



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES DE MASTER ACADEMIQUE

Filière : **GÉNIE DES PROCÉDÉS**

Option: **GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT**

THÈME

Procédés d'élimination des phosphates des eaux usées du complexe

GNL3/Z

Présenté par

1-Mr Mansour Sid Ahmed

2-Mr Otsmane Elhaou Younes

Soutenu le 11 /06 / 2024 devant le jury composé de :

| | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------|--------------------------|
| Président : | Cherid Samira | Pr | Université de Mostaganem |
| Examineur : | Benzekri Benallou Mokhtar | MCA | Université de Mostaganem |
| Rapporteur : | Mekibes Zohra | MCB | Université de Mostaganem |
| Co-Encadreur : | Allal Mohamed | Doctorant | Université de Mostaganem |

REMERCIEMENTS

Grâce à Allah le tout puissant et Miséricordieux qui nous a donné la force, le courage et la volonté de pouvoir finir ce travail.

*Nous remercions ensuite avec une profonde considération et une attention particulière notre encadrante **Mme MEKIBES Zohra** , Docteur à l'université de Mostaganem, pour sa disponibilité et ses conseils très précieux tout le long de ce travail.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements au Professeur **Mme Cherid Samira**, Maître de conférences A à l'université de Mostaganem, d'avoir bien voulu présider le jury.*

*Nous tenons à exprimer toute nos reconnaissances au docteur **Mr Benzekri Benallou Mokhtar**, Maître de conférences A à l'Université de Mostaganem, d'avoir accepté d'examiner ce travail, c'est un grand honneur pour nous.*

Nos remerciements tout le staff universitaire, sans exception, qui nous ont aidés de leur mieux afin que nous puissions finir nos études en des meilleures conditions, sans oublier de l'encadrement et les travailleurs du complexe GNL3/Z.

Nous adressons nos sincères remerciements à toutes personnes ayant contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail trouvent ici le témoignage de notre profond respect.

DEDICACES

Nous dédions ce modeste mémoire, conséquence de longues années d'études, en premier lieu à :

Nos chers parents, à qui nous devons beaucoup, pour leurs sacrifices, leur amour, leurs aides et leurs soutiens afin de nous voir parvenir à ce que nous sommes devenus aujourd'hui, et qui nous ont soutenus tout le long de ce parcours, ce qui nous a donné la volonté de continuer et de finir ce travail.

*A notre directeur de mémoire **Mme MEKIBES Zohra** que Dieu la protège et la donne pleine de santé et l'aide dans son travail. Nous dédions également ce travail à :*

- Toutes les familles : **Mansour et Berrahil, Otsamne et Mahieddine.***
- A tous nos professeurs qui nous ont donné de leurs temps pour nous inculquer tout le savoir cumulé au long de notre cursus universitaire.*
- A tous nos amis(es) et camarades.*

Sid Ahmed & Younes

Résumé

La préservation de l'environnement reste une priorité par rapport à l'activité humaine. Les émissions industrielles sont devenues un élément de pollution des eaux qui représente une menace sérieuse pour la stabilité de l'espace. Ainsi, il est devenu essentiel de combattre cette pollution, de prendre des mesures extrêmement rigoureuses, en mettant en place des lois répressives contre les rejets non traités, dans le but de préserver notre biodiversité. Dans cette situation, notre recherche a pour objectif d'analyser les caractéristiques des rejets liquides au sein de l'entreprise GNL3/Z et de suggérer des solutions de traitement appropriées. Lorsque les effluents traités ont été caractérisés, les résultats confirment l'existence d'une pollution. Afin de diminuer la pollution détectée, nous avons proposé de traiter ce phénomène par l'installation d'un lit fixe adsorbant par la bentonite.

Abstract

Environmental protection remains a priority over human activity. Industrial emissions have become an element of water pollution that poses a serious threat to space stability. Thus, it has become essential to combat this pollution, to take extremely rigorous measures, by introducing law enforcement against untreated discharges, in order to preserve our biodiversity. In this situation, our research aims to analyze the characteristics of liquid discharges within the company GNL3/Z and to suggest appropriate treatment solutions. When the treated effluents have been characterized, the results confirm the existence of pollution. In order to reduce the pollution detected, it is proposed to treat this phenomenon by installing a fixed bed adsorbing bentonite.

ملخص

الحفاظ على البيئة لا تزال أولوية مقابل النشاط البشري. أصبحت الانبعاثات الصناعية جزءاً من تلوث المياه الذي يشكل تهديداً خطيراً على استقرار الفضاء. وبالتالي أصبح من الضروري مكافحة هذا التلوث، واتخاذ تدابير صارمة للغاية، من خلال وضع قوانين صارمة ضد الإفراج غير المشروع، من أجل الحفاظ على تنوعنا البيولوجي. في هذه الحالة، يهدف بحثنا إلى تحليل خصائص النفايات في شركة GNL3/Z وتقديم حلول معالجة مناسبة. عندما تم وصف النفايات المعالجة، فإن النتائج تؤكد وجود التلوث. من أجل تقليل التلوث الذي تم اكتشافه، يُنصح بتحريك هذه الظاهرة من خلال تثبيت سرير ثابت يضغط على البنتونات.

| | |
|----------------------------|----|
| Introduction générale..... | 01 |
|----------------------------|----|

Chapitre 1 : Présentation du complexe GNL3/Z

| | |
|---|----|
| I.1 Présentation du complexe GNL3/Z..... | 02 |
| I.2 Situation géographique du complexe..... | 03 |
| I.2.1 Disposition de l'usine..... | 04 |
| I.3 Fiche technique du complexe GNL3/Z..... | 05 |
| I.4 Description de la matières premières et produits finis..... | 05 |
| I.5 Les installation du complexe GNL3/Z..... | 07 |
| I.6 Les unités de l'usine..... | 08 |
| I.6.1 Zone process..... | 08 |
| I.6.2 L'utilité..... | 08 |
| I.6.3 Unité off-site..... | 09 |
| I.6.4 Système anti-incendie off-site..... | 09 |
| I.7 Principe de fonctionnement du train..... | 09 |
| I.8 Description de l'unité-64..... | 11 |

Chapitre 2 : Généralités sur la pollution

| | |
|--|----|
| II.1 Pollution..... | 14 |
| II.2 Les types de pollution par rejets liquides..... | 14 |
| II.2.1 Pollution physique..... | 14 |
| II.2.2 Pollution chimique..... | 15 |
| II.2.3 Pollution biologique..... | 16 |
| II.3 Les eaux usées..... | 17 |
| II.3.1 La pollution des eaux usées..... | 17 |

| | |
|---|----|
| II.3.2 L'origine de la pollution des eaux usées | 17 |
| II.4 Paramètres physico-chimique et biologique des eaux usées | 19 |
| II.4.1 Paramètres physiques | 19 |
| II.4.2 Paramètres chimiques | 20 |
| II.4.3 Paramètres biologiques | 21 |
| II.5 Rapport « DCO/DBO ₅ » | 21 |
| II.6 La lutte contre la pollution des eaux usées | 22 |
| II.6.1 L'épuration biologique | 22 |
| II.6.2 L'épuration physico-chimique | 22 |
| II.7 L'épuration des eaux usées industrielles | 23 |
| II.7.1 Prétraitements | 23 |
| II.7.2 Traitements primaires | 23 |
| II.7.3 Traitements secondaires | 24 |
| II.7.4 Traitements tertiaires | 24 |
| II.7.5 Traitements des boues et leur devenir | 24 |
| II.7.6 Le devenir des autres déchets | 25 |

Chapitre 3 : Analyses et résultats

| | |
|--|----|
| III.1 Les points de prélèvements | 26 |
| III.2 Analyse au laboratoire | 27 |
| III.3 Analyses et interprétation | 33 |
| III.3.1 Variation de pH | 35 |
| III.3.2 Variation de phosphate | 36 |

| | |
|--|----|
| III.3.3 Variation de la DCO... | 36 |
| III.3.4 Variation de la DBO ₅ | 37 |
| III.4 Problématique..... | 38 |
| III.5 Les impacts du phosphates sur l'environnement | 38 |
| III.6 L'adsorption sur la bentonite | 39 |
| III.7 Les propriétés d'adsorption sur la bentonite pour les phosphates | 39 |
| III.8 Avantages de l'adsorption des phosphates sur bentonite | 40 |
| III.9 Traitement sur la bentonite | 40 |
| III.10 Etudes de l'influence de quelques parametres sur l'adsorption | 40 |
| III.10.1 Type du matériau adequate | 41 |
| III.10.2 Influence du pH sur le piégeage des phosphates | 41 |
| III.11 Interprétation des resultats | 42 |
| Conclusion générale | 43 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| FigureI.1: Chaîne d'approvisionnement en gaz du projet GL3/Z..... | 02 |
| FigureI.2: Vue générale du complexe GNL3/Z | 03 |
| FigureI.3: position de l'usine GNL3/Z | 04 |
| FigureI.4: plan général de GNL-3Z..... | 04 |
| FigureI.5: Schéma fonctionnel global | 11 |
| FigureI.6: Station de purification unité 64 au niveau du GNL3/Z | 12 |
| FigureII.1: Pollution physique | 15 |
| FigureII.2: Pollution chimique | 16 |
| FigureII.3: Pollution biologique | 17 |
| FigureII.4: Station d'épuration des eaux usées | 23 |
| FigureIII.1: Schéma du circuit des eaux usées au niveau du complexe GNL3/Z | 26 |
| FigureIII.2: Prise d'échantillonnage..... | 27 |
| FigureIII.3: Analyses d'échantillon au niveau du laboratoire | 27 |
| Figure III.4: : pH-mètre | 32 |
| FigureIII.5: Histogramme de variation de pH..... | 35 |
| FigureIII.6: Histogramme de variation de Phosphate | 36 |
| FigureIII.7: Histogramme de variation de la DCO | 36 |
| FigureIII.8: Histogramme de variation de la DBO5..... | 37 |
| FigureIII.9: Structure de molécule de l'argile | 39 |
| FigureIII.10: Influence du matériau utilisé sur la quantité des phosphates adsorbée | 41 |
| FigureIII.11: Influence de pH du milieu sur la quantité des phosphates adsorbée..... | 41 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau I.1 : Conditions du gaz d'alimentation..... | 06 |
| Tableau I.2 : Composition du gaz d'alimentation..... | 06 |
| Tableau I.3 : Composition du GNL commercialisé | 07 |
| Tableau III.1 : Résultats des analyses 04 janvier 2024..... | 33 |
| Tableau III.2 : Résultats des analyses 01 février 2024..... | 34 |
| Tableau III.3 : Résultats des analyses 28 mars 2024. | 34 |
| Tableau III.4 : Variation de paramètres des rejets liquides pendant les trois mois | 35 |

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La question de l'environnement et de la durabilité est devenue une préoccupation majeure pour les entreprises à travers le monde depuis plusieurs décennies. Dans ce contexte, la société GNL3/Z, spécialisée dans la production du gaz naturel liquéfié, est confrontée à des répercussions sur l'environnement en raison de ses rejets liquides.

Différentes substances nocives pour l'environnement peuvent être présentes dans les rejets liquides issus des procédés industriels, comme des produits chimiques, des métaux lourds et d'autres contaminants.

L'objectif de cette étude est d'analyser les caractéristiques des rejets liquides chez GNL3/Z et de suggérer des solutions de traitement appropriées.

Le présent travail consiste à étudier les rejets industriels du complexe GNL3/Z et proposer des solutions afin de réduire le taux de PO_4^{3-} au niveau du rejet final.

L'objectif est de mener une étude préliminaire et de suivre les rejets du complexe, ainsi que de les analyser afin de les comparer aux normes applicables. Il comprend trois chapitres principaux ainsi que l'introduction et la conclusion.

- Le premier chapitre présente une synthèse des sources qui aborde la description du complexe GNL3/Z.
- Le deuxième chapitre vise à fournir des informations générales sur la pollution, car ce phénomène représente un risque pour l'environnement.
- Les analyses et les traitements réalisés sur les effluents liquides du complexe GNL3/Z sont regroupés dans le chapitre final.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU

COMPLEXE GNL3/Z

I.1 Présentation du complexe GNL3/Z

Sonatrach construit ce complexe pour exploiter les réserves de gaz dans le bassin Berkine au Sahara. Le programme GNL3/Z comprend la création d'un réseau de canalisations pour le transport du gaz et la mise en place d'une nouvelle usine de production de GNL. Elle inclura un train de GNL et un deuxième train à l'avenir pour traiter le gaz d'entrée, le fractionnement et la liquéfaction du méthane, ainsi que toutes les infrastructures requises telles que les services, le stockage, la jetée pour les chargements des navires, etc. La figure I.1 présente le trajet du gaz de récupération jusqu'à l'expédition.

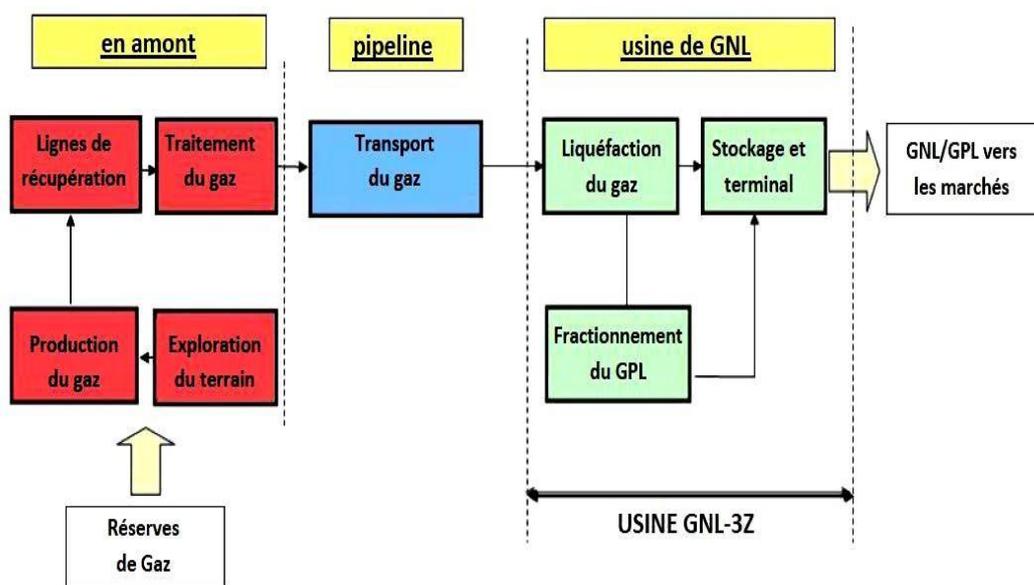


Figure I.1: Chaîne d'approvisionnement en gaz du projet GNL3/Z.

Cette usine a été développée dans le but d'atteindre une durée de vie de 30 ans. Elle est conçue pour être utilisée pendant au moins 330 jours par an. Le calcul de la production du GNL dépend de la disponibilité de l'usine, donc la philosophie de réserve adoptée doit s'assurer que la disponibilité est atteinte. L'usine GNL3/Z comprend trois zones fondamentales telles que :

- Zone utilités,
- Zone de procédé,
- Zone terminal (jetée, stockage et torches).

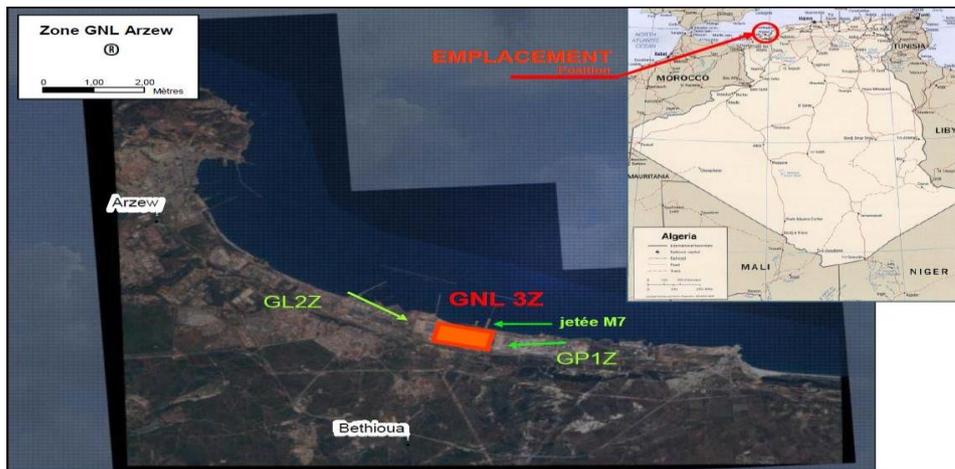
Les zones essentielles sont illustrées sur la figure I.2



FigureI.2 : Vue générale du complexe GNL3/Z.

I.2 Situation géographique du complexe

Le Site de l'usine se trouve sur la côte Méditerranéenne à Bethioua, à l'est d'Arzew, dans la zone du port industriel d'Arzew El Djedid ; Il s'étend sur une superficie de 54,6 hectares. La position du complexe est illustrée sur la figure I.3 [1].



FigureI.3: position de l'usine GNL3/Z.

I.2.1 Disposition de l'usine

Les installations de l'usine GNL3/Z comprennent le train de procédé, toutes les utilités, le stockage des produits finis, les installations off-site liées, une jetée de GNL avec une plateforme de chargement de GNL extensible, un brise-lame, la protection du bord de mer existant, tous les bâtiments et les infrastructures nécessaires.

Les installations d'entrée de l'usine se trouvent dans le côté sud-ouest de la zone d'implantation. C'est là que le gaz d'alimentation entre dans l'usine GNL3/Z.

Le côté ouest comprend la zone de génération d'énergie et les turbines à gaz frame 6.

La partie sud de l'usine est constituée des unités des utilités et de leurs dispositifs de stockage.

La section nord longe la mer et contient les installations pour le stockage des produits et des réfrigérants, la zone de la torche et la jetée. La disposition de l'usine est représentée par la figure I.4



Figure I.4 : plan général de GNL-3Z

I.3 Fiche technique du complexe GNL3/Z

- Localisation : dans la zone proche du port Industriel d'Arzew El Djedid.
- Le complexe Jumbo GPL - GP1/Z - se trouve à la limite Est du site, tandis que l'usine de dessalement (Kahrama) et le complexe GNL2/Z voisins se trouvent à la limite Ouest. Le complexe GNL3/Z se trouve coincé entre la mer Méditerranée et la route du port Nord et la route principale de la zone industrielle au Sud.
- Superficie : 50,6 hectares.
- Disponibilité de l'usine : 330 jours par an.
- Objet : Liquéfaction et séparation des composants lourds du gaz naturel.

- Capacité de production : 4,7 millions de tonnes par an.
- Procédé utilisé : Air Product Chemical Inc's (APCI).
- Produits : GNL, éthane, propane liquide, butane liquide, gazoline.
- Constructeur : le consortium Snam-Progetti (Italie) et Chiyoda (Japon).
- Nombre de trains : 1 train unique avec prévision de construire un second train similaire.
- Capacité de stockage:
 - Deux réservoirs de GNL à rétention totale d'une capacité de 160 000m³ chacun.
 - Les GPL (C3 et C4) sont stockés dans des réservoirs de rétention totale séparés de 56 000 m³ pour le propane et 12000 m³ pour le butane.
 - La gazoline produite est stabilisée puis stockée dans une sphère d'une capacité de 1 800m³.
 - Destination de la production : Les produits finis sont destinés à l'exportation et au marché national. [2].

I.4 Description de la Matière Première & du Produit [3]

Le gaz d'alimentation de l'usine GNL3 provient d'un pipeline, en dehors du réseau de distribution de gaz national de SONATRACH. Les conditions du gaz d'alimentation entrant sont les suivantes :

Tableau I.1 : Conditions du gaz d'alimentation

| Paramètre | Minimum | Maximum |
|------------------|----------------|----------------|
| Pression(bar) | 42 | 49 ,6 |
| Température(°C) | 0 | 38 |

La spécification du gaz d'entrée vers l'usine GNL a les caractéristiques suivantes (tableau I.2):

Tableau I.2 :Composition du gaz d'alimentation

| Les elements (%mol) | Base | Lourd | Léger |
|----------------------------|-------------|--------------|----------------|
| Hélium | 0,07% | 0,00% | 0,10% |
| Azote | 1,18% | 0,20% | 5,53% |
| Méthane | 84,19% | 83,61% | 85,86% |
| Ethane | 10,19% | 12,00% | 6,00% |
| Propane | 2,00% | 2,73% | 0,50% |
| Isobutane | 0,14% | 0,30% | 0,00% |
| n-Butane | 0,19% | 0,51% | 0,00% |
| Iso-Pentane | 0,02% | 0,11% | 0,00% |
| n-Pentane | 0,01% | 0,12% | 0,00% |
| n-Hexane+ | 0,00% | 0,11% | 0,00% |
| Dioxydede Carbone | 2,00% | 0,30% | 2,00% |
| Eau | 50 ppm | 50 ppm | 50ppm |
| Total | 100,00% | 100,00% | 100,00% |

Les caractéristiques des compositions du GNL commercialisé (tableau I.3):

Tableau I.3:Compositions du GNL commercialisé

| COMPOSANTS | %MOLAIREMOYEN | |
|-------------------------------------|----------------------|----------------|
| | Minimum | Maximum |
| N₂ | 0,60 | 1,40 |
| CH₄ | 84,00 | 92,50 |
| C₂H₆ | 6,00 | 8,50 |
| C₃H₈ | 2,20 | 3,00 |
| iC₄H₁₀ | 0,30 | 0,50 |
| nC₄H₁₀ | 0,30 | 0,70 |
| iC₅H₁₂ | 0,00 | 0,02 |

I.5 Les installation du complexe GNL3/Z

Les installations de l'usine GNL3/Z comprennent:

- Le train de procédé.
- Les utilités.
- Le stockage des produits finis et les installations off-site liées.
- Une jetée avec une plateforme de chargement de GNL extensible dotée d'un brise-lame.
- La protection du bord de mer.
- Tous les bâtiments et les infrastructures nécessaires.

Les Installations d'entrée de l'usine se trouvent dans le côté sud-ouest de la zone d'implantation. C'est là que le gaz d'alimentation entre dans l'usine GNL3/Z.

Le côté ouest comprend la Zone de Génération d'Energie et les Turbines à gaz.

La partie sud de l'usine est constituée des Utilités et de leurs dispositifs de stockage.

La section nord longe la mer et contient les installations pour le Stockage des Produits et des Réfrigérants, la zone de Torche et la jetée.

Le train de procédé est situé au milieu de la zone d'implantation. Il est subdivisé en deux parties : la première comprend les Unités de Prétraitement et de Liquéfaction, alors que la seconde comprend les équipements de Fractionnement et de Récupération des GNL (Liquides du Gaz Naturel).

I.6 Les unites de l'usine [4]

Le complexe SORFERT est composée de trois (03) zones :

I.6.1 Zone de process

Le procédé tout entier est effectué dans les unités opératives suivantes :

- Unité 01 : Installations d'entrée.
- Unité 02 : Stockage du solvant (amine).
- Unité 08 : Stockage de l'huile chaude.
- Unité 10 : Commune/Général.
- Unité 11 : Conditionnement du gaz d'alimentation.
- Unité 12 : Elimination du gaz acide.
- Unité 13 : Déshydratation du gaz.
- Unité 14 : Système du gaz combustible.
- Unité 15 :Liquéfaction.
- Unité 16 :Réfrigération.
- Unité 17 : Récupération et fractionnement du LGN.
- Unité 18 : Système de l'huile chaude.
- Unité 19 : Système d'Eau de refroidissement.

I.6.2 L'utilité

Cette zone est constituée de plusieurs unités :

- Unité 51 : Génération de l'énergie électrique.
- Unité 53 : Système du générateur diesel de secours.
- Unité 55 : Système gaz combustible commun.
- Unité 56 : Système de production de l'air instrument.
- Unité 57 : Système de génération d'azote.
- Unité 58 : Circuit d'eau potable.
- Unité 59 : Système de l'eau de service et déminéralisée.
- Unité 64 : Traitement des eaux usées et des effluents.

I.6.3 Unités off-site

La zone off site est constituée de:

- Unité 71 : Produit de stockage et chargement du GNL.
- Unité 72 : Produit de stockage et chargement du GPL.
- Unité 75 : Système de torche.
- Unité 76 : Système de stockage de gazoline.

I.6.4 Système anti- incendie off-site

La zone du système anti incendie est constitué par une seule unité :

- Unité 80 : Infrastructure – Commun/Générale.

I.7 Principe de fonctionnement du train

Le train est principalement composé d'un compresseur de gaz d'alimentation, d'une section d'élimination du mercure, d'une unité d'élimination du CO₂ (sous licence de BASF), d'un système de déshydratation, d'une unité de récupération et de fractionnement des LGN et d'un cycle de réfrigération au propane spécifique, d'une section de liquéfaction et de réfrigération (C3-MR sous licence APCI).

La production d'énergie, le stockage et le chargement des cargos de GNL et de GPL, l'huile chaude, l'eau de refroidissement, l'air service/instrument, l'azote, le gaz combustible, les torches, le traitement des eaux usées, l'eau de service/potable, le gasoil, le stockage du réfrigérant et de la gazoline sont parmi les utilités et les installations hors site.

L'usine peut traiter le gaz naturel de composition "légère" (ayant une teneur faible enhydrocarbures) ou "lourde"(ayantplutôt une teneurélevée enhydrocarbures).

Dans un premier temps, le gaz d'alimentation est comprimé et traité afin de supprimer le mercure, les gaz acides et l'eau. Ensuite, le gaz est refroidi et dirigé vers le déméthaniseur afin de séparer le méthane des hydrocarbures plus lourds. Les différentes colonnes de rectification divisent le courant liquide en éthane, propane, butane et gazoline, qui sont des sous-produits à grande valeur ajoutée.

Le courant de vapeur de tête du déméthaniseur obtenu est composé principalement de méthane, le qu

I.8 Description de l'unité-64

La station d'épuration de complexe GL3Z d'Arzew à été réalisée par l'entreprise (IDROCONSULTING SEWAGE TREATEMENT) - ITALY, et a été mis en service en 2014. Cette station a été conçu initialement pour un débit journalier nominal de 70 m³/j, soit une capacité de 348 EH, avec un procédé épuratoire de boue activée à faible charge, actuellement l'effectif du complexe est de 640 employés, avec une future extension jusqu'aux 1000 employés prochainement [5].



FigureI.6: Station d'épuration unite 64 au niveau du GNL3/Z.

La conception du système d'assainissement du complexe GL3Z est composée de 04 stations de relevage et une STEP.

La STEP est composée de:

01 bassin d'arrivé tampon aéré.

01 poste de relevage composé de 2 pompes en service et 01 pompe secours.

02 compartiments biologiques aérés par le fond en fin bulle

02 compartiments de décantation, l'extraction de la boue ce fait par succion à l'aide de l'air lift.

01 compartiment stabilisation des boues aéré.

01 poste de pompage des eaux traitées composé de deux pompes

CHAPITRE II

GENERALITES SUR LA POLLUTION

II.1 Pollution

La pollution correspond à l'introduction ou à la présence d'un altéragène dans un environnement et à son impact. Cette pollution est principalement due aux activités humaines, mais lorsque l'on examine les diverses pollutions générées, on constate qu'en plus de l'homme qui est responsable, il existe également des causes naturelles telles que les volcans, les orages, les tremblements de terre, etc.

La pollution se réfère à la détérioration de l'environnement par des éléments (naturels, chimiques ou radioactifs), des déchets (ménagers ou industriels) ou des perturbations variées (sonores, lumineuses, thermiques, biologiques, plus encore).

D'après le comité scientifique officiel de la Maison-Blanche pour la préservation de l'environnement, la pollution est une altération néfaste du milieu naturel qui est entièrement ou partiellement le résultat de l'action humaine, par des effets directs ou indirects qui modifient les flux d'énergie, les niveaux de radiation, la composition physico-chimique du milieu naturel et l'abondance des espèces vivantes du milieu naturel. L'impact de ces changements peut être direct ou indirect, en utilisant les ressources en produits agricoles, en eau et autres produits biologiques. Elles ont également la capacité de l'influencer en modifiant les objets physiques qu'il possède, les capacités de régénération du milieu ou encore.

En laissant de côté la nature. La pollution de l'eau est principalement causée par les actions humaines et les phénomènes naturels. Son impact est varié et affecte à la fois la santé publique, les organismes aquatiques, ainsi que la flore et la faune terrestre [6] .

II.2 Les types de pollution par rejets liquides

Différentes méthodes permettent de classer la pollution. La pollution peut être classée en trois catégories selon le type de polluant : la pollution physique, chimique et biologique.

II.2.1 Pollution physique [7]

Ce sont des particules de taille et de matière très diverses qui sont présentes dans l'eau et qui lui donnent un caractère trouble. Les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) sont également distinguées. L'illustration (figure II.1) illustre ce genre de pollution.



Figure II.1 : Pollution physique.

II.2.2 Pollution chimique [7]

Elle résulte du déversement des résidus industriels (figure II.2) qui contiennent de grandes quantités de substances chimiques, dont certaines ne peuvent pas être dégradées. La pollution chimique des sources et des nappes souterraines est également due à l'enrichissement des sols pour l'intensification de l'agriculture par différentes catégories d'engrais et de pesticides. Les matières organiques sont sensibles à ces substances, ce qui les rend plus dangereuses. Les substances polluantes chimiques sont réparties en cinq groupes :

- Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux).
- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.
- Les hydrocarbures.
- Les détergents.



Figure II.2: Pollution chimique

II.2.3 Pollution biologique [7]

C'est la pollution causée par des micro-organismes tels que les bactéries, les virus, les parasites, les champignons, les efflorescences planctoniques, etc. Les conditions d'hygiène des populations, ainsi que les caractéristiques écologiques et épidémiologiques, déterminent également l'importance de cette pollution. Les principales espèces pathogènes qui prolifèrent ou se reproduisent.

Les bactéries, les virus, les parasites et les champignons sont des organismes qui sont transportés dans l'eau. Il s'agit de pollution causée par des bactéries, des virus ou des parasites. L'illustration (II.3) illustre le genre de cette pollution.



Figure II.3: Pollution biologique.

II.3 Les eaux usées

Les eaux usées (eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par les activités humaines. Il peut ainsi s'agir d'eaux usées des usines ou d'eau de ruissellement des parcs de stationnement.

II.3.1 La pollution des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux contenant des substances polluantes, que ce soient solubles ou non, principalement issues de l'activité humaine. En règle générale, une eau usée se compose d'un mélange de substances polluantes qui correspondent à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau utilisée pour domestiques ou industrielles. Ainsi, l'eau résiduaire regroupe des eaux provenant de différentes origines qui ont perdu leurs propriétés naturelles en raison des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou urbaines, agricoles) [8].

II.3.2 L'origine de la pollution des eaux usées

Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines:

➤ Les eaux usées domestiques [9]

Elles sont issues des diverses utilisations domestiques de l'eau et sont principalement responsables de la pollution organique :

- Eaux ménagères (salles de bains et cuisines) sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de déchets organiques...
- Eaux-vannes (rejets des toilettes) chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

➤ Les eaux usées industrielles [9]

Ils sont différentes des eaux usées domestiques, leurs propriétés diffèrent d'une industrie à l'autre. En plus de l'ajout de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également renfermer :

- Des produits toxiques
- Des solvants
- Des métaux lourds

- Des micropolluants organiques
- Des hydrocarbures...

Certaines de ces eaux usées font l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

➤ **Les eaux usées urbaines [6]**

Les eaux usées contiennent des substances en suspension (comme les matières organiques) et des substances en solution telles que les produits ménagers. Seulement 65% des eaux usées sont traitées par les stations d'épuration et les composés chimiques en solution ne sont généralement pas traités. Les phosphates, en particulier, sont responsables de déséquilibres dans les écosystèmes en favorisant excessivement le développement de certains végétaux indésirables qui consomment de l'oxygène du milieu, ce qui peut priver les animaux présents.

➤ **Les eaux usées agricoles [6]**

Les engrais fournissent aux plantes cultivées les nutriments essentiels à leur développement, tels que l'azote, le potassium et le phosphore. Les dérivés azotés (en particulier les nitrates) et les phosphates entraînent des déséquilibres dans les environnements qui reçoivent les eaux de ruissellement et d'infiltration provenant de l'agriculture, en favorisant le développement des algues qui prennent le pas sur toute autre forme de vie en raison de leur survie. Les pesticides sont des substances chimiques utilisées pour éliminer les champignons (fongicides), les herbes (herbicides), les vers de terre (hématicides) et les insectes (insecticides) qui infestent les terres agricoles. L'objectif de ces produits est de les neutraliser rapidement et de les maintenir dans le sol pendant une courte période, mais une mauvaise préparation peut entraîner des effets d'intoxication importants. Les produits accumulés dans les cours d'eau peuvent avoir un effet considérable sur le milieu marin, soit à l'endroit même où se déversent les fleuves, soit par le retour des nappes souterraines qui constituent des sources sous-marines ou proches du bord de la mer.

II.4 Les caractéristique physico-chimique et biologique des eaux usées

Les eaux usées sont classées selon leur nature physique, chimique et biologique. En fonction de la quantité de polluants et des réglementations locales, un traitement physique, chimique ou biologique sera employé, et ces paramètres seront évalués en fonction de l'objectif recherché.

II.4.1 Caractéristiques physiques

➤ **Couleur**

Les eaux usées fraîches sont normalement brunes et jaunâtres, mais avec le temps,elles deviennent noires . [10].

➤ **Conductivité**

La conductivité d'une eau est l'inverse de sa résistivité électrique en $\mu\text{ohm/cm}$ ou mohm/cm (micro ou milli ohm/cm par cm). [11].

➤ **Turbidité**

En raison des matières en suspension, les eaux usées auront une turbidité plus élevée.

➤ **Température**

Pour les eaux résiduaires, elle est corrélée à la température extérieure tout en étant pluschaude car presque personne ne prend de douche froide . [10].

➤ **Matières en suspension (MES)**

Ce sont des matières solides insolubles en suspension dans un liquide et visibles à l'œil nu . [10].

➤ **Matières volatiles en suspension (MVS)**

Ce sont des fractions organiques des MES pouvant être obtenue par différence massique entre un échantillon de MES et les résidus obtenus suivant un passage au four à 550 °C

II.4.2 Caractéristiques chimiques

➤ Demande chimique en oxygène (DCO)

Elle correspond à la quantité d'oxygène consommée (exprimée en mgO₂/L) lors d'une réaction d'oxydation par bichromate de potassium, dans un milieu sulfurique à chaud et en présence d'un catalyseur, pour toutes les matières oxydables (sels minéraux oxydables et la majorité des matières organiques).[12].

➤ Azote

On mesure le nitrite, le nitrate, l'ammoniac et l'azote organique sous ses diverses formes.[10].

➤ Phosphore

Le phosphore joue un rôle essentiel dans le développement de tous les êtres vivants. Il ne doit être présent naturellement qu'en très faible quantité dans le sol et les eaux. En dehors de cela, il peut entraîner une pollution par perturbation de l'environnement aquatique.[11].

➤ L'oxygène dissous(O₂)

L'oxygène est nécessaire pour la respiration des organismes vivants aérobies aquatiques. Sous un seuil spécifique de concentration en oxygène, cela signifie[11].

➤ Chlorures(Cl⁻)

L'eau de mer contient de l'élément chlore sous forme d'ion chlorure.

➤ Sulfates(SO₄²⁻)

Les sulfates se retrouvent naturellement dans différents minéraux. La forme la plus fréquemment présente dans les ressources en eau est le sulfate de calcium.

➤ Métaux lourds

Les métaux lourds contaminants les plus couramment présents dans les eaux usées industrielles et municipales sont le cuivre (Cu), l'argent (Ag), le cadmium (Cd), le cobalt (Co), le chrome (Cr), le zinc (Zn), le mercure (Hg), le manganèse (Mn)...

II.4.3 Caractéristiques biologiques

➤ Demande biologique en oxygène (DBO₅)

L'oxygène requis par les microorganismes vivants pour oxyder les matières organiques présentes dans l'eau usée est connu sous le nom de DBO₅. La quantité d'oxygène (mgO₂/L) requise pendant cinq jours pour décomposer la matière organique présente dans un litre d'eau est exprimée en milligrammes. [13].

➤ Huile et graisse

L'huile et la graisse proviennent de déchets alimentaires et de produits pétroliers[10].

➤ Vie microbienne dans les eaux usées

Les eaux usées contiennent les microbes suivants :

- Bactéries
- Protozoaires
- Champignons
- Virus
- Algues
- Rotifères
- Nématodes

II.5 Rapport « DCO/DBO₅ »

- La DCO représente l'ensemble des matières oxydables.

- La DBO₅ représente la part des matières organiques biodégradables.

Le rapport « $R = \text{DCO/DBO}_5$ » entre ces deux paramètres peut donner une idée de labiodégradabilité.

de l'effluent :

- Si $\text{DCO/DBO}_5 < 1$: l'effluent est excellent pour le traitement biologique.
- Si $1 < \text{DCO/DBO}_5 < 2,5$: bonne traitabilité par voie biologique (c'est le cas le plus courant des eaux usées urbaines).
- Si $2,5 < \text{DCO/DBO}_5 < 3,5$: possibilité de traitement biologique mais avec adaptation de Souches.
- Si $\text{DCO/DBO}_5 > 3,5$: le traitement biologique est impossible, on doit procéder à un traitement physico-chimique.

II.6 Lutte contre la pollution des eaux usées

Des stations d'épuration peuvent être utilisées pour éliminer la pollution des eaux usées, permettant ainsi de les rejeter en milieu naturel ou de les réutiliser. L'objectif d'une STEP est de "améliorer" la qualité de l'eau pour qu'elle soit conforme aux normes environnementales.

II.6.1 L'épuration biologique

La méthode la plus couramment employée pour rétablir la qualité de l'eau consiste à éliminer les principales impuretés, à condition qu'elles soient biodégradables et ne contiennent pas de substances toxiques. Ce processus repose sur :

- Les boues activées
- Le lit bactérien
- Le lagunage
- Le Disque biologique

II.6.2 L'épuration physico-chimique[14].

- Si un effluent renferme des substances toxiques, il ne doit pas être soumis à un traitement biologique car cela pourrait entraîner la destruction des micro-organismes.
- La majorité des déchets produits par l'industrie chimique et de l'industrie des métaux renferment des substances toxiques et nécessitent un traitement spécifique.
- Les réactifs employés sont personnalisés en fonction de la nature de chaque substance toxique à éliminer.
- Pour les effluents domestiques, il est possible d'utiliser un traitement physico-chimique avant le traitement biologique afin de précipiter le phosphore ou de diminuer la charge de pollution associée aux matières en suspension.

II.7 Epuration des eaux usées industrielles

Le traitement des eaux usées dans une station d'épuration des eaux industrielles (figure II.4) se déroule en quatre étapes : prétraitements, traitements primaires, traitements secondaires et traitements tertiaires.



Figure II.4: Station d'épuration des eaux usées

II.7.1 Prétraitements

L'objectif des prétraitements est de retirer les substances en suspension. On peut procéder à cela en utilisant le dégrillage, la méthode la plus courante pour retenir les gros déchets, en utilisant une grille qui filtre les eaux usées. L'objectif du dessablage est d'éliminer le sable et le gravier, en particulier, par le biais du processus de sédimentation. Il s'agit de laisser l'eau reposer afin que les particules se condensent au fond du bassin. Enfin, la flottation est une technique de dégraissage qui permet de se débarrasser des matières grasses présentes dans l'eau. Le fond de la cuve est rempli d'air et les graisses remontent naturellement à la surface.[15].

II.7.2 Traitements primaires

L'essentiel des traitements primaires consiste en des méthodes d'assainissement physiques ou physico-chimiques similaires à une décantation. Cela permet de retirer toutes les substances polluantes solides de l'eau et de réduire de 30 à 40 %. La **DBO** (demande

d'oxygène biologique) et la **DCO** (demande d'oxygène chimique). Ce traitement initial permettra de diminuer considérablement la quantité de matière organique à traiter ensuite. Toutefois, dans les stations où le système de boues est activé, cette étape est inutile car la décantation est de facto incluse dans le traitement par boues [15].

II.7.3 Traitements secondaires

Le second traitement vise à traiter les dernières substances organiques présentes dans l'eau, en utilisant une solution biologique. On cible à nouveau les matières organiques pour les réduire au minimum. Les principaux gaz employés dans le traitement biologique des eaux usées sont le carbone et l'azote. Selon la taille de la station, les besoins environnementaux et la nature du projet, les dispositifs pour traiter les boues activées varient. De leur côté, les traitements physico-chimiques secondaires permettent d'éliminer le phosphore. Ces systèmes d'assainissement conviennent aux installations dont les déchets sont réalisés dans des environnements dits "sensibles". Il est donc possible d'utiliser diverses technologies en station : filtrage, membranes, manipulation chimique et/ou biologique[15].

II.7.4 Traitements tertiaires

La dernière étape du traitement des eaux usées est le traitement tertiaire, qui suit le traitement primaire et le traitement secondaire. L'objectif de cette étape est de purifier l'eau traitée des contaminants restants, tels que les nutriments, les bactéries et les virus, afin de générer une eau propre et respectueuse de l'environnement.[15].

II.7.5 Traitement des boues et leur devenir

Les boues provenant des décanteurs contiennent environ 85 % d'eau et peuvent être fermentées. Selon leur destination, elles subissent une manipulation et un conditionnement visant à diminuer leur volume et à les stabiliser:[14].

- L'épaississement des boues
- La stabilisation des boues
- La déshydratation des boues

II.7.6 Devenir des autres déchets

Les déchets qui sont collectés lors du dégrillage et du dessablage sont déposés dans la décharge avec les déchets verts. C'est également souvent l'endroit où les graisses sont transportées, mais des unités de traitement commencent à émerger sur les plus grandes stations d'épuration.

CHAPITRE III

ANALYSES ET RESULTATS

III.1 Le point de prélèvement

Les collectes des déchets au sein du complexe GNL3/Z ont été effectuées en utilisant une canne connectée à la bouteille, comme illustré dans la figure III.1. L'eau de l'effluent à analyser doit être placée dans des bouteilles propres et spécifiques (seulement pour les rejets liquides).

Les portes échantillonnages sont rincés avant de prélever les effluents.

Afin d'éviter l'infiltration des impuretés, il est essentiel de sécuriser efficacement le bouchon des bouteilles.

Il est essentiel de prendre toutes ces mesures de protection afin d'obtenir un échantillon représentatif.

Le point de prélèvement effectué à l'unité-64 est mentionné dans la figure III.2.

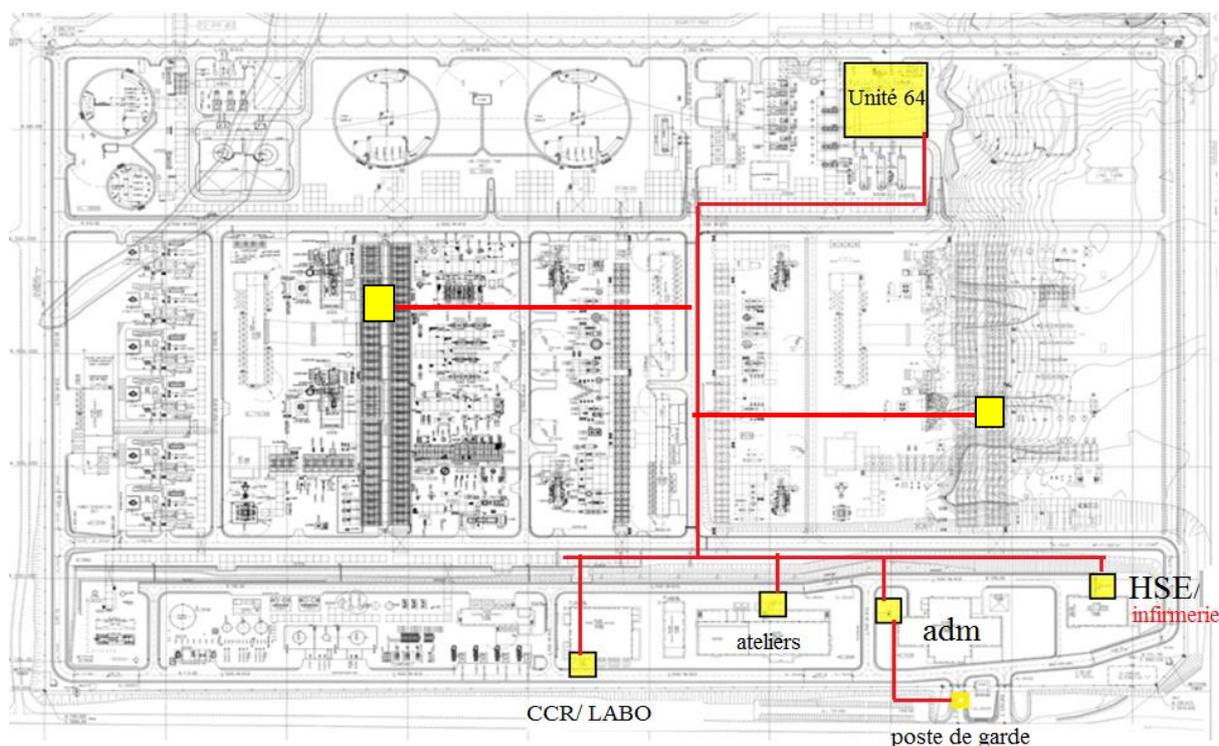


Figure III.1: Schéma du circuit des eaux usées au niveau du complexe GNL3/Z



Figure III.2 : Prise d'échantillonnage.

III.2 Analyse au laboratoire

Une fois les échantillons collectés, les analyses sont effectuées dans le laboratoire, comme illustré dans la figure III.3. Le laboratoire joue un rôle crucial dans l'industrie chimique et pétrochimique, car il permet de suivre et de contrôler en permanence la qualité des produits.

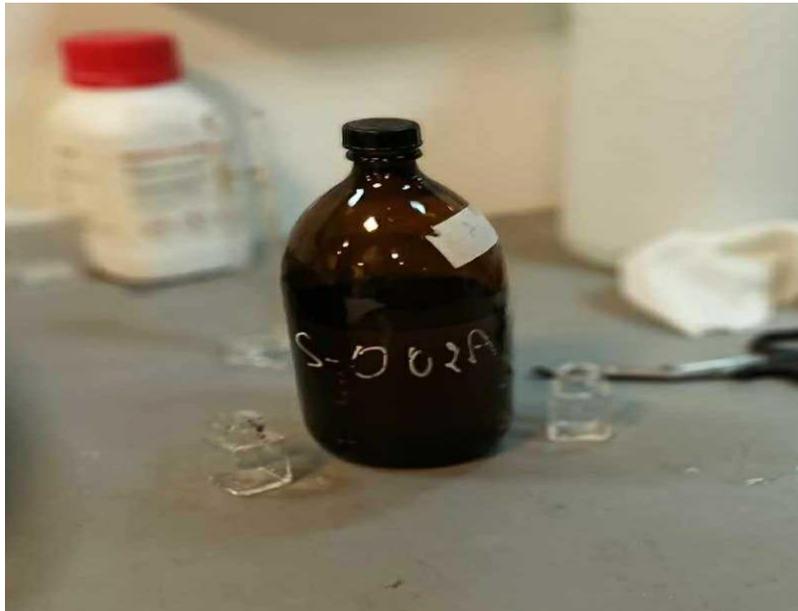


Figure III.3 : Analyses d'échantillon au niveau du laboratoire.

Mode opératoire:

➤ **Cuivre**

Appuyer sur Programmes enregistrés

- ❖ Sélectionner le programme d'analyse(135 Bicin. cuivre/Démarrer)
- ❖ Préparation de l'échantillon: Remplir une cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 mL avec l'échantillon.
- ❖ Transférer le contenu d'une pochette de réactif au cuivre CuVer 1 dans la cuve (l'échantillon préparé). Boucher et agiter pour homogénéiser.

Utiliser la pochette de réactif CuVer 2 pour les échantillons contenant des concentrations élevées en aluminium, fer et dureté. L'usage d'une cuve pour échantillon de 25 ml est requise.

- ❖ Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK.

Une période de réaction de 2 minutes va commencer.

- ❖ Préparation du blanc: Remplir une autre cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.

Zero

- ❖ Essuyer l'extérieur du blanc (cuve) et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran Zéro

Indication à l'écran

0,00 mg/L Cu

- ❖ Dans les 30 minutes après le retentissement de la minuterie, essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran: Mesurer

Les résultats sont indiqués en mg/L Cu

➤ **Phosphate**

- ❖ Appuyer sur Programmes enregistrés
- ❖ Sélectionner le programme d'analyse(480 P Réact. Mo/Démarrer)
- ❖ Préparation du blanc: Remplir une cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec de l'eau désionisée.
- ❖ Préparation de l'échantillon: Remplir une autre cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.
- ❖ Pipetter 0,5 ml du réactif Molybdovanadate en chaque cuve.
Agiter soigneusement pour homogénéiser.
- ❖ Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK.
- Une période de réaction de 7 minutes va commencer.

Si la concentration de l'échantillon est supérieure à 30 mg/L PO₃⁻, relever la valeur à sept minutes exactement ou procéder à une dilution 1:1 de l'échantillon et répéter le test
- ❖ Lorsque la minuterie retentit, essuyer l'extérieur du blanc (cuve) et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran: Zéro

Indication à l'écran 0,0 mg/L PO₄³⁻
- ❖ Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran: Mesurer

Les résultats sont indiqués en mg/L PO43-

➤ **Fer**

- ❖ Appuyer sur Programmes enregistrés.
- ❖ Sélectionner le programme d'analyse(270 Fer TPTZ/Démarrer).
- ❖ Préparation de l'échantillon: Remplir une cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 mL avec l'échantillon.

Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour fer au TPTZ pour 10 ml à l'échantillon préparé. Agiter la cuve pendant 30 secondes

10 mL
- ❖ Préparation du blanc: Remplir une autre cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 mL avec de l'eau désionisée.
- ❖ Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour fer au TPTZ pour 10 mL à l'échantillon préparé. Agiter la cuve pendant 30 secondes.
- ❖ Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur OK.

Une période de réaction de 3 minutes va commencer.

Durant cette période de réaction, achever l'étape 7
- ❖ Essuyer l'extérieur de

la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran Mesurer

Les résultats sont indiqués en mg/L Fe

➤ **MES (Matière En Suspension).**

- ❖ Les solides en suspension sont séparés par filtration, séchés et pesés.
- ❖ Le travail s'effectue comme suite : Séchez la membrane filtre sur un verre de montre dans l'étuve à 105°C. Après une minute de séchage, décalez le filtre du verre de montre pour l'empêcher de coller à la surface.
- ❖ Prêtez l'attention au filtre pendant le séchage, décalez-la encore au besoin. Après le séchage laissez se refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur. Peser le filtre à 0,0001g.
- ❖ Secouez l'échantillon bien. Pour l'eau résiduaire filtrer 50 – 1000 ml de l'échantillon, pour le filtre déminéralisé 10 L de l'eau de l'échantillon. Si nécessaire, adaptez le volume à la concentration des solides en suspension.
- ❖ Filtrer l'échantillon sous l'aspiration par la membrane-filtre. Ensuite, laver le filtre complètement avec l'eau pure.
- ❖ Séchez la membrane-filtre dans le four à 105 °C comme décrit ci-dessous.
- ❖ Laissez se refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur. Peser le filtre plus le résidu à 0,0001g.

➤ **pH**

Il est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un pH mètre (figure III.4) permettant la lecture au 1/100 d'unité. Pour commencer la mesure on a besoin de :



Figure III.4: pH-mètre

➤ **DCO (Demande Chimique en Oxygène)**

- ❖ Mettre le dépôt dans le fond de la cuve de réaction en suspension en retournant la cuve.
- ❖ Ouvrir la cuve ronde et l'incliner légèrement. Pipeter 2 ml de l'échantillon dans la cuve.
- ❖ Fermer la cuve et l'agiter énergiquement.
- ❖ Mettre dans le bloc chauffant et chauffer à 148 °C pendant 2 heures ou à 160 °C pendant 30 minutes.
- ❖ Sortir la cuve du bloc chauffant.
- ❖ Sortir la cuve du bloc chauffant, attendre 10 minutes et agiter la cuve encore une fois.
- ❖ Laisser refroidir à la température ambiante.
- ❖ Nettoyer l'extérieur de la cuve.
- ❖ Mesurer.

➤ DBO₅ (Demande Biologique En Oxygène)

Une première mesure de la concentration en dioxygène d'un échantillon d'eau est effectuée afin de mesurer la DBO₅. Cette mesure est répétée cinq jours plus tard. La différence entre les deux concentrations mesurées est appelée DBO₅.

III.3 Analyses et interprétations

Les résultats des analyses des rejets liquides au niveau du bassin pendant notre stage pendant les trois mois (du janvier au mars) sont présentés dans les tableaux (III.1), (III.2) et (III.3).

Tableau III.1 : Résultats des analyses 04 janvier 2024.

| Paramètres | Unités | Résultats d'analyses | Norme |
|-------------------|--------|----------------------|---------|
| pH | - | 6,32 | 6,5-8,5 |
| T | °C | 17,8 | 30 |
| Cond | µs/cm | 630 | - |
| Cuivre | mg/L | 0,07 | <1 |
| Phosphate | mg/L | 41,08 | <10 |
| MES | mg/L | 57 | <35 |
| DBO ₅ | mg/L | 35 | 35-40 |
| DCO | mg/L | 45,5 | <120 |
| Fer | mg/L | 0,28 | <3 |
| Chrome hexavalent | mg/L | 0,061 | <0,75 |
| Cyanure | mg/L | 0,003 | <0,15 |
| Zinc | mg/L | 0,16 | <5 |

Tableau III.2 : Résultats des analyses 01 février 2024.

| Paramètres | Unités | Résultats d'analyses | Norme |
|-------------------|--------|----------------------|---------|
| pH | - | 6,34 | 6,5-8,5 |
| T | °C | 19,8 | 30 |
| Cond | µs/cm | 683 | - |
| Cuivre | mg/L | 0,080 | <1 |
| Phosphate | mg/L | 47,28 | <10 |
| MES | mg/L | 100 | <35 |
| DBO ₅ | mg/L | 37 | 35-40 |
| DCO | mg/L | 62 | <120 |
| Fer | mg/L | 0,45 | <3 |
| Chrome hexavalent | mg/L | 0,054 | <0,75 |
| Cyanure | mg/L | 0,006 | <0,15 |
| Zinc | mg/L | 0,01 | <5 |

Tableau III.3 : Résultats des analyses 28 mars 2024.

| Paramètres | Unités | Résultats d'analyses | Norme |
|-------------------|--------|----------------------|---------|
| pH | - | 6,30 | 6,5-8,5 |
| T | °C | 22 | 30 |
| Cond | µs/cm | 503 | - |
| Cuivre | mg/L | 0,40 | <1 |
| Phosphate | mg/L | 27 | <10 |
| MES | mg/L | 49 | <35 |
| DBO ₅ | mg/L | 19 | 35-40 |
| DCO | mg/L | 38 | <120 |
| Fer | mg/L | 0,46 | <3 |
| Chrome hexavalent | mg/L | 0,047 | <0,75 |
| Cyanure | mg/L | 0,009 | <0,15 |
| Zinc | mg/L | 0,050 | <5 |

Tableau III.4 : Variation de paramètres des rejets liquides pendant les trois mois.

| Mois / Paramètres | Janvier | Février | Mars | Normes |
|------------------------|---------|---------|------|----------|
| pH | 6,32 | 6,34 | 6,30 | 6,5 -8,5 |
| Phosphate | 41,08 | 47,28 | 27 | <10 |
| DBO₅ | 35 | 37 | 19 | 35-40 |
| DCO | 45,5 | 62 | 38 | 120-130 |

III.3.1 Variation de pH

L'évolution du pH Durant les trois mois (janvier, février et mars) est représentée dans la figure III.6.

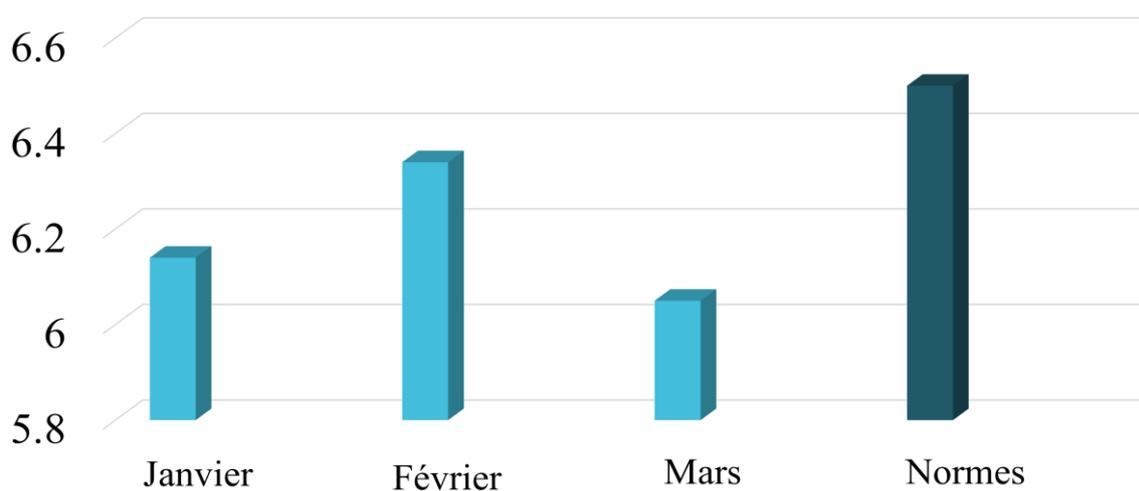


Figure III.5 : Histogramme de variation de pH.

III.3.2 Variation de Phosphate

L'évolution du Phosphate durant les trois mois (janvier, février et mars) est représentée dans la figure III.7.

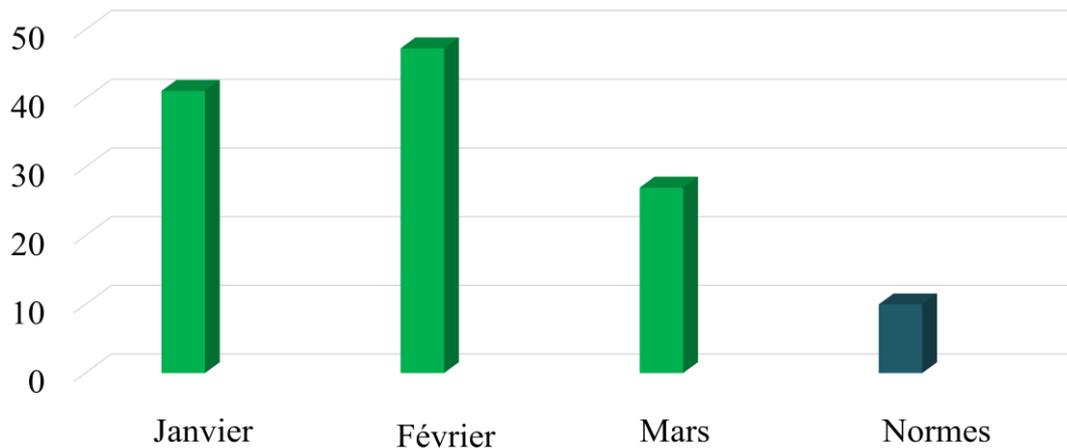


Figure III.6: Histogramme de variation de Phosphate.

III.3.3 Variation de la DCO

La variation de la demande chimique en oxygène (DCO) du complexe pour les trois mois du stage est montrée dans la figure III.8.

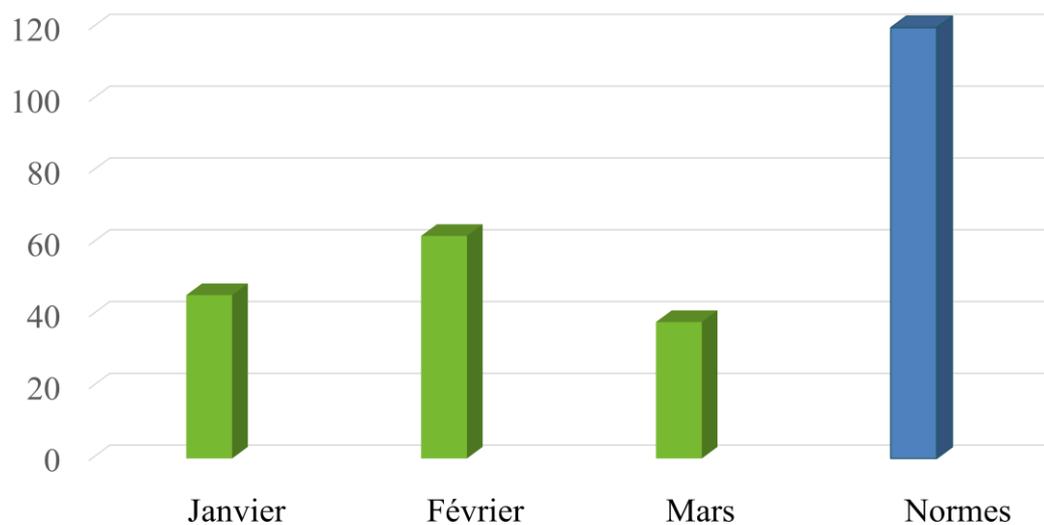


Figure III.7 : Histogramme de variation de la DCO.

III.3.4 Variation de la DBO₅

La variation de la Demande Biologique en Oxygène pendant les trois mois de stage, est représentée dans la figure III.9. La mesure DBO₅ est un outil très utilisé, qui permet notamment de vérifier la conformité réglementaire des rejets des stations d'épuration.

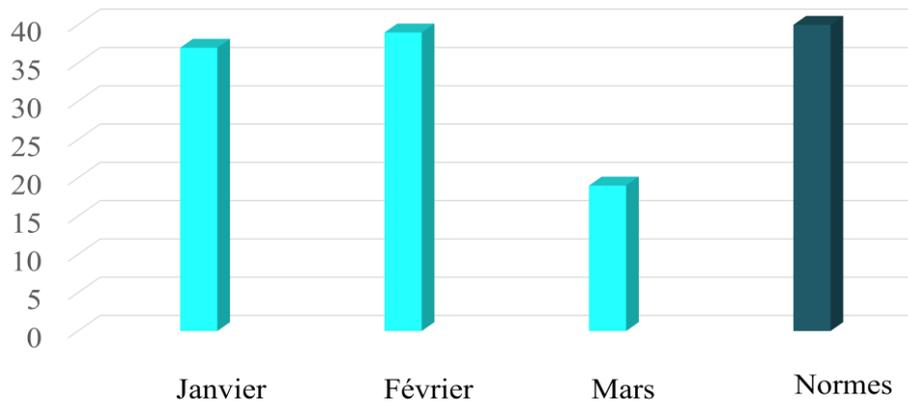


Figure III.8: Histogramme de variation de la DBO₅.

➤ **Interprétation**

D'après les résultats trouvés, nous constatons que plusieurs paramètres sont hors spécifications tels que les MES et les phosphates. Nous pourrions expliquer cette défaillance par le fait qu'un traitement biologique entraîne la réduction du pH en raison des activités biologiques des bactéries (production de CO₂ pendant les activités digestives), il est impossible d'obtenir un pH à l'intérieur des limites contractuelles tant qu'un bon plan de gestion des déchets n'est pas mis en place dans les bâtiments de l'usine.

En raison du fait qu'un traitement biologique aérobie peut gérer un nombre limité de produits phosphatés (20-30%), nous pourrions aussi interpréter la valeur élevée des phosphates par l'utilisation des quantités excessives des détergents lors des opérations de nettoyage.

III.4 PROBLEMATIQUE

Dans ce mémoire, notre objectif est de déterminer les solutions socio-économiques les plus efficaces pour diminuer la pollution au sein de l'entreprise **GNL3/Z**. D'après le domaine industriel, les déchets peuvent présenter diverses caractéristiques. Il est possible que ce soit des eaux usées, mais également des huiles, des hydrocarbures, des polluants organiques tels que les colorants, les détergents, les dérivés nitrés ou les dérivés chlorés, des métaux ou des acides minéraux tels que les acides chlorhydrique, nitrique ou sulfurique.

Selon les analyses des effluents réalisées au cours des trois mois (tableau III.4), les résultats permettent de déterminer l'existence d'une pollution (les concentrations de contaminants potentiels).

Pour réduire le taux de PO_4^{3-} , nous avons proposé de traiter cette pollution par l'adsorption sur la bentonite

III.5 Les impacts du phosphates sur l'environnement [16].

Les rejets de phosphates dans les milieux aquatiques peuvent avoir des impacts néfastes importants sur l'environnement telle que:

1. Eutrophisation des cours d'eau et plans d'eau :

Les phosphates sont des nutriments qui favorisent la prolifération excessive d'algues et de végétaux aquatiques. Cela peut entraîner un appauvrissement en oxygène de l'eau, nuisible à la faune aquatique.

2. Perturbation des écosystèmes aquatiques :

L'eutrophisation perturbe l'équilibre des écosystèmes en modifiant les conditions de vie des espèces aquatiques. Certaines espèces prolifèrent tandis que d'autres déclinent ou disparaissent.

3. Dégradation de la qualité de l'eau :

La décomposition des algues et végétaux en surnombre dégrade la qualité de l'eau, avec apparition de couleurs, odeurs désagréables et parfois toxicité.

4. Impacts sur les usages :

La dégradation de la qualité de l'eau nuit aux activités récréatives (baignade, pêche, etc.), à la production d'eau potable et peut endommager les équipements industriels.

5. Accumulation dans les sédiments :

Les phosphates peuvent s'accumuler durablement dans les sédiments des cours d'eau et

être une source de relargage à long terme.

III.6 L'adsorption sur la bentonite [17]

La bentonite est une argile naturelle composée principalement de minéraux argileux du groupe des smectites, dont la montmorillonite est le constituant majeur. Cette argile présente une grande capacité d'adsorption due à sa structure lamellaire et sa grande surface spécifique.

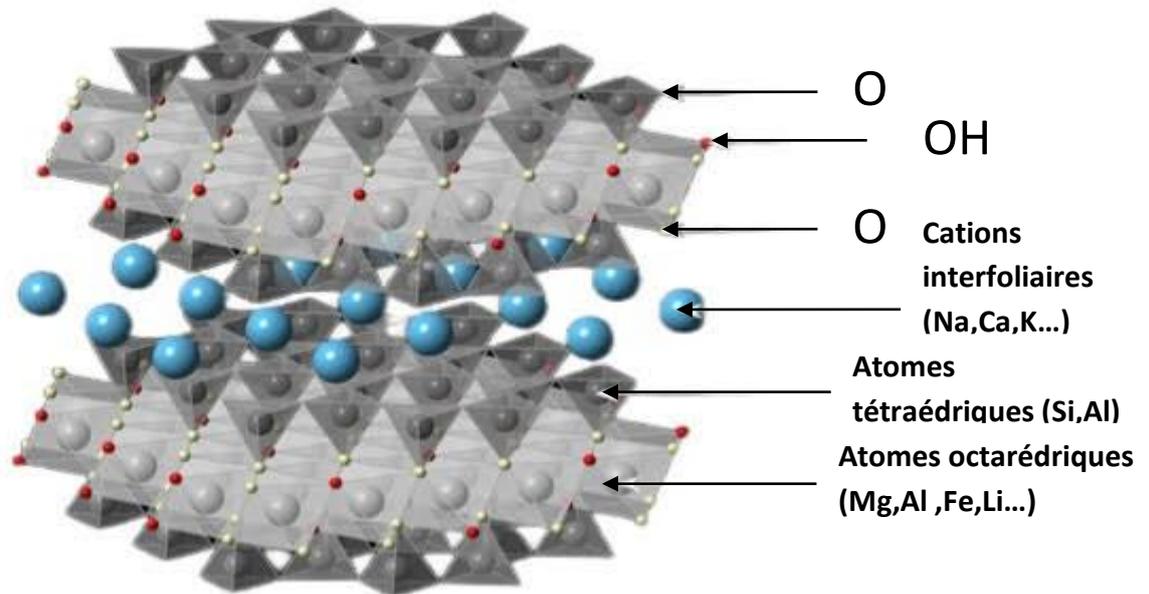


Figure III.9: Structure de molécule de l'argile.

III.7 Les propriétés d'adsorption de la bentonite pour les phosphates

1. Adsorption par échange d'ions

Les phosphates, étant des anions, peuvent être adsorbés sur les sites d'échange cationique de la bentonite grâce aux substitutions isomorphiques dans les feuillets argileux qui créent un déficit de charge positive. Les cations compensateurs (Na^+ , Ca^{2+} , etc.) peuvent être échangés par les ions phosphates [18].

2. Adsorption spécifique

Les groupements hydroxyles de bordure des feuillets argileux de la bentonite peuvent former des complexes de sphère interne avec les ions phosphates par la formation de liaisons covalentes. Cette adsorption spécifique est particulièrement efficace à faible pH [18].

3. Effet de la surface spécifique élevée

La grande surface spécifique de la bentonite (jusqu'à 800 m²/g) offre de nombreux sites d'adsorption pour les phosphates, favorisant ainsi leur rétention.[18].

4. Influence du pH

L'adsorption des phosphates par la bentonite est généralement favorisée à des pH acides à neutres. À des pH très alcalins, les ions hydroxyles peuvent entrer en compétition avec les phosphates pour les sites d'adsorption.[18].

5. Influence de la force ionique

La présence d'autres ions en solution peut affecter l'adsorption des phosphates par compétition pour les sites d'échange ou par modification de la force ionique du milieu.[18].

III.8 Avantages de l'adsorption des phosphates sur bentonite[19].

- Processus relativement simple et peu coûteux.
- Réduction efficace des phosphates, nutriments à l'origine de l'eutrophisation des eaux.
- Possibilité de régénérer et réutiliser la bentonite saturée.

III.9 Traitement sur la Bentonite

Les essais sont réalisés en réacteur statique par mise en contact de 1000 ml des eaux de rejets avec une masse de bentonite comprise entre 2 et 4 gr. Les solutions sont agitées durant 2 Heures 30 minutes. Les prélèvements au cours du temps ainsi que le dosage des ions PO₄³⁻résiduels permettent de suivre les cinétiques d'adsorption des phosphates sur la bentonite. Le suivi de la cinétique d'adsorption des phosphates a été réalisé pour la bentonite de Maghnia à l'état brut et activé chimiquement (protonée).

III.10 Étude de l'influence de quelques paramètres sur l'adsorption

Avant de commencer tout procédé d'adsorption des phosphates par la bentonite, ils sont réalisés une analyse des phosphates en aval du traitement biologique pour connaître la valeur exacte de la teneur en phosphate dans notre échantillon. L'analyse a indiqué la présence de 48 mg/L de PO₄³⁻. Ils ont contribué ensuite à la recherche des conditions opératoires optimales pour trouver le bon matériau, sa quantité optimale et le pH adéquat du milieu.

III.10.1 Type du matériau adéquat

Pour la détermination du matériau adéquat, ils sont introduit 1000 ml de l'eau des rejets dans deux erlenmeyers, ensuite ils sont ajouté 2 gr de bentonite brute dans le premier erlenmeyer et 1 gr de bentonite traité dans le second erlenmeyer. Le mélange a été agité pendant 165 minutes, à la température ambiante, et les prélèvements ont été effectués après chaque 15 minute. **Figure III.11** Donne la variation des quantités adsorbées en fonction du temps d'agitation en utilisant deux différents matériaux adsorbants.

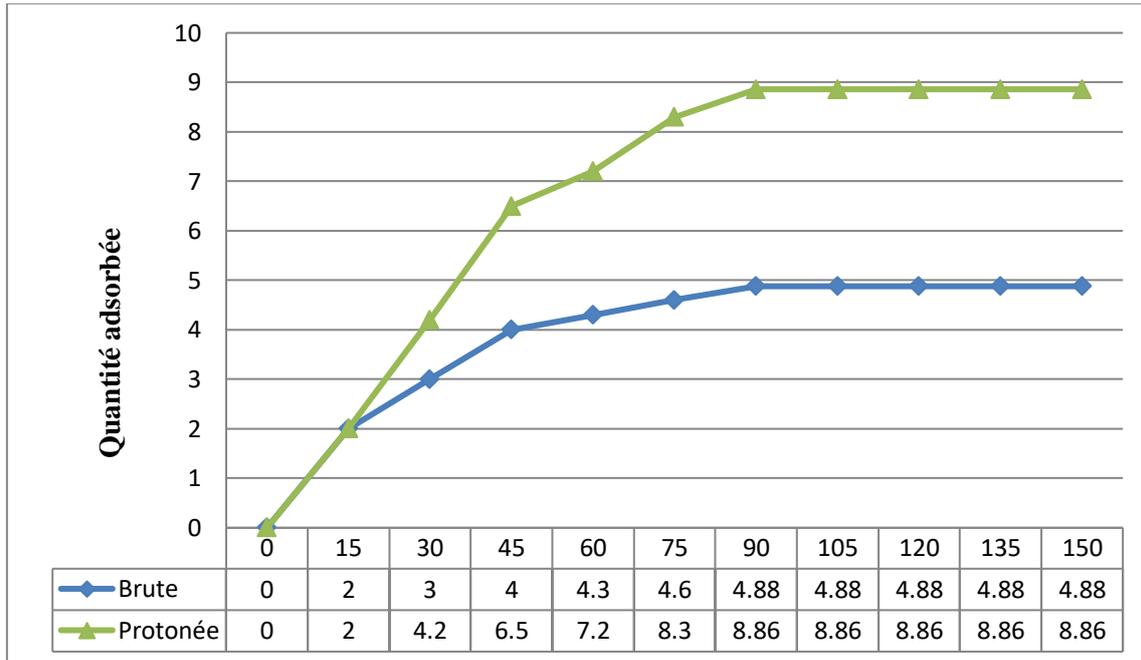


Figure III.10: Influence du matériau utilisé sur la quantité des phosphates adsorbée.

III.10.2 Influence du pH sur le piégeage des phosphates

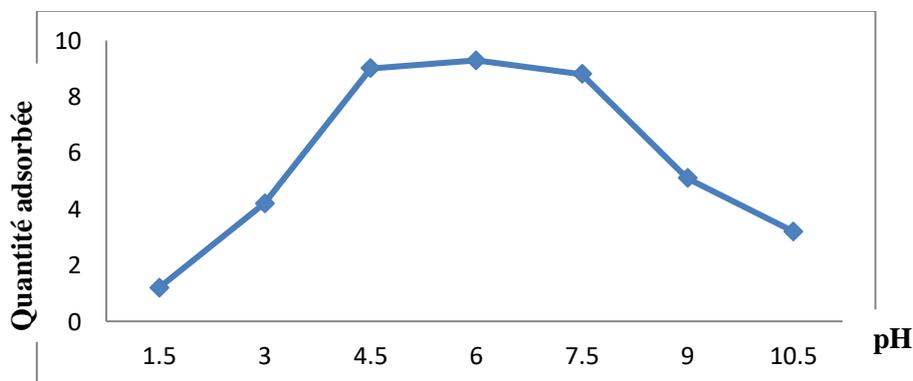


Figure III.11: Influence de pH du milieu sur la quantité des phosphates adsorbée.

III.11 Interprétation des resultants

On observe que la concentration de PO_4^{3-} dans l'eau usée de "Maghnia" est similaire à celle des concentrations de GNL3/Z et la quantité adsorbé par les deux bentonite donne des bon resultat, en plus de ça nous avons remarque que des bonne resultat d'adsorption à $\text{pH}=6$ ce qui comparable au resultat que nous avons trouvé au niveau du complexe GNL3/Z ce qui suggère que l'utilisation de bentonite offre des résultats acceptables pour éliminer les phosphates dans les rejet de GNL3/Z.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Différentes formes de pollution sont observées: chimique, physique, biologique, etc...

L'eau, qui est une composante essentielle de la vie, est soumise à diverses sources de pollution, telles que domestiques, agricoles et industrielles.

Ce stage pratique au niveau du complexe GNL3/Z était pour nous l'occasion de découvrir le monde industriel et acquérir une expérience dans le domaine du pétrole et gaz. Sur le plan pratique, nous avons pu se pencher de très près sur le processus du traitement biologique et le principe de fonctionnement de l'unité 64-ML01 notre pratique ce résumé sur les traitements physico-chimiques nous avons effectué des analyses et nous avons conclu que l'eau rejetée dans la mer est riche en phosphates ce qui est néfaste pour l'être humain et l'environnement on compare les résultats à la norme internationale recommandée.

- Notre proposition afin de réduire le taux de PO_4^{3-} , au niveau du rejet final l'emplacement d'un lit fixe adsorbant pour piéger les phosphates, des résultats prometteurs ont été trouvés par les ingénieurs de la station de traitement de Magnia lorsqu'ils ont utilisé la bentonite comme adsorbant pour éliminer les phosphates.

En outre, l'abondance naturelle de ce matériau et les faibles coûts des investissements pourraient offrir une bonne alternative aux autres adsorbants plus coûteux tels que le charbon actif, la diatomite.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] W.Mad, L.Rabidje Mémoire fin d'étude en vue d'obtention, diplôme master 2022.2023 ; séances et technologie université M'Hamed bougera de boumaredas.
- [2] S.Zentici, S.Bennama, Mémoire génie chimique .université Abed el Hamid ibn badis Mostaganem année 2019-2022.
- [3] BENDALAMOR.N; DJELLOUT.S. Impact du changement des caractéristiques de la charge du débutant sur les paramètres opératoires. Mémoire d'ingénieur; facultés de pétrochimie; université de Boumerdes; 2007.
- [4] Lounis, Département Technique, Service de Laboratoire, Rapport de Stage 2022-2023, thème Présentation du complexe GL3Z (Le Méga Train d'Arzew)
- [5] Ammar, Service de Laboratoire, document présentation de l'unité-64 complexe GNL3/Z
- [6] M. MAZOUNI, Dépollution des eaux usées par un support naturel Chitosane-polyaniline, mémoire de master, Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, 2016.
- [7] F. BOUCHEMAL, Maître de Conférences B, Polycopié du cours : Pollution des eaux, Université Echahid Hamma Lakhdar, El Oued, 2021.
- [8] C.LARADJI, H.MAIKHERROUFA, Analyse de la pollution liquide et dimensionnement de la station d'épuration des eaux usées du complexe GL2/Z, Université de Mostaganem, 2020.
- [9] <http://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/quest-ce-que-les-eaux-usees/>
- [10] <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/>
- [11] <https://cpepesc.org/6-nature-et-pollutions/2-eaux-et-milieus-aquatiques-sources-de-pollutions-et-atteintes/2-qualite-des-eaux-pollutions-etat-des-cours-deau/2-bonne-qualite-ou-pollution-des-eaux/parametres-physiques-et-chimiques-de-leau->

indicateurs-des-pollutions/les-differents-parametres-physiques-et-chimiques-des-eaux-et-commentaires/

- [12] M. KHELLADI, cours du module Traitements Physico-Chimique et Biologique, Master 2, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 2024.
- [13] A. BEN KHALIFA, I. DERKI, Étude de performance du système de lagunage aéré dans quelques stations d'épuration dans la région d'Oued Souf, Mémoire de master, Université Echahid Hamma Lakhdar, El oued, 2019.
- [14] Agence de l'eau Loire-Bretagne, Perle d'eau, Cahier pédagogique N°2, Pollution et épuration de l'eau, établissement public du ministère chargé du développement durable.
- [15] <https://fr.airliquide.com/solutions/traitement-des-eaux/lepuration-des-eaux>
- [16] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Phosphate-page-2.html>
- [17] https://dspace.univouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/1769/1/master_kanouri_labide
- [18] S. Bendou, Mémoire génie chimique .université M'hamed Bougera-boumerdes année 2019-2020.
- [19] <http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/220/1/11.Youcef>.