

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

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

Filière : Ecologie et environnement

Option: Protection des écosystèmes

Intitulé

**Procédés de traitement des effluents liquides produit au
niveau de la GNL Skikda**

Présenté Par :

BOUMAZA Nesrine

TAOUTAOU Nada

SAOULA Amina

ZERKOUT Khaoula

Membre de Jury:

BOUDEFFA Khaled MCA

FEKRACHE Fadila MCA

OUDJANE Faiza MCA

Président

Promoteur

Examineur

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier DIEU le tout puissant, mon créateur

Pour nous donner la force de faire le travail.

*Nous tenons à remercier les honorables membres de jury **Boudeffa K.** et*

***Oudjane F.** pour avoir accepté d'évaluer ce mémoire*

Nous remercions sincèrement notre encadreur

***Dr. Fekrache Fadila** enseignant à l'université 20 aout 1955 de skikda d'avoir pour son acceptation pour nous encadrer et de diriger le travail présenté dans*

ce mémoire, pour sa compréhension, sa patience, sa gentillesse, et ces remarques qui nous m'ont été précieuses, et qui a été toujours disponible Pour nous Guider dans la prise de bonnes décisions.

Nous espérons être à la hauteur de sa confiance.

Le long de notre parcours.

Nous remercions l'unité de GNL de SKIKDA pour à été accompli dans ce travail au sein de département de production en collaboration avec l'institut algérien de pétrole. .

*Nous remercions également **Mrs, Abd elWahabe ouldjaoui, imad** et **Mme NADIA Charime** pour leur aides durant le stage de formation sans oublier*

***Mme, Boumaza nour Alhouda** pour ses efforts dans laboratoire de GNL.*

Nous remercions l'unité de CP2K "POLYMEDE" de SKIKDA pour ses efforts et la qualité de la formation dispensée.

Nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je voudrai remercies tous d'abord, Allah tout clément et miséricorde Allah pour Être mon meilleur confident pour me permettre de réaliser mes rêves merci pour me guider et être toujours avec moi.

Je dédier ce mémoire

À l'âme de mon grand père Rabah que je pleure son absence. Ce travail est pour votre amour inconditionnel et pour moi le fruit de tes prières, que DIEU vous accueille dans sa miséricorde.

À mon père Salah

École de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger,

Que DIEU te donne santé et longue vie.

À ma très chère mère Ghania

À celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. Que dieu le garde et le protège.

À ma deuxième mère Zohra Je sais bien quel que soit les remerciements que je vous adresse c'est peu, que DIEU vous protège.

À ma grand sœur Manel je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordés dans les moments la plus difficile.

À mes chères sœurs et frère : Dayaa, Loubna, Wedjedane, Israa et Bayane.

À tous ceux qui ont une place spéciale dans mon cœur.

À tous les proches, sans exception, de près ou de loin.

NADA

DEDICACE

*A l'issue de ce travail nous tenons à remercier **dieu** tout puissant de nous avoir gardé jusqu'à l'aboutissement de cet œuvre.*

Je vous dédie ce travail , a mes chers parents

*Mon père **Abd elhafid** qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici j'espère toujours rester fidele aux valeurs morales que vous m'avez apprises*

*Ma mère **Fatiha** pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné au long de ma vie*

*A mes chère sœurs : **Ikram , Meriem et Fadia** les mots ne peuvent resumé ma reconnaissance et mon amour*

*A mon seul frere **Mohamed** que j'aime tant*

*A ma petite niece : **Lina***

*A mon petit neveu : **Kais***

*A mon grande- père **Mohamed***

*A mes adorables amies : **Hounaida, Roumaissa et Khaoula***

AMINA

Dédicaces

*C'est avec grande gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à la pensée de mes chers parents, mon père **Mahmoud**, et ma mère **Nadia** qui m'ont éclairés mon chemin par leurs conseils judicieux, je prie dieu de les protéger.*

*A mon très cher mari **Amar** qui n'a cessé de m'encourager et de me guider*

*A mes chers frères, **Anis** et **Raid***

*A mes chères sœurs **Ibtissem** et **Dikra***

*A mes neveux **Amdjed** et **yahia***

A ma deuxième famille

*A mes très chères amies **Rahma**, **Farida**, **Rym**, **Aya**, et **Amina***

*A mon oncle **Abd el Madjid**, merci pour tous les intérêts et l'aide*

A tous qui m'ont aidé de loin ou de près.

Zerkout khaoula

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. **Ma mère Samia** pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. Je lui dois une fière chandelle. **Mon père Saïd** qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici. J'espère toujours*

Rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.

*A mes très chères sœurs : **Rawda, Meriem, Anfal.***

*A mes frères : **Oussama, Noufel** et tous mes famille*

A tous mes amies proche

*A tous mes collègues de la promotion **Protection des écosystemes 2022.***

A tous ceux que j'aime

Nesrine.

Résumé

L'eau est menacée par une importante pollution humaine et industrielle c'est pour cela un traitement des eaux usées industrielles et actuellement plus qu'indispensable et une sensibilisation générale de l'homme est plus que nécessaire afin de préserver la vie. Nous sommes tous responsable comme citoyens ou des industries à protéger notre source naturelle dans un tel contexte nous avons essayé de mettre en évidence une recherche pour remédier aux problèmes causés par les industries telles que les eaux résiduaires rejetées par la GL1/K Skikda.

L'objectif de la présente étude est de vérifier l'efficacité de traitement d'épuration des eaux Industrielles au niveau de la GL1/K de Skikda, Dans cette étude, nous avons analysé objectivement la qualité des rejets liquides des Complexes GNL dans l'objectif est de vérifier l'efficacité des procédés d'épuration et de contribuer et d'apporter une aide pratique pour améliorer les procédés de traitement des eaux résiduaires en respectant les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels définies par les normes algériennes . Les résultats obtenus ont montré que toutes les concentrations des paramètres mesurés à l'aval des procédés d'épuration du complexe GL1/K répondent aux normes de rejet requises et aucun dépassement de norme pour la quasi-totalité des paramètres mesurés.

On peut dire que les procédés physico-chimiques de traitement d'épuration utilisé par la SETP sont efficaces.

Mots clés : eaux industrielles, GL1/K Skikda, les effluents, STEP, procédés physico-chimiques.

Abstract

Water is threatened by significant human and industrial pollution, which is why industrial wastewater treatment is currently more than essential and general human awareness is more than necessary in order to preserve life. We are all responsible as citizens or industries to protect our natural source in such a context we have tried to highlight research to remedy the problems caused by industries such as waste water discharged by the GL1/K Skikda. The objective of this study is to verify the effectiveness of water purification treatment. In this study, we objectively analyzed the quality of liquid discharges from LNG complexes with the aim of verifying the effectiveness of purification processes and contributing and providing practical help to improve the processes of treatment of the residual waters by respecting the limit values of discharges of industrial liquid effluents defined by the Algerian standards. The results obtained showed that all the concentrations of the parameters measured downstream of the purification processes of the GL1/K complex meet the required discharge standards and no exceedance of the standard for almost all of the parameters measured. It can be said that the physico-chemical purification treatment processes used by the SETP are effective.

Key words: industrial water, GL1/K Skikda ,effluent, polluted water treatment plant, physico-chemical processes.

ملخص

تتعرض المياه للتلوث البشري والصناعي الكبير ، وهذا هو السبب في أن معالجة مياه الصرف الصناعي حاليًا أكثر من ضرورية والوعي البشري العام أكثر من ضروري للحفاظ على الحياة. نحن جميعًا مسؤولون كمواطنين أو صناعات عن حماية مصدرنا الطبيعي في مثل هذا السياق ، لقد حاولنا تسليط الضوء على الأبحاث لمعالجة المشاكل التي تسببها الصناعات مثل مياه الصرف الصحي التي يتم تصريفها بواسطة GL1 / K سكيكدة الهدف من هذه الدراسة هو التحقق من فعالية معالجة تنقية المياه في هذه الدراسة ، قمنا بتحليل موضوعي لجودة التصريفات السائلة من مجمعات الغاز الطبيعي المسال بهدف التحقق من فعالية عمليات التنقية والمساهمة وتقديم المساعدة العملية لتحسين عمليات معالجة المياه المتبقية من خلال احترام القيم الحدية للتصريفات. من المخلفات الصناعية السائلة المحددة بالموصفات الجزائرية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع تركيزات المعلمات المقاسة بعد عمليات التنقية لمجمع GL1 / K تفي بمعايير التفريغ المطلوبة ولا تتجاوز المعيار لجميع المعلمات المقاسة تقريبًا . يمكن القول أن عمليات معالجة التنقية الفيزيائية والكيميائية المستخدمة بواسطة محطة معالجة المياه الملوثة فعالة.

الكلمات المفتاحية : مياه صناعية GL1/K سكيكدة نفايات سائلة محطة معالجة المياه الملوثة الطرق الفيزيائية والكيميائية

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Sommaire	
Introduction.....	1
Chapitre I : Les rejets industriels	
1. Eaux résiduaires industrielle	3
2. Caractérisation des eaux résiduaires industrielles	3
3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles	3
3.1. Pollution organique	3
3.2. Pollution chimique	3
3.3. Pollution physique	4
3.3.1. Pollution radioactive	4
3.3.2. Pollution mécanique	4
3.3.3. Pollution Thermique	4
4. Pollution en Algérie	4
5. Pollution à Skikda	4
6. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K)	5
6.1. Pollution atmosphérique	5
6.2. Pollution hydrique	5
7. Caractérisation des effluents industriels	5
8. Origine des effluents industriels pétrochimiques	6
9. Nocivité et effets de la pollution	6
Chapitre II : Matériel et méthodes	
2. Présentation du complexe GL1/K de Skikda	8
2.1. Situation géographique.....	8
2.2. But de la liquéfaction du gaz naturel.....	8
2.3. Principe de GNL.....	8
2.4. Rejets de GNL.....	8
2.5. Présentation du laboratoire.....	9

Sommaire

3. Méthodes	9
3.1. Echantillonnage	9
3.2. Méthodes d'analyse	9
3.2.1. La température	9
3.2.2. Le pH	9
3.2.3. Matières en suspension (MES)	10
3.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)	11
3.2.5. Dosage de la demande biologique en oxygène (DBO ₅)	12
3.2.6. Dosage des phosphates	13
3.2.7. Dosage des phénol	14
3.2.8. Dosage du cadmium	14
3.2.9. Dosage du nickel	15
3.2.10. Dosage du cuivre	15
3.2.11. Dosage du fer	16
3.2.12. Dosage du plomb	16
3.2.13. Dosage du manganèse	17
3.2.14. Dosage du zinc	17

Chapitre III : Résultats et discussions

4. La température	19
5. La potentiel d'hydrogène pH	19
6. Matière en suspension MES	20
7. Les demandes chimiques en oxygène	20
8. Les demandes biologiques en oxygène	21
9. Le phosphore	22
10. Le phénol	22
11. Les métaux lourds	23
11.1. Cadmium	23
11.2. Cuivre	23
11.3. Plomb	24
11.4. Manganèse	24
11.5. Nickel	25
11.6. Zinc	26
11.7. Fer	26
Conclusion et perspectives	27

Sommaire

Références Bibliographies.....28

Annexes

Liste des figures

Figure 1. Mesure de la température et du Ph à la sortie du canal de rejet	10
Figure 2. Détermination des matières en suspension à la sortie du canal de rejet	11
Figure 3. Détermination de la DCO à la sortie du canal de rejet	12
Figure 4. Dosage de la DBO ₅ à la sortie du canal de rejet	13
Figure 5. Dosage des métaux lourds à la sortie du canal de rejet	18
Figure 6. Variation de la température à la sortie du canal de rejet	19
Figure 7. Variation du pH à la sortie du canal de rejet	20
Figure 8. Variation du MES à la sortie du canal de rejet	20
Figure 9. Variation du DCO à la sortie du canal de rejet	21
Figure 10. Variation du DBO ₅ à la sortie du canal de rejet.....	21
Figure 11. Variation du phosphore à la sortie du canal de rejet	22
Figure 12. Variation du phénol à la sortie du canal de rejet	23
Figure 13. Variation du cadmium à la sortie du canal de rejet.....	23
Figure 14. Variation du cuivre à la sortie du canal de rejet	24
Figure 15. Variation du plomb à la sortie du canal de rejet	24
Figure 16. Variation du manganèse à la sortie du canal de rejet	25
Figure 17. Variation du nickel à la sortie du canal de rejet	25
Figure 18. Variation du zinc à la sortie du canal de rejet.....	26
Figure 19. Variation du fer à la sortie du canal de rejet	26

Liste des abréviations

COT : carbone total organique

CP1/K : complexe des matières plastiques de skikda

CTE : centrale thermique électrique

DBO₅: demande biologique en oxygène

DCO: demande chimique en oxygène

ERI: eaux résiduaires industrielles

GNL :gaz naturel liquéfié

MES :matières en suspension

PH :potentielhydrogène

STEP : station de traitement des eaux pollués

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est essentielle à la vie : il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant. Tout le monde en a besoin, et pas uniquement pour boire. Nos rivières, lacs, eaux côtières et marines, ainsi que nos eaux souterraines, sont de précieuses ressources que nous devons protéger. L'eau est au cœur des écosystèmes naturels et de la régulation climatique. Bien que la quantité d'eau sur Terre reste tout à fait constante au fil du temps, la structure de l'offre et de la demande est particulièrement vulnérable aux changements climatiques (Ghedadbia, 2012). Les procédés industriels vont conditionner la nature des rejets liquides et gazeux qui ont des impacts non négligeables sur l'environnement et sur la santé publique. La pollution de l'eau est due à sa contamination par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. La pollution des eaux se traduit par des effets très spécifiques dus aux particularités écologiques propres aux milieux aquatiques. La pollution de l'eau provoquent des transferts de polluants vers les milieux naturels et, de ce fait, peuvent compromettre l'équilibre biologique des écosystèmes (Emmanuel, 2004).

En effet, le rejet continu de substances chimiques dans les écosystèmes aquatiques peut causer des changements sur la structure et le fonctionnement de la communauté biotique, en d'autres termes sur l'intégrité biotique (Karr, 1991). En fonction de leur biodisponibilité, les polluants présents dans les effluents entraînent de nombreux effets indésirables sur la biodiversité des milieux aquatiques (Forbes et Forbes, 1994).

Skikda est devenue un grand pôle industriel d'importance internationale dominé par le plus grand complexe pétrochimique d'Afrique du nord, néanmoins ce tissu industriel dense implanté à proximité des eaux de mer concentre des secteurs polluants. La contamination de l'environnement et en particulier des eaux de mer par des rejets industriels est un problème grave en terme de santé publique, auquel sont particulièrement exposés les habitants de la ville de Skikda depuis son industrialisation au début des années 70 (Mohamed Ben Ali, 2014). En plus du drainage des eaux usées domestiques (des agglomérations d'El Harrouch, Ramdane Djamel, Salah Bouchaour, Beni Bechir et quelques rejets de la commune de Skikda par le biais de l'oued Zeramna qui déverse dans l'oued Saf-Saf), l'oued Saf-Saf est soumis à plusieurs sources de pollutions tel que la raffinerie, la centrale thermique, l'ENAMARBRE et le GL1/K (Geddah, 2003).

Le but de ce travail est de déterminer la qualité des rejets industriels du complexe GL1/K. Pour atteindre cet objectif, le mémoire sera subdivisé en trois chapitres précédés par une

Introduction générale

introduction qui décrit l'origine du sujet, les objectifs visés et l'approche méthodologique utilisée pour atteindre l'objectif:

- Le premier chapitre du mémoire présente une recherche bibliographique sur les rejets industriels.
- Le deuxième sera consacré aux matériel et méthodes d'analyses.
- Dans le dernier nous exposerons les résultats obtenues lors de la recherche.
- Enfin, le document sera finalisé par une conclusion générale.

Chapitre I : les rejets industriels

1. Eaux résiduaires industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont les déchets liquides résultant, selon les activités exercées, de l'extraction ou de la transformation de matières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires (produits dérivés), ainsi que de l'utilisation des produits primaires ou dérivés pour la fabrication de biens de consommation (Meinchet *al.*, 1977). Boeglin définit ces eaux comme étant des rejets polluants de composition hétérogène, car elle renferme des matières organiques et minérales à l'état insolubles ou en dissolution dont certaines peuvent avoir éventuellement un caractère toxique plus ou moins marqué (Boeglin, 1988).

2. Caractérisation des eaux résiduaires industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont en principe toutes les eaux rejetées par l'usine dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au transport, au refroidissement, etc., en excluant généralement les eaux pluviales sauf si elles sont polluées par des eaux de ruissellement ou des lessivages des toitures d'usines à l'origine d'une forte pollution atmosphérique (par exemple, cimenteries, centrales thermiques, etc.) ou des sols de sites industriels en activité ou à l'abandon, contaminés par des substances diverses (composés azotés, hydrocarbures, sels métalliques). D'une façon générale, ces eaux résiduaires industrielles se différencient, en fonction de l'utilisation de l'eau dans l'usine, en différentes catégories. (Mahmoudi, 2015)

3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont spécifiques par leur volume et leur composition. On distingue trois types de pollution :

3.1. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fond des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives (Ben Mira et Benchaib, 2016).

3.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories : Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols.) ; Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) (Mekhalif, 2009).

3.3. Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle (Mizi, 2006). On peut la répartir en trois classes : mécanique, thermique et radioactive (Galaf et Ghannam, 2003).

3.3.1. Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs).

3.3.2. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (Mekhalif, 2009).

3.3.3. Pollution Thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.) ; ont une température de l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' à (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène. En outre tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralentit la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique (Ben Mira Zitouni et Benchaib, 2015).

4. Pollution en Algérie

En Algérie, la majorité de la population est installée le long du littoral, d'environ 1200 km. Si de nombreux déchets sont abandonnés sur les plages ou jetés à la mer, d'autre proviennent de l'intérieur des terres, des sacs en plastiques, des bouteilles, des palettes jetées volontairement ou accidentellement dans les oueds se retrouvant ainsi dans la mer. Presque un demi-million de mètres cubes d'ordures sont ramassés quotidiennement dans les centres urbains du littoral méditerranéen, mais de nombreuses décharges sont mal conçues par infiltration des eaux souterraines (Kilani, 2016).

5. Pollution à Skikda

La mer de la méditerranée est une mer qui est pratiquement fermée qui contient la plus grande biodiversité par rapport aux autres mers du monde, elle est très menacée par la pollution marine surtout dans les villes portuaires. Les statistiques fournies par la direction de

l'environnement et disponible à ce jour, montre que le volume de rejet des différents déchets sans traitement à Skikda dépasse celles de toutes les wilayas réunies de Annaba, Tlemcen, Ghardaïa, quant au volume rejeté par l'ensemble des quatorze communes littorales de Skikda, il dépasse les 250,000 m³/j. La politique de développement en l'Algérie depuis l'indépendance, est basée sur le d'industrialisation et de rattrapage économique, et les zones littorales font l'objet de la concrétisation de ces objectifs, d'où vient le choix de l'implantation de la zone pétrochimique, qui est considérée source majeure de pollution marine. La Présence de la zone industrielle dans le littoral avec ses rejets qui sont de très grande importance, avec le danger de sa proximité des habitations avec 194,000 m³ d'eaux usés déversées quotidiennement en milieu marin qui est de l'ordre de 80% de l'ensemble des eaux de la wilaya. Les plages de la wilaya de Skikda sont disséminées sur un littoral qui s'étire sur 140 km. Chaque année, la pollution gagne du terrain à Skikda. Même les plages autorisées à la baignade ne sont pas totalement propres (Tefiani, 2017).

6. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K)

6.1. Pollution atmosphérique

Le complexe de gaz naturel liquéfié (GL1/K) possède deux torches et deux brûleurs. Les gaz brûlés (pentanes, heptanes, octanes et autres) entraînent un dégagement de monoxyde de carbone polluant l'atmosphère (Labar, 2009).

6.2. Pollution hydrique

Les eaux issues du processus doivent être neutralisées dans des fosses par ajout de produits acides ou basiques. Les eaux contenant des hydrocarbures sont dirigées vers un décanteur dont la capacité de traitement est de 800 m³/h. Les huiles récupérées sont conditionnées et dirigées vers l'unité d'entraînement du personnel de protection et de sécurité industrielle. Les rejets hydriques du complexe GL1/K contiennent d'autres produits hautement toxiques tels que la Moncethanolamine (MEA) et la Morpholine. Les pertes de Moncethanolamine (MEA) du complexe GL1/K peuvent atteindre 10 kg/j (ANPE, 1994). Ces pertes sont dues soit à un percement d'un tuyau ou à des purges effectuées lors de problèmes de moussage. Ce produit (MEA) est toxique pour la vie aquatique à des concentrations relativement basses dans l'eau. Si le produit répandu ne peut pas être recueilli, il peut être neutralisé avec une solution diluée d'acide chlorhydrique. L'inhalation de ce produit (MEA) peut aggraver l'asthme et provoquer une maladie inflammatoire ou pulmonaire fibro-idiopathique (Labar, 2009).

7. Caractérisation des effluents industriels

Les eaux résiduaires industrielles se différencient, en fonction de l'utilisation de l'eau dans l'usine, en différentes catégories :

- Eaux des circuits de refroidissement
- Eaux de lavage des sols et machines
- Eaux de fabrication
- Rejets des services généraux.

Dans toute activité industrielle, l'eau entre en contact avec des gaz, des solides et des liquides, qu'elle dissout ou entraîne sous forme de matières en suspension plus ou moins finement dispersées. En réalité, la plupart des procédés génèrent des rejets polluants soit continus soit discontinus, qui renferment tous les sous-produits et les pertes de matières premières qui n'ont pu être récupérées, ni recyclées (Roubaty *et al.*, 2007).

8. Origine des effluents industriels pétrochimiques

Les effluents industriels pétrochimiques sont à l'origine des industries des produits pétroliers : forages, raffineries, réservoirs, oléoducs (pipes), réservoir souterrains, postes de pompes à essence etc. Ainsi, au niveau de la zone industrielle de Skikda en plus de la raffinerie, des réservoirs et des oléoducs, deux autres principales activités pétrochimiques peuvent être considérées :

- Le vapocraquage du naphta ou du gasoil avec les productions d'éthylène, de propylène, de styrène puis des polymères et de caoutchoucs... ;
- Le reformage catalytique de naphta vers la production d'aromatiques, puis de phénols, nylons (Schoeller, 1971).

9. Nocivité et effets de la pollution

Sur les milieux naturels, nous rappelons tout d'abord que polluer l'eau d'une réserve superficielle ou souterraine, c'est modifier ses caractéristiques en y rejetant certaines substances soit à l'état insoluble, soit à l'état dissous susceptible de (Roubaty *et al.*, 2007). L'activité industrielle génère des polluants divers susceptibles de créer des nuisances importantes. On peut considérer d'une manière générale, que les eaux résiduaires industrielles (ERI) sont des mélanges hétérogènes comprenant : des matières à caractère minéral ou organique qui sont entraînées par le courant liquide sous forme de composés insolubles , particules solides en suspension l'état grossier, finement dispersé ou colloïdal et substances liquides à l'état dispersé ou émulsions (graisses, huiles, goudrons, hydrocarbures) ; et, en proportion plus ou moins grande, des composés en dissolution dans l'eau (pollution soluble) (Labar, 2009). Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique

- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau (Bireech et Messaoudi, 2007).

Chapitre II : matériels et méthodes

2. Présentation du complexe GL1/K de Skikda

2.1. Situation géographique

Le complexe de liquéfaction du gaz naturel (GL1/K) qui se trouve à 2,5 Km à l'Est de la ville de Skikda. Au niveau de la plate-forme Pétrochimique sur la rive Est d'Oued Saf-Saf. Le GL1/K s'étend sur une superficie de près de 92 ha. Il est limité au Nord par la Méditerranée et bordé à l'Est par le complexe CP1/K, au Sud par les terrains vagues et au Sud-ouest par la centrale électrique CTE. Son activité est la production de gaz liquéfié à partir du gaz naturel acheminé par pipeline de HassiR'mel. Ce dernier est destiné à l'exportation et l'extraction de l'hydrocarbure lourd. En plus du gaz liquéfié le GL1/K produit aussi de l'éthane, du butane, du propane et du naphta léger.(Bouhayene,2015).

2.2. But de la liquéfaction du gaz naturel

La liquéfaction du gaz permet de concentrer un maximum d'énergie dans un volume donné pour faciliter son transport dans des conditions optimales. Le GNL est, par la suite, chargé sur des méthaniers vers les terminaux de réception où il sera vaporisé puis distribué aux clients sous forme gazeuse. Durant le transport, une partie de la cargaison s'évapore, du fait de l'entrée de chaleur à partir l'atmosphère (Sedra, 2014).

2.3. Principe de GNL

Le GNL est du gaz naturel liquéfié. Ce gaz est donc exactement le même que celui qui est extrait dans la mer du Nord. Sur les sites d'extraction du gaz ou à partir desquels le GNL est expédié, il est refroidi dans un vaste système de refroidissement (installation de liquéfaction) à très basse température (-162°C), il se condense et se liquéfie. Le gaz naturel est principalement composé de méthane mais il peut également contenir d'infimes quantités d'éthane, de propane et d'hydrocarbures lourds. Durant le processus de liquéfaction, d'autres composants tels que l'oxygène, le dioxyde de carbone, le soufre et l'eau, disparaissent entièrement (khaldi, 2011).

2.4. Rejets de GNL

Pour la zone industrielle on note la présence de 3 principaux types de rejets : gazeux dans l'atmosphère. Les rejets liquides vers la mer. Cours d'eau, nature et solides dépôts et décharges. Les rejets liquides sont en nombre de 3 ils se déversent vers la mer et 4 autres vers Oued Saf-Saf avant d'arriver vers la mer. Les différentes unités possèdent leur propre système de prétraitement avant le rejet mais nous remarquons que quelques-uns ne fonctionnent pas à 100% pour cause des arrêts soit accidentels ou annuelle pour entretien

(Bouhayene,2015).

2.5. Présentation du laboratoire

Le laboratoire est le service de contrôle des produits et de la matière qui entre dans la production. Il sert comme indicateur de la bonne marche du complexe.

Deux types d'analyse sont faites au sein de laboratoire du GL1/ K:

Analyse des gaz par la chromatographie.

Analyse spécifique à l'eau.

3. Méthodes

3.1. Echantillonnage

Les effluents liquides produits par les installations consistent en les effluents traités provenant de l'unité des eaux usées sanitaires et le séparateur huile-eau CPI, ainsi que de l'écoulement des eaux d'orage en provenance des zones non contaminées des installations. Les effluents liquides sont déchargés dans le canal de décharge existant au pôle 2 qui à son tour, les évacue dans la rivière SafSaf. Les rejets industriels du pôle 2 du complexe GL1K. Notre choix de point de prélèvement était sur la conduite des rejets et plus précisément au canal de rejet (64 CV09) du complexe GL1K.

3.2. Méthodes d'analyse

3.2.1. La température

La mesure de la température s'effectue à l'aide d'un thermomètre.

3.2.2. Le pH

Le PH varier en fonction de la température et se mesure à l'aide d'indicateur coloré, ou mieux, par électrométrie (mesure fine de différences de potentiel électrostatique) à l'aide d'un pH -mètre. Le pH est un indicateur du milieu des liquides analysés (acide, basique ou neutre). Il permet de faire une estimation très rapide de l'analyse qualitative. La mesure consiste en l'introduction d'une électrode dans ma solution à tester. Le principe basé sur la différence de potentiel de l'électrode immergée par rapport à une référence et à une température donnée. Le pH-mètre est calibré avec des solutions standards dont le pH est connu et l'on trace une courbe d'étalonnage.(ASTM D1293-78).



Figure1. Mesure de la température et du pH

3.2.3. Matières en suspension (MES)

A l'aide d'une pince inoxydable placer le filtre sur la membrane.

Ajouter 150 ml d'eau d'échantillon. Ouvrir le robinet pour appliquer le vide et laisser l'eau de rinçage s'écoule, puis referme. Retirer l'entonnoir et fermer le robinet pour arrêter le vide. Déposer le filtre rincé sur un plat jetable en aluminium et placer dans l'étuve pour sécher à 105 ° pendant 2h. Laisser le filtre se refroidir dans un dessiccateur pendant une heure. Peser le filtre avec le filtrat et faire la différence de poids entre le, filtre vide et le filtre après filtration ; le poids obtenu est le poids des matières en suspension dans un 150 ml d'eau de rejet.

$$\text{MES} = (m_1 - m_0) = V$$

D'où :

m₀ : Le poids du disque de filtration vide.

m₁ : Le poids du disque de filtration plein.

V : Le volume de l'échantillon.

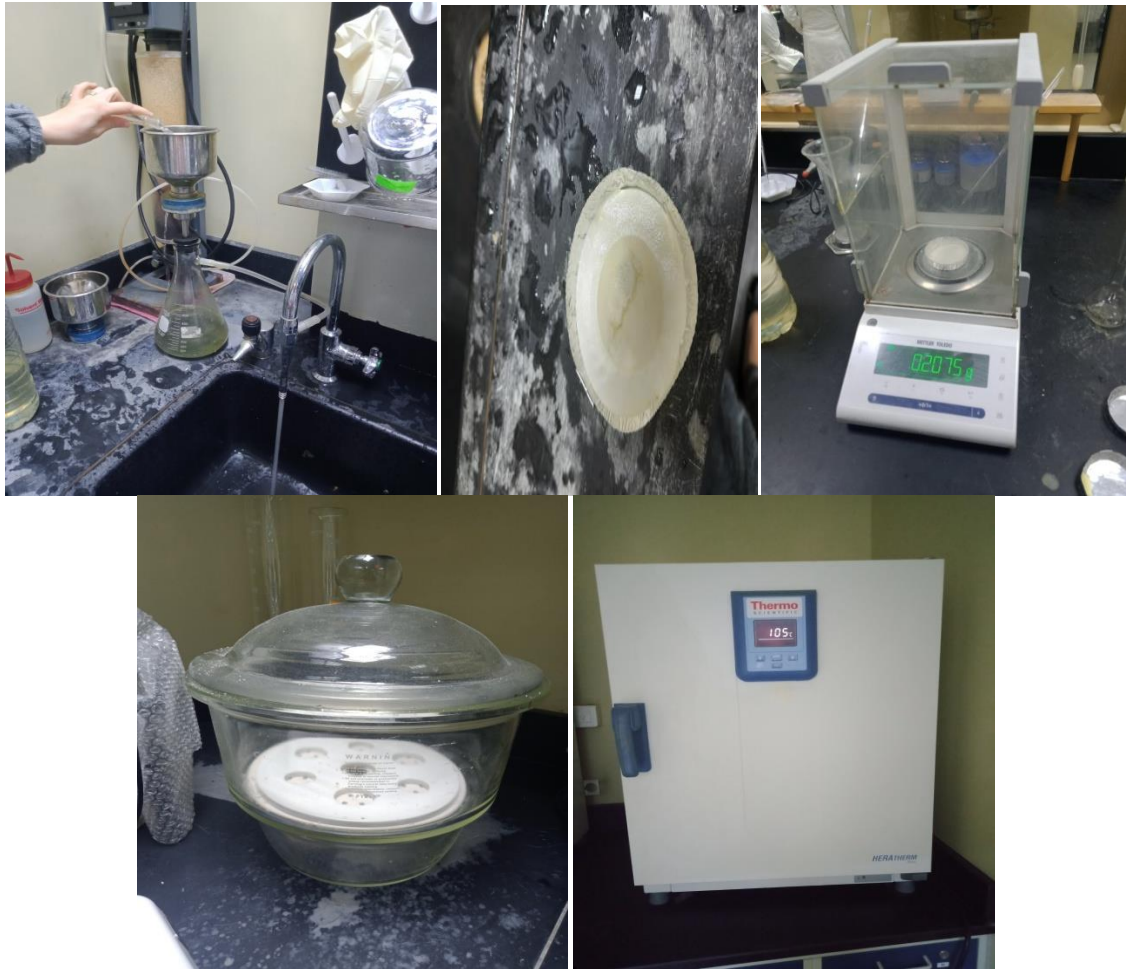


Figure 2. Détermination des matières en suspension

3.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de bichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate mercurique. L'excès de bichromate est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

Réactifs

Sulfate de fer d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ à 0,25N.

Sulfate de mercure (HgSO_4) préparé dans des piluliers.

Indicateur (1,10 phénanthroline et sulfate de fer).

Bichromate de potassium $(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ à 0,25N.

Sulfate d'argent acidifié (Ag_2SO_4).

Acide sulfurique concentré.

Mode opératoire

Introduire 50ml d'eau à analyser dans un ballon de 250 ml ou, éventuellement une même quantité de dilution.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Mettre le ballon dans un bain de glace et ajouter 1g HgSO₄ Cristallisé et 5ml de H₂SO₄ concentré et quelques pierres d'ébullition. Mélangez jusqu'à la dissolution totale de HgSO₄. Ajoutez ensuite lentement 25ml de solution de K₂Cr₂O₇ à 0,25N et 70ml de solution sulfurique d'Ag₂SO₄ tel que la température de la solution soit maintenue aussi bas que possible (<40C°).

Porter à ébullition pendant 2h sous réfrigérant à reflux adapté au ballon.

Laisser refroidir. Diluer à 300ml avec de l'eau distillée.

Ajouter 8 à 10 gouttes d'indicateur et titrer le K₂Cr₂O₇ en excès avec une solution de sulfate de fer et d'ammonium à 0,25N. La solution vire du bleu-vert au rouge.

Si la solution vire immédiatement au brun rougeâtre, sans addition d'indicateur, refaire l'analyse en diluant auparavant l'échantillon.

Procéder aux mêmes opérations sur 50ml d'eau distillée.

Calculs

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimé en mg d'oxygène par litre

Est égale :

$$DCO = \frac{(v_0 - v_1) \cdot N \cdot 8000}{PE}$$

V₀ : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml).

V₁ : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml).

N : normalité de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

PE : volume de la prise d'essai. (ASTM D 1252-00).



Figure 3.Détermination de la DCO

3.2.4. Dosage de la demande biologique en oxygène (DBO₅)

Principe

La demande biochimique d'oxygène dans les eaux usées : est la quantité en oxygène consommé durant la dégradation des matières organique par un procédé biochimique.

Mode opératoire

Rincer la bouteille en verre marron de mesure avec l'échantillon.

Vide à fond.

Mettre la tige d'agitation magnétique dans la bouteille d'échantillon.

Insérer un carquois en caoutchouc dans le goulot de la bouteille.

Mettre deux de pastille de NaOH dans le carquois en caoutchouc avec une pince.

Ajouter l'inhibiteur de nitrification. Lancer la mesure Conserver le flacon doseur 5 jours à 20c° (incubateur).



Figure 4.Dosage de la DBO₅

3.2.6. Dosage des phosphates

Principe

Cette méthode est basée sur la formation du complexe phospho-vanado-molybdate avec la formule empirique $H_4(PVMo_{11}O_{40})$ de coloration jaune.

Pour la fixation quantitative des ions PO_4 dans cette méthode, il est indispensable de créer un milieu acide. L'acidité optimale de la solution à doser doit être égale à 0,5-1,5 N pour HNO_3 ou 0,2-0,4 N pour H_2SO_4 . Lorsque l'acidité est plus élevée. La vitesse de formation du complexe diminue. Ce dosage dépend de la concentration de Mo(VI). La coloration du complexe obtenu est stable. Le maximum d'absorption de la lumière par la solution d'acide phospho-vanado-molybdate se trouve dans le domaine UV ($\lambda=315$ nm) mais on peut faire le dosage dans le domaine visible ($\lambda= 400 - 470$ nm) mais dans ce cas la sensibilité de la méthode diminue $\epsilon_{315\text{ nm}} = 2.10^4$ et $\epsilon_{440\text{ nm}} = 2,5.10^3$.

Réactifs

Molybdate d'ammonium

Mono vanadate d'ammonium

Acide nitrique concentré

Mode opératoire

Prendre une PE de 50ml.

Jouter 25ml du mélange molybdate vanadate.

Blanc : Prendre 50 ml d'eau distillée et ajouter les réactifs cités ci-dessus.

Laisser reposer 5 mn puis effectuer la mesure à une longueur d'onde de 400 nm.

3.2.7. Dosage des phénols

Principe

Cette méthode est applicable pour les eaux qui contiennent moins de 0,1 mg/l en composés phénoliques.

Mode opératoire

A l'aide d'un cylindre graduée, mesurer 100 ml de l'échantillon (eau à analyser).

Ajuster le pH entre 0,5 à 4 par une solution H_2SO_4 (1+9).

(Utilisée le l'orange de méthyle ou le pH mètre pour ajuster le pH).

Déposé le ballon dans le chauffe ballon et placer une fiole 100 ml sous le condensateur.

Distiller l'échantillon jusqu'à récupération de 90 ml de distillat.

(Lorsque l'ébullition cesse).

Stopper l'opération et ajouter 10 ml de l'eau à analyser et continuer la distillation jusqu'à l'obtention d'un volume total de distillat de 100 ml.

Pour le blanc utilisée 100 ml d'eau distillée.

Détermination des composés phénoliques :

Ajouter 5ml de la solution NH_4Cl pour chacun (le blanc +l'échantillon).

Régler le pH entre 9,8 et 10,2 avec NH_4OH .

Ajouter 2 ml de 4-aminoantipyrine, mélanger puis ajouter 2 ml de solution de $K_3Fe(CN)_6$

Mixer la solution une autre fois.

Après 15 min passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 510nm. (ASTM D178-70).

Détermination des métaux lourds

3.2.8. Dosage du cadmium

Principe

Le cadmium dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le cadmium total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO_3 et HCl).

La même digestion est utilisée pour déterminer le chrome total, cuivre, fer, plomb, zinc, manganèse et le nickel.

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de cadmium (1 ml = 0,1 mg de cadmium) :

Diluer 100ml de la solution de cadmium à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 228,8 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM D3557-02).

3.2.9.Dosage du nickel

Principe

Le nickel dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le nickel total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCl).

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de nickel (1 ml = 0,1 mg de nickel) :

Diluer 100ml de la solution de nickel à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 232 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM 1886-94),1998.

3.2.10. Dosage du cuivre

Principe

Le cuivre dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le cuivre total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCl).

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de cuivre (1 ml = 0,1 mg de cuivre) :

Diluer 100ml de la solution de cuivre à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 324,7 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM 1688-02).

3.2.11. Dosage du fer

Principe

Le fer dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le fer total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCl).

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de fer (1 ml = 0,1 mg de fer) :

Diluer 100ml de la solution de fer à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 248,3nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM 1068-03).

3.2.12. Dosage du plomb

Principe

Le plomb dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le plomb total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCL).

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+ 499)

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de plomb (1 ml = 0,1 mg de plomb) :

Diluer 100ml de la solution de plomb à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 283,3 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM D-3559).

3.2.13. Dosage du manganèse

Principe

Le manganèse dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le manganèse total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCl).

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de manganèse (1 ml = 0,1 mg de manganèse) :

Diluer 100ml de la solution de manganèse à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un pH < 2, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 279,5 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon. (ASTM 858-02).

3.2.14. Dosage du zinc

Principe

Le zinc dissous est déterminé par atomisation après filtration de l'échantillon directement sans prétraitement. Le zinc total est déterminé par atomisation de l'échantillon après filtration et une digestion acide (HNO₃ et HCL).

La flamme utilisée est Air – Acétylène.

Réactifs

Acide nitrique (1+499) :

Ajouter 1ml de HNO₃ concentré à 499 ml d'eau (eau acidifiée).

Solution standard de zinc (1 ml = 0,1 mg de zinc) :

Diluer 100ml de la solution de zinc à 1mg en y ajoutant 1ml de HNO₃ concentré dans une fiole jaugée de 1l de l'eau.

Mode opératoire

Mesurer 100 ml d'un échantillon acidifiée à un $\text{pH} < 2$, aspirer chaque échantillon filtré et acidifié et déterminer sa concentration à 213,9 nm. Aspirer de l'eau acidifiée entre chaque échantillon.(ASTM D-1691).



Figure 5.Dosage des métaux lourds

Chapitre III : résultats et discussions

4. Latempérature

La courbe de la température établie pendant un mois, sur 4 échantillons prélevés de part et d'autre de la station d'épuration des eaux usées et au niveau du (canal de rejet 64 CV09) du complexe GL1/K de Skikda, montre que les valeurs de la température ne dépassent pas 25.3°C. Selon ces valeurs on peut conclure que la température des eaux épurées ne dépasse pas celle de la norme limitée à 30°C. Les résultats obtenus de la température, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 6.

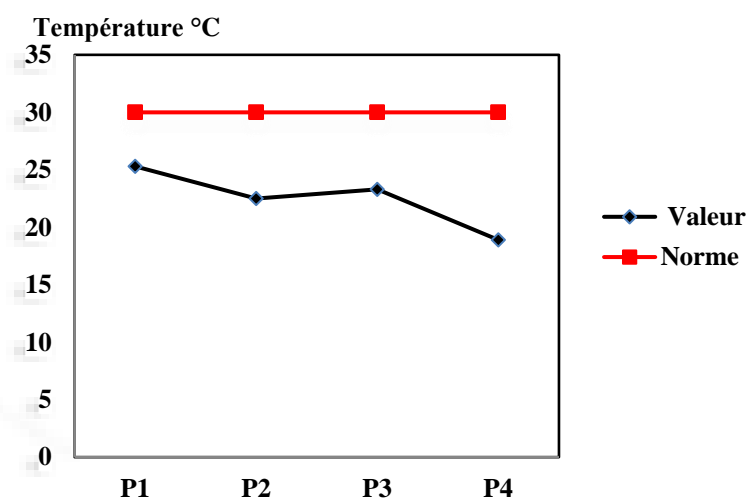


Figure 6. Variation de la température à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

5. La potentiel d'hydrogène pH

La courbe du pH établie pour les 4 échantillons prélevés pendant un mois de la station d'épuration des eaux usées (canal de rejet 64 CV09) au sein du Complexe GL1/K, montre que les valeurs du pH sont comprises entre 6.98 et 7.57. Selon ces résultats, on peut conclure que le PH ne varie pas dans la fourchette de valeurs admise par les normes de rejet (6.5-8.5). Les résultats obtenus du pH, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 7.

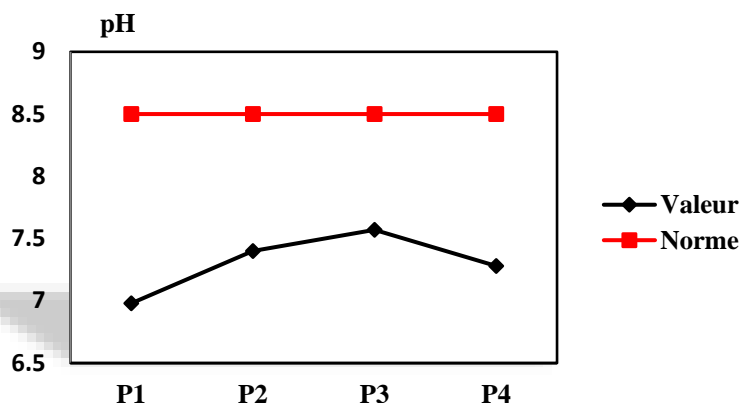


Figure7. Variation du pH à la sortie du canal de rejet ($p = \text{prélèvement}$)

6. Matière en suspension MES

La courbe du MES établie pendant un mois, sur 4 échantillons prélevés de part et d'autre de la station d'épuration des eaux usées et au niveau du (canal de rejet 64 CV09) du complexe GL1/K de Skikda, cette valeur est réduite à une valeur comprise entre 54 et 122 mg/l au niveau du canal de rejet. Après le traitement, selon ces valeurs on peut conclure que la MES des eaux épurées ne respecte pas les normes limitée à 35 mg/l. Les résultats obtenus du MES, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 8.

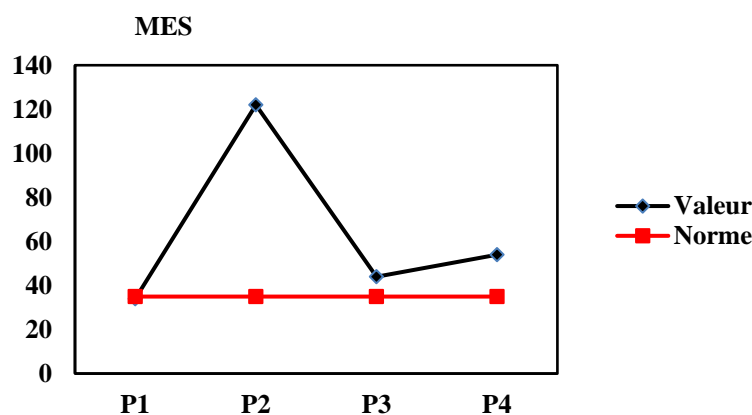


Figure8. Variation du MES à la sortie du canal de rejet ($p = \text{prélèvement}$)

7. Les demandes chimiques en oxygène

La courbe du DCO établie pendant un mois, sur 4 échantillons prélevés de part et d'autre de la station d'épuration des eaux usées et au niveau du (canal de rejet 64 CV09) du complexe GL1/K de Skikda, La valeur minimale atteinte est de 7.71 mg/l alors que la valeur maximale atteinte est de 50.128 mg/l. Selon ces valeurs on peut conclure que la DCO des eaux épurées ne dépasse pas celle de la norme limitée à 120 mg/l.

Les résultats obtenus des demandes chimiques en oxygène sont représentés ci-dessous dans la figure9.

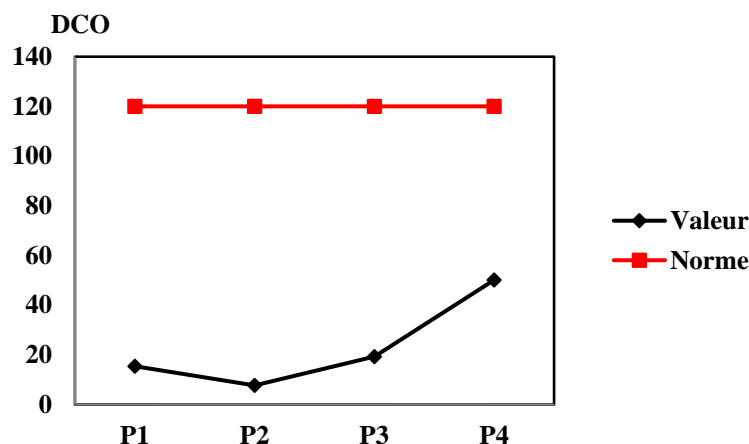


Figure 9. Variation du DCO à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

8. Les demandes biologiques en oxygène

La courbe du DBO_5 établie pendant un mois, sur 4 échantillons prélevés de part et d'autre de la station d'épuration des eaux usées et au niveau du (canal de rejet 64 CV09) du complexe GL1/K de Skikda, montrent que les quantités du DBO_5 présentes dans l'eau varient entre 10 et 15 mg/l, ils sont légèrement faibles par rapport à la valeur 35 mg/l par conséquent, ils répondent à la norme requise du rejet. Les résultats obtenus les demandes biologiques en oxygène pour une période de cinq (5) jours DBO_5 sont représentés ci-dessous dans la figure10.

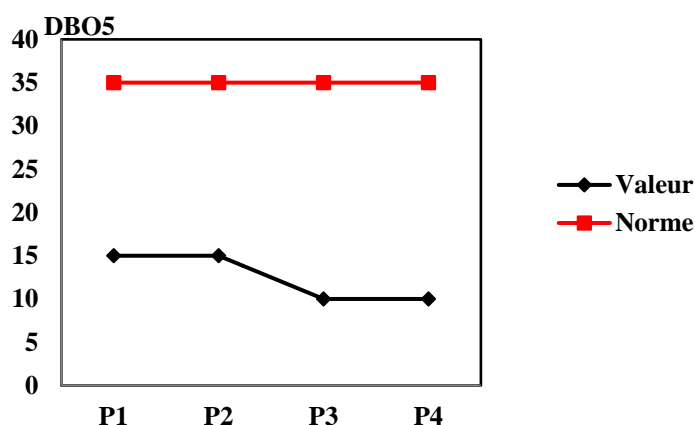


Figure10. Variation du DBO_5 à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

9. Le phosphore

La courbe de la phosphore établie pendant un mois, sur 4 échantillons prélevés de part et d'autre de la station d'épuration des eaux usées et au niveau du (canal de rejet 64 CV09) du complexe GL1/K de Skikda, on remarque que les valeurs enregistrées du phosphore ne dépassent pas la norme requise (10 mg/l) et certaines sont même nul. La teneur en phosphore obtenu dans le canal de rejet s'élève jusqu'à 5.4294 mg/l mais ces résultats restent dans les normes. Les résultats obtenus du phosphore sont représentés ci-dessous dans la figure 11.

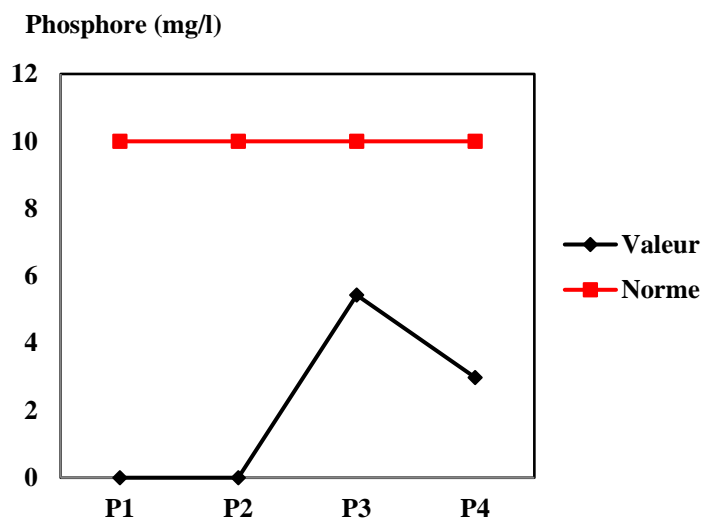


Figure 11. Variation du phosphore à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

10. Le phénol

Les résultats obtenus ont montré que la quantité de phénol présente dans l'eau à la sortie du canal est inférieure à la norme exigée 0.3 mg/l. On constate que la faible teneur en phénol à la sortie du canal de rejet s'explique par l'absence du phénol dans l'eau résiduaire obtenue par les rejets industriels du complexe GL1K, ce qui répond aux normes exigées. Les résultats obtenus du phénol, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 12.

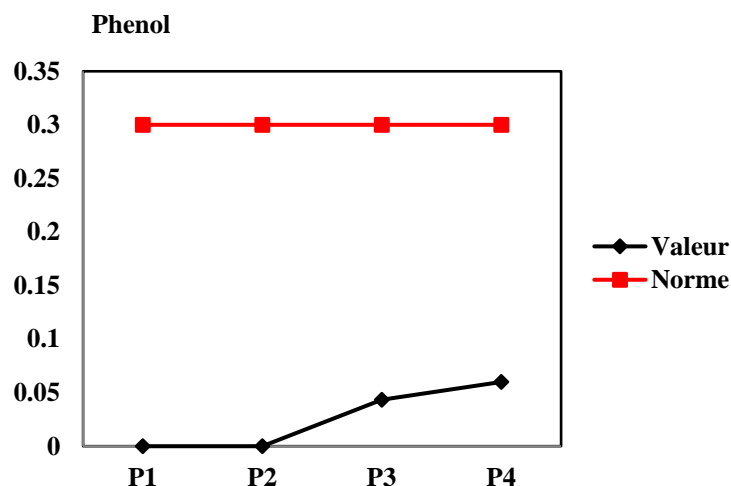


Figure12. Variation du phénol à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11. Les métaux lourds

11.1. Cadmium

Les eaux résiduaires ne renferment qu'une faible teneur en cadmium. Elle est inférieure à la norme requise (0.2 mg/l) et certaines ont atteint la valeur maximale 0.0643 mg/l. Par conséquent les résultats montrent que la teneur en Cadmium est dans les normes. Les résultats obtenus du cadmium, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 13.

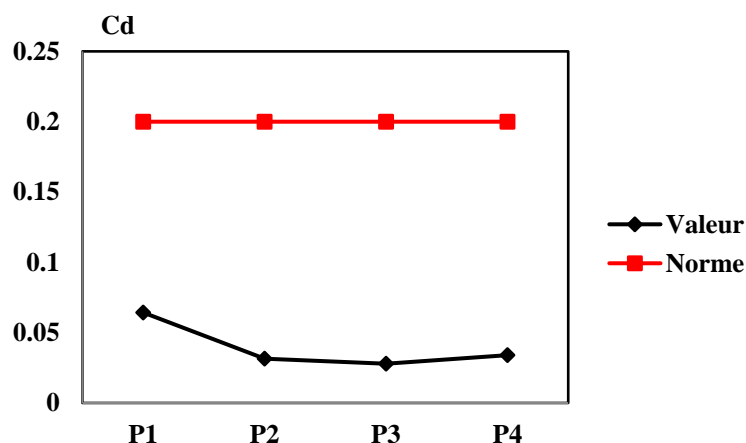


Figure13. Variation du cadmium à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.2. Cuivre

Les teneurs en cuivre dans l'eau usées obtenues à la sortie du canal d'évacuation sont inférieures à la norme exigée 0.5 mg/l, les teneurs relevées sont toutes totalement nulles. On constate que la faible teneur en cuivre à la sortie du canal de rejet s'explique par l'absence du cuivre dans l'eau résiduaire

obtenue par les rejets industriels du complexe GL1K, ce qui répond aux normes exigées. Les résultats obtenus du cuivre sont représentés ci-dessous dans la figure 14.

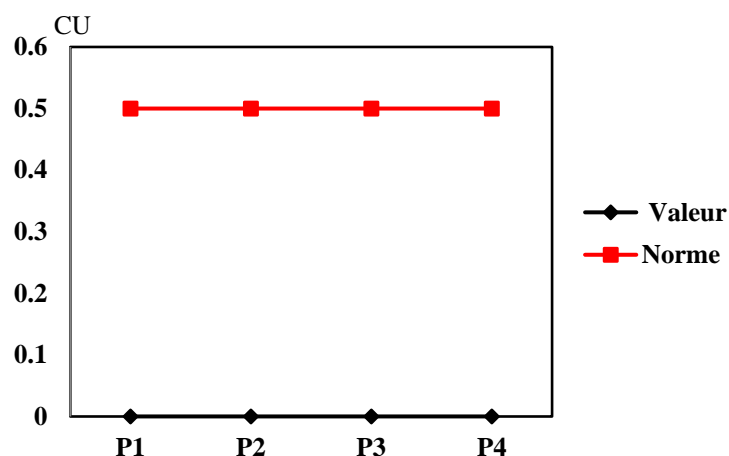


Figure14. Variation du cuivre à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.3.Plomb

Les résultats obtenus ont montré que la quantité du plomb présente dans l'eau à la sortie du canal de drainage est totalement nulle, inférieure à la norme requise et ne dépasse pas les normes acceptables pour des rejets industriels spécifique à 0.5mg /l. Les résultats obtenus du plomb sont représentés ci-dessous dans la figure15.

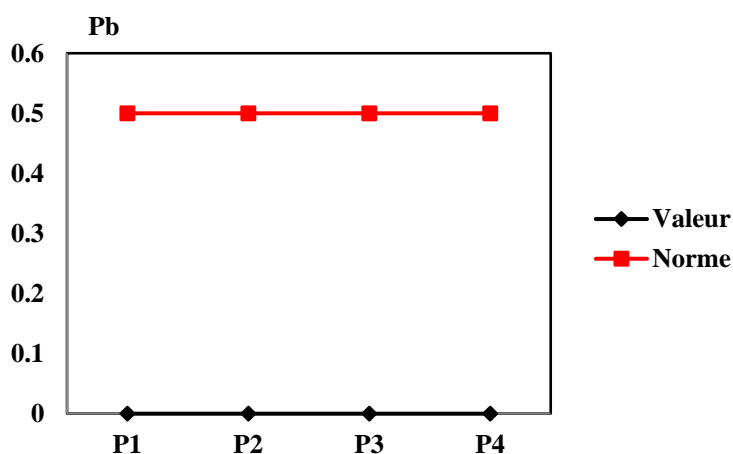


Figure15. Variation du plomb à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.4.Manganèse

Les résultats obtenus du manganèse, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure11. D'après la courbe on remarque que les valeurs enregistrées du Manganèse ne dépassent pas la norme requise (1 mg/l) et certaines sont même nulle. La

teneur en Manganèse obtenu dans le canal de rejet s'élève jusqu'à 0.0956 mg/l mais ces résultats restent dans les normes. Les résultats obtenus du manganèse, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 16.

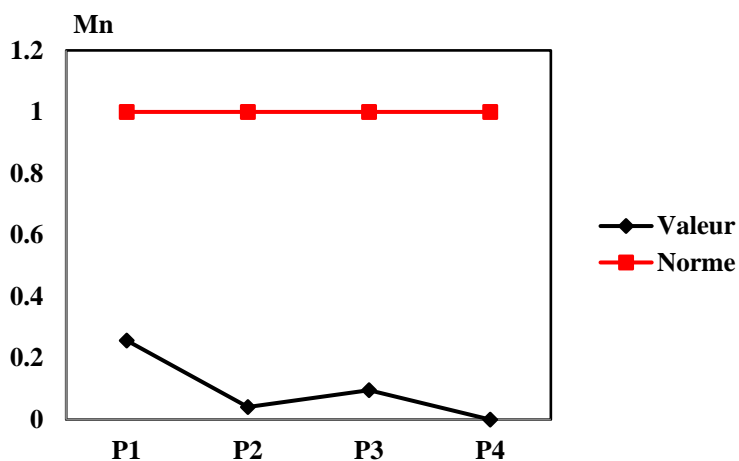


Figure 16. Variation du manganèse à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.5. Nickel

Les résultats obtenus ont montré que la quantité de nickel présente dans l'eau à la sortie du canal de drainage est totalement nulle, inférieure à la norme requise et ne dépasse pas les normes acceptables pour des rejets industriels spécifiques à 0.5 mg/l. Les résultats obtenus du nickel, selon les différentes conditions expérimentales sont représentés ci-dessous dans la figure 17.

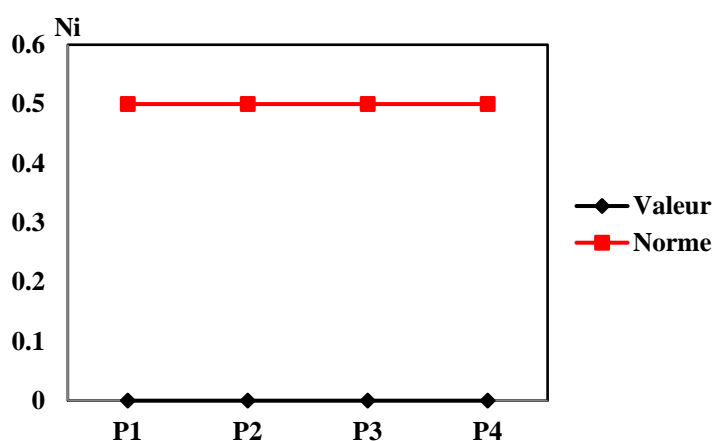


Figure 17. Variation du nickel à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.6.Zinc

Les résultats obtenus ont montré que la quantité du zinc présente dans l'eau à la sortie du canal de drainage est totalement nulle, inférieures aux limites fixées par le décret 3mg/l. Les résultats obtenus du zinc sont représentés ci-dessous dans la figure 18.

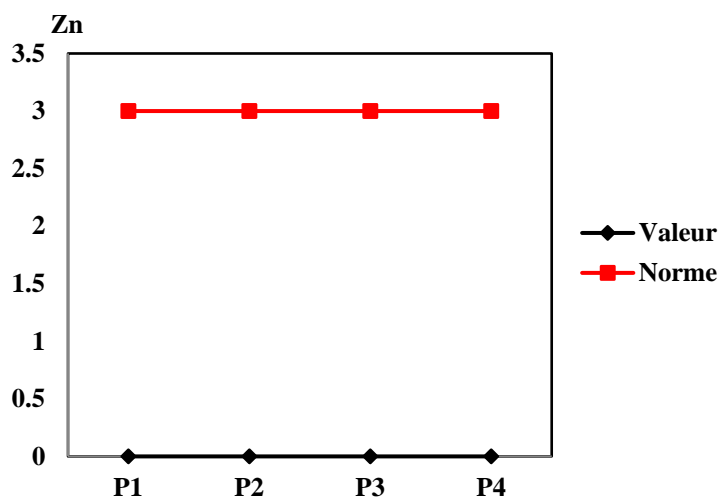


Figure 18. Variation du zinc à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

11.7.Fer

Les résultats obtenus montrent que les quantités du Fer présentes dans l'eau à la sortie du canal de rejet, sont inférieures à la norme requise (3 mg/l), la valeur maximale enregistrée à la sortie est de 0.4833 mg/l, par conséquent elles répondent aux normes exigées. Les résultats obtenus du fer sont représentés ci-dessous dans la figure 19.

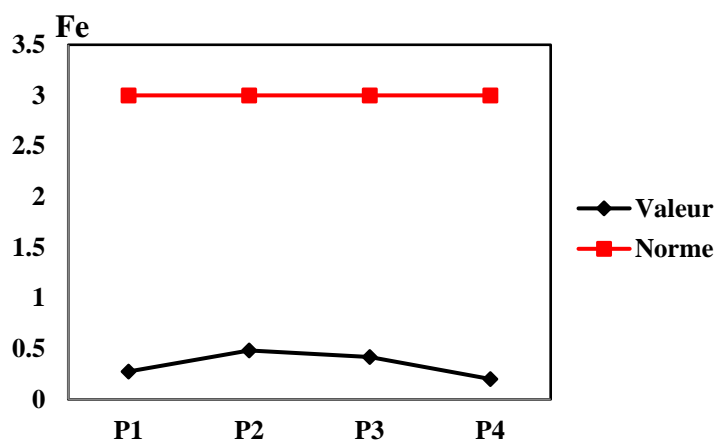


Figure 19. Variation du fer à la sortie du canal de rejet (p =prélèvement)

Conclusion et perspectives

L'importance du traitement des eaux résiduaires industrielles est essentielle à la protection de l'environnement, c'est-à-dire l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictées par la législation. Les procédés de traitement des effluents doivent répondre aux exigences de la réglementation en vigueur, en effectuant des analyses physico-chimiques dans le laboratoire. L'objectif de la présente étude est de contrôler l'efficacité des techniques de traitement des eaux résiduaires industrielles utilisées dans station d'épuration des effluents de la GNL. Le suivi des analyses des différents paramètres physico-chimiques: pH, température, MES, phénol, phosphore, DCO, DBO₅ et métaux lourds, des eaux usées épurées, montre que la valeur de ces paramètres est dans les normes. A travers nos recherches sur le sujet étudié, les résultats nous ont montré que l'eau traitée n'est pas complètement pure malgré l'efficacité du traitement, mais elle contient encore une quantité non négligeable de la matière en suspension car ses résultats ont montré qu'elle dépassait les normes nationale en plus de la présence de sept types de métaux lourds (plomb, caduim, cuivr....ect) qui sont considérés comme dangereux dans une certaine mesure Malgré l'efficacité de la méthode de traitement, elle n'est pas garantie à 100 %.Cependant, il est clair que des analyses spécifiques et irrégulières ne fournissent pas de précision , rigueur et respect de l'environnement, notamment par :

- Création de laboratoire spécialisés
- Du personnel qualifié, communicatif, informatif et motivé
- Mise en place d'un système de révision/évaluation
- Formation qualitative et adéquate ainsi qu'un remise à niveau continuelle du personnel
- Moyens matériels appropriés
- Maitrise de l'information a des données environnementales
- Création d'une banque de données environnementales
- Réalisation d'un réseau d'information et de documentation

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 1068-03), 2003.
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 1688-02), 2002.
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 1691-02), 2002.
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 1886-94), 1998.
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 3557-02), 2002.
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC, (ASTM 3559).
- Annual book of ASTM STANDARDS BRANCO I VANIC,(ASTM 858-02), 2002.
- Annual book of ASTM STANDARDS, D1252-00
- Annual book of ASTM STANDARDS, D178-70
- Annual book of ASTM STANDARDS, D515-78
- Annual book of ASTM, 1999, part31, water D1293-78
- ANPE, 1994. Agence Nationale pour la protection de l'environnement. Monographie de la wilaya de SKIKDA. MATE.220 p.
- Ben Mira M. et Benchaib M. 2016.Modélisation d'un processus d'épuration par la logique floue. Mémoire de Master.56 p.
- Bireech S. et Messaoudi I. 2007. La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain Beida de la région de Ouargla », 2007. Mémoire d'ingénieur, Université Kasdi Merbah Ouargla, 83p
- Boeglin JC. 1988. Analyse des eaux résiduaires, mesure de pollution, Edition technique de l'ingénieur, traitement de l'environnement.
- Bouhayene S., 2015. Evaluation bactériologique des zones de baignade de la baie de Skikda (N.E.Algérien) Thèse doctorat.112 p.
- Emmanuel E .2004.Evaluation des risques sanitaires et ecotoxicologiques liés aux effluents hospitaliers. These. Institut National des sciences appliquées de lyon ,260 p
- Forbes VE .et Forbes T.L.1994. ecotoxicology in theory and practice.new york :chapman et Hall ,220p.
- Galaf F. et Ghannam S.2003. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université HASSAN II. RABAT. ROYAUME du MAROC.
- Ghedadbia M., 2012. Contribution à l'identification générique des cyanobactérie potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance :cas du lac tonga mémoire de magister. Université Badji Mokhtar Annaba

Références bibliographiques

- Gueddah D., 2003. Evaluation de la pollution industriel et urbaine dans la région de skikda :impact sur l'écosysteme marin cotier .These de magister .Université d'Annaba .
- Karr JR., 1991. Biological integrity : a long-neglected aspect of water resource management ecol appl; 1 :66-84
- Khalidi M., 2011.diagnostic et survillienne du procédé industrielle lié au GNL. Mémoire de magister. 95 p.
- Kilani M., 2016. Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral de Tlemcen. Cas de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758). 3 p
- Labar S., 2009. Evaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industriel (Cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien). Thèse doctorat. Université Badji-Mokhtar Annaba, 152 p.
- Mahmoudi S., 2015.Traitement des effluents liquides par des membranes en céramique.Memoire master. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem , 4p.
- Meinch F., Stooof H. et Hutter H., 1977. Les eaux résiduaires industrielles 2^{ème} Edition Masson 1977
- Mekhalif F., 2009. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de magister. Université Guelma, 63 p.
- Mizi A., 2006. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba. 127p
- Mohamed Ben Ali R., 2014 .Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de skikda .mémoire de magister .université Constantine 1.
- Roubaty JL. et Boeglin JC., 2007. Caractérisation, classification et mesure. Pollution industrielle de l'eau. Techniques de l'Ingénieur. G1 210, 10 Janv. 2007.
- Schoeller HJ., 1971. La pollution des eaux souterraines. In proceeding of the Moscow Symposium. Pollution des eaux souterraines, August 1971. IAHS-AISH Pub. No. 103, 1975.
- Sedra A., 2017. Contribution à l'étude des compresseurs du process mr (mixed réfrigérant) du complexe g11-k Skikda. Mémoire de master.2 ,14 p.

Références bibliographiques

Tefiani N., 2017. Centre antipollution marine à Skikda. Mémoire de master, Université Skikda, 61p

Annexes

Annexes

Annexe 1: Normes Algériennes Du Rejet D'effluents Liquide Industriel

Paramètres	Unités	Normes
Température	°C	30
pH	/	6.5-8.5
MES	mg/l	35
Phosphore	mg/l	10
DCO	mg/l	120
DBO5	mg/l	35
Phénol	mg/l	0.3
Cadmium	mg/l	0.2
Cuivre	mg/l	0.5
Plomb	mg/l	0.5
Manganèse	mg/l	1
Nickel	mg/l	0.5
Zinc	mg/l	3
Fer	mg/l	3

Source : Journal officiel de la République Algérienne N°26 Rabie El Aoule
1427 /23Avril2006

Annexe 2. Les Résultats des analyses effectués au niveau de GL1/K

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	25,3	30	C°
P2	22,5	30	C°
P3	23,3	30	C°
P4	18,9	30	C°

Annexes

Annexe 3. Les résultats de la mesure du pH

paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	6,98	8,5	UTE
P2	7,4	8,5	UTE
P3	7,57	8,5	UTE
P4	7,28	8,5	UTE

Annexe 4. Les résultats de la mesure de la MES

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	34	35	mg/l
P2	122	35	mg/l
P3	44	35	mg/l
P4	54	35	mg/l

Annexe 5. Les résultats de la mesure de DCO

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	15,42	120	mg/l
P2	7,71	120	mg/l
P3	19,28	120	mg/l
P4	50,128	120	mg/l

Annexe 6. Les résultats de la mesure de la DBO₅

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	15	35	mg/l
P2	15	35	mg/l
P3	10	35	mg/l
P4	10	35	mg/l

Annexes

Annexe 7. Les résultats de la mesure de Phosphore

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	H,S	10	mg/l
P2	H,S	10	mg/l
P3	5,4294	10	mg/l
P4	2,9777	10	mg/l

Annexe 8. Les résultats de la mesure de phénol

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	H,S	0,3	mg/l
P2	H,S	0,3	mg/l
P3	0,0434	0,3	mg/l
P4	0,06002	0,3	mg/l

Annexe 9. Les résultats de la mesure de cadmium

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0,0643	0,2	mg/l
P2	0,0315	0,2	mg/l
P3	0,0279	0,2	mg/l
P4	0,034	0,2	mg/l

Annexe 10. Les résultats de la mesure de cuivre

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0	0,5	mg/l
P2	0	0,5	mg/l
P3	0	0,5	mg/l
P4	0	0,5	mg/l

Annexes

Annexe 11. Les résultats de la mesure de Plomb

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0	0,5	mg/l
P2	0	0,5	mg/l
P3	0	0,5	mg/l
P4	0	0,5	mg/l

Annexe 12. Les résultats de la mesure de Fer

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0,2749	3	mg/l
P2	0,4833	3	mg/l
P3	0,4185	3	mg/l
P4	0,2008	3	mg/l

Annexe 13. Les résultats de la mesure de Nickel

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0	0,5	mg/l
P2	0	0,5	mg/l
P3	0	0,5	mg/l
P4	0	0,5	mg/l

Annexe 14. Les résultats de la mesure de Manganèse

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0,257	1	mg/l
P2	0,0409	1	mg/l
P3	0,0956	1	mg/l
P4	0	1	mg/l

Annexes

Annexe 15. Les résultats de la mesure de Zinc

Paramètre	Valeur	Norme	Unité
P1	0	3	mg/l
P2	0	3	mg/l
P3	0	3	mg/l
P4	0	3	mg/l