



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 العلوم الطبيعية و الحياة

Département : Biologie et Ecologie 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 Ecosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

Intitulé :

Comparaison des rejets liquides de deux industries de la Wilaya de Constantine.

Présenté et soutenu par : BENHACINE Zakia

Le : 28/06/2017

Jury d'évaluation :

Président du jury : ZAIMECHE Saïda (Maître de Conférences Classe B - UFM Constantine 1).

Rapporteur : FRAHTIA Khalida (Maître de Conférences Classe B - UFM Constantine 1).

Examineurs : AMRI Sihem (Maître Assistante Classe A - UFM Constantine 1).

*Année universitaire
2016 – 2017*

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu tout puissant, de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce mémoire.

Au terme de ce travail, je souhaite adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation et ont permis, par leur soutien et leurs conseils, de le mener à bien.

*En premier lieu, je tiens à remercier mon encadreur, Madame **FRAHTIA Khalida**, Maître de Conférences à l'Université de Constantine 1, pour la confiance qu'elle m'a accordé en acceptant d'encadrer ce travail et pour ses multiples conseils et encouragements.*

Aux membres du jury, qui ont consacré une part importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation de ce travail...

*Je remercie très chaleureusement, Madame **ZAIMECHE Saïda**, Maître de Conférences à l'Université de Constantine 1, qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de soutenance.*

*Toute ma gratitude va vers Madame **AMRI Sihem**, Maître Assistante à l'Université de Constantine 1, qui a aimablement accepté d'examiner ce travail.*

Sans oublier tous les membres du laboratoire de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (O.N.E.D.D.) qui m'ont aidé et offert des conditions de travail favorables.

Dédicace

A mes chers parents

A mes frères

A mes amies

A mes camarades

A tous ceux qui me sont chers...

Résumé

Ce travail porte sur l'appréciation du degré de pollution des eaux usées des principaux rejets de deux unités industrielles : Agroalimentaire et pharmaceutique, situées dans la Wilaya de Constantine. Pour cela, différents paramètres de caractérisation d'eau usée ont été analysés et ceci comparativement aux critères et normes de déversements industriels fixés par la réglementation algérienne. Parmi les paramètres révélateurs de la pollution organique, on a procédé à la mesure de la température, pH, DBO₅, DCO, matières en suspension, rapport DCO /DBO₅, charge polluante pour chaque rejet d'unité industrielle.

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées montrent que les eaux usées présentent un pH neutre et des concentrations élevées en DBO₅, DCO et en MES, qui dépassent les normes fixés par le Journal Officiel (2006) en plus d'une valeur élevée de charge polluante pour l'industrie agroalimentaire, et ceci contrairement aux rejets de l'industrie pharmaceutique qui contient de faible concentration en DBO₅, DCO et MES.

En outre, la présence d'une pollution organique d'un caractère biodégradable moyen au niveau des rejets de l'industrie agroalimentaire a également été enregistrée. Cette pollution peut affecter le milieu récepteur et engendrer ainsi beaucoup de dégâts sur l'environnement. Pour cela, une évaluation continue et régulière des rejets industriels s'impose afin d'assurer le traitement de ces eaux usées avant leur rejet dans le réseau d'assainissement.

Mots clés : Eau usées, rejet liquide, pollution organique.

Abstract

This work focuses on the assessment of the degree of pollution of wastewater from the main discharges of two industrial units: Agro-food and pharmaceutical, located in the Wilaya of Constantine, by the analysis of different parameters of characterization of waste water and this Compared to industrial spill criteria and standards. In order to address this concern, we have determined the parameters that reveal the organic pollution (Temperature, pH, DBO₅, DCO, suspended matter, DCO/ DBO₅ ratio, pollutant load) for each industrial unit discharge. The results of the physicochemical analyzes carried out show that the wastewater has a neutral character (pH = 7 and 7.1) and high concentrations of DBO₅, DCO and MES Which exceed the standards set by the Official Journal (2006), and a high pollutant load value for the agro-food industry, in contrast with discharges from the pharmaceutical industry, which contains a low concentration of DBO₅, DCO and MES.

All the parameters determined revealed the presence of an organic pollution of an average biodegradable character at the level of the rejections of the agro-food industry. This pollution can affect the receiving environment and causes a lot of damage to the environment in general and for this reason the assessment of industrial discharges is very important.

Key words : Waste water, Liquid discharge, Organic pollution.

ملخص

يركز هذا العمل على تقييم و مقارنة درجة تلوث مياه الصرف لتصريف النفايات السائلة الصناعية م ا بين وحدتين صناعيتين هما : المختصة في صناعة الأغذية وصناعة الأدوية الصيدلانية المتواجدة في ولاية قسنطينة ، وذلك من خلال تحليل المعلمات الكاشفة والمختلفة لتصريف مياه الصرف وهذا بالمقارنة مع معايير الانسكاب الصناعي. ومن أجل معالجة هذا الوضع، حددنا المعايير التي تكشف عن التلوث العضوي (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، و DBO_5 ، و DCO و MES ، ونسبة DBO_5 / DCO ، وحمولة الملوثات) لكل وحدة و من خلال نتائج التحاليل الفيزيائية و الكيميائية تبين أن مياه الصرف للوحدتين لها طابع محايد ($pH = 7$ و 7.1) وتركيزات عالية من حيث DBO_5 ، DCO ، MES التي تتجاوز المعايير المنصوص عليها في (المرسوم 141-06 المؤرخ 19 أبريل 2006 تحديد وقيم الحد الأقصى لتصريف النفايات السائلة الصناعية من الجريدة الرسمية العدد 26 في 23 نيسان / أبريل 2006)، وقيمة حمولة عالية بالنسبة للنفايات السائلة لمصنع المختص في صناعة الأغذية ، على النقيض بالنسبة لمياه الصرف لمصنع الأدوية الصيدلانية، الذي يحتوي على تركيز منخفض من المركب DBO_5 ، DCO ، MES .

كشفت جميع المعايير التي تم دراستها عن وجود تلوث عضوي متوسط الطابع القابل للتحلل على مستوى الصرف بالنسبة لصناعة الأغذية. هذا التلوث يمكن أن يؤثر على البيئة المتلقية مما يسبب الكثير من الضرر بشكل عام على المحيط ولهذا السبب فإن تقييم التصريف الصناعي للنفايات السائلة الصناعية مهم جداً، من أجل إيجاد علاجات قبل رفضها في شبكة

الصرف .

الكلمات الدالة: مياه الصرف، تصريف السائل، التلوث العضوي.

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation.

AgSO₄ : Sulfate d'argent.

CO₂ : Dioxyde de Carbone.

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pendant 5 jours.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

ERI : Eau Résiduaire Industrielle.

H₂SO₄ : Acide Sulfurique.

ISO : Organisation Internationale de Normalisation.

K₂Cr₂O₇ : Dichromate de potassium.

MES : Matières En Suspension.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

O.N.E.D.D. : Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable.

PET : Polyéthylène téréphtalate.

PH : Potentiel Hydrogène.

T°C : Température en degré Celsius.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs limites des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique (J.O.R.A., 2006).....08

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principaux paramètres mesurés pour les deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....20

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du Laboratoire de l'Observatoire National de L'Environnement et du Développement durable (O.N.E.D.D.) de la wilaya de Constantine.....	10
Figure 2 : Verrerie utilisée.....	12
Figure 3 : Tube spéciale DCO immergé dans l'acide sulfurique.....	12
Figure 4 : Valisette de pH mètre.....	13
Figure 5 : (Oxitop) Appareil de la DBO ₅	14
Figure 6 : Matériels nécessaires pour la DBO ₅	15
Figure 7 : Titrations des solutions.....	16
Figure 8 : Appareil de filtration sous vide.....	18
Figure 9 : Etuve.....	18
Figure10 : Dessiccateur.....	18
Figure 11 : Balance analytique.....	18
Figure 12 : Température des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	21
Figure 13 : Potentiel hydrogène (pH) des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	22
Figure 14 : DBO ₅ des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	23
Figure 15 : DCO des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	24
Figure 16 : MES des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	25
Figure 17 : Rapport DCO /DBO ₅ des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique..	26
Figure 18: Charge polluante de la DBO ₅ des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	27
Figure 19 : Charge polluante de la DCO des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	28
Figure 20 : Charge polluante des MES des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.....	29

TABLE DES MATIERES

Remerciements	i
Dédicace	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
ملخص	v
Liste des abréviations	vi
Liste des tableaux	vii
Liste des figures	viii
INTRODUCTION	1

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

1.1. Pollution des eaux	3
1.1.1. Définition	3
1.1.2. Origine	3
1.1.2.1. Pollution industrielle.....	3
1.1.2.2. Pollution domestique.....	4
1.1.2.3. Pollution urbaine.....	4
1.1.2.4. Pollution agricole.....	4
1.1.3. Conséquences	5
1.1.3.1. Conséquences écologiques.....	5
1.1.3.2. Conséquences sanitaires.....	5
1.1.3.3. Conséquences industrielles.....	6
1.1.3.4. Conséquences agricoles.....	6
1.2. Rejets industriels	7
1.2.1. Définition.....	7
1.2.2. Valeurs limites des paramètres indicateurs de la pollution par effluents liquides	7
1.3. Pollution organique	8

CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

2.1 Présentation du laboratoire d'analyse régionale de Constantine (O.N.E.D.D.)	10
2.2. Protocole expérimental	11
2.2.1. Echantillonnage.....	11
2.2.2. Analyse des paramètres	11
2.2.2.1. Paramètres physiques	13
2.2.2.2.1. Température.....	13
2.2.2.2.2. Potentiel Hydrogène (pH).....	13
2.2.2.2. Paramètres chimiques	13
2.2.2.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅).....	13
2.2.2.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	15
2.2.2.2.3. Matière En Suspension (MES).....	17
2.2.2.2.4. Rapport DCO/DBO ₅	19
2.2.2.2.5. Charge polluante industrielle.....	19

CHAPITRE III : Résultat et Discussion

3.1 .Paramètres physiques	20
3.1.1. Température.....	20
3.1.2. Potentiel Hydrogène (pH).....	22
3.2. Paramètres chimiques	23
3.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO ₅).....	23
3.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO).....	24
3.2.3. Matière En Suspension (MES).....	25
3.2.4. Rapport DCO/DBO ₅	26
3.2.5. Charge polluante	27
3.2.5.1. Charge polluante de la DBO ₅	27
3.2.5.2. Charge polluante de la DCO.....	28
3.2.5.3. Charge polluante des MES.....	28
Conclusion	30
Références bibliographiques	34
Annexes	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération, se traduisant généralement par des modifications des caractéristiques physicochimiques du milieu récepteur (**Gaujous, 1995**).

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 cette forme de pollution (**Melghit, 2012**). Parmi les sources de pollution des eaux, les industries jouent un rôle crucial dans l'accentuation du phénomène, en rejetant des eaux usées contenant des matières organiques, des sels, des hydrocarbures, des métaux, des biocides, des micropolluants et des produits chimiques divers (**A.I.D.E. 2014**), portant gravement atteinte à la qualité de l'environnement et causant souvent des préjudices irréparables.

En Algérie, les eaux usées sont généralement déversées à l'état brut, soit directement à la mer, soit dans les oueds, causant des pollutions biologique et/ou chimique. Les cours d'eau fortement pollués traversent ou passent à proximité d'agglomérations urbaines et de zones industrielles majeures tels que Oued El-Harrach à Alger, Oued Soummam à Bejaia, Oued Seybouse à Annaba et Oued Rhumel à Constantine causant beaucoup de problèmes sanitaires et d'insalubrité aux riverains. Les oueds véhiculent de fortes charges polluantes et leur capacité de dilution et d'autoépuration ne suffit plus à résorber la charge polluante. Ils se sont transformés, pour la plupart, en égouts à ciel ouvert, notamment en été où leur débit baisse naturellement (**Dafri, 2008**).

La Wilaya de Constantine a connu depuis ces dernières décennies une extension difficilement contrôlée de l'urbanisation du secteur industriel et du trafic routier. De ce fait, le sous bassin de Oued Rhumel reçoit tous les types de rejets liquides, solides et les retombées atmosphériques résultants de diverses activités (**El-Hadef El-Okki, 2002**). La détermination des différents types de pollution ainsi que l'analyse des effluents industriels contribuant à la contamination du sous bassin figurent parmi les priorités fixées par le Laboratoire de l'Environnement de la Wilaya de Constantine.

Dans cette optique, et en collaboration avec le Laboratoire de l'Environnement (O.N.E.D.D.), on s'est fixé comme objectif, l'appréciation du degré de pollution des eaux usées des principaux rejets de deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique, situées dans la Wilaya de Constantine. Pour tendre vers cela, on a procédé à l'analyse de différents

paramètres de caractérisation d'eau usée (**Boeglin, 1999**) et ceci comparativement aux critères et normes de déversements industriels (**Gondard, 1996 ; J.O.R.A., 2006**).

Outre l'introduction et la conclusion, ce travail comporte différentes parties : La première partie (Chapitre 1) porte sur une revue bibliographique sur les rejets industriels, la pollution des eaux ainsi que la pollution organique. La deuxième partie (Chapitre 2) consacrée au matériel et méthodes regroupe les différentes techniques adoptées tout au long de ce travail. Et enfin, une troisième partie (Chapitre 3) comportant les résultats obtenus, leur interprétation ainsi que leur discussion.

CHAPITRE I :

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

1.1. Pollution des eaux

1.1.1. Définition

Les pollutions sont des déversements, écoulements, rejets, dépôt direct ou indirect de matières de toute nature susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou des eaux de mer (**Faurie et al., 2002**). D'après **Melquiot (2010)**, la pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse tout en perturbant l'écosystème aquatique.

1.1.2. Origine

Outre les pollutions "naturelles" telles les éruptions volcaniques et certains filons géologiques de métaux rendant l'eau impropre à la consommation (**Faurie et al., 2003**), la pollution de l'eau a pour origines principales l'activité humaine telles les industries, l'agriculture et les décharges de déchets domestiques et industriels (**Mohamed Ben Ali, 2014**).

1.1.2.1. Pollution industrielle

Les rejets industriels sont caractérisés par leur très grande diversité. Selon le type d'industrie, on distingue diverses matières polluantes :

- Matières organiques et graisses (Abattoirs, industries agroalimentaires...);
- Hydrocarbures (Industrie pétrolières, transports...);
- Métaux (Traitements de surface, métallurgie...);
- Acides, bases et produits chimiques divers (Industries chimiques, tanneries...);
- Eaux chaudes (Circuits de refroidissement des centrales thermiques...);
- Matières radioactives (Centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs...).

Parmi les industries considérées traditionnellement comme source de matières particulièrement polluantes pour l'eau, on citera notamment les industries agroalimentaires, papeterie, tannerie, la pétrochimie, les traitements de surface, etc (**Grosclaude, 1998 ; Valiron, 1984 ; Tabuchi, 1992**).

1.1.2.2. Pollution domestique

Ce type de pollution est dû principalement aux rejets domestiques comportant des germes fécaux, des sels minéraux (Azote et potassium), des détergents, de fortes teneurs en matières organiques (**Faurie et al. 2002**). Elle provient des utilisations de l'eau par les habitants et on distingue les eaux vannes (Eau des toilettes) et les eaux ménagères (Eau de lavages). La pollution domestique est surtout organique (Graisses, déchets organiques) mais elle peut aussi être chimique (Poudres à laver, détergents, produits de jardinage...). Aux eaux usées domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux "collectives" de lavage des rues, des marchés, des commerces, des bâtiments scolaires, des hôpitaux...ainsi que les pollutions par des pesticides pour le traitement des espaces verts et des voiries (**O.N.E.M.A., 2012**).

1.1.2.3. Pollution urbaine

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité. Le « tout-à-l'égout » est une expression significative exprimant cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques (**Oubagha, 2011**).

1.1.2.4. Pollution agricole

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement des fertilisants (Engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) et/ou de produits phytosanitaires (Herbicides, fongicides, insecticides,...). Ces eaux sont donc issues :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (Faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démolition des plans d'eau et des zones inondables (Etangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduelles des usines de fabrication et de conditionnement (**Grosclaude, 1999**).

1.1.3. Conséquences

1.1.3.1. Conséquences écologiques

Comme tout milieu naturel, un écosystème aquatique dispose d'une capacité propre «d'autoépuration» (**Blifert et Perraud, 2001 ; Koller, 2004**). Cependant, lorsque l'apport des substances indésirables est trop important et que cette capacité épuratoire est saturée, les conséquences écologiques peuvent être de différentes natures. Elles se traduisent principalement par :

- Une modification physique du milieu récepteur qui se traduit par une augmentation de la turbidité et de la température de l'eau ainsi qu'une modification de la salinité.
- Une diminution de la teneur en oxygène dissous : Plus la pollution organique est forte, plus le milieu concerné s'appauvrit en oxygène (**Koller, 2004**). Ceci accroît les risques d'absorption de quantités mortelles de tel ou tel polluant chimique par les animaux aquatiques (**Ramade, 2002**).

L'exemple le plus courant de la pollution des eaux reste l'eutrophisation qui est un phénomène d'enrichissement des eaux continentales ou littorales en sels minéraux nutritifs (Phosphate, nitrate,...) résultant des phénomènes naturels mais qui peut aussi être induit par une pollution des eaux par des nutriments résultant du rejet d'effluents d'origine urbaine ou d'activités agricoles. L'eutrophisation se caractérise par la présence de grandes populations d'algues, de leurs produits organiques et d'un plus grand nombre de bactéries qui peuvent vivre de ces grandes quantités de matières organiques (**Ramade, 2000**).

1.1.3.2. Conséquences sanitaires

Les maladies d'origine hydrique tuent, encore aujourd'hui, des millions de personnes dans le tiers-monde (**Bernard, 1994**). Il peut s'agir de pathologies liées à l'absorption d'eau

polluée vecteur d'épidémies microbiologiques, de produits toxiques et/ou de pathologies liées à un simple contact avec le milieu aquatique (Cas de nombreuses parasitoses) (**Ramade, 2002**). En fonction des polluants, le risque sanitaire est de nature infectieuse (Virus, bactéries, parasites, champignons), chimique (Minéral, organique), ou physique (Thermique, radioactif). Les principaux risques sanitaires à court terme sont généralement d'ordre infectieux et proviennent de la présence de micro-organismes (Bactéries, virus, parasites). Les effets sont généralement bénins (Troubles digestifs, mycoses) mais peuvent s'avérer plus importants (Hépatites, Leptospirose, Typhoïde, Cholera, Légionellose...). Pour les risques encourus à long terme, les symptômes dépendent de la dose et de la durée d'exposition. Les maladies développées ont souvent une origine chimique (Saturnisme lié au plomb, cancers liés à l'arsenic, au mercure, au chrome, aux nitrates, aux hydrocarbures...) présents dans l'eau (**O.R.E. 2016**).

1.1.3.3. Conséquences industrielles

L'industrie est un gros consommateur d'eau, il faut par exemple 1 m³ d'eau pour produire 1 kg d'aluminium. La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (Minéralisation, corrosion, entartrage) que biologique (Problèmes de biofouling, c'est-à-dire d'encrassement des canalisations par des organismes).

Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution. C'est une des raisons pour laquelle la préoccupation de pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés (**Gaujous, 1995**).

1.1.3.4. Conséquences agricoles

Dans certaines régions, l'eau utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation est souvent sous forme brute (Non traitée). La texture du sol (Complexe argilo humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail sont sensibles à la qualité de l'eau. De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront être à l'origine de la pollution des sols, si elles contiennent des toxiques (Métaux traces) (**Gaujous, 1995**).

1.2. Rejets industriels

1.2.1. Définition

Le terme « rejet industriel » correspond à tout ce qui sort d'une opération industrielle générés par les entreprises appartenant à différents secteurs d'activités économiques tels que les industries manufacturières, la construction, les services et l'agriculture (**Ramade, 2000**), excluant les produits finis et les produits destinés à un traitement ou une valorisation. On distingue trois types de rejets industriels : Solides, gazeux et liquides (**Laforest, 1999**).

Les rejets liquides définis comme eaux usées industrielles comprennent toutes les eaux provenant de locaux utilisés à des fins commerciales ou industrielles autres que les eaux usées domestiques et les eaux pluviales. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. Certains d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (**Labbaridi et Arjidal, 2015**).

Les rejets liquides industriels véhiculent une importante pollution organique et toxique. Il s'agit des différents déchets provenant des industries diverses qui sont principalement installées au niveau du rivage à la fois pour se débarrasser des déchets directement et pour faire refroidir leurs machines (Industrie alimentaire, industrie agricole, tannerie et textile, papeterie, industrie chimique, industrie pétrochimique) (**Nabih, 2013**).

1.2.2. Valeurs limites des paramètres indicateurs de la pollution par effluents liquides

Les effluents liquides d'un établissement industriel ne peuvent pas être rejetés sans respect du milieu naturel. Les effluents rejetés doivent respecter les valeurs limites mentionnées dans le Journal Officiel de la République Algérienne (**J.O.R.A.**) et fixées par Décret exécutif (N° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006 définissant les valeurs limitent des rejets d'effluents liquides industriels) (**Tab.1**). Selon ce dernier, toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies par le présent décret, elles doivent également être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Tableau 1: Valeurs limites des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique (J.O.R.A., 2006)

N°	Paramètre de pollution	Valeurs limites : Industrie agroalimentaire	Valeurs limites : Industrie Pharmaceutique
1	Température	< 30C°	< 30C°
2	pH	5.5-8.5	6.5-8.5
3	DBO5 mg/l	200	35
4	DCO mg/l	700	120
5	MES mg /l	150	35

1.3. Pollution organique

La pollution organique est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant des industries textiles, industries de bois, industrie agroalimentaires, papeteries, raffineries et abattoirs (Liu et al. 1997).

Parmi les paramètres utilisés pour évaluer la pollution organique des eaux usées, nous citeront la DBO₅ et la DCO (Khemici, 2014).

Cette pollution peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'auto épuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite, la respiration de divers organismes aquatiques peut être compromise au profit de la dégradation de cette matière organique (Metahri, 2012). D'après Kerspen (1998), il existe trois types de pollution organique :

- **Pollutions organiques facilement biodégradables :** Il s'agit de matières organiques provenant d'activités biologiques (Matières fécales et urines, déchets d'élevage et des industries agroalimentaires, feuilles, plantes et animaux morts). La nuisance qui en résulte est due aux germes pathogènes que peut contenir ces matières organiques ou due à une forte concentration de ces déchets qui annihileront le phénomène d'auto épuration naturelle (Salhi, 2015).
- **Pollutions organiques difficilement biodégradables :** Elles proviennent d'activités comme la fabrication de pâte à papier, de textiles, de cuir ainsi que les détergents produisant des mousses et diminuant la capacité d'oxygénation du cours d'eau. La dégradation du milieu naturel par ce type de pollution est plus lente. Du fait de la dégradation difficile de ce type de pollution, leur nuisance résulte de leur accumulation dans le milieu naturel (Salhi, 2015).

- **Pollutions organiques toxiques :** Elles proviennent des industries pétrochimiques et des raffineries qui rejettent dans leurs effluents des quantités importantes de phénols et d'hydrocarbures. Certains pesticides utilisés en agriculture sont d'origine organique et l'on sait que ce sont des produits toxiques particulièrement nuisant pour la faune aquatique et qui peuvent atteindre l'Homme par accumulation dans la chaîne alimentaire (**Salhi, 2015**).

CHAPITRE II :

Matériel et Méthodes

CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

2.1. Présentation du laboratoire d'analyse régionale de Constantine (O.N.E.D.D.)

L'Algérie a procédé par l'intermédiaire du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement à un renforcement institutionnel par la création par décret exécutif n°02-115 du 03 Avril 2002 de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (O.N.E.D.D.).

Au niveau de la Wilaya de Constantine, cette institution publique à caractère industriel et commercial se situe à la cité Zouaghi Slimane sur le plateau de Ain el Bey au Sud de la Wilaya de Constantine ($36^{\circ}18'.42''$ Nord et $6^{\circ}37'.81''$ Est) (**Fig.1**).

Composé de plusieurs sections (Echantillonnage, physicochimique, organique, inorganique et base de données), l'O.N.E.D.D. constitue un outil de protection de l'environnement, notamment en matière de préservation des milieux et du développement durable en assurant les analyses de différents paramètres physico-chimiques : Température, pH, huiles et graisses, nitrites, sulfates, chlorures, phosphore total, DBO₅, DCO, MES, huiles et graisses, métaux (Mercure, plomb, cadmium, chrome, zinc, manganèse, etc.) et ceci pour différents types d'échantillons (Eaux naturelles comme l'eau de mer, l'eau de rivières, l'eau de puits, etc. ; eaux résiduaires comme les eaux domestiques et industrielles).

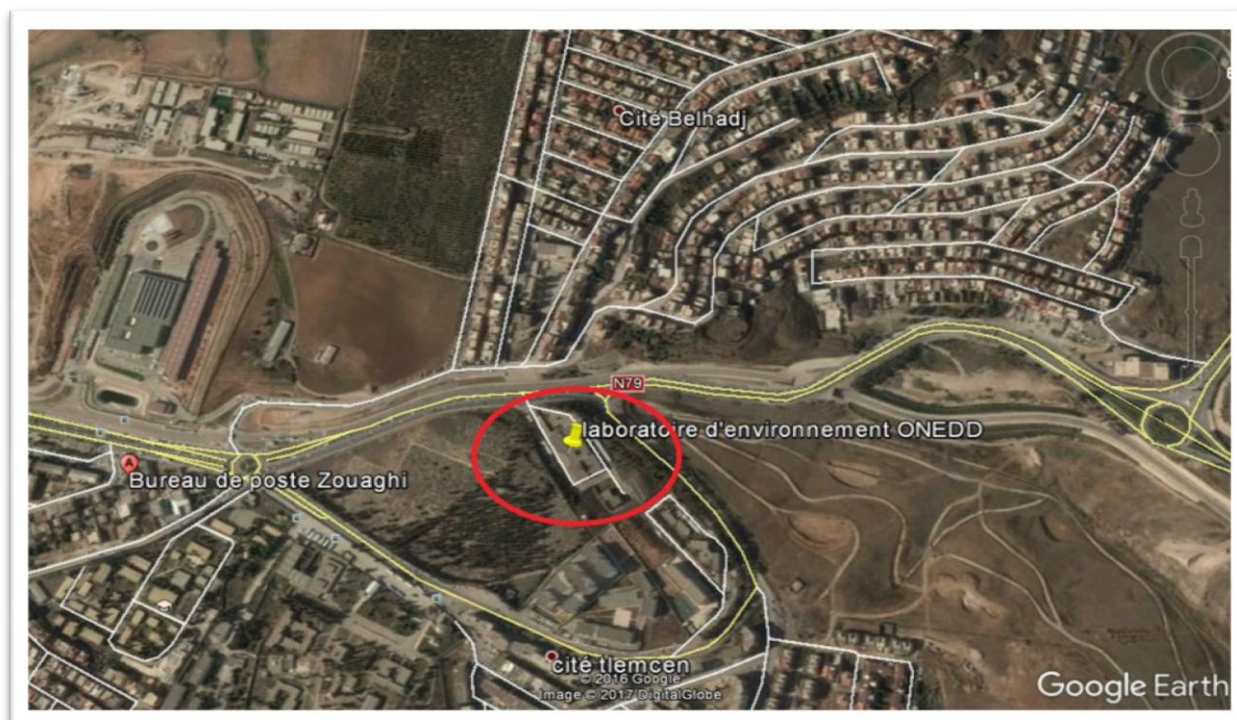


Figure 1: Localisation du laboratoire de l'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable (O.N.E.D.D.) de la Wilaya de Constantine (Google Earth, 2016).

2.2. Protocole expérimental

2.2.1. Echantillonnage

L'échantillonnage consiste à réaliser des prélèvements représentatifs d'eaux dans des zones prédéfinies dans l'espace et dans le temps. Le prélèvement des échantillons effectué durant le premier semestre 2017 (De Janvier à Mars) a été assuré par l'équipe du laboratoire de l'O.N.E.D.D.

Parmi les industries de la Wilaya de Constantine concernées par le traitement des rejets effectué par le laboratoire de l'environnement, deux industries sont retenues lors de cette étude : Industrie agroalimentaire et pharmaceutique.

Les eaux industrielles sont prélevées au niveau des rejets finaux (Regards fermés ou à ciel ouvert) des unités industrielles à l'aide d'un seau en inox ou avec une canne de prélèvement (Tige longue attachée à un flacon en PET à large col).

Après deux ou trois rinçages avec le même échantillon, les flacons en verre ou en PET étiquetés (Comportant date, lieu de prélèvement et coordonnées géographiques) sont ensuite remplis en fonction des paramètres recherchés avant d'être fermés hermétiquement en guise de conservation (O.N.E.D.D., 2011).

2.2.2. Analyses des paramètres

L'introduction de substances toxiques se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. Parmi les paramètres retenus lors de cette étude, certains sont mesurés au laboratoire tandis que d'autres nécessitent une mesure *in situ*.

Concernant les paramètres mesurés au laboratoire, les échantillons des effluents industriels sont conservés en guise de préparation à l'analyse de certains paramètres tels la MES et la DBO₅ dont les délais ne doivent en aucun cas dépasser les 24h après prélèvement. Quant à la verrerie utilisée, elle doit être préalablement nettoyée (Au détergeant) ensuite rincée à l'eau de robinet pour l'analyse de la DBO₅ et MES. En revanche, la DCO exige une verrerie lavée à l'acide sulfurique à 10% (Solution de lavage), rincée à l'eau distillée et séchée à l'étuve avant utilisation (ISO, 1989).



Figure 2: Verrerie utilisée.



Figure 3: Tube DCO immergé dans l'acide sulfurique.

En revanche, les paramètres d'analyses qui peuvent être altérés rapidement pendant le transport tels que la température et le pH, sont analysés sur place en utilisant la valisette multi paramètres (**Fig.4**). Les résultats sont ensuite reportés sur une fiche d'analyse *in situ*.



Figure 4: Valisette de pH mètre.

Les paramètres analysés sont scindés en paramètres physiques et chimiques :

2.2.2.1. Paramètres physiques

2.2.2.1.1. Température

La température est l'un des facteurs écologiques importants surtout pour les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières. Lors de ce travail, la température est mesurée par thermomètre affichant à la fois la température en degré Celsius (°C) et le pH.

2.2.2.1.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H^+) de la solution, il est mesuré à l'aide d'un pH mètre (**Rodier, 1996**). A une température donnée, l'intensité du caractère acide ou basique d'une solution est indiqué par l'activité de l'ion hydrogène et représenté par la mesure du pH. Les procédés industriels ont tendance à rendre les eaux usées plutôt acides, ce qui entraîne des problèmes de corrosion (**Labbardi et Arjdel, 2015**).

2.2.2.2. Paramètres chimiques

2.2.2.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

Ce paramètre exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon

préalablementensemencé, temps nécessaire à l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (**Mohamed Ben Ali, 2014**). Exprimée en milligramme d'oxygène par litre, la DBO_5 est donnée par l'équation suivante :

$$[DBO_5] \text{ mg/l} = \text{valeur lue sur l'Oxítóp} \times F$$

F : Facteur de dilution.

La mesure de ce paramètre est réalisée selon le protocole décrit par **Tarmoul et Driche (2007)** résumé ci-après :

- Introduire le volume V correspondant à la gamme d'estimation de la DBO_5 (**Annexe**) par rapport à la DCO du même échantillon dans un flacon brun en verre contenant un barreau magnétique ;
- Placer un godet en caoutchouc contenant deux pastilles de soude (NaOH) servant à absorber le CO_2 produit lors de la consommation d'oxygène (Les pastilles ne doivent jamais être en contact avec l'échantillon) ;
- Visser l'Oxítóp directement sur le flacon ;
- Lancer la mesure en appuyant sur S et M simultanément (Deux secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00 ;
- Maintenir, dans une armoire thermostatique, le flacon de mesure avec l'Oxítóp à $20^\circ C$ pendant 5 jours. Après que la température de mesure soit atteinte (1 h maximum), l'Oxítóp lance automatiquement la mesure de la consommation de l'oxygène ;
- L'échantillon est agité en continu pendant 5 jours.
- L'Oxítóp mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures pendant 5 jours.
- Pour connaître la valeur courante, il faut appuyer sur la touche M.



Figure 5: Oxítóp (Appareil de mesure de la DBO_5).



Figure 6: Matériels nécessaires à la mesure de la DBO₅.

2.2.2.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau. C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) dans une solution portée à ébullition à reflux pendant 2 heures en présence d'ions (Ag^+) comme catalyseurs d'oxydation et d'ions (Hg^{2+}) permettant de complexer les ions chlorures (**Norme NF T 90-101, équivalente ISO 6060**). Plus il y a de substances oxydables dans un échantillon d'eau, plus on utilise de dichromate. La DCO est déterminée par le dosage de l'excès de dichromate titré avec du sulfate de fer et d'ammonium (Sel de Mohr) car la quantité de matière oxydable est proportionnelle à la quantité de dichromate réduit. Contrairement à la DBO₅, les composés difficilement dégradables ou non dégradables biologiquement sont également mesurés lors de l'analyse de la DCO. Exprimée en mg d' O_2/l , la DCO est donnée par la formule suivante :

$$DCO = 8000 \times C (V_1 - V_2) / V_0.$$

$C = 0,12$ mol/l concentration de sel de morh.

V_0 : Volume de la prise d'essai (ml), V_0 doit être inférieur à 9,5 ml.

V_1 : Volume du blanc (ml). Ce volume ne doit pas être inférieur à 9,5 ml.

V_2 : Volume de l'essai (ml).

8000: Masse molaire (mg/l) de $1/2 O_2$.

La mesure de ce paramètre nécessite la préparation préalable des réactifs nécessaires (**Annexe**). D'après **Bouyer (2008)**, il se mesure comme suit :

- Dans un tube de DCO, introduire 10,0 ml de prise d'essai dans 5,0 ml de dichromate de potassium ;
 - Ajouter quelques billes de verre pour réguler l'ébullition ;
 - Ajouter lentement avec précaution, à l'aide d'une éprouvette graduée, 15 ml de solution de sulfate d'argent, homogénéisé sous l'eau froide ;
 - Relier le réfrigérant au tube ;
 - Porter à ébullition à reflux dans le bloc chauffant pendant 2h à 155C° ;
 - Laisser refroidir ;
 - Laver la paroi interne du réfrigérant à l'eau distillée ;
 - Débrancher le réfrigérant de la fiole, compléter à environ 100 ml avec de l'eau distillée ;
 - Titrer l'excès de dichromate avec la solution de sel de Mohr (Sulfate de fer II et d'ammonium) en présence de quelque goutte de ferroïne ;
 - Le virage est matérialisé par le changement de couleur du bleu-vert au brun-rouge ;
 - A l'équivalence, noter **V2**.
- Concernant, l'essai à blanc, le mode opératoire est en tous points identique à celui de l'essai conventionnel sauf que les 10,0 ml de prise d'essai correspondent à 10,0 ml d'eau distillée, noter **V1 (AFNOR : NFT 90-101)**.

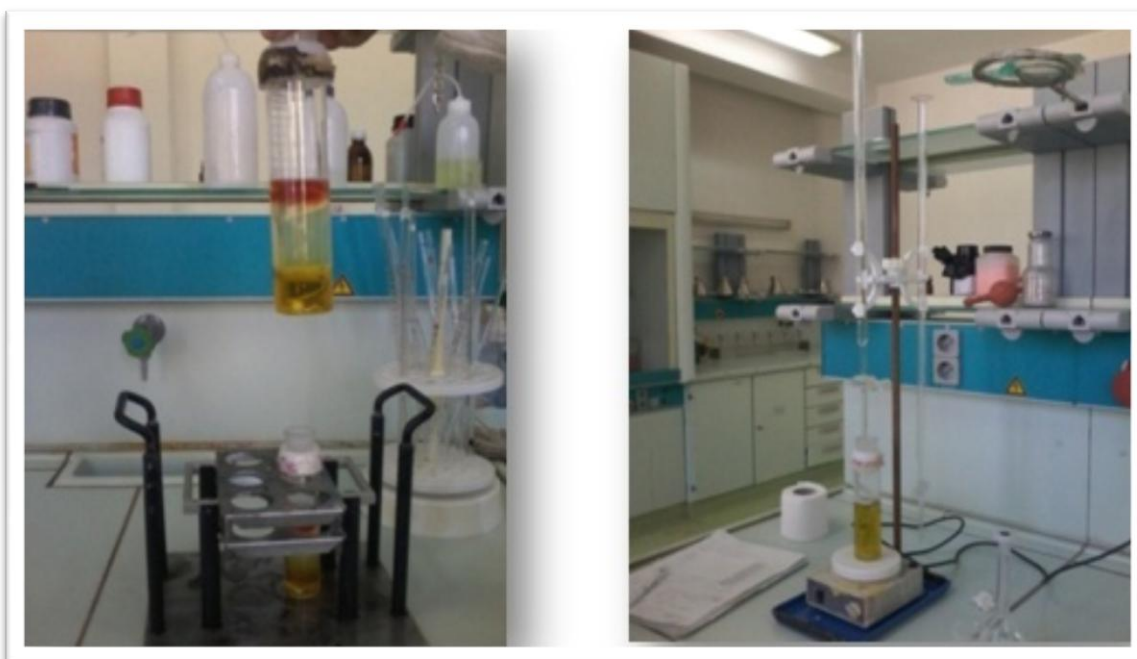


Figure 7: Titration des solutions.

2.2.2.3. Matière En Suspension (MES)

La matière en suspension, exprimée en mg/l, correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par l'eau résiduaire industrielle (ERI), mesurée par pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel à des disques en fibres de verre. Quant à la méthode par centrifugation, elle est réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres (Mekhalif, 2009).

Sa valeur est donnée par l'équation (O.N.E.D.D., 2011) :

$$[\text{MES}] \text{ (mg/l)} = (\text{P}_1 - \text{P}_0) \times 1000 / \text{V}_e$$

Où : $\text{P}_0 = \text{b}_0 - \text{a}_0$ et $\text{P}_1 = \text{b}_1 - \text{a}_1$

b₀ : Masse du filtre après filtration du blanc (mg).

a₀ : Masse du filtre avant filtration du blanc (mg).

b₁ : Masse du filtre après filtration de l'échantillon (mg).

a₁ : Masse du filtre avant filtration de l'échantillon (mg).

V_e: Volume d'échantillon en millilitre.

La technique adoptée pour la quantification de ce paramètre est décrite ci-après (ISO ; 1997).

- Mettre le filtre dans un support de séchage (Préalablement lavé à l'eau distillée, laissé au moins 10 min dans un creusé et ensuite numéroté sur sa face lisse) ;
- Mettre le support de séchage contenant le papier filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 h de temps ; ensuite dans le dessiccateur pour le refroidir ;
- Peser le filtre vide (**Poids P₀**) ;
- Placer le filtre sur sa partie lisse en bas de l'entonnoir de l'appareil de filtration à l'aide d'une pince et connecter ensuite le dispositif d'aspiration sous vide ou sous pression ;
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement le volume convenable dans une éprouvette graduée ;
- Prendre 500 ml d'échantillon à l'aide d'une éprouvette ;
- Filtrer l'échantillon dans le dispositif sous vide ;

- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec ;
- Retirer le filtre délicatement de l'entonnoir à l'aide d'une pince et le placer sur le support de séchage ;
- Mettre le support de séchage dans l'étuve à 105°C pendant 2h.
- Retirer le support et le mettre ensuite dans le dessiccateur.
- Après refroidissement du support, on procède à une deuxième pesé du filtre (**Poids P_1**).



Figure 8: Appareil de filtration sous vide.

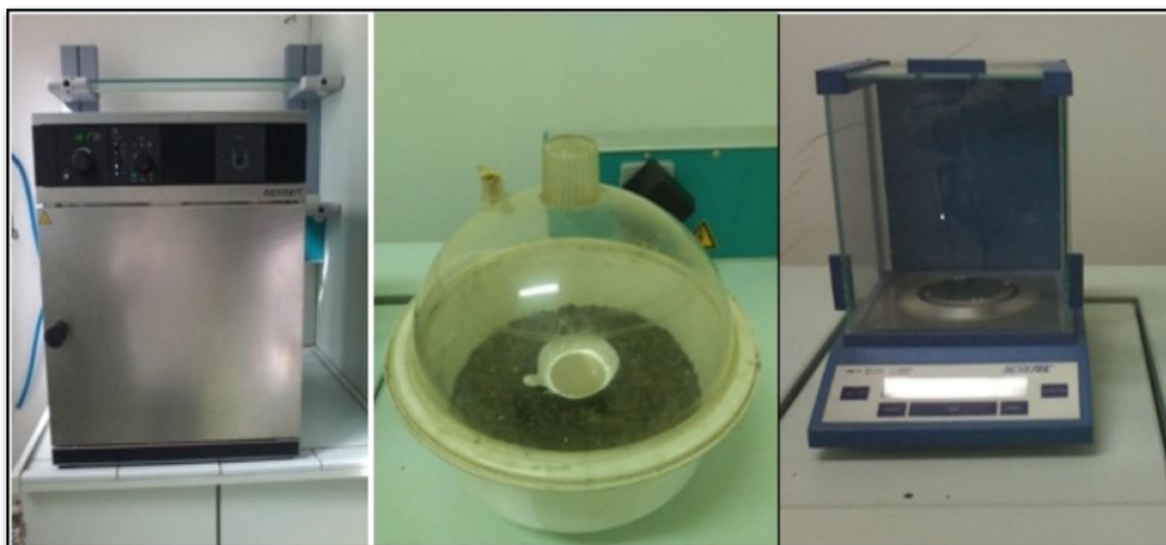


Figure 9: Etuve.

Figure 10: Dessiccateur.

Figure 11: Balance analytique.

2.2.2.2.4. Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ indique le coefficient de biodégradabilité d'un effluent, il permet aussi de définir son origine (**Suschka et Ferreira, 1986**).

Selon **Arjdal (2015)** et **Metahri (2012)** :

- **DCO = 1.5 à 2 fois DBO₅**.....Pour les eaux usées urbaines ;
- **DCO = 1 à 10 fois DBO₅**.....Pour l'ensemble des eaux résiduaires ;
- **DCO > 2.5 fois DBO₅**..... Pour les eaux usées industrielles.

La biodégradabilité qui traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux est exprimée par le coefficient K dont l'équation est la suivante :

$$K = DCO / DBO_5$$

- **K < 1.5**.....Matières oxydables constituées de matières fortement biodégradables ;
- **1.5 < K < 2.5**.....Matières oxydables moyennement biodégradables ;
- **2.5 < K < 3**.....Matières oxydables peu biodégradables ;
- **K > 3**Matières oxydables non biodégradables.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne, tels que les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures...etc.

D'après **Metahri (2012)**, la valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, et dans le cas contraire on applique un traitement physico-chimique.

2.2.2.2.5. Charge polluante industrielle

La charge polluante d'une unité industrielle est définie comme étant la quantité de DBO₅, DCO ou MES véhiculée en une journée. Elle est exprimée en Kg/j et déterminée selon **Labbaridi et Arjdal (2015)**, par la relation :

$$\text{Charge polluante} = Q_{\text{rejet}} \times Ci$$

Q rejet : Débit d'eaux usées rejetées (m³/j).

Ci : Concentration de l'un des paramètres (DCO, DBO₅, MES) (mg/l).

CHAPITRE III :

Résultats et Discussion

CHAPITRE III : Résultats et Discussion

Les résultats d'analyse de divers paramètres retenus pour les deux types d'industrie sont synthétisés dans le **tableau 2**, comportant les principaux indicateurs de pollution permettant d'apprécier la qualité des eaux rejetées.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des principaux paramètres mesurés pour les deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

	Industrie agroalimentaire	Industrie pharmaceutique
Paramètres physiques		
Température (°C)	18,5	21
pH	7,1	7
Paramètres chimiques		
DBO ₅ (mg/l)	1030	2
DCO (mg/l)	1748	9,6
MES (mg/l)	61,6	1
Rapport DCO/DBO ₅ (mg/l)	1,69	4,8
Charge polluante / DBO ₅ (kg/jrs)	177,98	0,08
Charge polluante / DCO (kg/jrs)	302,05	0,41
Charge polluante / MES (kg/jrs)	10,64	0,04

3.1. Paramètres physiques

3.1.1. Température

Les résultats de mesure de la température des rejets est de l'ordre de 18.5 °C pour l'industrie agroalimentaire et de 21°C pour l'industrie pharmaceutique (**Fig.12**).

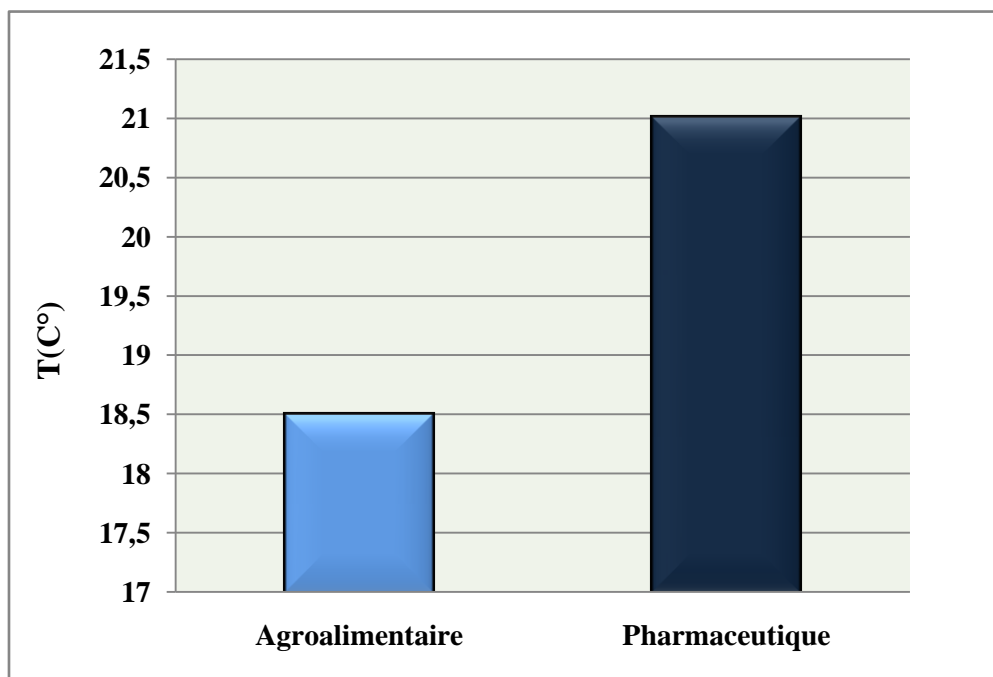


Figure 12 : Température des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

Parmi les paramètres physiques analysés lors de ce travail, la température est un facteur écologique de première importance vu que la plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température. Au contraire, des augmentations de température peuvent avoir pour effet la mort de certaines espèces, et peut favoriser en revanche le développement de certaines d'autres entraînant ainsi un déséquilibre écologique (Labbaridi et Arjdel, 2015).

Il s'avère lors de cette étude que les valeurs de température des rejets liquides enregistrées aux niveaux des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique sont inférieurs à 30°C, température considérée comme valeur limite de rejet dans le milieu récepteur (J.O.R.A., 2006).

Dans les écosystèmes aquatiques, les propriétés physico-chimiques sont fortement influencées par la température (Ramade, 1993) puisqu'elle joue un rôle dans la dissociation des sels dissous et la détermination du pH (Rodier, 1984) ainsi que la solubilité des gaz tel que l'oxygène indispensable à la vie aquatique : Plus la température de l'eau s'élève, plus la quantité d'oxygène dissout diminue (C.P.E.P.E.S.C., 2004).

3.1.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Les résultats obtenus montrent que le pH est de l'ordre de 7 pour l'industrie pharmaceutique et 7.1 pour l'industrie agroalimentaire (**Fig.13**).

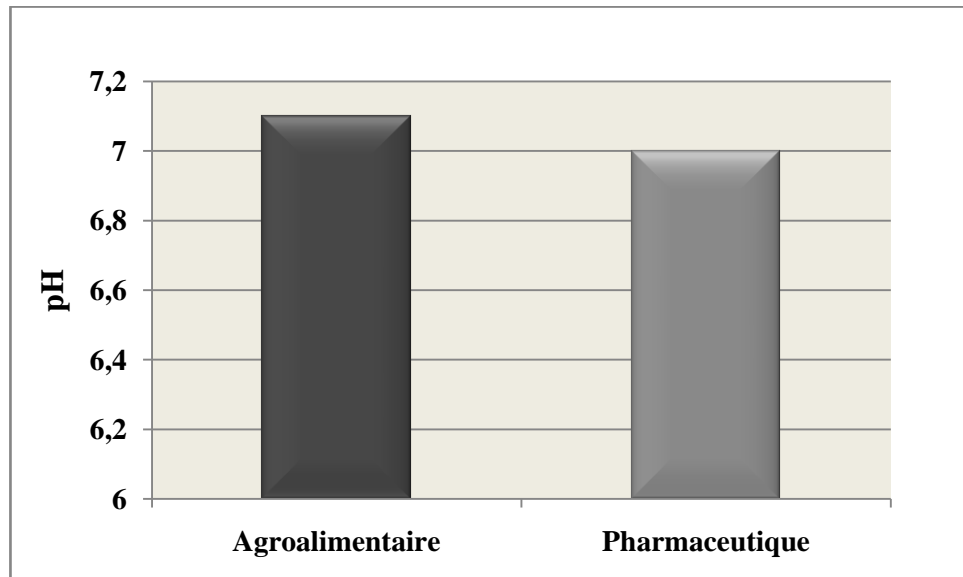


Figure 13 : Potentiel hydrogène (pH) des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

En ce qui concerne le potentiel hydrogène (pH) d'une eau, ce paramètre représente son acidité ou son alcalinité, à pH 7 l'eau est neutre (**Rodier, 1998**).

Lors de ce travail, la mesure du pH des rejets des deux industries révèle que ce paramètre est neutre puisque sa valeur varie de 7 à 7.1. Ces chiffres semblent respecter les normes préconisées par **J.O.R.A. (2006)** et qui sont comprises entre 5.5 et 8.5 pour l'industrie agroalimentaire et entre 6,5 et 8.5 pour l'industrie pharmaceutique.

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH et un développement correcte de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9 (**Metahri, 2012**). Selon le même auteur, l'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter la mobilité en solution bio-disponible et donc leur toxicité. En outre, le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien.

3.2. Paramètres chimiques

3.2.1. Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

Les résultats d'analyse de la Demande Biologique en Oxygène dans les échantillons prélevés des rejets des deux industries montrent que la teneur enregistrée au niveau de l'industrie agroalimentaire est de l'ordre de 1030 mg/l d'O₂, une valeur largement supérieure à celle enregistrée au niveau de l'industrie pharmaceutique et qui avoisine les 2 mg/l d'O₂ (Fig. 14).

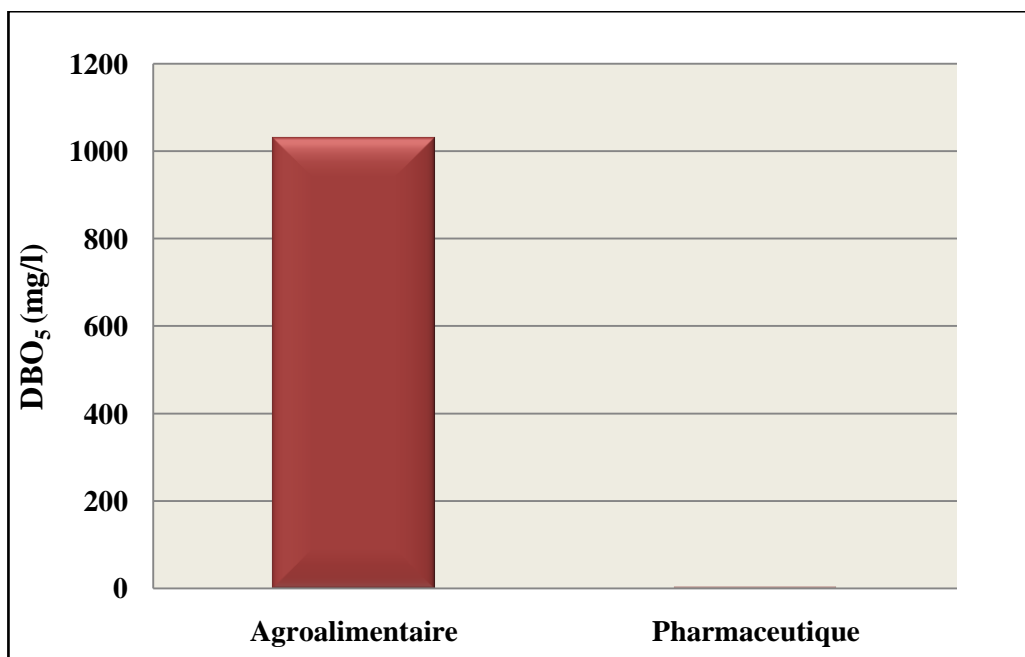


Figure 14 : Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

La Demande Biochimique (ou Biologique) en Oxygène (DBO₅) est un paramètre indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau et qui peut donc mesurer sa qualité. Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques dissoutes ou en suspension (Zegaoula et Khellaf, 2013).

Le résultat d'analyse de la DBO₅ calculée pour les eaux de rejet de l'industrie agroalimentaire et qui avoisine les 1030 mg/l d'O₂ dépasse la norme en vigueur (200 mg/l) fixée à par J.O.R.A. (2006) (Annexe). Il semble que les matières organiques dissoutes et en suspension sont donc présentes en grande concentration dans la matière première et l'eau de

processus. Dans ce cas, une grande charge en matières organiques entraînera un développement de micro-organismes aérobies, provoquant une diminution de la concentration de l'oxygène dissout dans le milieu récepteur et conduisant ainsi à l'asphyxie des espèces présentes (**Zegaoula et Khellaf, 2013**).

En revanche, la faible valeur de la DBO₅ enregistrée pour l'industrie pharmaceutique et dont le résultat avoisine les 2 mg/l d'O₂, semble acceptable, du moment qu'on admet qu'une DBO₅ inférieure à 1 mg/l d'O₂ peut-être considérée comme normale, entre 1 et 3 mg/l d'O₂ comme acceptable et douteuse pour des valeurs supérieures à 3 mg/l (**Rodier, 1998**).

Les teneurs faible ou nulle de la DBO₅ des eaux résiduaires peuvent être expliquées par le fait que les microorganismes susceptibles de biodégrader les composés présents peuvent contenir des substances inhibitrices (Molécules toxiques vis-à-vis de la flore bactérienne) (**Rodier, 2009**).

3.2.2. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Les valeurs de la DCO illustrées dans la (**fig. 15**) oscillent entre 1748 mg/l pour les rejets agroalimentaires et 9.6 mg/l pour les rejets pharmaceutiques.

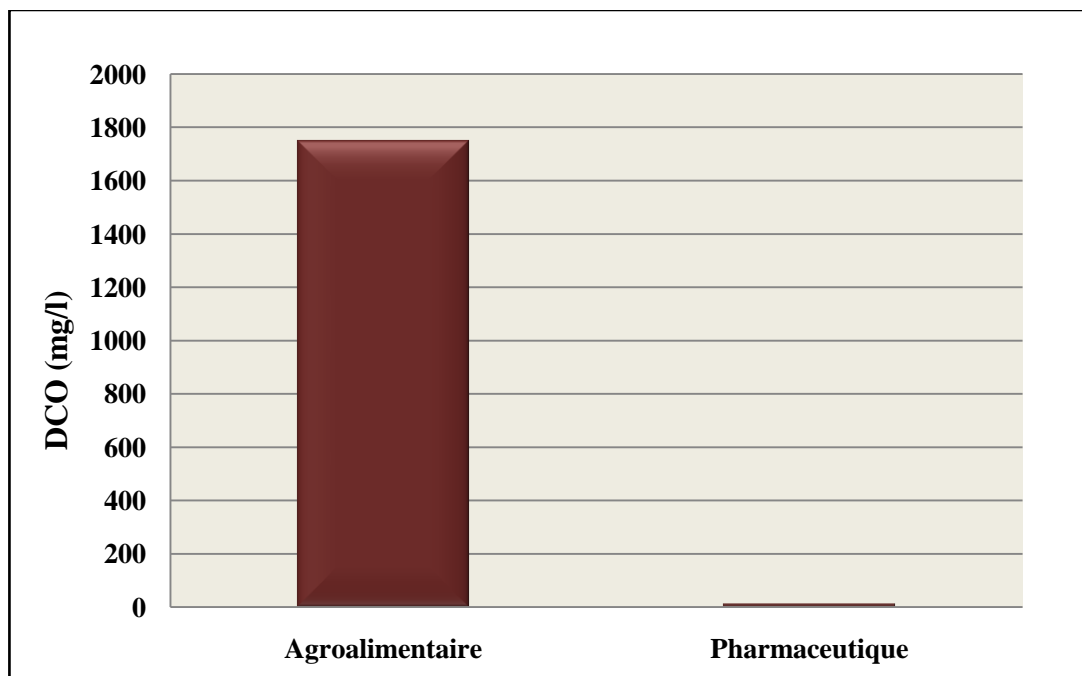


Figure 15 : Demande Chimique en Oxygène (DCO) des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

Le résultat d'analyse de ce paramètre, définie comme étant la quantité d'oxygène consommée par les matières existants dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies (Rodier, 2009), montrent une valeur élevée de la DCO pour l'industrie agroalimentaire (1748 mg/l d'O₂) dépassant de loin la valeur limite fixée à 700 mg/l d'O₂ (J.O.R.A., 2006). En revanche, la DCO calculée pour l'industrie pharmaceutique et qui affiche une valeur de 9.6 mg/l d'O₂ s'avère inférieure à la valeur limite fixée à 120 mg/l d'O₂ (J.O.R.A., 2006).

3.2.3. Matière En Suspension (MES)

La teneur en matière en suspension dans les rejets des deux industries varie entre 61.6 mg/l pour l'industrie agroalimentaire et 1 mg/l pour l'industrie pharmaceutique (Fig.16).

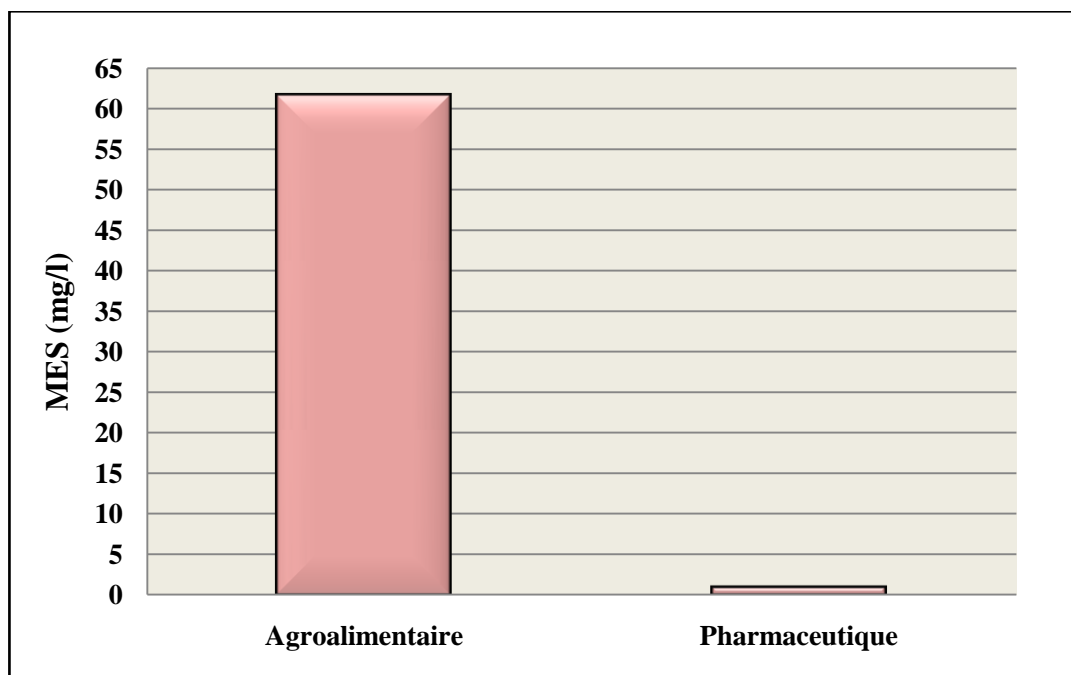


Figure 16 : Matière en suspension (MES) des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

Il s'avère que la concentration des particules fines dans l'eau usée de ces deux industries respecte les normes fixées par J.O.R.A. (2006) (ANNEXE).

La présence de ces MES dans les rejets agroalimentaires peut compromettre de manière sensible le fonctionnement du réseau d'égouts (Badia Gondard, 1996 in Bordjiba et al., 2009). D'autre part, elle peut causer des nuisances et entre autres, des dépôts de boues néfastes au maintien des édifices biologiques naturels (Meinck et al., 1977 in Bordjiba et

al.,2009) et un colmatage des fonds aquatiques récepteurs défavorable à la biodégradation des micropolluants (Bliefert et Perraud, 2001 *in* Bordjiba et al.,2009).

3.2.4. Rapport DCO/DBO₅

Le rapport DCO/DBO₅ donne une première estimation de la biodégradabilité de la matière organique d'un effluent donné. Les calculs effectués à partir des deux paramètres donnent des rapports compris entre 1.69 pour l'industrie agroalimentaire et 4.8 pour l'industrie pharmaceutique (Fig.17).

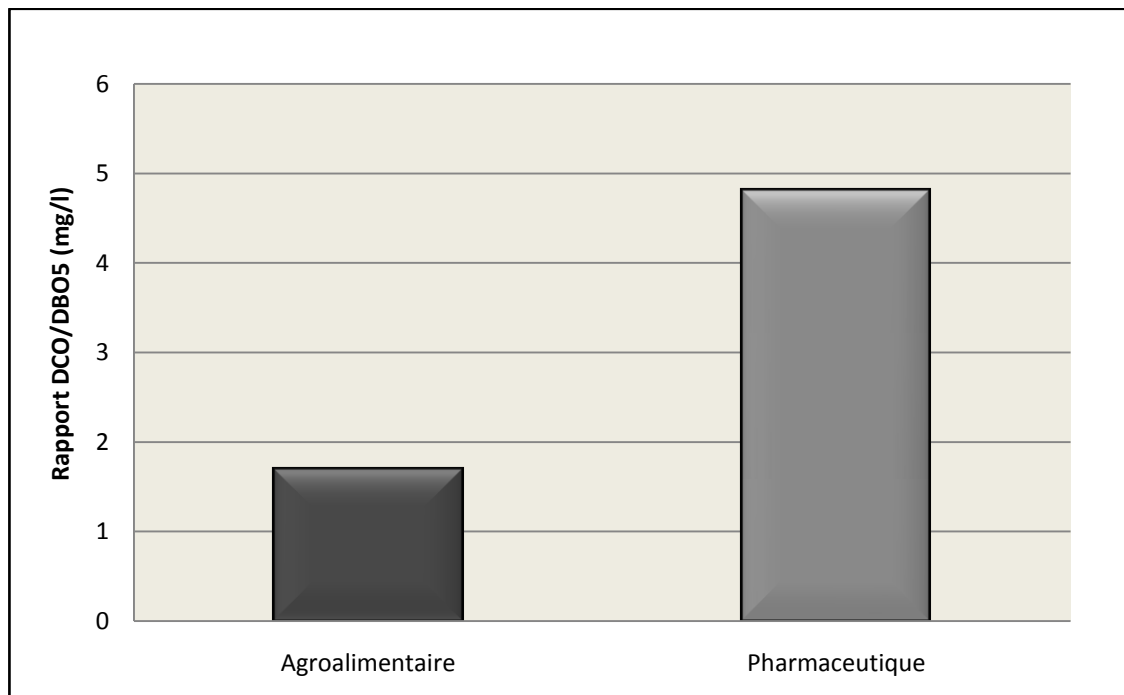


Figure 17 : Rapport DCO /DBO₅ des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

Le rapport DCO/DBO₅ indique la biodégradabilité qui traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique, il permet aussi de définir son origine (Suschka et Ferreira, 1986). Les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables (Rodier, 1996).

Les eaux usées de l'industrie agroalimentaire présentent un rapport DCO/DBO₅ (1,69) oscillant entre 1.5 et 2.5 justifiant ainsi la présence de matières oxydables moyennement biodégradables. Concernant l'industrie pharmaceutique, on constate que le rapport DCO /DBO₅ (4.8) d'une valeur supérieure à 3, signifie que les rejets de l'industrie

pharmaceutique contient des matières oxydables non biodégradables inhibitrices de la croissance bactérienne, tels que les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures...etc.

Outre le rapport DCO/DBO₅, il est important de préciser que les teneurs assez élevées de la DCO par rapport à celles de la DBO₅ pourraient traduire la présence d'une charge peu biodégradable dominée par une micropollution (Métaux lourds) masquée éventuellement par la charge organique (Melghit, 2012).

3.2.5. Charge polluante

La charge polluante a été calculée pour la DBO₅, la DCO ainsi que la MES.

3.2.5.1. Charge polluante de la DBO₅

La charge polluante de la DBO₅ calculée pour les deux unités industrielles s'avère élevés pour l'industrie agroalimentaire (177.98 kg/jrs) et ceci comparativement à celle de l'industrie pharmaceutique (0.08 kg/jrs) (Fig.18).

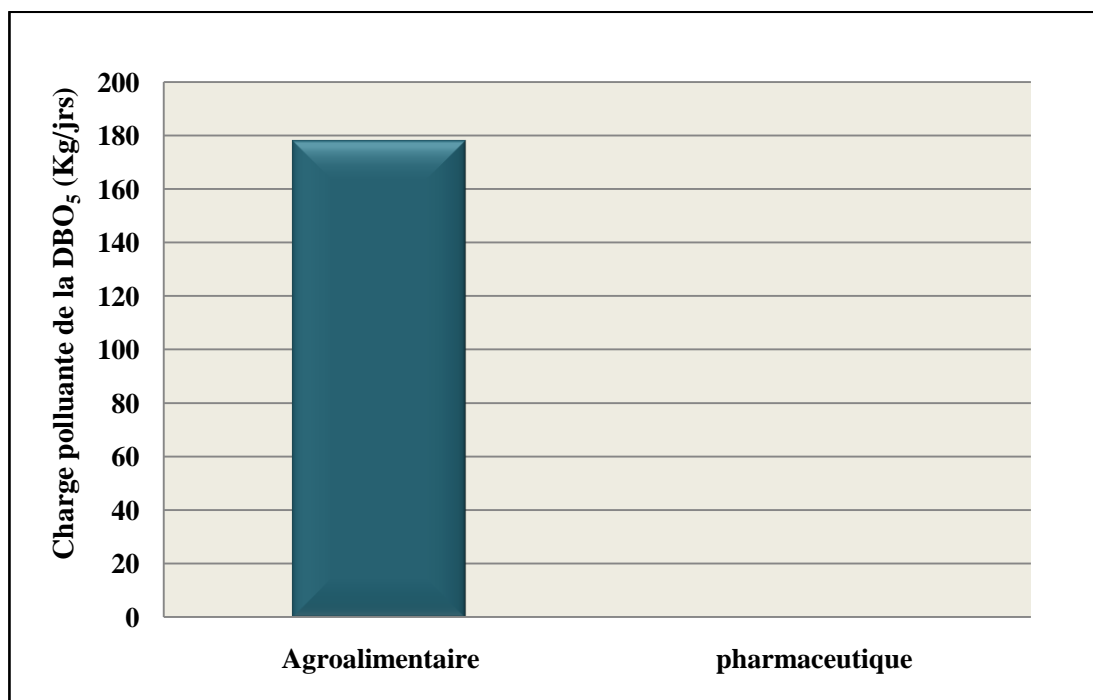


Figure 18 : Charge polluante de la DBO₅ des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

3.2.5.2. Charge polluante de la DCO

Nous remarquons que la charge polluante de la DCO est de l'ordre de 302,05 kg/jrs pour l'industrie agroalimentaire et 0.41 kg/jrs pour l'industrie pharmaceutique (**Fig.19**).

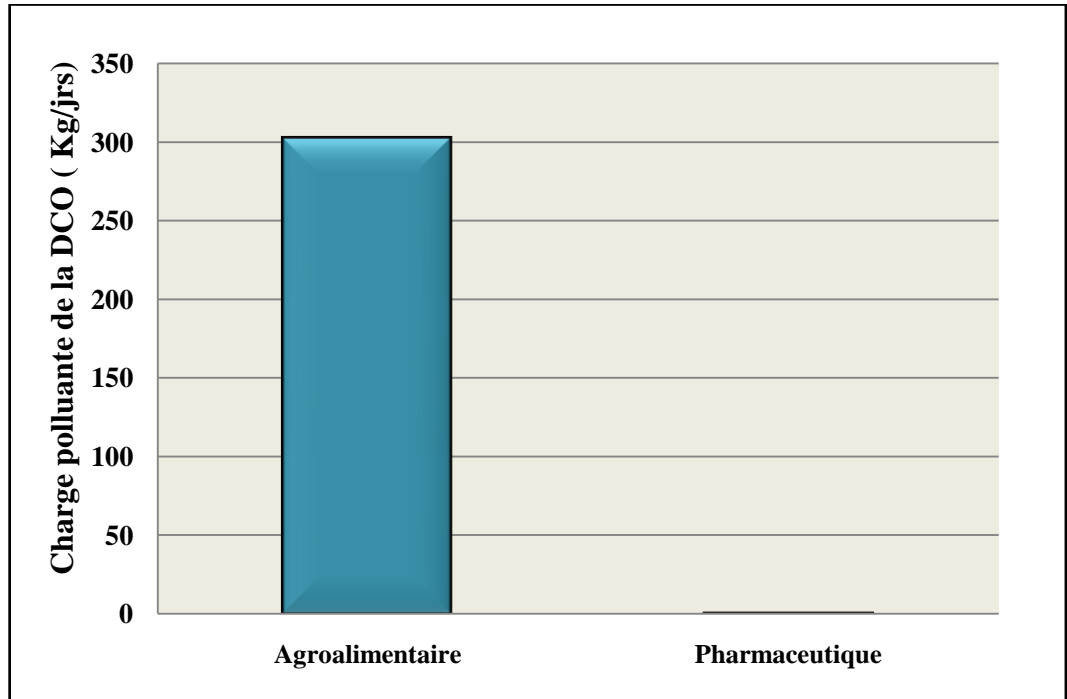
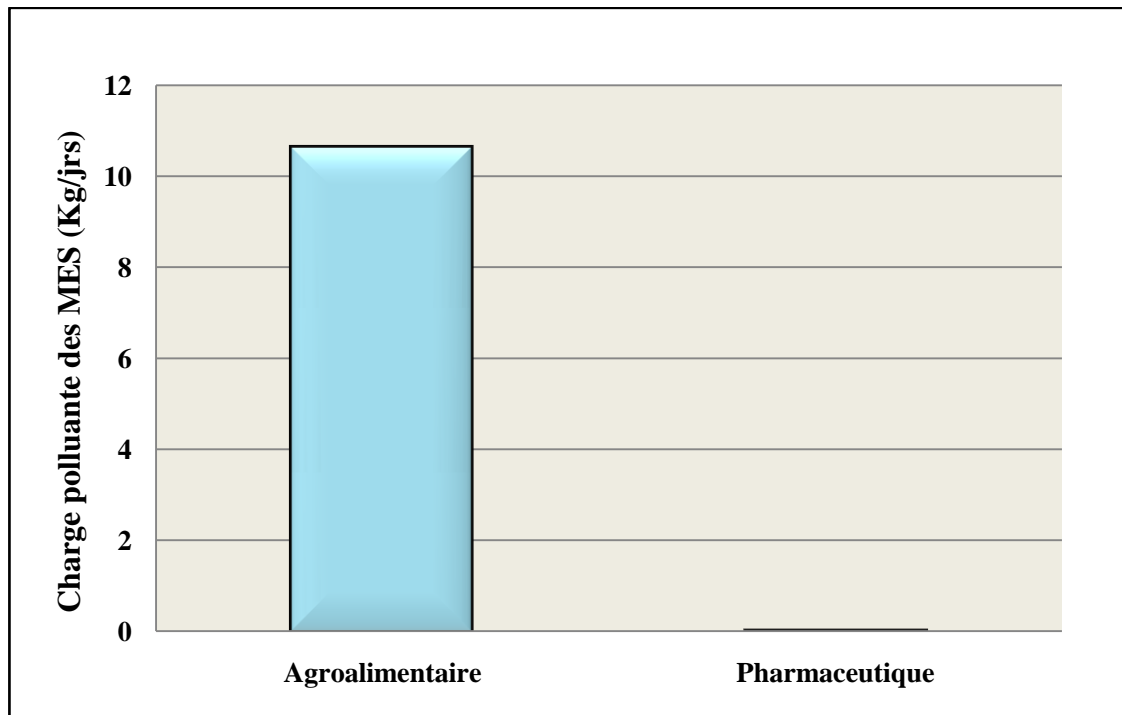


Figure 19 : Charge polluante de la DCO des effluents des deux industries : Agroalimentaire et pharmaceutique.

3.2.5.3. Charge polluante des MES

D'après les résultats obtenus, la charge polluante des deux unités industrielles oscillent entre 10.64 kg/jrs pour l'industrie agroalimentaire et 0.04 kg/jrs pour l'industrie pharmaceutique (**Fig. 20**).



*Figure 20 : Charge polluante des MES des effluents des deux industries :
Agroalimentaire et pharmaceutique.*

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la charge polluante en DBO₅, DCO, MES est très élevée pour l'industrie agroalimentaire (177.98kg/jrs, 302.05 kg/jrs et 10.64 kg/jrs) comparativement à l'industrie pharmaceutique qui affiche des valeurs très basses (0.08kg/jrs, 0.41kg/jrs et 0.04kg/jrs). Ces chiffres sont justifiés par le fait que l'industrie agroalimentaire contient plus de charge polluante par rapport à l'industrie pharmaceutique.

CONCLUSION

CONCLUSION

Ce présent travail a permis d'apprécier le degré de la pollution dans les effluents liquides de deux unités industrielles : Agroalimentaire et pharmaceutique et ceci par la caractérisation physico-chimique des effluents effectuée par l'analyse des principaux paramètres de pollution physicochimique (Température, pH, DBO₅, DCO, MES, rapport DCO/DBO₅ et charge polluante).

D'après les résultats obtenus, il ressort que l'industrie agroalimentaire est très chargée en matière organique (DCO : 1748 mg/l d'O₂; DBO₅ : 1030 mg/l d'O₂ et MES : 61.6 mg/l). Ces concentrations supérieures à celles des normes, représentent une menace certaine pour la santé publique. Hormis le pH et la température qui affichent des valeurs acceptables, le reste des paramètres mesurés pour les rejets de cette industrie dépassent largement les normes fixées par le **J.O.R.A. (2006)**.

En revanche, et avec un pH neutre, une température moyenne (21°C) et de faibles concentrations de DCO (0.41 mg/l d'O₂), DBO₅ (0.08 mg/l d'O₂) et MES (0.04 mg/l), les paramètres mesurés pour l'industrie pharmaceutique semblent respecter les normes fixées par le **J.O.R.A. (2006)**.

En outre, les résultats révèlent également la présence d'une pollution organique au niveau des rejets liquides de l'industrie agroalimentaire, indiquant ainsi que les eaux usées de cette industrie sont plus chargées en matière organique par rapport à l'industrie pharmaceutique.

Ce constat exige, des industries concernées, une évaluation continue de ce type de pollution, en mettant en place des traitements des eaux usées avant leur rejet dans le réseau d'assainissement. Ces traitements peuvent être biologiques et/ou physico-chimiques assurant l'élimination de la pollution organique ainsi que la matière en suspension.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

A.I.D.E. (2014) : Association Intercommunale pour le Démergement et l'Épuration des communes de la province de liège. Dossiers pédagogiques : Épuration.

A.F.N.O.R. (2001) : Association Française de Normalisation, Qualité de l'eau - Détermination de la Demande Chimique en Oxygène (DCO). NF T 90-101.

B

Badia G.F. (1996) : L'assainissement des eaux usées. Ed. La Lettre du Cadre Territorial. Série Dossier d'Experts. P 9-11 et 172-173.

Bliefert C. et Perraud R. (2001) : Chimie de l'environnement : Air, sol, eau, déchets. Ed de Boeck. 256-259. 477 p.

Boeglin J. (1999) : Inventaire des traitements d'eaux résiduaires, Techniques de l'ingénieur, Traité Génie des procédés.

Bordjiba O., Bekhouche F., Hassaine A., Djenidi R. (2009) : Impact de la pollution par les hydrocarbures sur la qualité des eaux usées dans la région de Skikda (Nord- Est Algérien). Mémoire de fin d'étude.

Bouyer M. (2008) : Demande chimique en oxygène. Fiche DCO, Version 1, page1/3.

C

C.P.E.P.E.S.C. (2004) : Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement du Sous sol et des Chiroptères. Prélèvement de terrain et analyse d'eau.

D

Daffri A. (2008) : Biodégradation des crésols par le microbiote des eaux usées de la ville de Constantine. Mémoire de Magister. Université Mentouri, Constantine. P 79

E

El-Hadef El-Okki M. (2002) : Evaluation de la pollution métallique (Cadmium, cuivre, plomb, et zinc) des sols des bords d'Oued Rhumel (Constantine) par les lombriciens. Mémoire de Magister, Université Constantine

F

Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J., Hemptinne J.L. (2002) : Ecologie : Approche scientifique et pratique. 5ème éd. TEC & DOC .Paris.405p .

Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., Hemptinne J.L. (2003) : Ecologie : Approche scientifique et pratique, Ed, Lavoisier technique et documentation, Paris.

G

Gaujous D. (1995) : La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. Technique de documentation. Ed. Lavoisier. Paris. 220p.

Gondard B. (1996) : L'assainissement des eaux usées. Ed. La Lettre du Cadre Territorial. Série Dossier d'Experts. p 9-11 et 172-173.

Grosclaude G. (1998) : L'eau, Usages et polluants, édition Paris. pp143-149.

Grosclaude G. (1999) : L'eau, Milieu naturel et maîtrise. Versailles, Institut National de la Recherche Agronomique, 204 p. et 210 p.

I

ISO (1997) : Organisation Internationale de Normalisation, Qualité de l'eau - Dosage des matières en suspension par filtration sur filtre en fibre de verre. Suisse : ISO 11923.

ISO (1989) : Organisation Internationale de Normalisation, Qualité de l'eau - Détermination de la Demande Chimique en Oxygène. Suisse : ISO 6060.

J

J.O.R.A. (2006) : Journal Officiel de la République Algérienne. Décret N° 06-141 du 23 avril 2006. Définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

K

Kerspen Y. (1998) : Les réseaux d'assainissement. Mémoire, Ouagadougou (Burkina Faso) : Ecole Inter Etats des techniciens supérieurs de l'hydraulique et de l'équipement rural.

Khemic Y. (2014) : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes. Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah, Orugla. P 56.

Koller E. (2004) : traitement de la pollution industrielle .Ed, Dunod. Paris PP 59-90.

L

Labbari F. et Arjdal J. (2015) : Diagnostic et calcul de la charge polluante de la zone industrielle «Oukacha-ain sebaa». Mémoire de fin d'étude. Université Cadi Ayyad, Marrakech. 39 p.

Laforest V. (1999) : Technologies propres : Méthodes de minimisation des rejets et de choix procédés de valorisation des effluents. Version 1, Paris-France.

Liu F., Mitchell C.C., Odom J.W., Hill D.T., Rochester E.W. (1997): Swine lagoon effluent disposal by overland flow; effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. Agronomy Journal, 89 900-904 p.

M

Meinck F., Stooff H., Kohlschütter H. (1977) : Les eaux résiduaires industrielles, 2ème Ed. Masson, paris, 863p.

Mekhalif F. (2009) : Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister, Université du 20 Août 1955, SKIKDA.133 p.

Melguit M. (2012) : Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau/Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire de Magistère. Université Mentouri de Constantine.132 p.

Melquiot P. (2010) : 1.001 mots et abréviations de l'Environnement et du Développement Durable, Dictionnaire environnement et développement durable.192 p.

Metahri M. (2012) : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixte cas de la Step Est de la ville de Tizi-Ouzou. 138 p.

Mohamed BenAli R. (2014) : Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Mémoire de Magister, Université de Constantine. 110 p.

N

Nabih Z. (2013) : Apport de la chimie pour l'analyse et l'interprétation de quelques paramètres physicochimiques influençant la répartition des métaux lourds, des éléments nutritifs et des anions dans les eaux de l'oued de Bouregreg. Thèse de doctorat, Université Mohammed V-AGDAL. Rabat.149 p.

O

O.N.E.D.D. (2011) : Procédure d'opération standard ver.1.01, Laboratoire Régionale Centre.

O.N.E.M.A. (2012) : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. Fiche14 la qualité de l'eau. Les Agences de l'Eau. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durables et de l'Energie. France. p 4.

O.R.E. (2016) : Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes, Agence environnementale à Chasseneuil-du-Poitou, France.

Oubagha N. (2011) : Décontamination des eaux contenant les colorants textiles et les adjuvants par des matériaux naturels et synthétiques. Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammri, Tizi Ouzou. p5-6.

R

Ramade F. (1993) : Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Science International. Paris, 822 pp.

Ramade F. (2000) : Dictionnaire encyclopédique des pollutions (Les polluants : De l'environnement à l'homme) Ed science internationale, Paris.690 p.

Ramade F. (2002) : Dictionnaire encyclopédique des pollutions, les polluants de l'environnement à l'homme. Edi science international, paris, 50-186pp.

Rodier J. (1984) : L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer), 7th éd., p. 177. Dunod Edition, Paris, France.

Rodier J. (1996) : Analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod Bordas, Paris. 7ème édition, 199-238 pp.

Rodier J. (1998) : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. 8ème édition Dunod. Paris.

Rodier J., Bazin C., Broutin J., Chambon P. (2009) : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9^{ème} édition. Dunod. Paris. p 975 ,1377.

S

Salhi K. (2015) : Etude de la dégradation des milieux aquatiques par différents types de rejets. Mémoire de fin d'étude. Université des Frères Mentouri, Constantine. p48.

Suschka J., Ferreira E. (1986): Activated sludge respirometric measurement .Water research, 20, 2 137-144 p.

T

Tarmoul F. et Driche M. (2007) : Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel : Cas de la lagune de béni-messous. Mémoire de Fin d'Etudes. Institut des sciences de la mer et du l'aménagement du littoral. p45.

V

Valiron F., (1984), Tabuchi J.P. (1992) : Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie, Lavoisier-Technique et documentation, édition Paris, P 564. ????

Z

Zegaoula W. et Khellaf N. (2013) : Evaluation du degré de pollution des rejets liquides et atmosphériques du complexe Fertial à Annaba (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°18, Juin 2014, pp. 77-91.

ANNEXES

Annexe

Tableau 1: Gammas d'estimation du volume des échantillons à analyser (DBO_5) (O.N.E.D.D., 2011).

DBO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur
0...40	432	1
0...80	365	2
0...200	250	5
0...400	164	10
0...800	97	20
0...2000	43,5	50

Tableau 2: Réactifs nécessaires à l'analyse de la DCO (O.N.E.D.D., 2011).

N°	Réactifs	Formule chimique	Masse molaire	Référence
1	Sulfate d'argent	Ag_2SO_4	311,79g/mol	NORMAPR
2	Dichromate de potassium	$K_2Cr_2O_7$	294,19g/mol	MERCK
3	Sulfate de mercure II	$HgSO_4$	296,65g/mol	MERCK
4	Sulfate d'ammonium ferreux (II) hexa hydraté	$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	392,13g/mol	MERCK
5	Hydrogénophthalate de potassium	$KC_8H_5O_4$	204,23g/mol	MERCK
6	Sulfate de fer (III) x-hydraté	$Fe_2O_{12}S_3 \times H_2O$	399,87g/mol	PROLABO
7	Acide sulfurique	H_2SO	98,08g/mol	FLUKA
8	1,10-phénanthroline monohydraté	$C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$	198,2g/mol	PROLABO

Tableau 3 : Préparation des réactifs nécessaires à la mesure de la DCO (O.N.E.D.D., 2011).

Réactifs	Protocole
1-Solution de dichromate de Potassium.	-Dissoudre 1.1768 g de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) (Préalablement séchée à 105 C° pendant 2h), dans une fiole de 100 ml. - On rajoute de l'eau distillé à la dichromate de potassium solide jusqu'au trait.
2- Solution de sulfate d'argent.	-Dissoudre 1g de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) dans 3.5ml d'eau. - Ajouter, par portion, 96.5 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) pur et agiter.
3-Solution de sel de Mohr (sulfate d'ammonium Ferreux (II) hexa hydraté d'environ 0.12 mol/l).	-Dissoudre 4.7g d'ammonium ferreux (II) sulfate hexa hydraté dans l'eau. -Ajouter 2ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) pur. -Après refroidissement, compléter à 100ml avec de l'eau distillé.
4-Solution d'indicateur ferroin.	-Dissoudre 1.849 g de sulfate de fer 3 x-a hydraté et 1g de sulfate d'ammonium de fer (II) hexa hydraté dans l'eau. -Ajouter 1.50 g de 1.10-phénanthroline monohydraté, mélanger et ajuster à 100ml. (Solution stable 1mois conservée a l'obscurité).

Tableau 4 : Références de l'appareillage utilisé (O.N.E.D.D., 2011).

Appareillage	Références
1. pH mètre	PHB-1 portable
2. Papier filtre	WHATMAN.
3. DBO mètre	Oxitop Box, WTW
4. Agitateur magnétique	IKAMAGR
5. Etuve	MEMMERT
6. Balance analytique	SCALTEC

Comparaison des rejets liquides de deux industries de la Wilaya de Constantine.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

Ce travail porte sur l'appréciation du degré de pollution des eaux usées des principaux rejets de deux unités industrielle : Agroalimentaire et pharmaceutique, situées dans la Wilaya de Constantine. Pour cela, différents paramètres de caractérisation d'eau usée ont été analysés et ceci comparativement aux critères et normes de déversements industriels fixés par la réglementation algérienne. Parmi les paramètres révélateurs de la pollution organique, on a procédé à la mesure de la température, pH, DBO₅, DCO, matières en suspension, rapport DCO /DBO₅, charge polluante pour chaque rejet d'unité industrielle.

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées montrent que les eaux usées présentent un pH neutre et des concentrations élevées en DBO₅, DCO, MES, qui dépassent les normes fixés par le Journal Officiel (2006) en plus d'une valeur élevée de charge polluante pour l'industrie agroalimentaire, et ceci contrairement aux rejets de l'industrie pharmaceutique qui contient de faible concentration en DBO₅, DCO, MES.

En outre, la présence d'une pollution organique d'un caractère biodégradable moyen au niveau des rejets de l'industrie agroalimentaire a également été enregistrée. Cette pollution peut affecter le milieu récepteur et engendrer ainsi beaucoup de dégâts sur l'environnement en générale et pour cela une évaluation continue et régulière des rejets industriels permettant le traitement de ces eaux usées avant leur rejet dans le réseau d'assainissement.

Mots clés : eau usées, rejet liquide, pollution organique

Laboratoire de recherche : Biologie et environnement

Jury d'évaluation :

Président du jury : ZAIMECHE Saïda (MCB- UFM Constantine 1).

Rapporteur : FRAHTIA Khalida (MCB- UFM Constantine 1).

Examineur : AMRI Sihem (MAA- UFM Constantine 1).

Date de soutenance : 28/06/2017