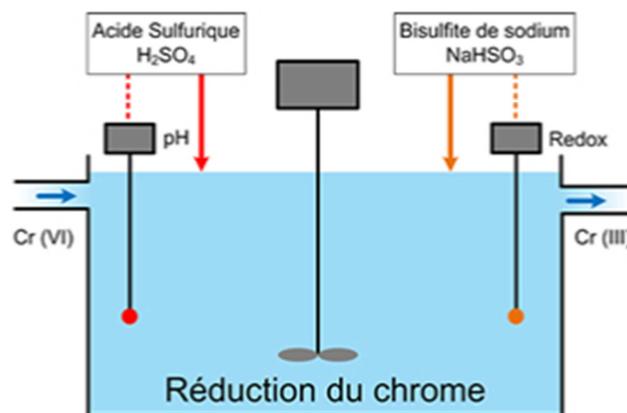


Figure 2- Schéma de principe de déchromation

2.5.2 Neutralisation

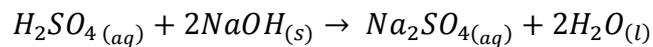
Le but de la neutralisation est de ramener les effluents acides et basiques dans une zone de pH neutre (6.5 à 8.5).

- A. 1 er stade :** Les eaux alcalines et acides (diluées et concentrées) sont pompées à partir des bacs de stockages correspondants, ainsi que les eaux déchromâtes sont admises dans ce stade de neutralisation, pour une précorrection du PH et cela se fait par un système

d'injection automatique. Soit injecter l'acide sulfurique (H_2SO_4 96%) ou de la soude (NaOH à 50%). Tout dépend de la concentration du bain (s'il est acide on lui injection du NaOH pour atteindre la plage pH, dans le cas contraire on lui injecte du H_2SO_4)

B. 2^{ème} stade : Après la première étape de neutralisation, les effluents subissent une deuxième neutralisation pour s'assurer que l'acide et la base sont bien neutralisés.

La réaction de la neutralisation est la suivante :



2.5.3 Flocculation

Pour éliminer les particules d'impuretés on a recours aux procédés de coagulation et de flocculation qui ont pour but principal de déstabiliser les particules c'est-à-dire de faciliter leur agglomération et favorisent à l'aide d'un mélange lent de manière à ne pas briser les floccs, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former des floccs qu'on pourra éliminer par décantation.

2.5.4 Chambre de réaction

C'est un décanteur cylindro-conique où une première décantation est effectuée. Après injection du réactif de floculation (polyélectrolyte) et une agitation lente, les effluents transfuges le décanteur cylindro-conique. Les eaux sont reçues par trop-plein dans un grand bac appelé décanteur lamellaire.



Figure 3-Chambre de réaction

2.5.5 Décantation

Elle est réalisée dans un décanteur lamellaire. Elle assure la séparation des floes des eaux traitées. Les boues collées sur les lamelles ou accrochées aux parois du décanteur subissent une décantation rapide grâce au moteur vibreur installé au niveau bas de ce réservoir.

L'évacuation des boues se fait par une vanne automatique, dont la cadence est assurée par une minuterie reliée aux quatre pompes de refoulement des eaux.

2.6 Caractérisation des effluents industriels

2.6.1 Réactifs utilisés

Les réactifs utilisés : acide sulfurique, sulfate de mercure, bichromate, sulfate d'argent, dichromate de potassium $K_2 CrO_7$, sulfate de fer et d'ammonium, réactifs de Chrome, réactifs de fer, réactifs de Nickel, réactifs de Zinc, réactif de la DCO et réactifs du phosphate.

2.6.2 Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour réaliser les différentes analyses sont : une fiole jaugée, un tube à essai, une pipette, une échelle colorimétrique du pH, une seringue en plastique, une pissette de l'eau déminéralisée, un spectrophotomètre UV- visible et un bloc chauffant.

2.6.3 Echantillonnage [6]

L'échantillonnage est réalisé par prélèvement de l'échantillon en respectant plusieurs conditions :

- ↳ Bouteilles en plastique préparées pour les prélèvements des échantillons, elles sont appropriées aux analyses spécifiques prévues par le laboratoire d'analyse.
- ↳ Pendant le prélèvement, les bouteilles d'échantillonnages doivent être rincées plusieurs fois avec de l'eau distillée puis avec de l'eau à prélever puis remplies sans espace d'air et préservées de façon adéquate.
- ↳ Avant l'acheminement des bouteilles d'échantillons au laboratoire, leur identification est réalisée sur le site par l'étiquetage suivant :
 - ✓ Le nom de l'établissement
 - ✓ La date et l'heure du prélèvement
 - ✓ Les points des rejets concernés et la nature des rejets.
- ↳ Le pH doit être mesuré lors du prélèvement, car la température influence ce paramètre (quand la température augmente le pH augmente aussi).

↳ Pour la conservation des métaux lourds, nous ajoutons de l'acide sulfurique au lieu de l'acide nitrique car ce dernier influe sur la DCO en l'augmentant.

Le prélèvement a été effectué en trois points :

- ✓ Bassin de chrome dilué.
- ✓ 2^{ème} stade de neutralisation.
- ✓ Rejet final de la station de neutralisation.

2.7 Modes opératoires des techniques physico-chimiques

2.7.1 Potentiel hydrogène pH

Ce paramètre permet d'évaluer la concentration des ions hydrogène dans une solution. Cette grandeur chimique mesure le caractère acide ou basique d'une solution aqueuse. Plus la solution est acide, plus la valeur du pH est faible et inversement.

- ↳ Au moyen d'une pipette, on prélève 8 ml de l'échantillon à analyser.
- ↳ On le met dans un tube à essai.
- ↳ On ajoute 2 à 3 gouttes d'indicateur du pH, une coloration se produit.
- ↳ On compare la coloration produite avec l'échelle colorimétrique, et on lit la valeur correspondante du pH sur cette échelle.

Remarque : on peut aussi mesurer le pH à l'aide d'un pH-mètre.

2.7.2 UV-visible

La détermination des paramètres suivants : la DCO, Phosphate et les ions métalliques se fait grâce à un spectrophotomètre UV-visible.

Ainsi, la loi utilisée est celle de Beer Lambert qui s'exprime comme suit :

$$A = \epsilon \cdot l \cdot C$$

Avec :

- ↪ A : absorbance.
- ↪ ϵ : coefficient d'extinction moléculaire (cm^2/mol).
- ↪ l : l'épaisseur de la cuve (cm).
- ↪ C : concentration de la substance dans la solution (mol/l).

2.7.3 Demande chimique en oxygène DCO

Les étapes à suivre sont comme suit :

- ↪ On ouvre une cuve ronde, on la tient inclinée et on ajoute lentement sans mélanger 2 ml de l'échantillon à analyser.
- ↪ On ferme bien la cuve puis on l'insère dans le récipient de sécurité et on secoue en la tenant au bouchon (la cuve s'échauffe, la solution reste trouble jusqu'à ce qu'elle soit chauffée.
- ↪ On la place ensuite dans un bloc chauffant à 148 °C pendant 2h.
- ↪ Après 2 h, on fait sortir la cuve du bloc chauffant. 10 min plus tard (la cuve est encore chaude), on la secoue et on la laisse refroidir à température ambiante.
- ↪ On nettoie la cuve à l'extérieur.
- ↪ On introduit cette dernière dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 436 nm.
- ↪ On fait la lecture.

2.7.4 Phosphate total

La concentration de phosphate est déterminée par la méthode spectrale. Elle consiste en une détermination photométrique en tant que bleu de molybdène après hydrolyse acide et oxydation à 100-120 ° C.

Les étapes à suivre sont :

- ↪ On ouvre une cuve ronde.
- ↪ On verse 0.2 ml de l'échantillon à analyser (le pH doit être entre 1 et 10).
- ↪ On ajoute le réactif nano-fixe phosphate total R2.
- ↪ On ferme bien puis on mélange et on la place dans un bloc chauffant à 120 °C pendant 30 à 60 min.
- ↪ On laisse refroidir à température ambiante.
- ↪ On ajoute le réactif nano-fixe phosphore R3.
- ↪ On ajoute 0.2ml de réactif phosphate total R4.
- ↪ On mélange et on nettoie la cuve à l'extérieur.
- ↪ Effectuer la lecture au spectrophotomètre après 10 min avec une plage allant de 5 à 50 mg/l et une longueur d'onde de 690 nm.

2.8 Détermination des ions de chrome total

Pour le dosage des ions chrome, on a utilisé la méthode colorimétrique dite test rapide, les étapes à suivre sont :

- ↪ On prélève 5 ml de l'échantillon à analyser à l'aide d'une seringue et on les verse dans le récipient (A).
- ↪ On verse de l'eau distillée dans le récipient (B) et on le laisse comme témoin (sans lui ajouter du réactif).
- ↪ On ajoute 5 gouttes du réactifs Cr 1 et on mélange.
- ↪ On ajoute 5 gouttes du réactif Cr 2 et on mélange.
- ↪ On laisse reposer pendant 3 min.

- ↪ On place la capsule sur le comparateur et on fait glisser jusqu'à l'équilibre des deux couleurs (de A et B), puis on fait la lecture de la concentration sur le comparateur.
- ↪ On compare la valeur obtenue avec la norme de rejet.

2.9 Méthode de détermination des ions chromate Cr (VI)

La détermination photométrique des ions de Cr (VI) est réalisée à l'aide de la diphenylcarbazide.

Pour se faire :

- ↪ On Ouvre une cuve ronde et on ajoute 4 ml de l'échantillon à analyser (la valeur du pH doit être comprise entre 1 et 7) puis on incorpore 0.2 ml de réactif Cr R2, on ferme et on mélange
- ↪ On nettoie la cuve à l'extérieur et on mesure la concentration des ions Cr (VI) après 5 min.

2.10 Méthode de détermination des ions de Nickel

Pour le dosage du Nickel on a utilisé la méthode spectrale, suivant ces étapes :

- ↪ On introduit respectivement dans une fiole jaugée (de 25 ml) 20 ml de l'échantillon à analyser prélevés à l'aide d'une pipette graduée puis on ajoute :
- ↪ 1 ml de réactif Nickel R1, 1 ml de réactif de Nickel R2 et on mélange.
- ↪ 1 ml de réactif Nickel R3, on mélange.
- ↪ 1 ml de réactif Nickel R4, on mélange.
- ↪ On ajuste le volume de la fiole à 25 ml avec de l'eau distillée et on mélange.
- ↪ On allume le spectrophotomètre et on insère le numéro de série programmé pour le nickel 1-62.
- ↪ On prépare le blanc (de l'eau distillée), et on fait sa lecture dans le spectrophotomètre, afin de réinitialiser ce dernier, et cela en le versant dans une cuve rectangulaire.

↪ Après 5 min on verse le contenu de la fiole jaugée dans une cuve rectangulaire.

↪ On place la cuve rectangulaire dans le spectrophotomètre et on fait la lecture.

2.11 Méthode de détermination des ions de zinc

La détermination des ions de Zinc a été faite par la méthode spectrale en suivant ces étapes :

↪ On ouvre une cuve ronde, on ajoute 4 ml de l'échantillon à analyser et on dissout complètement les réactifs.

↪ On ajoute 0.2 ml de réactif de Zinc R2, on ferme et on mélange.

↪ On nettoie la cuve à l'extérieur et on mesure après 1 min en plaçant la cuve ronde dans le spectrophotomètre après avoir saisi le numéro de série qui correspond au Zinc 0-96.

↪ On fait la lecture.

2.12 Méthode de détermination des ions de Fer

La détermination des ions de Fer dans l'échantillon a été faite par la méthode spectrale, au moyen d'un spectrophotomètre UV- visible, suivant ces étapes :

↪ On introduit respectivement dans une fiole jaugée de (25 ml) 20 ml de l'échantillon à analyser

↪ On ajoute 1 ml de réactif de Fer R1, on mélange.

↪ On ajoute 1 cuillère de mesure de réactif de Fer R2, on mélange.

↪ On ajoute 1 ml de réactif de Fer R3, on mélange.

↪ On ajoute 1 ml de réactif de Fer R4, on mélange.

↪ On ajuste le volume dans la fiole avec de l'eau distillée.

↪ On allume le spectrophotomètre et on fait entrer le numéro de série programmé pour le Fer 1-36

- ↪ On prépare le blanc (de l'eau distillée), et on fait la lecture dans le spectrophotomètre, afin de réinitialiser ce dernier, et cela en le versant dans une cuve rectangulaire
- ↪ Après 5 min on verse le contenu de la fiole jaugée dans une cuve rectangulaire
- ↪ On place la cuve rectangulaire dans le spectrophotomètre et on fait la lecture.

Chapitre 3

Résultats et discussion

3.1 Résultats d'analyse des effluents industriels à l'entrée et la sortie de la station pour six semaines

Les résultats d'analyse des affluents industriels à l'entrée et à la sortie de la station pour six semaines sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 1-Résultats d'analyse des effluents industriels à l'entrée et à la sortie de la station pendant six semaines

| Paramètre | Entrée station (avant traitement) | | | | | | Rejet station (après traitement) | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| pH | 2.22 | 9.22 | 5.12 | 9.1 | 10.25 | 10.22 | 8.27 | 8.1 | 8.25 | 8.34 | 7.67 | 8.2 |
| Chrome | 8.95 mg/l | 9 mg/l | 9.55 mg/l | 10 mg/l | 10.2 mg/l | 8.78 mg/l | 0.08 mg/l | 0.19 mg/l | 0.35 mg/l | 0.09 mg/l | 0.014 mg/l | 0.08 mg/l |
| Nickel | 5.25 mg/l | 3.66 mg/l | 3 mg/l | 4.12 mg/l | 4.66 mg/l | 2.89 mg/l | 0.32 mg/l | 0.13 mg/l | 0.37 mg/l | 0.1 mg/l | 0.06 mg/l | 0.14 mg/l |
| Zinc | 3.88 mg/l | 4.27 mg/l | 4.01 mg/l | 5.55 mg/l | 4.26 mg/l | 3.02 mg/l | 2.08 mg/l | 0.1 mg/l | 2.23 mg/l | 2.34 mg/l | 1.89 mg/l | 1.04 mg/l |
| Fer | 8.13 mg/l | 7.02 mg/l | 7.13 mg/l | 6.32 mg/l | 5.4 mg/l | 8.5 mg/l | 0.05 mg/l | 0.4 mg/l | 0.04 mg/l | 0.4 mg/l | 0.23 mg/l | 0.26 mg/l |
| DCO | 125.35 mg/l | 150.03 mg/l | 205.09 mg/l | 140.3 mg/l | 201.17 mg/l | 128.39 mg/l | 50 mg/l | 84 mg/l | 65 mg/l | 68 mg/l | 70 mg/l | 62 mg/l |
| Phosphate | 34 | 56.01 | 18.3 | 32.03 | 27.01 | 24.09 | 7.5 | 6.4 | 6.1 | 6.3 | 6.3 | 6.4 |

La conformité des rejets liquides de la station à la norme environnementale, se fait en comparant les valeurs des effluents liquides de la station avec les valeurs limites de l'organisation mondiale de la santé (OMS)

Les valeurs limites des paramètres sont données par le tableau suivant :

Tableau 2-les valeurs limitent des eaux de rejets selon l'OMS

| Paramètres | Valeurs limites |
|---------------------|-----------------|
| pH | 6,5 |
| Température (°C) | 30 |
| Chrome total (mg/L) | 0,5 |
| Nickel (mg/L) | 0,5 |
| Zinc (mg/L) | 3 |
| Fer (mg/L) | 3 |
| Phosphate (mg/L) | 10 |
| DCO (mg/L) | 120 |

3.2 Représentation graphique des résultats

Les résultats obtenus sont représentés par les graphes suivants :

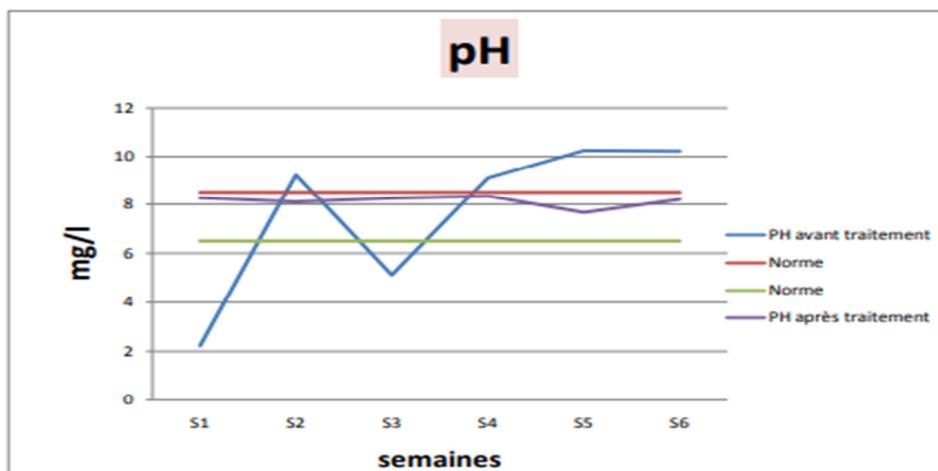


Figure 4-Représentation graphique des valeurs de pH à l'entrée et à la sortie de la station de neutralisation

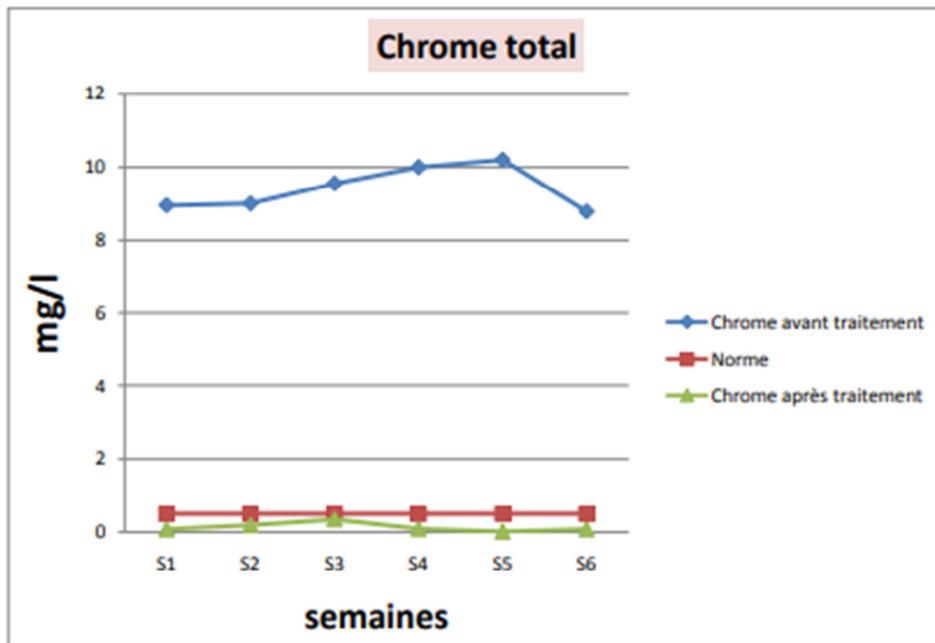


Figure 5- Représentation graphique de la concentration du chrome total au niveau de l'entrée et de la sortie de la station

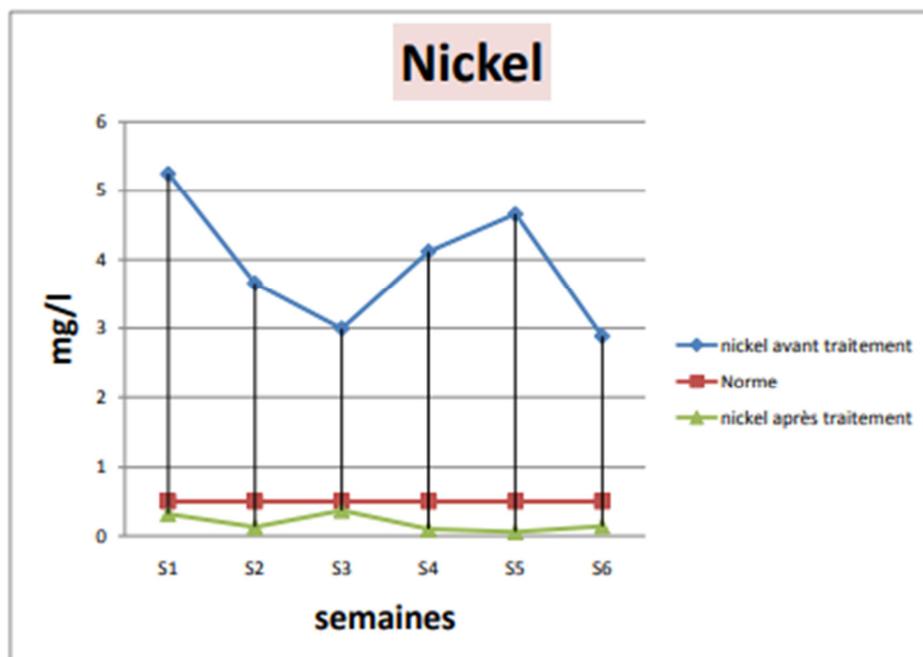


Figure 6- Représentation graphique de la concentration du Nickel au niveau de l'entrée et de la sortie de la station

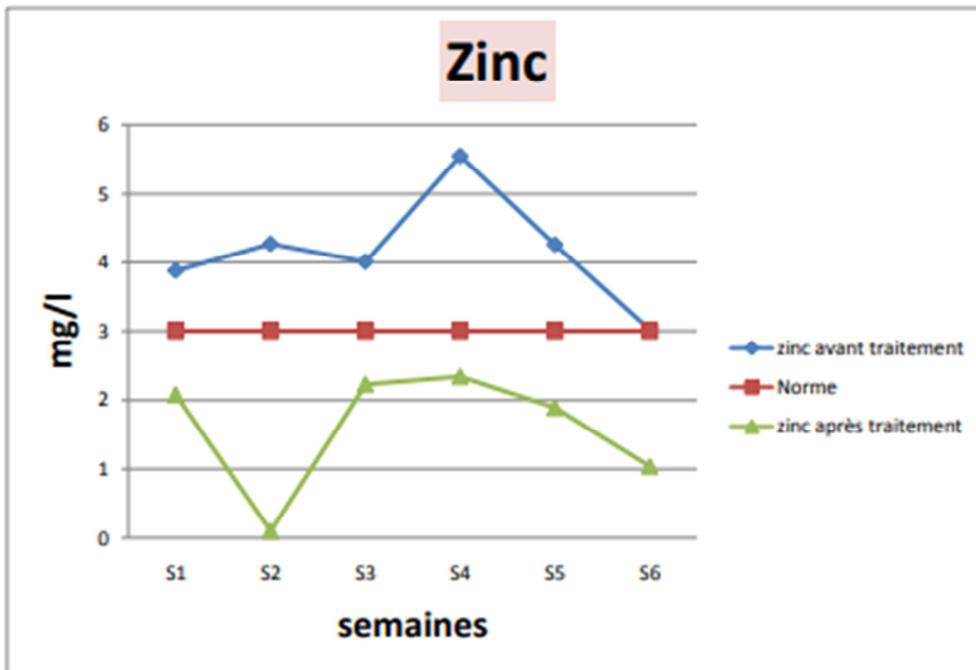


Figure 7- Représentation graphique de la concentration du zinc au niveau de l'entrée et à la sortie de la station

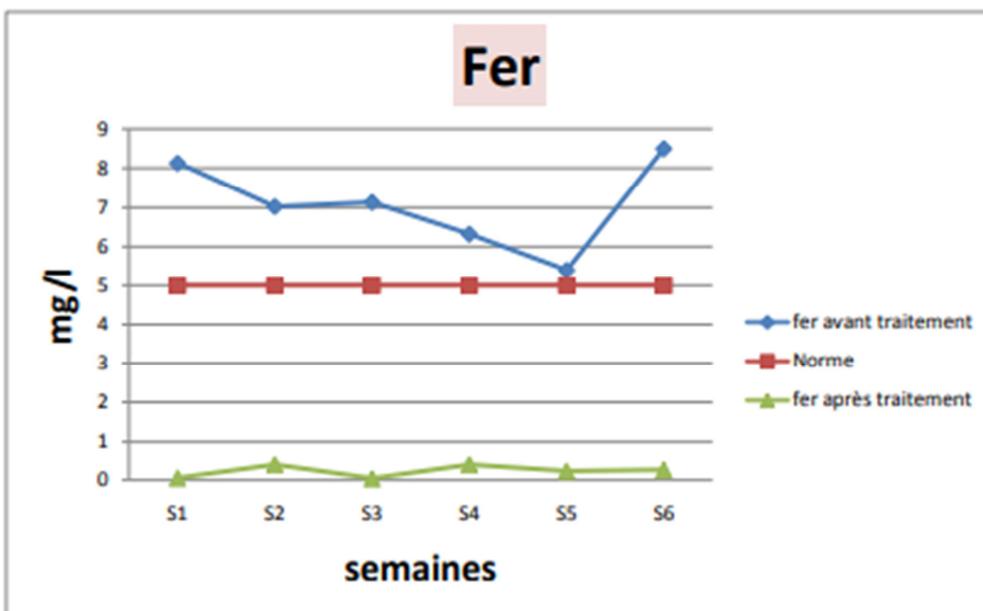


Figure 8- Représentation graphique de la concentration du fer au niveau de l'entrée et la sortie de la station.

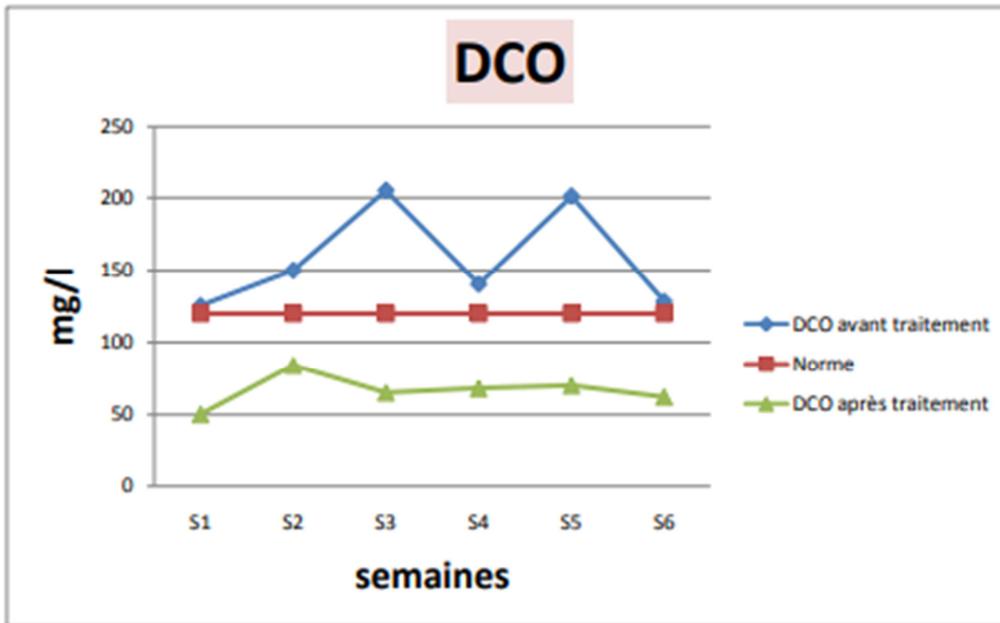


Figure 9- Représentation graphique des valeurs de la DCO à l'entrée et à la sortie de la station

↳ Les valeurs enregistrées de la DCO à la sortie à la sortie sont inférieures à la norme.

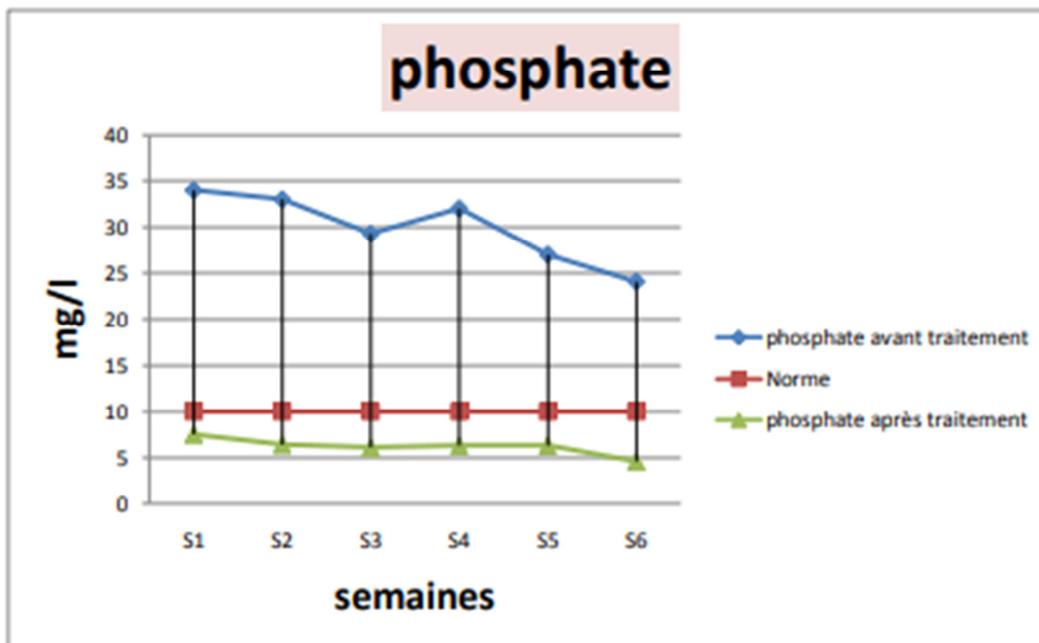


Figure 10- Représentation graphique des valeurs du phosphate à l'entrée et à la sortie de la station

3.3 Interprétation des graphes et discussion des résultats

Les figures représentant les graphes indiquent (que) :

- ↳ Les valeurs de tous les paramètres à l'entrée de la station ne sont pas conformes à la norme.
- ↳ Les valeurs de tous les paramètres à la sortie de la station sont inférieures à la norme donc conformes ou dans la norme pour le pH.
- ↳ Une régression importante entre les valeurs enregistrées à l'entrée et celles observées à la sortie.

Synthèse : les trois observations démontrent qu'il y a une très bonne neutralisation et que l'ENIEM maîtrise à la perfection tous les paramètres.

Conclusion

Le travail effectué avait pour principale ambition de traiter les effluents provenant des ateliers de l'ENIEM et qui sont générés par le traitement de surface. Plusieurs techniques de caractérisation ont été utilisées à l'entrée et à la sortie de la station et cela pendant six semaines pour l'évaluation des paramètres considérés.

Le traitement est orchestré par les opérations de déchromatation, de neutralisation, de floculation et de décantation ; la première a permis de réduire le Cr^{6+} en Cr^{3+} alors que la deuxième avait pour but d'amener le pH des acides et des bases à une zone neutre par la suite les impuretés ont été éliminées au niveau de la troisième étape pour finir avec la séparation des floccs dans le décanteur.

Les résultats obtenus après le traitement sont conformes à la norme environnementale dictée par l'OMS ce qui prouve l'efficacité du procédé suivi et aussi la bonne maîtrise des paramètres par l'ENIEM.

Pour finir, les eaux traitées ne peuvent pas être réutilisées c'est pour cela qu'elles sont envoyées vers des sites isolés afin d'être stockées. Comme elles peuvent faire dans un futur proche l'objet d'une recherche en ayant pour défi de trouver la solution adéquate qui va permettre de leur donner une seconde chance.

Bibliographie

- [1]. **Marcel Chartier** Les types de pollutions de l'eau [Article]. - France : [s.n.], 1974.
- [2]. **Saïd METAHRI Mohammed** ÉLIMINATION SIMULTANÉE DE LA POLLUTION AZOTÉE ET PHOSPHATÉE DES EAUX USÉESTRAITÉES, PAR DES PROCÉDÉS MIXTES.Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou // Thèse de doctorat. - Tizi Ouzou : [s.n.], 2012.
- [3]. **JEAN RODIER BERNARD LEGUBE** L'analyse de l'eau: contrôle et interprétation [Livre]. - 2016.
- [4]. **Robert Perraud Claus Bliefert** Chimie de l'environnement - Air, eau, sols, déchets [Livre]. - [s.l.] : De Boeck, 2001.
- [5]. **Robert Léveque Michel Colombié** Traitements et revêtements de surface des métaux [Livre]. - [s.l.] : Dunod, 2022.
- [6]. **JEAN RODIER BERNARD LEGUBE ET NICOLE MERLET** L'analyse de l'eau [Livre]. - 2009.