



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie et écologie végétale

قسم البيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des écosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Écotoxicologie

Intitulé :

Evaluation de la qualité des rejets liquides de trois industries de la wilaya de Constantine.

Présenté et soutenu par : *HAMMADA Malika*

Le : 28/06/2017

Jury d'évaluation :

Président du jury : *TOUATI Laid* (MCA - UFM Constantine).

Rapporteur: *ZAIMECHE Saida* (MCB - UFM Constantine).

Examinatrice : *AMRI Sihem* (MAA - UFM Constantine).

*Année universitaire
2016 - 2017*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents,

*A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce
Manuscrit de près ou de loin...*

MALIKA H.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier

***ALLAH**, le tout Puissant qui grâce à lui ce travail a été réalisé.

***Mes parents** prunelle de mes yeux, pour leur soutien, patience et encouragement surtout aux moments les plus difficiles de ma vie.

***Mme Zaimeche Saida** d'avoir accepté de m'encadrer, de me diriger, ainsi que pour ses compétences qui m'ont permis de réaliser ce travail de recherche.

Mes remerciements vont également à

***Ms Choudair Amine**, responsable du laboratoire régionale de Constantine «ONEDD» et son équipe, qui m'ont guidé et orienté tout au long de ma période de stage.

*A **Mr TOUATI Laid**, d'avoir accepté d'être Président de jury et **Mme AMRI Sihem**, d'être examinateur de ce mémoire.

*A **mes sœurs, mes frères, mes neveux, mes nièces** et **mes amis**.

*A tous ceux qui ont contribué à l'avancement et la réalisation de ce mémoire, surtout **Mohamed Gana**.

Résumé

Le présent travail a porté sur une étude d'évaluation de rejets d'effluents liquides de trois installations industrielles ; pharmaceutique (IP), production de gaz (IPG) et mécanique (IM) situées au niveau de la région de Constantine.

Pour cela, nous avons procédé à des mesures et d'analyses de paramètres physico-chimiques de rejets liquides prélevés en Février 2017.

Les résultats de ces paramètres montrent de façon générale que, la température est selon les normes saisonnières, le pH est neutre pour l'industries pharmaceutique (IP) et production de gaz (IPG) et légèrement acide (6,8), pour l'industrie mécanique (IM). Une DBO₅ conforme à la norme autorisée et une DCO, conforme à la norme pour IP et IM, par contre, pour IPG cette DCO est élevée (190mg/l), dépassant ainsi la norme autorisée. Les matières en suspension (MES) sont conformes à la norme pour les rejets liquides des deux industries IP et IPG, pour IM ce paramètre n'a pas été dosé. Pour les éléments traces métalliques ; Zn, Cu, et Ni les résultats sont conformes aux normes de valorisation de rejets liquides industriels.

De ces résultats, il ressort que ces trois industries ; IP, IPG, IM ont respecté les normes en vigueur de rejets liquides industriels.

Mots clé : Rejets liquides industriels, Paramètres physico-chimiques, Normes de qualité.

Abstract

This work focused on a study evaluating liquid effluent discharges from three industrial facilities; Pharmaceutical (IP), gas production (IPG) and mechanical (IM) located in the region of Constantine.

For this purpose, we carried out measurements and analyzes of physico-chemical parameters of liquid discharges taken in February 2017.

The results of these parameters generally show that the temperature is according to seasonal standards, pH is neutral for the pharmaceutical (IP) and gas production (IPG) and slightly acid (6.8) for Mechanical engineering (IM). A BOD5 conforms to the permitted standard and a COD, in accordance with the standard for IP and IM, but for IPG this COD is high (190mg / l), thus exceeding the authorized norm. Suspended solids (TSS) comply with the standard for liquid discharges from both IP and IPG industries, for IM this parameter has not been assayed. For metal trace elements; Cu, Ni and Zn, the results are in line with the standards for the valuation of liquid industrial discharges.

From these results, it appears that these three industries; IP, IPG, IM have met the standards for liquid industrial waste.

Keywords : Industrial liquid discharges, Physico-chemical parameters, Quality standards.

ملخص

ركز هذا العمل على دراسة النفايات السائلة الناجمة عن المركبات الصناعية؛ صناعة الأدوية، صناعة إنتاج الغاز و الصناعة الميكانيكية ، الواقعة على مستوى ولاية قسنطينة.

لهذا قمنا بإجراء قياسات وتحليلات لمختلف معايير الجودة الفيزيائية والكيميائية، للنفايات السائلة التي تم جمعها في فبراير 2017.

أظهرت نتائج هذه التحاليل أن درجة الحرارة متوافقة مع المعايير الموسمية، ودرجة الحموضة معتدلة في صناعة الأدوية وصناعة إنتاج الغاز، و حامضي قليلا بالنسبة للصناعة الميكانيكية (6,8) .

الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين متوافق مع المعايير المسموح بها . أما الطلب الكيميائي للاكسجين فهو متوافق مع المعايير بالنسبة للصناعة الميكانيكية و صناعة الأدوية على عكس صناعة إنتاج الغاز فهو مرتفع (19 مغ/ل) وبذلك فهو يفوق المعيار المطلوب. المواد الصلبة العالقة متوافقة مع معايير تصريف النفايات السائلة الناجمة عن صناعة الأدوية و صناعة إنتاج الغاز، أما بالنسبة للصناعة الميكانيكية فإنه لم يتم قياسه . نتائج المعادن الثقيلة (الزنك، النحاس، النيكل) أثبتت أنها متوافقة مع معيار النفايات الصناعية السائلة.

من هذه النتائج، فليق الصناعات الثلاث؛ صناعة الأدوية، صناعة إنتاج الغاز و الصناعة الميكانيكية، متوافقة كلها مع المعايير المتعلقة بصريف النفايات السائلة.

كلمات البحث : النفايات السائلة الصناعية، الجودة الفيزيائية و الكيميائية، معايير الجودة.

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des trois industries prises en considération dans cette étude (Google Earth, 2017).....	17
Figure 2: Valisette de terrains multi paramètres (pH, température, Conductivité.....)	19
Figure 3 : Image satellitaire de la situation géographique du laboratoire ONEDD (Google maps, 2017).....	21
Figure 4 : Appareil de mesure de DBO (OxiTop®Box).....	22
Figure 5 : Etape de la minéralisation des échantillons.....	23
Figure 6 : Etape de la filtration des échantillons.....	23
Figure 7: Appareil d'absorption atomique à flamme type SHIMADZU AA- 6800.....	24
Figure 8 : Comparaison du PH des rejets liquides des trois industries avec les normes.....	28
Figure 9 : Comparaison de la température des rejets liquides des trois industries avec les normes.....	29
Figure 10 : Comparaison du taux de MES (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	29
Figure 11 : Comparaison du taux de DCO (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	30
Figure 12 : Comparaison du taux de DBO (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	31
Figure 13 : Comparaison des teneurs en Zinc (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	31
Figure 14 : Comparaison des teneurs en Cuivre (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	32
Figure 15 : Comparaison des teneurs en Nickel (mg/l) dans les rejets liquides des trois industries avec les normes.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Date et lieux de prélèvement.....	17
Tableau 2 : Localisation des trois industries à l'aide d'un GPS.....	18
Tableau 3: Conservation des échantillons (Rodier, 2005).....	19
Tableau 4 : Domaine de dosage des éléments métalliques (Ni, Cu, Zn).....	24
Tableau 5: Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie pharmaceutique (IP) avec les normes de qualité.....	26
Tableau 6: Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie de production de gaz (IPG) avec les normes de qualité.....	26
Tableau 7 : Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie mécanique (IM) avec les normes de qualité.....	27

Liste des abréviations

Cu : cuivre.

°C : degré Celsius.

DBO : Demande biochimique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

ERI : Eaux résiduaires industrielles.

ETM : Eléments Traces Métalliques.

GPS : Global Positioning System.

MATE : Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

MES : Matières en suspension.

pH : Potentiel Hydrogène.

T : Température (°C).

IM : industrie mécanique.

IP : industrie Pharmaceutique.

IPG : industrie de production de gaz

ISO : Organisation Internationale de Normalisation.

Ni : Nickel.

ONEDD : Observatoire National de L'Environnement et du Développement Durable.

Zn : Zinc.

SAAF : Spectrophotométrie d'Absorption Atomique à flamme.

Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Introduction..... 1

Chapitre 1 : Pollution des écosystèmes aquatiques

1.1 Pollution des eaux3
1.2 Eaux résiduaires industrielles (ERI)3
1.3 Sources de la pollution du milieu aquatique4
1.3.1 La pollution d'origine agricole 4
1.3.2 La pollution d'origine industrielle4
1.3.3 La pollution d'origine urbaine5
1.3.4 La pollution d'origine naturelle.....5
1.4 Mode de pollution 6
1.4.1 Pollutions accidentelles6
1.4.2 Les pollutions diffuses6
1.4.3 La pollution anthropique 6
1.5 Différents types de pollution en milieu aquatique 6
1.5.1 Pollution organique 7
1.5.1.1 Les paramètres révélateurs de la pollution organique7
1.5.1.1.1 Paramètres organoleptiques7
1.5.1.1.2 Paramètres physiques 8
1.5.1.1.3 Paramètres chimiques 9
1.5.2 Pollution chimique 9
1.5.2.1 Définition générale des métaux lourds9
1.5.2.2 Les différentes sources des métaux lourds10
1.5.2.3 Utilisation des métaux lourds11
1.5.2.4 Effets des éléments en traces sur la vie aquatique12
1.6 Caractéristiques physico-chimiques du zinc, cuivre, et nickel12
1.6.1 Le zinc (Zn)12
1.6.2 Le cuivre (Cu)13
1.6.3 Le nickel (Ni)14

Chapitre 2 : Matériels et méthode

2.1 Echantillonnages	17
2.1.1 Prélèvement des échantillons	18
2.1.2 Remplissage	18
2.1.3 Etiquetage	18
2.1.4 Conservation des échantillons	18
2.2 Mesures physico-chimiques	19
2.2.1 Mesures réalisés sur terrain	19
2.2.1.1 Mesure du débit	20
2.2.1.2 Mesure de la température	20
2.2.1.3 Mesure du Potentiel hydrogène	20
2.2.2 Dosages réalisés au laboratoire	20
2.2.2.1 Laboratoire d'analyse ONEDD	20
2.2.2.2 Matières en suspension (MES)	21
2.2.2.3 Dosage de demande chimique en oxygène (DCO).....	22
2.2.2.4 Dosage de demande biochimique en oxygène (DBO5)	22
2.2.2.5 Dosage des éléments traces métalliques	22

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1 Résultats des paramètres physico-chimiques	26
3.1.1 Débit d'écoulement	27
3.1.2 Aspect de l'eau	27
3.1.3 Potentiel d'hydrogène (pH)	28
3.1.4 Température (°C)	28
3.1.5 Matières en suspension (MES)	29
3.1.6 Demande chimique en oxygène (DCO)	30
3.1.7 Demande biochimique en oxygène (DBO5)	31
3.1.8 Teneurs en zinc (Zn)	31
3.1.9 Teneurs en cuivre (Cu)	32
3.1.10 Teneurs en nickel (Ni)	32
Conclusion	35
Références bibliographiques.....	37

Chapitre 2 : Matériels et méthode

Introduction

Introduction

La qualité de l'eau à travers l'histoire a été un facteur important pour assurer le bien être humain. Actuellement l'hydrosphère est menacée par l'activité humaine qui est la cause principale de divers problèmes environnementaux.

Ainsi, la dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent détériorer gravement l'environnement, et son utilisation excessive peut entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

Parmi certains rejets du secteur industriel, figurent les éléments traces métalliques (ETM). Ces micropolluants représentent un risque potentiel pour la nature, entraînant ainsi des nuisances même lorsqu'ils sont rejetés en quantités très faibles. Car leur toxicité se développe par bioaccumulation à travers les réseaux trophiques (Zaimeche, 2015).

Ces derniers temps l'Algérie a connu une expansion énorme dans le secteur industriel, d'où la nécessité de créer des organismes et de décrets de normes de qualité pour protéger les ressources naturelles.

Pour cela, plusieurs techniques de dosage et d'analyse sont utilisées pour évaluer la qualité des rejets industriels.

Le but principal de notre travail expérimental consiste à étudier la qualité physico-chimique des eaux résiduaires de trois industries localisées dans la région de Constantine (Est Algérien). Et qui sont l'industrie Pharmaceutique, l'industrie de Production de Gaz et l'industrie Mécanique.

De cela, le contenu global de ce mémoire s'articule en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique qui traite le phénomène de pollution de manière générale et la pollution des eaux en particulier. A cet effet, nous avons essayé de classer les principaux types de polluants ainsi que les différents paramètres de mesure de la pollution.

Parmi ces paramètres ; les caractéristiques physico-chimiques (pH, T°, DBO, DCO, MES....) et les éléments traces métalliques (Cu, Zn, Ni....).

Introduction

- Le deuxième chapitre, Matériels et méthode est consacré à la présentation de la zone d'étude et les différentes analyses des paramètres physico-chimiques des eaux résiduaires industrielles.

- Le troisième chapitre, Résultats et discussion englobe les résultats obtenus des paramètres physico-chimiques et leur interprétation et comparaison avec d'autres travaux de recherches et normes de qualités.

Ce travail de recherche sera finalisé par :

- Synthèse bibliographique,
- Une conclusion,
- Résumés.

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1.1 Pollution des eaux

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui parait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (Ramade, 2002).

La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et (ou) perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. Elle a pour origines principales, l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriels (Eckenfelder, 1982).

1.2 Eaux résiduaires industrielles (ERI)

Les caractéristiques des eaux résiduaires industrielles subissent des grandes variations, elles dépendent d'une multitude de paramètres type de l'industrie, production, nettoyage, les différentes étapes du procédé industriel, l'état des appareils,... (Boeglin et Roubaty, 1997). Par ailleurs, il existe des caractéristiques communes entre les effluents de la même industrie (Vademecum, 1990., Ouali, 2008) . En terme de volume et type de polluants, les effluents industriels présentent le plus souvent une charge importante et un risque de dysfonctionnement structurel et fonctionnel des réseaux d'assainissement et des dispositifs de traitement des eaux usées (Desjardins, 2007). Ces risques sont d'autant plus grands que les industries sont localisées en amont du réseau d'assainissement.

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont : Les métaux toxiques, les toxines organiques, les matières colorées, les huiles et graisses, les sels et la pollution organique.

Selon Mizi (2006), tous effluents ou rejets industriels obtenus lors de l'extraction et de la transformation des matières premières en produits industriels, ainsi que les eaux de rejets des services généraux des industries (sanitaire et cuisine) sont considérés comme eaux résiduaires industrielles.

- Typologie des effluents liquides industriels

Les établissements industriels produisent trois types de rejets liquides:

- les rejets d'origine domestique provenant des cuisines, des activités de blanchisserie;
- les effluents générés par les activités de soins, des analyses médicales qui sont très spécifiques aux hôpitaux. Ces rejets peuvent contenir des produits chimiques, des liquides biologiques, des résidus de médicaments, des déjections et excrétion, des détergents et des désinfectants;
- Les rejets industriels provenant de la transformation des matières premières, des garages et des ateliers contenant un volume important d'huiles, de détergents, de peintures, d'acides et des sels, de restes de produits de bases organiques, des métaux, des hydrocarbures et des produits secondaires de réactions des diverses substances (Emmanuel, 2005).

1.3 Sources de la pollution du milieu aquatique

Le milieu aquatique est la cible de contamination par le rejet des effluents pollués (activités humaines, industrielles, urbaines ou agricoles), induisant différentes formes de pollution; la pollution organique, chimique. Bien sûr, il existe aussi des pollutions "naturelles" de l'eau, qui rendent celle-ci impropre à la consommation (Faurie et al., 2003).

1.3.1 La pollution d'origine agricole

La pollution d'origine agricole provient surtout des engrais et pesticides épandus dans le sol sur de très grandes surfaces à proximité ou pas de cours d'eau (Olivier, 2005). Ce type de pollution s'est intensifié depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation assez avancé. La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales qui finissent par enrichir les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés, encourageant ainsi une source de pollution bactériologique. L'utilisation massive des engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent aussi la qualité des nappes souterraines vers lesquelles ils sont entraînés (Khalfaoui, 2012).

1.3.2 La pollution d'origine industrielle :

Le degré et la nature de la pollution générée par des rejets industriels varient suivant la spécificité de chaque activité industrielle.

Si la pollution domestique des ressources est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité, suivant l'utilisation qui est faite de l'eau au cours du processus industriel (Grosclaude, 1999).

Selon l'activité industrielle, on va donc retrouver des pollutions aussi diverses que:

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

Parmi les industries considérées traditionnellement comme rejetant des matières particulièrement polluantes pour l'eau, on citera, notamment, les industries pharmaceutique, mécanique, agro-alimentaires, papeterie, la pétrochimie, les traitements de surface, l'industrie de la production de gaz, etc. (Colas, 1977).

1.3.3 La pollution d'origine urbaine :

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Elles constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent :

- Des eaux ménagères qui contiennent des matières en suspension provenant du lavage des substances alimentaires et des produits détergents utilisés pour le lavage et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de salle de bains chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires, très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes ;
- Des eaux des activités particulières (Rodríguez, 2004).

1.3.4 La pollution d'origine naturelle :

La teneur de l'eau en substances indésirables n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Certains phénomènes naturels peuvent également y contribuer. Par exemple, le contact de

l'eau avec les gisements minéraux peut, par érosion ou dissolution, engendrer des concentrations inhabituelles en métaux lourds. Des irrptions volcaniques, des épanchements sous-marins d'hydrocarbures... peuvent aussi être à l'origine des pollutions (Miquel, 2001).

1.4 Mode de pollution

1.4.1 Pollutions accidentelles

Ce sont le plus souvent des pollutions ponctuelles liées aussi bien aux activités industrielles où agricoles. Elles peuvent résulter d'un accident de transport ou de stockage de produits chimiques ou encore de catastrophes naturelles (Beyade, 2013).

1.4.2 Pollutions diffuses :

Une pollution diffuse est une pollution due à de multiples rejets de polluants dans le temps et dans l'espace. Elles résultent de la propagation d'un agent polluant par différents vecteurs de transport, qu'il soit utilisé de façon habituelle pour des usages courants ou non. Le transport des matières actives par le vent dans les zones parfois même inaccessibles en sont des exemples concrets et très inquiétants (Beyade, 2013).

1.4.3 Pollution anthropique :

Elle est souvent attribuée à la présence de la flore dans les eaux surtout si ces eaux sont stagnantes ou si leur renouvellement reste très occasionnel et limité dans le temps. Donc cette pollution résulte de l'eutrophisation qui est fonction du rapport [azote] / [phosphore] dans l'eau.

Ce déséquilibre entraîne entre autre la prolifération des plantes et des algues causant ainsi la diminution du taux d'oxygène nécessaire à la vie de la faune et de la flore aquatiques (Peter et al., 2003 ; Davida et al., 2003).

1.5 Différents types de pollution en milieu aquatique :

Actuellement, la pollution des eaux est devenue un phénomène universel qui menace gravement l'environnement et qui nécessite une lutte soutenue, car de nombreux produits agricoles et industriels sont de plus en plus responsables de l'apparition de la pollution organique, et chimique de l'eau.

1.5.1 Pollution organique :

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux nécessaire à la dégradation de la matière organique et peut entrainer par conséquent la mort de la vie aquatique. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

1.5.1.1 Les paramètres révélateurs de la pollution organique

De très nombreux paramètres révélateurs de la pollution organique permettent de qualifier la nature des pollutions, et le degré de pollution organique notamment : le pH et la température, les matières en suspension (MES), l'oxygène dissous, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), l'azote, sous forme réduite (azote organique et ammoniacal) et oxydée (nitrites, nitrates), le phosphore et les micropolluants organiques ou minéraux.

1.5.1.1.1 Paramètres organoleptiques

❖ Couleur

La couleur des ERI est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipite à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes (Mizi, 2006).

❖ Odeur

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (Ladjel, 2006).

❖ Turbidité

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale, sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (Duguet et al., 2006).

1.5.1.1.2 Paramètres physiques

❖ Débit

Dans le cadre de l'eau, le débit correspond à un volume d'eau s'écoulant dans un cours d'eau par unité de temps à un endroit donné, S'exprime en m³/h, ou pour les pompes d'aquarium, en litre/ heure.

Volume d'eau passant par un point par unité de temps, généralement exprimé en mètre cube par seconde (comme dans une rivière, un canal) ou en l/s (typiquement pour l'alimentation d'un étang) (MATE, 2011).

❖ PH

Il s'agit évidemment d'un paramètre fondamental de caractérisation des eaux résiduaires. Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression $\text{pH} = -\log \text{H}^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (Ramade, 1998).

❖ Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu (Gaujous, 1995).

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (Rodier et al., 2005). Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau.

❖ Matières en suspension

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution (Rodier, 2009).

1.5.1.1.3 Paramètres chimiques

❖ Demande chimique en oxygène (DCO)

Est un paramètre qui nous informe sur l'oxydabilité d'une eau. Elle sert pour mesurer la teneur en matière organique dans l'eau. Typiquement, la matière particulaire (ex : la matière en suspension) des cours d'eau, lac et barrage, mais aussi des eaux résiduaires, contiennent des quantités assez importantes en matière organique (MATE, 2011).

❖ Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène (DBOn) de l'eau correspond à la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes présents dans l'eau dans une période définie (n) à des conditions définies. La DBO est habituellement mesurée à base d'une période de 5 jours (DBO5) sont indiquées en unité de mg/l d'eau (MATE, 2011).

1.5.2 Pollution chimique

Ce type de pollution constitue une partie importante de la pollution des eaux de surface, résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines diverses (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.) (Metahri, 2012). La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- l'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- l'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- le rejet d'effluents par les industries.

Cette forme de pollution issue de substances chimiques telles que les insecticides ou les désherbants provoque la destruction de la qualité des eaux de surface (cours d'eau, lacs...) et celle des eaux souterraines.

1.5.2.1 Définition générale des métaux lourds

Les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser d'un point de vue purement scientifique et technique, les métaux lourds peuvent être également définis comme :

- Tout métal ayant une masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 ,

- Tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du sodium ($Z=11$),
- Tout métal pouvant être toxique pour les systèmes biologiques.

Certains chercheurs utilisent des définitions plus spécifiques. Le géologue, par exemple, considérera comme métal lourd tout métal réagissant avec la pyrimidine (C_6H_5N).

Dans le traitement des déchets liquides, les métaux lourds indésirables auxquels on s'intéresse principalement sont : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le mercure (Hg), le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se), et le zinc (Zn). Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité sont généralement : l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'étain (Sn), et le zinc (Zn) (Centre SPIN, 1997).

Enfin, en général, dans l'industrie, on considère comme métal lourd tout métal de densité supérieure à 5 g/cm^3 (SENAT, 2009), de numéro atomique élevé et présentant un danger pour l'environnement et/ou pour l'homme (Centre SPIN, 1997).

1.5.2.2 Les différentes sources des métaux lourds

Les métaux lourds sont redistribués naturellement dans l'environnement par les processus géologiques et les cycles biologiques.

Les activités industrielles et technologiques diminuent cependant le temps de résidence des métaux dans les roches, ils forment de nouveaux composés métalliques, introduisent les métaux dans l'atmosphère par la combustion de produits fossilifères.

Il faut différencier la part qui résulte de la contamination d'origine humaine (anthropogène) et la part naturelle (géogène) (Académie des sciences, 1998).

- Source naturelle

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents «en traces». Ils sont aussi «la trace» du passé géologique et de l'activité de l'homme.

Les métaux sont des composants naturels de l'écorce terrestre dans laquelle on les rencontre généralement sous forme de minerais, associés entre eux et à de nombreux éléments (oxygène et soufre en particulier).

Ils sont donc aussi naturellement présents dans les roches drainées par les eaux de surface et les nappes souterraines, de même que dans les poussières atmosphériques.

Par ailleurs, les volcans et les incendies des forêts, constituent aussi des sources naturelles importantes de métaux (Chiffolleau, 2001).

- **Source anthropique**

L'exploitation et l'utilisation des métaux par l'homme peuvent exagérément augmenter leur dissémination dans des écosystèmes qui n'y sont pas exposés naturellement (Mahi, 2015).

En dehors de concentration de fond (ou concentration naturelle), Les sources anthropogènes sont les suivantes (Duchaufour, 1997) :

- ◆ Activités pétrochimiques,
- ◆ Utilisation de combustibles fossiles (centrales électriques au charbon, chaudières industrielles, fours à ciment),
- ◆ Transport (véhicules et moteurs routiers et non routiers, embarcations)
- ◆ Incinération de déchets,
- ◆ Produits (interrupteurs électriques, amalgames dentaires, éclairages fluorescents),
- ◆ Déchets urbains (eaux usées, boues d'épuration, ordures ménagères), agricoles

1.5.2.3 Utilisation des métaux lourds

Les métaux généralement sont des corps simples, doués d'un éclat particulier (l'éclat métallique), bons conducteurs de la chaleur et de l'électricité. Ils sont abondamment utilisés par l'homme depuis l'antiquité, d'abord pour sa survie, puis son confort et ses loisirs.

Les utilisations des métaux sont multiples et très diversifiées, depuis les additifs de plomb dans les carburants jusqu'aux sels d'argent de l'industrie photographique, au nickel ou au cadmium des batteries d'accumulateurs, au zinc des gouttières ou au chrome des aciers inoxydables, au cuivre de l'industrie électrique ou à l'arsenic des produits phytosanitaires (Chiffolleau et al., 2001).

I.5.2.4 Effets des éléments traces sur la vie aquatique

Le risque lié à la présence des éléments traces métalliques dans les écosystèmes aquatiques, est la possibilité de leur transfert dans les chaînes alimentaires, en s'accumulant tout au long de ces dernières et ils provoquent par la suite des effets nocifs à court ou à long terme (Miquel, 2001).

Quelques métaux lourds, comme Zn, Cu, Mn et Fe sont indispensables à la croissance et au bien-être des organismes vivants, y compris de l'homme. Mais des effets toxiques peuvent survenir lorsque ces organismes sont exposés à des niveaux de concentrations supérieurs à ceux qu'ils requièrent normalement. D'autres éléments, comme Pb et Cd, ne sont pas indispensables aux activités métaboliques et manifestent des propriétés toxiques.

La contamination de l'environnement aquatique par des métaux peut avoir des effets toxiques aigus ou chroniques, sur la vie aquatique.

Les métaux peuvent être absorbés sous la forme inorganique ou sous la forme organique. Pour certains éléments, comme l'arsenic et le cuivre, la forme inorganique est la plus toxique. Pour d'autres, comme Hg et Pb, les formes organiques sont les plus toxiques. A de faibles concentrations, beaucoup de métaux lourds, dont Hg, Cd, Pb, As et Cu inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton. Les effets observés à des niveaux trophiques supérieurs se manifestent notamment par un retard du développement des embryons, des malformations et une moins bonne croissance des adultes chez les poissons, les mollusques et les crustacés (Biney et al., 1991).

1.6 Caractéristiques physico-chimiques du zinc, cuivre, et nickel

1.6.1 Le zinc (Zn)

Le zinc est un élément métallique bleuâtre de symbole Zn. il est de numéro atomique 30, insoluble dans l'alcool et les acides, il est extrêmement fragile aux températures ordinaires, mais devient malléable entre 120 et 150°C, il fond vers 420°C, à une densité de 7.14 (Rodier, 1996).

Le zinc se trouve généralement dans la nature sous forme de sulfure. Il est souvent associé avec des sulfures des métaux particulièrement le plomb, le cuivre, le cadmium et le fer. Dans les roches sédimentaires, le zinc se rencontre surtout dans les schistes. Il se trouve en partie

sous forme de Zn^{2+} adsorbé sur les matériaux à fine granulométrie et en partie dans la structure des minéraux argileux (Bouhadiba, 2009).

Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments), en particulier comme coenzyme. Il assure le bon fonctionnement de plus de 200 enzymes de l'organisme (CASAS, 2005).

- Effet du zinc

Concernant la vie aquatique, le zinc présente une toxicité sur la plupart des organismes qui est fonction à la fois de la minéralisation de l'eau et de la tolérance de l'espèce considérée.

Pour le poisson, cette toxicité s'exerce à partir de quelque mg/l (au-dessus de 5 à 10 mg/l) (Rodier et al., 2005).

Il inhibe la photosynthèse des plantes vertes, du phytoplancton et des algues macrophytes, à partir d'une concentration dans l'environnement variable selon l'espèce considérée. Il ralentit la croissance des végétaux dans les sols où il se rencontre en excès (Ramade, 2000).

Il provoque diverses lésions tissulaires, en particulier chez les invertébrés aquatiques et chez les poissons. Il retarde également la croissance et perturbe la reproduction de ces derniers (Ramade, 2000).

1.6.2 Le cuivre (Cu)

Le cuivre est un métal rouge bleuâtre, ductile et malléable. Élément chimique métallique de symbole Cu, de numéro atomique 29, fond vers 1038°C et possède une densité de 8,9.

Les teneurs naturelles en cuivre dans l'eau de mer sont d'environ 50 mg/l (Gaujous, 1995). La valeur limite du cuivre dans l'eau de mer selon la Communauté Européenne et d'environ 1 mg/l (MFACED, 1995).

Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal. Il est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, notamment pour la formation d'hémoglobine. De plus, il est un cofacteur spécifique de nombreuses enzymes et métalloprotéines de structure intervenant dans un métabolisme oxydatif, la respiration cellulaire et la pigmentation (Bouguerra, 1997).

- Effet du cuivre

La toxicité du cuivre en milieu marin est fonction de sa forme chimique et son état d'oxydation. Cependant, des inhibitions de croissance du phytoplancton ont été observées à partir de 4 µg de cuivre par litre (Chiffolleau, 2001).

Selon Gaujous (1995), le cuivre diminue l'activité photosynthétique (utilisé comme algicide), provoque une altération des branchies de poissons, retarde la ponte des poissons. Il provoque aussi le verdissement des huîtres (Houot et Tarallo, 1991).

Dans les conditions normales, le cuivre ingéré est absorbé par l'estomac. La plus grande partie sera retenue par les tissus (90%) et accessoirement par les reins, la sueur et la salive (Houot et Tarallo, 1991). Une ingestion importante de cuivre provoque une gastro-entérite, une hépatite toxique (Baruthio, 1991). D'autres modifications régénératrices du foie apparaissent également chez l'animal (OMS-LPCS, 1998).

1.6.3 Le nickel (Ni)

Le nickel est un élément métallique très répandu dans la croûte terrestre. Ce métal de symbole Ni, a été découvert en 1771, il est blanc généralement jaunâtre, brillant inoxydable, dur et ferromagnétique, sa conductivité électrique est faible (Ramade, 2000).

Dans l'environnement, le nickel existe sous forme inorganique, c'est un métal mobile dans les eaux naturelles et soluble surtout à des valeurs de pH élevées. Le nickel est souvent associé au Fe, Cu, Cr et Co dans les minerais de zinc. Il existe des minerais sulfurés (65 % de la production) avec une teneur en nickel de 0.7 à 3 %. Et des minerais oxydés (35 % de la production) contenant 1 à 3 % de nickel (Rodier, 1996).

- Effet du nickel

La toxicité humaine résulte généralement d'une prise très élevée de nickel. Dans l'exposition à long terme, il présente un risque de fibrose pulmonaire et de cancer du poumon ou des voies aéro-digestives supérieures. Il est aussi sensibilisant induisant des réactions allergiques cutanées (Ramade, 2000).

La toxicité du nickel pour les organismes marins est considérée comme faible. Des effets sur la reproduction des bivalves ont été observés à des concentrations supérieures à 300.µg /l

(Chiffolleau, 2001). Une toxicité pour des doses de 1 mg/l est enregistrée chez les algues et les poissons (Gaujous, 1995).

Chapitre 2 : Matériels et méthode

Ce chapitre, matériels et méthode sera consacré aux différentes techniques de mesure et de dosage des échantillons des rejets liquides de trois industries ; l'industrie Pharmaceutique (IP), l'industrie de Production de Gaz (IPG), et l'industrie Mécanique (IM).

2.1 Echantillonnages

Afin d'évaluer la qualité des rejets liquides des trois industries, des prélèvements d'eaux usées ont été effectués à la sortie du système d'évacuation de chaque unité (tableau 1, figure 1).

Tableau 1 : Date et lieux de prélèvement

Industries	Localité	Date de prélèvement
Pharmaceutique	IbnBadis, ElHaria, El Khroub, Constantine	Février 2017
Production de gaz	Boussouf, Constantine	//
Mécanique	Oued Hamimine, El Khroub, Constantine	//

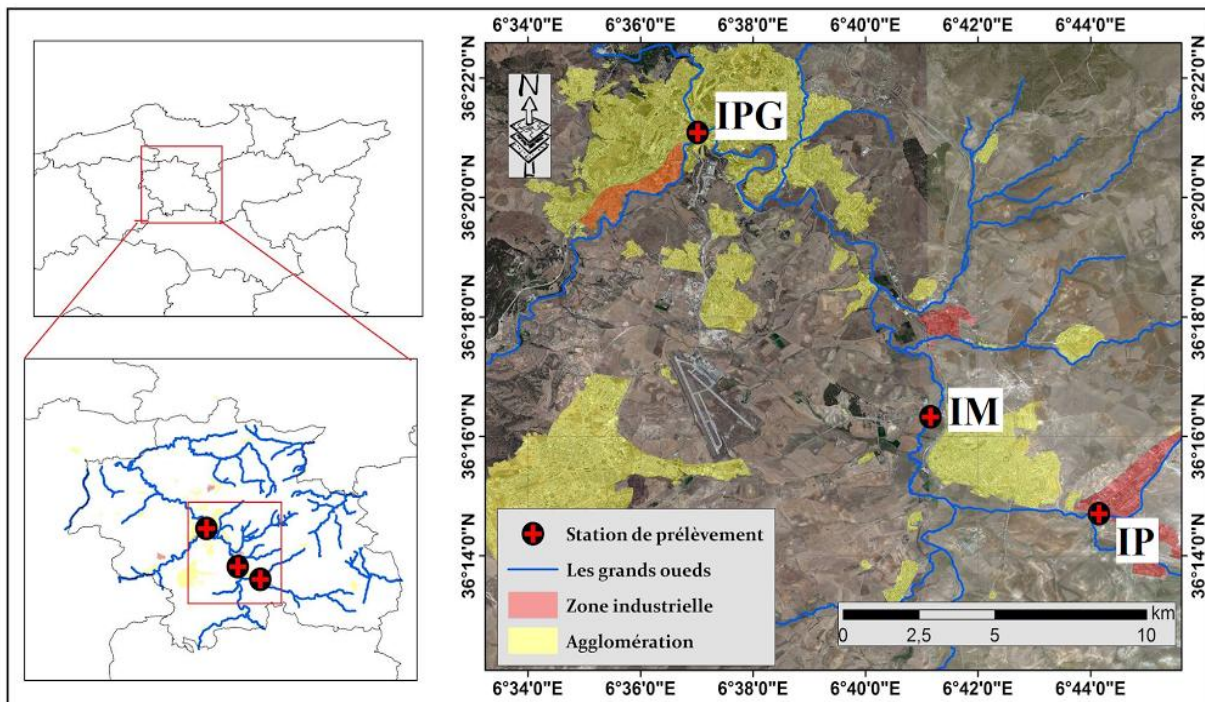


Figure 1 : Localisation des trois industries prises en considération dans cette étude (Google Earth, 2017).

Tableau 2 : Localisation des trois industries à l'aide d'un GPS

Coordonnées	Industries pharmaceutique	Industries mécanique	Industries de production de gaz
Latitude	36°14'41.34"N	36°21'5.75"N	36°16'29.94"N
Longitude	6°43'55.51"E	6°37'3.49"E	6°41'18.14"E

2.1.1 Prélèvement des échantillons

Une attention particulière a été accordée à la nature et à la propreté du matériel utilisé pour le stockage des échantillons, afin de minimiser tout risque de contamination.

Sur les lieux de prélèvement on a commencé par prendre les coordonnées géographiques des points de prélèvement par système GPS, et on a noté toutes les remarques observées sur les lieux de prélèvements (qualité de l'eau ; couleur et odeur).

Les eaux résiduaires industrielles sont prélevées au niveau des rejets finaux (regard fermé ou à ciel ouvert) des unités industrielles, à l'aide d'un flacon en plastique à large col.

2.1.2 Remplissage

Après le prélèvement on procède aux remplissages des flacons en verre ou en plastique (spéciale pour l'échantillonnage) en fonction des paramètres à mesurer et cela après rinçage deux à trois fois avec le même échantillon, les flacons sont fermés hermétiquement et mis dans la glacière.

2.1.3 Etiquetage

Chaque échantillon d'eau prélevé doit porter une étiquette ou en mentionne la date, le lieu exact du point de prélèvement (codification de l'échantillon). Il est important de le signaler que tous matériels utilisés pour l'échantillonnage doit être propre et bien nettoyer avant et après son utilisation avec de l'eau et détergent. Le mode de conservation des échantillons dépend des paramètres à analyser au laboratoire.

2.1.4 Conservation des échantillons

Certains paramètres sont sensibles au transport et au stockage. Pour obtenir des résultats analytiques fiables, le matériel des récipients des échantillons doit être choisi de façon adéquate et les échantillons doivent être conservés comme ça été décrit dans les standards

(Rodie, 2005). Le tableau ci-dessous illustre le mode de conservation des échantillons à analyser.

Tableau 3: Conservation des échantillons (Rodier, 2005).

Paramètres	Conservateur de l'échantillon	Durée de conservation	Température de conservation (°C)
DCO	Acide sulfurique	7 jours	4
MES	Sans conservateur	Maximum 4h	//
DBO ₅	Sans conservateur	Le jour même	//
Zinc	Acide nitrique	Jusqu'à 2 mois	//
Cuivre	//	//	//
Nickel	//	//	//

2.2 Mesures physico-chimiques

2.2.1 Mesures réalisées sur terrain

Le débit d'écoulement d'eaux usées, la température (°C) et le pH ont été mesurés in situ à l'aide de matériels d'une Valisette de terrains multi paramètres (pH, température...), et les résultats sont reportés sur une fiche d'analyse.



Figure 2: Valisette de terrains multi paramètres (pH, température, Conductivité...)

Les autres paramètres physico-chimiques tel que : DBO, DCO, MES et ETM ont été analysés au niveau du laboratoire.

2.2.1.1 Mesure du débit

- Principe

Le compteur électromagnétique de courant utilise le faraday pour mesurer le courant d'eau passant par le détecteur qui possède des électrodes sur le côté. Le volume d'eau détecté est un volume sphérique de 12 cm de diamètre. Ce détecteur doit être utilisé dans une situation où l'étendue d'eau dépasse 4cm soit de surface, de fond ou de côté.

- Mode Opérateur

Pour la mesure et le calcul du débit d'écoulement des rejets d'eaux usées, on commence par calculer la section du volume d'écoulement d'eau selon la forme géométrique du canal.

Après on procède à la mesure de la vitesse d'écoulement d'eau V (m/s) par un appareil de mesure de la vitesse du courant d'eau (Seba Hydrométrie Modèle 801 détecteur cylindrique).

2.2.1.2 Mesure de la température

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un thermomètre gradué au 1/10 et en respectant les consignes de Rodier et al. (2005). La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en °C.

2.2.1.3 Mesure du pH

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduite dans l'eau à analyser quelques secondes (ISO, 1994).

2.2.2 Dosages réalisés au laboratoire

2.2.2.1 Laboratoire d'analyse ONEDD

Le laboratoire régional de Constantine (ONEDD) est une entreprise publique à caractère industriel et commercial, qui a pour mission de faire des analyses environnementales dans le cadre de la protection de l'environnement régi par des lois qui ont été établies par le gouvernement algérien (figure 3), Il est chargé de :

- Recueillir régulièrement les données environnementales, les gérer, les interpréter et les diffuser ;
- Développer et optimiser des systèmes et mécanismes de suivi et d'évaluation de l'état de l'environnement qui constituent un outil d'aide à la décision, en l'occurrence les indicateurs de l'environnement et du développement durable ;
- Assurer la surveillance des milieux naturels, contrôler et mesurer toutes les sortes de pollutions pouvant perturber l'équilibre naturel de ces milieux (ONEDD, 2013).

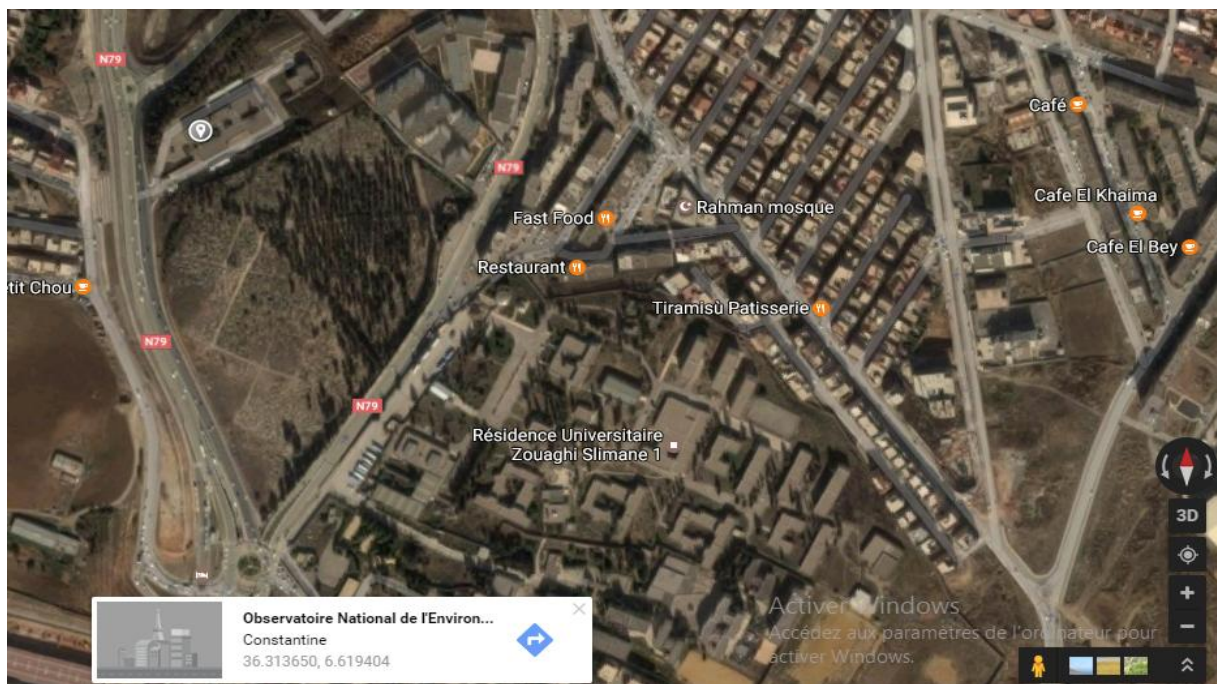


Figure 3 : Image satellitaire de la situation géographique du laboratoire ONEDD
(Google maps, 2017)

2.2.2.2 Matières en suspension (MES)

La détermination des matières en suspension s'effectue par méthode de filtration sur filtre en fibre de verre, à l'aide d'un appareil de filtration sous vide ou sous pression. Le filtre est ensuite séché à 105°C durant 2 heures. La masse du résidu retenu sur le filtre est déterminée par pesée. Le taux des matières en suspension est exprimé en mg/l (Rodier, 2009).

2.2.2.3 Dosage de demande chimique en oxygène (DCO)

Les matières organiques sont oxydées en milieu sulfurique par un excès de bichromate. La DCO correspond à la fraction qui a été consommée, elle s'exprime en mg/l (selon la méthode de Rodier, 2009).

2.2.2.4 Dosage de demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO5 est la mesure de la consommation d'oxygène d'un effluent après cinq jours d'incubations à 20 °C. La consommation d'oxygène de l'échantillon provient de la dégradation des molécules organiques et de l'oxydation des molécules inorganiques comme les sulfures, les ions ferreux et les différentes formes de composés azotés (Rodier, 2009). La demande biochimique en oxygène DBO5 (mg/l) est obtenue à l'aide d'un appareil de mesure de DBO (OxiTop®Box).



Figure 4 : Appareil de mesure de DBO (OxiTop®Box).

2.2.2.5 Dosage des éléments traces métalliques

Pour réaliser un bon dosage, toute la verrerie doit être lavée soigneusement au détergeant ensuite rincé par l'eau de robinet, puis immergée dans l'acide Nitrique 10% pendant 24h suivi d'un rinçage à l'eau distillé et sécher à l'aide d'une étuve avant utilisation.

Les échantillons doivent être conservés avec de l'acide nitrique (Rodier. 2009).

- Préparation des échantillons pour le dosage

✓ On prépare 4 erlenmeyers de 250 ml pour la minéralisation :

On remplit le premier erlenmeyer par 100 ml de l'eau distillée acidifiée par l'acide Nitrique .Les trois autres erlenmeyer sont remplis par 100 ml de chaque échantillon :

On met dans le deuxième l'échantillon de l'industrie pharmaceutique, dans le troisième l'échantillon de l'industrie mécanique et dans le quatrième l'échantillon de l'industrie de la production de gaz ;

- ✓ Puis, on ajoute 5 ml de HNO_3 , puis de 2 ml de l'eau a chaque erlenmeyer ;
- ✓ Ensuite, on met les échantillons préparés dans le minéralisateur pour qu'ils subissent une minéralisation jusqu'à avoir un volume de presque 15 ml (ISO, 1986)

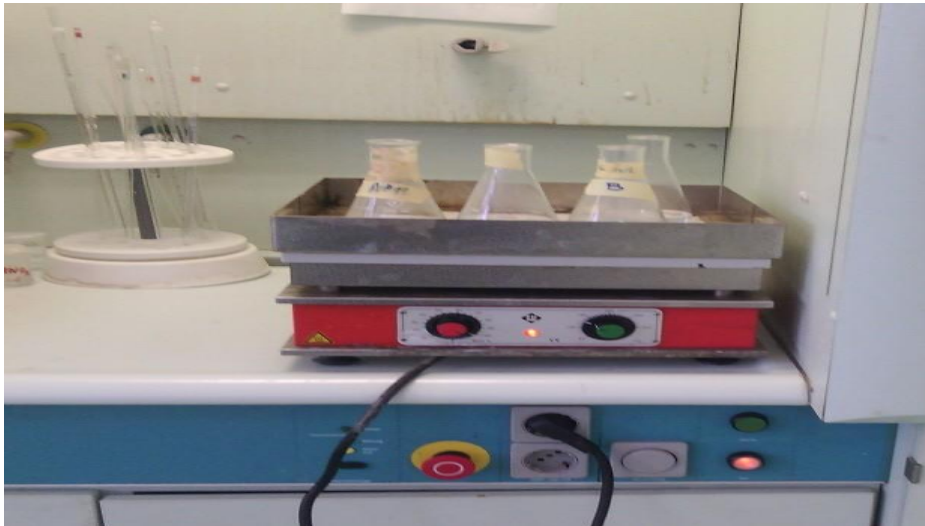


Figure 5 : Etape de la minéralisation des échantillons

Après la minéralisation, on doit filtrer les échantillons (pour éviter de boucher le nébuliseur de l'appareil) dans des fioles de 100 ml. Le filtrat doit être ajusté avec de l'eau distillée acidifiée jusqu'à 100 ml.



Figure 6 : Etape de la filtration des échantillons

- Etalonnage

Pour chaque élément à doser on prépare une gamme d'étalons à différentes concentrations en fonction du type de métal pris en considération (tableau 3), à partir d'une solution mère de 1000 ppm, (ISO, 1986).

On utilise des fioles de 100ml, on y introduit dans chaque fiole un volume précis d'après la loi ($C_1V_1 = C_2V_2$), et on ajuste avec de l'eau distillée acidifiée jusqu'à 100ml.

Tableau 4 : Domaine de dosage des éléments métalliques (Ni, Cu, Zn)

Éléments dosés	Domaine de dosage (ppm)
Ni	0.1 à 10
Cu	0.05 à 6
Zn	0.05 à 2

Les échantillons sont par la suite dosés à l'aide d'un appareil « Spectroscopie d'absorption atomique » pour déterminer le taux des éléments traces pris en considération dans cette étude et qui sont le zinc, cuivre et nickel. L'appareil utilisé pour ce dosage est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type SHIMADZU AA- 6800 (Figure 7).



Figure 7: Appareil d'absorption atomique à flamme type SHIMADZU AA - 6800

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1 Résultats des paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physico-chimiques des trois industries prises en considération dans cette étude sont illustrés dans les tableaux 5, 6 et 7.

Tableau 5: Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie pharmaceutique (IP) avec les normes de qualité

paramètres	Unité	Valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
Débit	l/s	/	0.1	Instrumentale
Température	C°	30	12	Rodier et al., 2005.
pH	-	6.5-8.5	7	ISO 10523 : 1994 (F)
DBO₅	mg/l	35	30	ISO 6060 : 1989 (F)
DCO	mg/l	120	76	ISO 6060 : 1989 (F)
MES	mg/l	35	24	ISO 11923 : 1997(F)
Cuivre	mg/l	0.5	0	ISO 8288 : 1986 (F)
Zinc	mg/l	3	0.75	ISO 8288 : 1986 (F)
Nickel	mg/l	0.5	0	ISO 8288 : 1986 (F)

Tableau 6: Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie de production de gaz (IPG) avec les normes de qualité

paramètres	Unité	Valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
Débit	l/s	/	1.29	Instrumentale
Température	C°	30	15.7	Rodier et al., 2005.
pH	-	6.5-8.5	7	ISO 10523 : 1994 (F)
DBO₅	mg/l	35	23	ISO 6060 : 1989 (F)
DCO	mg/l	120	192	ISO 6060 : 1989 (F)
MES	mg/l	35	34	ISO 11923 : 1997(F)

Cuivre	mg/l	0.5	0	ISO 8288 : 1986 (F)
Zinc	mg/l	3	0.58	ISO 8288 : 1986 (F)
Nickel	mg/l	0.5	0.025	ISO 8288 : 1986 (F)

Tableau 7: Résultats comparatifs des paramètres physico-chimiques de l'industrie mécanique (IM) avec les normes de qualité

paramètres	unité	Valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
Débit	l/s	/	-	Instrumentale
Température	C°	30	20.2	Rodier et al., 2005.
pH	-	5.5-8.5	6.8	ISO 10523 : 1994 (F)
DCO	mg/l	300	192	ISO 6060 : 1989 (F)
Cuivre	mg/l	0.7	0.02	ISO : 8288 : 1986 (F)
Zinc	mg/l	2.5	0.34	ISO : 8288 : 1986 (F)
Nickel	mg/l	0.7	0.05	ISO : 8288 : 1986 (F)

Les résultats des mesures et dosages des paramètres physico-chimiques des trois industries en comparaison avec les normes en vigueur nous permet de distinguer que :

3.1.1 Débit d'écoulement

Le débit d'écoulement est discontinu pour IP et y de 0.1 l/s pour IPG et 1.29 l/s pour IM. D'une manière générale, le débit comprend tous ce qui est transporté avec cette eau, comme les matières solides en suspension, les produits chimiques dissous et les éléments biologiques.

3.1.2 Aspect de l'eau

- Couleur

Pour la qualité de cette eau, l'aspect visuel démontre qu'elle est de couleur claire pour l'industrie pharmaceutique (IP), a brun pour l'industrie de production de gaz (IPG) et noirâtre pour l'industrie mécanique (IM).

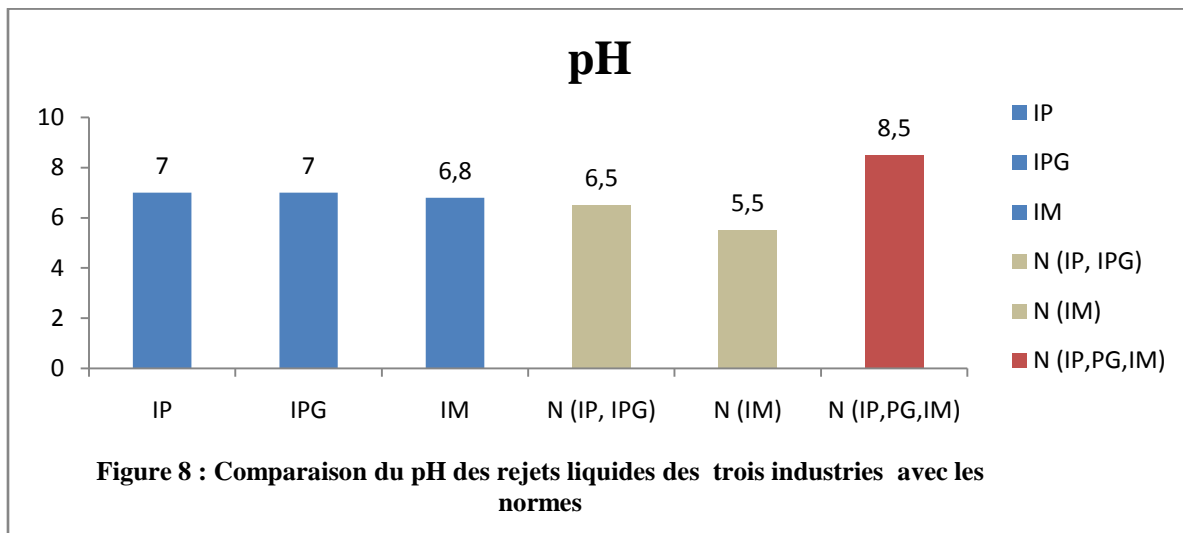
- Odeur

Pour l'odeur, ces rejets liquides sont d'une odeur nauséabonde.

3.1.3 Potentiel d'hydrogène (pH)

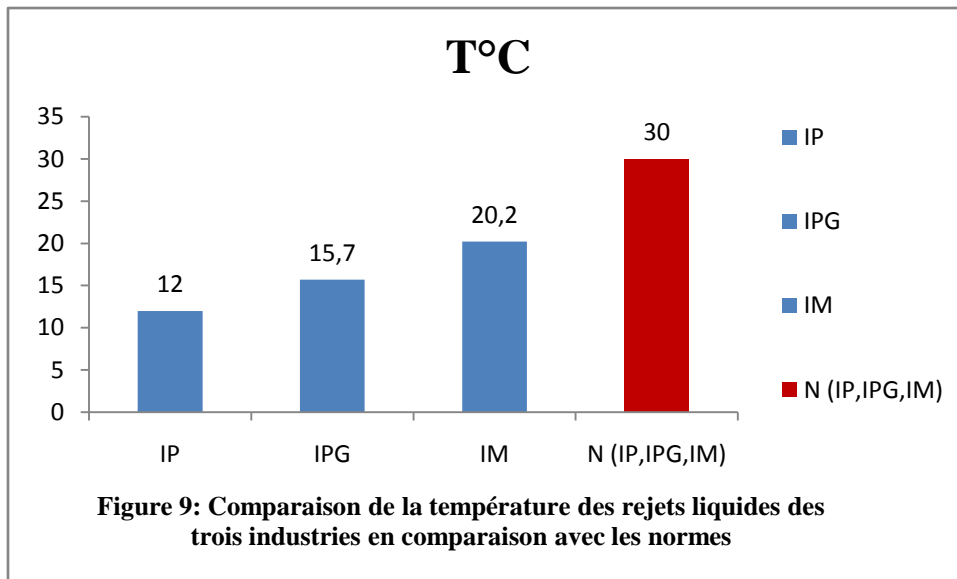
Les valeurs des mesures de pH des rejets liquides des deux industries ; IP et IPG, sont neutres (7), par contre pour IM cette valeur est légèrement acide (6,8) (tableau 5,6,7).

Ces résultats (Figure 8) sont conformes aux normes indiquées pour ce type de rejets (ISO, 1994 F) et selon Ramade (1998), lorsque le pH d'une eau varie entre 7 et 8, il facilite le phénomène de complexations des métaux par les matières solides entraînant ainsi leur précipitation et retrait de la colonne d'eau. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (Deville et al., 2005)



3.1.4 Température (°C)

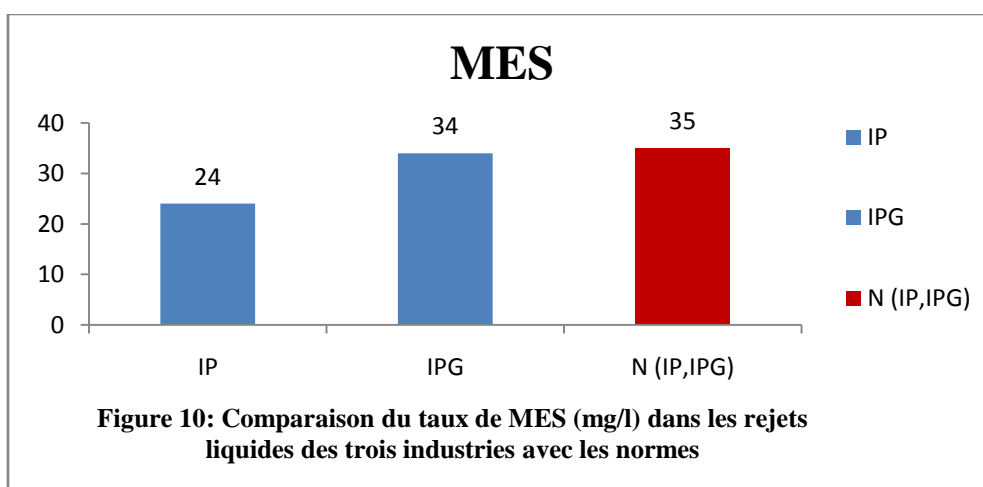
Pour la température, les résultats (tableau 5, 6,7 et figure 9) sont consécutivement de 12 pour la première industrie, 15,7 pour la deuxième industrie et 20,2 pour la troisième industrie. Les valeurs de température des différents points de rejets restent tributaires de la saison et sont conformes aux normes indiquées (Rodier et al., 2005) Pour ce type de rejets. Selon Ramade (2000), la température est une mesure momentanée en fonction du temps, de l'heure et du lieu de prélèvement. Elle agit comme un facteur écologique majeur dans les biotopes terrestres et aquatiques. L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît.



3.1.5 Matières en suspension (MES)

Pour les matières en suspension (MES) qui sont des indicateurs de la qualité d'une eau, Leur quantité varie notamment selon les saisons et le régime d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...).

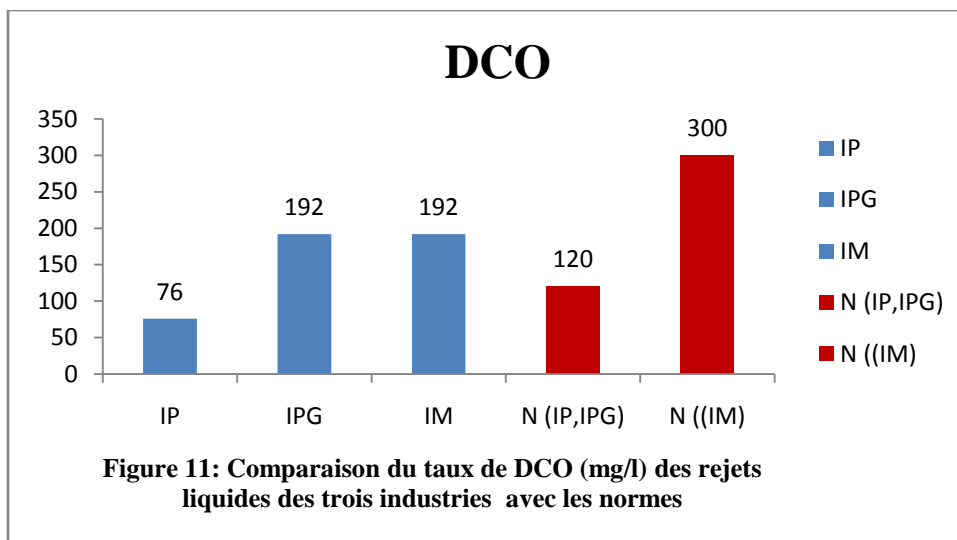
Les résultats (tableau 5, 6,7 et figure 10), démontrent que ce taux est consécutivement de 24 mg/l pour IP et 34 mg/l pour IPG. Ces résultats sont conforme à la norme qui est de 35 mg/l (ISO, 1997 F), pour la troisième industrie, ce paramètre n'a pas été dosé.



3.1.6 Demande chimique en oxygène (DCO)

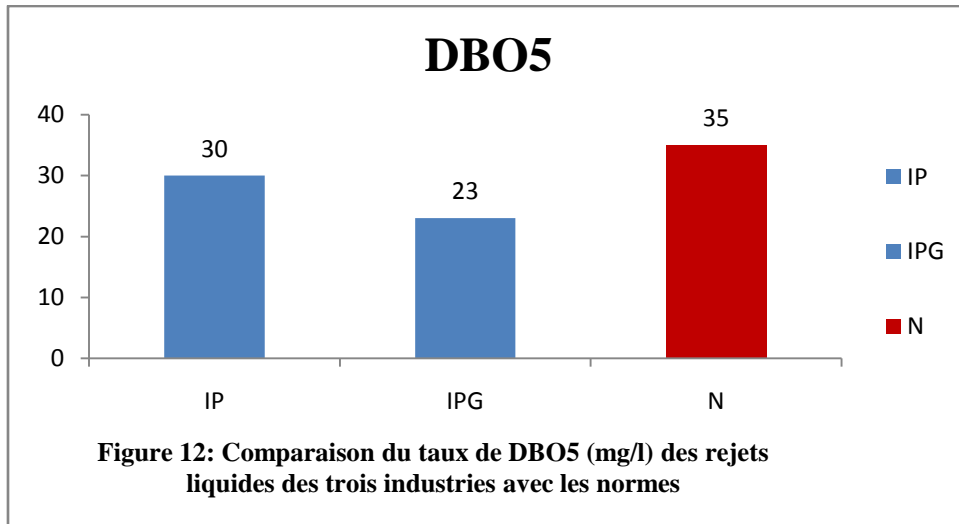
La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques, que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'oxygène fournie par le bichromate de potassium ($\text{Cr}_2\text{O}_4\text{k}_2$) nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides,... etc.) présentes dans les eaux résiduaires (Rodier et al., 2005).

Sa valeur (tableau 5, 6,7 ; figure 11), est de 76 mg/l pour l'industrie pharmaceutique (IP) et 192 mg/l pour l'industrie de production de gaz (IPG), cette dernière dépasse la norme autorisée qui est de 120 mg/l. pour IM ce taux est aussi de 192 mg/l, mais ne dépasse pas la norme autorisée qui est de 300 mg/l (ISO, 1989 F).



3.1.7 Demande biologique en oxygène (DBO5)

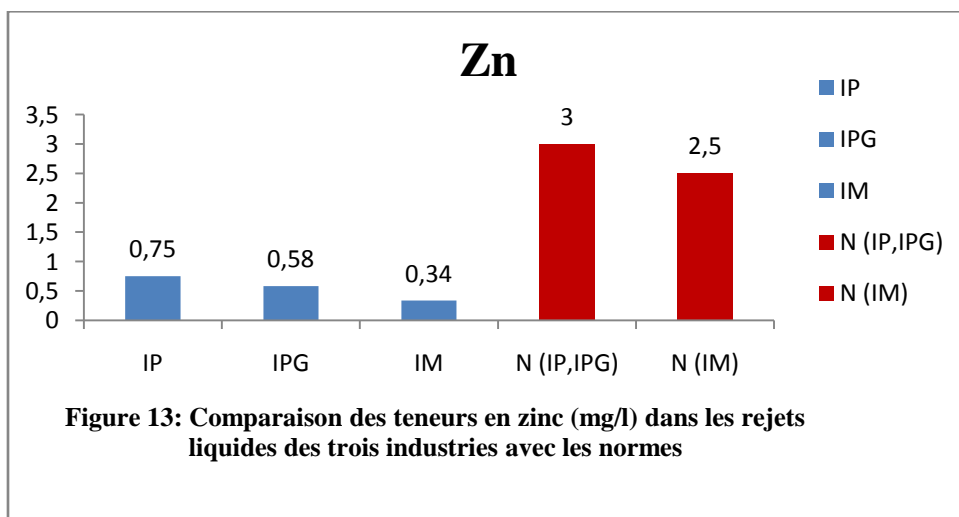
La DBO_5 exprime généralement la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique d'une eau (Rodier et al., 2005). Les valeurs obtenues (tableau 5, 6,7 ; figure 12), varient entre 30 mg/l (IP) et 23mg/l (IRP), révélant ainsi une DBO_5 conforme à la norme autorisée qui est de 35 mg/l (ISO, 1989 F). Pour l'industrie mécanique ce paramètre n'est pas pris en considération.



3.1.8 Teneurs en zinc (Zn)

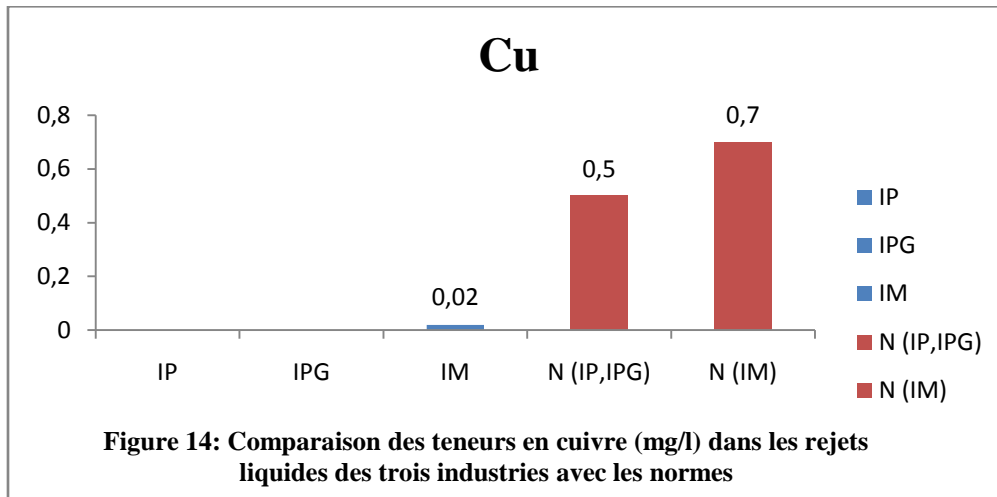
Le zinc est indispensable au métabolisme des êtres vivants (oligo-éléments), en particulier comme coenzyme. Il assure le bon fonctionnement de plus de 200 enzymes de l'organisme (CASAS, 2005). Leur toxicité, influencée par la dureté de l'eau, son contenu en oxygène et la température concerne surtout les plantes et les algues.

Les Tableaux (5, 6, 7) et la figure (13) démontrent que les teneurs en Zn dans les rejets des eaux usées des trois industries sont faibles et ces valeurs sont consécutivement de 0.75 mg/l (IP), 0.58 mg/l (IPG) et 0.34 mg/l (IM). Ces teneurs sont conformes aux normes en vigueur (ISO, 1986 F).



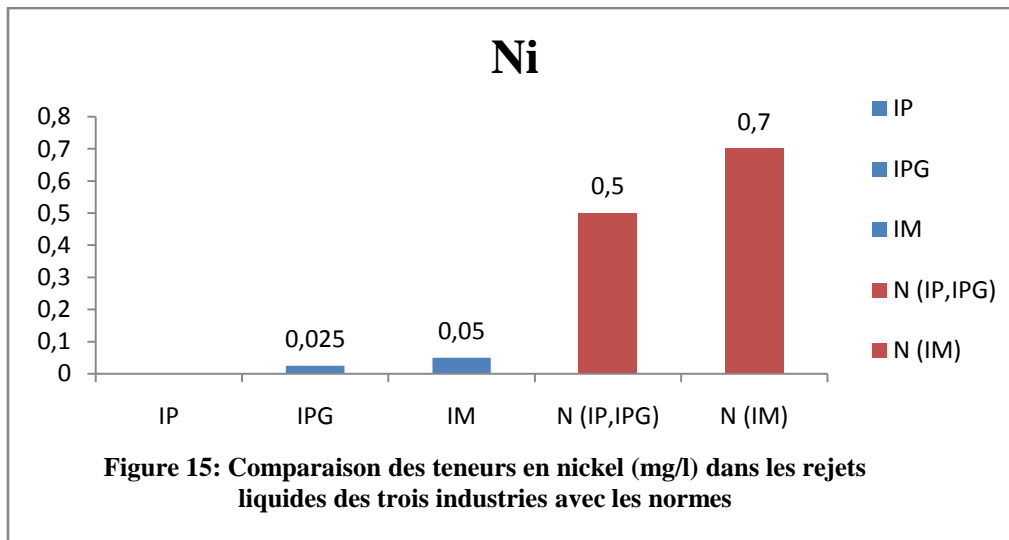
3.1.9 Teneurs en cuivre (Cu)

Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal. Il est impliqué dans de nombreuses voies métaboliques (Bouguerra, 1997), les tableaux (5, 6, 7) et la figure (14) démontrent que les teneurs en Cu dans les rejets liquides des trois industries IP, IPG et IM sont sous forme de trace pour les deux premières industries à faible (0.02mg/l) pour la troisième industrie. Ces résultats sont conformes aux normes en vigueur (ISO, 1986 F).



3.1.10 Teneurs en nickel (Ni)

L'exposition à long terme à des doses de Ni peut induire des risques de fibrose pulmonaire et de cancer du poumon. Il peut aussi induire des réactions allergiques (Ramade, 2000). Et d'une manière générale les résultats de cette étude démontrent que le taux de Ni dans les eaux usées est sous forme de trace pour l'industrie pharmaceutique (IP), et de 0.025 mg/l pour l'industrie de production de gaz (IPG) et 0.05 mg/l pour l'industrie mécanique (IM). Ces résultats sont conformes aux normes (ISO, 1986 F).



Conclusion

Conclusion

Conclusion

Ce travail de recherche a été fait dans le but d'évaluer l'état des rejets liquides (finaux) de trois industries localisées dans la région de Constantine.

La première, une industrie pharmaceutique (IP), située dans la zone industrielle Ibn Badis, EL Haria, Daira d'EL Khroub, Wilaya de Constantine, La deuxième, est une industrie de production de gaz (IPG), située dans la zone industrielle de Boussouf, Constantine et la troisième, est une industrie mécanique localisée dans la commune d'Oued Hamimine, El Khroub, Wilaya de Constantine.

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques des rejets liquides des trois industries montrent de façon générale que, la température est selon les normes saisonnières, le pH est neutre pour l'industries pharmaceutique (IP) et production de gaz (IPG) et légèrement acide pour l'industrie mécanique (IM).

Une DBO₅ conforme à la norme autorisée qui est de 35 mg/l. La DCO, elle aussi est conforme à la norme pour IP et IM, par contre pour l'industrie de production de gaz (IPG), cette DCO est élevée (192mg/l), dépassant ainsi la norme autorisé qui est de 120 mg/l (ISO, 1989 F).

Les matières en suspension (MES) sont conformes à la norme pour les rejets liquides des deux industries IP et IPG. Pour IM ce paramètre n'a pas été dosé.

Pour les éléments traces métalliques ; Cu, Ni et Zn, les résultats sont conformes aux normes de valorisation de rejets liquides industriels (ISO, 1986 F).

Dès résultats de ces paramètres physico chimiques en conclu que ces trois industries ont respecté les normes en vigueurs de rejets liquides industriels.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Académie des sciences, 1998. Contamination des sols par les éléments en trace : les risques et leur gestion. Rapport 42.

Baruthio F, 1991. Toxicologie des éléments traces essentiels. In oligoéléments en médecine et en biologie. Editions médicales internationales, p 213-240.

Beyade S.S., 2013. Caractérisation de la composition chimique des eaux usées traitées de la STEP de Sebkhah (Nouakchott) .Mémoire de Magister. Université Cadi Ayyad, Marrakech, 65p.

Biney Ch., Amazu A.T., Calamari D., Kaba N., Mbome I.L., Naeve H., Chumba O., Osibanjo O., Radeconde V., Massad A.H.S., 1991. Etude des métaux lourds présents dans l'environnement aquatique africain. Rapport de la troisième session du groupe de travail sur la pollution et les pêches Accra, Ghana, 25-29, novembre 1991.

Boeglin J. C. et Roubaty J. L., 1997. Pollution industrielle de l'eau Caractérisation, classification, mesure, Techniques de l'Ingénieur, g1210, 1-12 V2.

Bouhadiba C.S., 2009. Evaluation des concentrations des quatre métaux lourds (Pb, Cd, Cu, Zn) chez le Mulet pêché dans les baies d'Oran et de Béni Saf. Mémoire de magistère. Université d'Oran. 116p.

Bouguerra M, 1997. La pollution invisible. Ed presses Universitaires de France ; Paris : p 204-208-214.

Casas S, 2005. Modélisation de la bioaccumulation des métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen, thèse de doctorat. Université du sud Toulon Var. 314p.

Centre SPIN., 1997. Méthodes spectrométriques d'analyse et de caractérisation (les métaux lourds), Axe " Génie des Procédés", Ecole des Mines de Saint-Étienne.

Chiffolleau J et al., 2001. La contamination métallique, IFREMER, Région Haute Normandie, (Programme scientifique Seine- Aval) ,8 - 39 p.

Colas R, 1977. La pollution des eaux, coll. « Que sais-je ? » P U F, Paris 4eme édition.

Desjardins R, 2007. Le traitement des eaux, 2ème Ed. Presses internationales polytechnique, 304 p.

Références bibliographiques

Devillers J., Squilbin M., Yourassowsky C., 2005. « Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface ». Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à bruxelles, 16p.

Duchaufour P, 1997. Abrégé de pédologie. 5ème édit Masson.

Duguet J.P., Bernazeau F., Cleret D., Gaid A., Laplanche A., Moles J., Monteil A., Riou G., Simon P., 2006. Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement).

Eckenfelder W, 1982. Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, technique et documentation, LAVOISIERR Paris, Edition 1982.

Emmanuel E et al., 2005. Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du fleuve Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard Lyon1, 164p.

Faurie et al., 2003. Ecologie : approche scientifique et pratique, 5ème édition, Lavoisier technique et documentation, Paris.

Gaujous D, 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris, 220 p.

Grosclaude G.D., 1999. L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique, 204p. Et 210 p. (ISBN 2-7380-0855-0 et 2-7380-0864-X).

Houot O et Tarallo P., 1991. Le Cuivre dans les oligoéléments en médecine et en biologie. Editions médicales internationales. 459-470 p.

ISO, 1986. Qualité de l'eau : Dosage du Cobalt, Nickel, Cuivre, Zinc, cadmium et Plomb- méthodes par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme. Suisse : ISO 8288.

ISO, 1989. Qualité de l'eau : détermination de la demande chimique en oxygène. Suisse : ISO 6060.

ISO, 1994. Qualité de l'eau : détermination du PH. Suisse : ISO 10523.

Références bibliographiques

ISO, 1997. Qualité de l'eau Dosage des matières en suspension par filtration sur filtre en fibres de verre. Suisse.ISO : 11923.

Khalfaoui A, 2012. Etude Expérimentale de L'élimination de Polluants Organiques et Inorganiques par Adsorption sur des Matériaux Naturels .Thèse de doctorat.UniversitéMentouri, Constantine, 143p.

Ladjel F, 2006. Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, 80p.

Mahi M. R., 2015. Détermination des éléments traces de la biomasse du barrage Hammam Boughrara, coté Oued Mouilah. Mémoire de mastère. Université, Abou BekrBelkaidTlemcen. 64 p.

MATE. 2010. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. MATE.2010. Procédures d'opérations standards. Ver. 1. 01.P 30, 37.

Metahri M.S., 2012. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa). Mémoire de mastère. Université EchahidHammaLakhdar d'El-Oued. 64p.

MFACED, 1995. Ministère Fédéral Allemand de la Coopération Economique et du Développement « Rapport technique ».

Miquel G, 2001. Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Paris, 46p.

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.

Moali, M. Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable Laboratoire Régional Centre Contrôle des rejets liquides Issus des activités industrielles Directeur du Laboratoire Régional centre.

Olivier A, 2005. Chimie et pollution des eaux souterraines, Tec et Doc Lavoisier, (2005).

OMS-LPCS., 1998.Environnement health criteria n °200: copper, world health organisation, internationalprogramme on chemical safety.

Références bibliographiques

ONEDD, 2013. Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (ONEDD), Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville (MATEV), Version du : 17 juin 2013 (finale).

Ouali M. S., 2008. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux, 2ème Ed. OPU, 156 p.

Peter T.J., Biggs S.J., Weir L.K et Keating A.B, 2003. Nitrate in groundwaters of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia-Agriculture, Ecosystems and environment, 49-58 p.

Ramade F, 1998. Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed inscience internationale, Paris, 786p.

Ramade F., 2000.Dictionnaire encyclopédique de la pollution. Edition internationale. Paris. 755p.

Ramade F, 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. DUNOD. Paris. 1075 pp.

Rodier J, 1996. Analyse de l'eau ; Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. DUNOD BORDAS, Paris, 7èmeédition, 1365 p.

Rodier J, 2005. L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8èmeédition. DUNOD. Paris, 1383 p.

Rodier J, 2009. L'analyse de l'eau .9eme édition© DUNOD, Paris, 2009. ISBN 978-2-10-054179-9. 1526p.

Rodriguez G, 2004. Etude de la congélation comme technique de traitement des eaux: applications spécifiques. Thèse de doctorat. L'institut National Des Sciences Appliquées de Toulouse. L'université de Toulouse. France, p9-10-11, 2004.

Vademecum, 1990. A l'usage des inspecteurs chargés de la protection de l'environnement, Ministère de l'intérieur et de l'environnement. 199p.

Zaimeche, 2015. Contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur les végétaux bioindicateurs. Thèse de doctorat. Université Mentouri, Constantine, 173p.

Evaluation de la qualité des rejets liquides de trois industries de la wilaya de Constantine.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et environnement

Le présent travail a porté sur une étude d'évaluation de rejets d'effluents liquides de trois installations industrielles ; pharmaceutique (IP), production de gaz (IPG) et mécanique (IM) situées au niveau de la région de Constantine.

Pour cela, nous avons procédé à des mesures et d'analyses de paramètres physico-chimiques de rejets liquides prélevés en Février 2017.

Les résultats de ces paramètres montrent de façon générale que, la température est selon les normes saisonnières, le pH est neutre pour l'industries pharmaceutique (IP) et production de gaz (IPG) et légèrement acide (6,8), pour l'industrie mécanique (IM). Une DBO₅ conforme à la norme autorisée et une DCO, conforme à la norme pour IP et IM, par contre, pour IPG cette DCO est élevée (190mg/l), dépassant ainsi la norme autorisée. Les matières en suspension (MES) sont conformes à la norme pour les rejets liquides des deux industries IP et IPG, pour IM ce paramètre n'a pas été dosé. Pour les éléments traces métalliques ; Zn, Cu, et Ni les résultats sont conformes aux normes de valorisation de rejets liquides industriels.

De ces résultats, il ressort que ces trois industries ; IP, IPG, IM ont respecté les normes en vigueur de rejets liquides industriels.

Mots clés : Rejets liquides industriels, Paramètres physico-chimiques, Normes de qualité.

Laboratoire de recherche : Laboratoire régionale de Constantine ONEDD

Jury d'évaluation :

Président du jury : *TOUATI Laid* (MCA - UFM Constantine),
Rapporteur : *ZAIMECHE Saida* (MCB - UFM Constantine),
Examineur : *AMRI Sihem* (MAA - UFM Constantine).

Date de soutenance : 28/06/2017